

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Академия технологических наук Российской Федерации
Верхне-Волжское отделение АТН РФ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Международной научно-технической конференции

«СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ»

(XII Бенардосовские чтения)

1-3 июня

II том

*К 75-летию образования Ивановского энергетического
института имени В.И. Ленина*

Иваново 2005

В томе II тезисов докладов научно-технической конференции рассмотрены микроэлектронные и микропроцессорные информационно-управляющие системы; теплообмен в промышленных установках; электромеханика и МЖУ; отражены результаты научных исследований в области динамики, надежности и диагностики механических систем; механики и технологии сыпучих материалов; рассмотрены вопросы технологии машиностроения; безопасности жизнедеятельности, а также социально-экономические и гуманитарные аспекты НТП; управление качеством образования.

Редакционная коллегия:

акад. МАИ, д-р техн. наук, проф. **В.Н. НУЖДИН** (председатель), чл.-кор. АТН РФ, д-р техн. наук, проф. **Ю.Я. ЩЕЛЫКАЛОВ** (зам. председателя), д-р техн. наук, проф. **Ю.А. МИТЬКИН**, д-р техн. наук, проф. **А.В. МОШКАРИН**, чл.-кор. АЭН РФ, д-р техн. наук, проф. **В.А. САВЕЛЬЕВ**, д-р техн. наук, проф. **В.А. ПОЛЕТАЕВ**, заведующая РИО **С.В. КЛЮНИНА**

ISBN 5-89482-351-X
ный

© □ ГОУВПО Ивановский государственный
энергетический университет, 2005.

НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ БЕНАРДОС (1842 – 1905 ГГ.)

Н.Н. Бенардос один из крупнейших русских изобретателей-электротехников второй половины XIX столетия, автор нового способа соединения и разъединения металлов с помощью электрического тока электродуговой сварки, получившего название способа Бенардоса, автор более чем 200 оригинальных изобретений и проектов в области электро-технологии, электротехники, транспорта, сельского хозяйства, военного дела. Это был исключительно талантливый изобретатель некоторые из его идей оригинальны и актуальны до сих пор, но лишь немногие из своих идей ему удалось притворить в жизнь.

Родился Николай Николаевич 26 июля (7 августа) 1842 г. в деревне Бенардосовка, Херсонской губернии. Его дед по отцовской линии был греком, и ещё ребёнком был вывезен в Россию. Отец, Николай Пантелеевич, полковник русской армии. Мать, Екатерина Васильевна, была праправнучкой знаменитого тульского оружейного мастера Никиты Демидова. Его образованием занимался Кари Иванович Пресслей, окончивший Берлинский университет. В имении отца имелись различные мастерские, где будущий изобретатель приобщался к столярному, слесарному, кузнечному делу.

Н.Н. Бенардос в 1862 г. поступил на медицинский факультет Киевского университета. В начале 1866 г. Н.Н. Бенардос оставил университет и осенью поступил в Петровскую земледельческую и лесную академию, где разработал и опробовал ряд изобретений. В 1867 г. в Париже состоялась Всемирная выставка, в которой впервые участвовал Н.Н. Бенардос. На выставке он имел возможность познакомиться с новейшими дугowymi лампами и убедиться в возможности применения электричества для освещения и нагрева. Вернувшись из Парижа, Н.Н. Бенардос, отправился в г. Лух по семейным делам, здесь он познакомился со своей будущей женой Анной Алексеевной Лебедевой.

В усадьбе в г. Лух Н.Н. Бенардос построил мастерские, в которых создавал свои изобретения. Соседи-помещики враждебно относились к новаторским действиям и искали повод, чтобы избавиться от него.

После отказа царя о восстановлении дворянских прав, Н.Н. Бенардос уезжает во Францию, где устраивается в лабораторию Кабатта, там он делает первые удачные попытки применения электрической энергии для сварки свинцовых пластин аккумуляторов. Способ сварки и резки металлов Николай Николаевич впервые осуществил в России в 1881 г. Этому изобретению он дал звучное название «Электрогефест» в честь древнегреческого бога огня и кузнечного ремесла Гефеста.

В 1885 году Н.Н. Бенардосу были выданы патенты во Франции, Бельгии, Англии, Германии, Швеции. Русскую привилегию он получил 31 октября 1886 года за № 11982. В 1887 г. ему были выданы патенты в Италии, США, Австро-Венгрии, Дании и в других странах. Патентование изобретения было своевременным, так как менее чем через 2 года после получения первого французского патента способ электродуговой сварки получил широкое применение во всем мире.

СЕКЦИЯ 7. МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

УДК 581.51:004.3

А.П. БУРКОВ, к.т.н., с.н.с., А.А. ВАРКОВ, студ.
(ИГЭУ)

Программный комплекс средств отладки и наблюдения микропроцессорных систем

При использовании программируемых логических контроллеров (ПЛК) часто бывает необходимо вести удаленное наблюдение за работой системы и производить операции, связанные с отладкой и оптимизацией работы системы. Для этих целей необходима разработка соответствующего программного обеспечения, осуществляющего обмен данными с ПЛК.

Разрабатываемый программный комплекс позволяет осуществлять операции, направленные для выполнения этих, а также других подобных задач. Он включает в себя форт-консоль, служащую для удаленного управления системой, осциллограф и логический анализатор для вывода значения запрашиваемого байта памяти системы в виде графика или временной диаграммы соответственно, а также диаграмму состояний для слежения за исполнением операций.

Режим «Консоль» представляет собой терминал удаленного доступа к интерпретатору языка Форт ПЛК. Команды, вводимые пользователем, передаются в систему, где происходит их исполнение. Результаты работы отображаются на консоли в виде текстовой информации.

Режимы «Осциллограф» и «Логический анализатор» позволяют строить графики изменения значения ячейки памяти, указанной пользователем, во времени. Различие между ними заключается в том, что в первом из них строится зависимость непосредственно значения байта по указанному адресу с учетом масштабирования, а во втором – отдельных битов этого байта. График обновляется с поступлением каждого нового байта данных, и на нем отображаются данные, поступившие за последние пять секунд. Обновление графика при необходимости может быть временно остановлено пользователем выбором соответствующей команды.

Режим «Отображение состояний» является средством для наблюдения за состоянием системы в целом или отдельных ее компонентов с использованием автоматов состояний (АС), которые могут быть получены из файла прошивки ПЗУ системы. После выбора отображаемых АС (меню «Автоматы») все изменения в работе системы, описанные в виде переходов, будут отображаться графически на соответствующем графе. Сам переход, начальное и конечное состояния выделяются цветом для улучшения восприятия информации. Все изменения состояния записываются в журнал, который доступен через меню «Журнал состояний». Пользователь может возвращаться к предыдущим состояниям и отслеживать пошаговые изменения без остановки обновления.

УДК 621.952.8

Е.В. КРАСИЛЬНИКЪЯНЦ, к.т.н., с.н.с., В.А. ИВАНКОВ, асп.
(ИГЭУ)

Принципы рационального построения системы управления металлорежущего станка

Современная система управления (СУ) металлорежущего станка призвана решать три основные задачи: управление перемещением (электропривод); формирование траектории движения (ЧПУ); выполнение логических функций (контроллер электроавтоматики). Наиболее эффективным при построении СУ является тандемное использование IBM-компьютера и контроллера движения (КД).

Компьютер на верхнем уровне СУ обеспечивает стандартный аппаратный и программный интерфейс, поддержка которого может осуществляться самим пользователем. Типовые инструментальные средства операционной системы (Windows и др.) дают возможность программисту самостоятельно разрабатывать необходимое сервисное ПО для станка на общепринятых языках программирования, что позволяет оператору значительно быстрее освоить ЧПУ, а проектировщику – использовать стандартные устройства IBM PC в рамках системы ЧПУ для ее обслуживания и модернизации.

В КД интегрированы программные средства для реализации указанных выше задач системы управления. Открытая архитектура контроллера и заложенные на программно-аппаратном уровне структурные и алгоритмические решения позволяют осуществлять адаптацию и настройку КД под конкретные требования разработчика СУ металлорежущим оборудованием. Базовая оснащенность КД многокоординатным управлением дает единую идеологию построения систем ЧПУ разнообразных типов станков – меняется только пользовательский интерфейс. Универсальность КД обусловлена следующими отличительными характеристиками:

- быстродействующий сигнальный процессор реального времени;
- аналоговое и цифровое управление всеми видами электродвигателей;
- готовые коды для использования базовых функций станочной математики и формирования программ движения;
- открытые возможности для написания пользователем алгоритмов коммутации, регуляторов и частотных фильтров электропривода.

Благодаря сокращению аппаратной части и реальных связей между устройствами, которые теперь осуществляются на программном уровне, СУ становится более компактной и надежной. Тандемное построение СУ позволяет оптимально распределить вычислительные ресурсы. Кроме того, в предлагаемой структуре системы управления электропривод перестает быть автономным устройством, проектируемым независимо от системы ЧПУ и электроавтоматики станка.

УДК 677.05

А.В. ВОЛКОВ, инж., С.В. ТАРАРЫКИН, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Структурно-параметрический синтез цифровых систем с учетом особенностей объекта управления

В условиях постоянного роста требований к качеству готовой продукции особое значение приобретают вопросы синтеза цифровых систем управления с заданными показателями, реализуемых на базе микропроцессорных контроллеров и цифровых вычислительных машин.

Важнейшая роль в создании микропроцессорных систем управления (МПСУ) технологическими объектами отводится проектированию программного обеспечения (ПО). Во многих случаях разработчики применяют типовые (неадаптивные) регуляторы пропорционально-интегрального (ПИ), пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) видов и их модификаций, полагая, что МПСУ как встраиваемые цифровые системы реального времени с ограниченными возможностями (быстродействие, разрядная сетка) не способны реализовать сложные алгоритмы управления. Однако данный подход не обеспечивает необходимую гибкость ПО в реальных условиях из-за ограничения функциональных возможностей алгоритма управления.

Поэтому необходимым условием повышения качества работы МПСУ и снижения затрат при вводе в эксплуатацию на производственном оборудовании является развитие методов и средств разработки и отладки их ПО с учетом особенностей технологического объекта и специфики цифрового управления в структурно-параметрическом синтезе.

Проблема может быть решена развитием предложенной методики [1] последовательного проектирования и отладки микропроцессорных систем управления посредством максимального учета особенностей поведения ОУ (нелинейностей, нестационарностей и т.д.), а также специфики цифровой реализации синтезированных регуляторов (квантования сигналов, вычислительного запаздывания, масштабирования и др.). При этом результаты уточненного моделирования ОУ предлагается использовать для итерационной коррекции структуры и параметров цифровых регуляторов с целью придания САУ свойств оптимальности, робастности, адаптивности, функциональной гибкости.

Предложенный подход был использован при создании комплексной цифровой САУ процессом формования и ориентационного вытягивания полимерного оптического волокна для опытно-производственных технологических установок Инженерного центра г. Твери.

Литература

1. Тарарыкин С.В., Бурков А.П., Волков А.В. Последовательное проектирование и отладка микропроцессорных систем управления // Приводная техника. – 2002, №1, с.23-30.

УДК 62-83:62-503.53

В.В. ТЮТИКОВ, к.т.н., доц., С.В. ТАРАРЫКИН, д.т.н., проф., Е.А. ВАРКОВ, асп.
(ИГЭУ)

Обеспечение параметрической грубости систем модального управления с полиномиальными регуляторами входа-выхода

Качество автоматизации производственных процессов во многом определяется точностными и динамическими характеристиками используемой САУ, которые должны быть по возможности сохранены и при изменении параметров ОУ. Вариации параметров могут являться следствием влияния внешних факторов, например, изменения характеристик окружающей среды, или внутренних: изменения моментов инерции механической части, сопротивлений якорных цепей электродвигателей, износом и старением элементов и пр. Построение систем, качество работы которых в малой степени зависело бы от изменения ее параметров, приводит к необходимости решения задач проектирования параметрически грубых САУ.

Как известно, чувствительность систем модального управления (СМУ) значительно возрастает в том случае, когда динамический регулятор входа-выхода оказывается неминимально-фазовым звеном. Поэтому под грубой СМУ будем понимать систему с гурвицевым ХП и динамическим регулятором, являющимся минимально-фазовым звеном и не формирующим положительных обратных связей по выходной координате и ее производным.

Одним из основных факторов, которые влияют на параметрическую грубость СМУ с полиномиальными регуляторами (ПР), является наличие нулей в передаточной функции (ПФ) объекта управления (ОУ) [1].

С понятиями нулей и полюсов неразрывно связаны свойства управляемости и наблюдаемости ОУ. Сокращение одинаковых нулей и полюсов ПФ легко фиксируется с помощью вычисления определителей матриц управляемости и наблюдаемости, равенство нулю которых свидетельствует о невозможности синтеза ПР (качественная оценка). Однако более интересен случай, когда при близких значениях нулей и полюсов вырождения ПФ не происходит. В этом случае формально синтез ПР возможен, но может приводить к получению СМУ, обладающих высокой параметрической чувствительностью. Поэтому необходима разработка достоверных методов количественной оценки степени управляемости и наблюдаемости ОУ.

В докладе приводятся результаты исследования различных способов оценки степени управляемости ОУ, основываясь на которых, разработчик уже на ранней стадии проектирования способен определить возможность достижения низкой параметрической чувствительности СМУ, а также даются рекомендации по путям снижения параметрической чувствительности проектируемых систем.

Литература

1. Тарарыкин С.В., Тютиков В.В. Робастное модальное управление динамическими системами // Изв. РАН. Автоматика и телемеханика, 2002, №5.

УДК 62-83:62-503.53

А.Н. ЛУТКОВ магистр., Е.В. НЕСТЕРОВИЧ магистр., В.В. ТЮТИКОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Микропроцессорная система управления многодвигательным электроприводом

Повышение показателей качества управления многодвигательными электроприводами (МЭП) (поточные линии химической, текстильной, бумагоделательной, металлургической промышленности, опорно-поворотные устройства, мостовые и козловые краны) и тенденция перехода от однодвигательных систем с большим числом распределенных рабочих органов к МЭП с локальными взаимосвязанными электроприводами (ЭП), требуют более детального изучения процессов в таких системах.

МЭП являются сложными динамическими объектами, высокая размерность дифференциальных уравнений таких систем, переменный характер нагрузок, наличие статических и динамических нелинейностей, а также вариации параметров упругих связей и движущихся масс обуславливают сложное математическое описание

Как правило, при синтезе систем автоматического управления МЭП допускают значительное упрощение математического описания электрической и механической частей, вследствие чего спроектированные САУ часто оказываются неспособными обеспечить расчетные показатели качества.

Выход исследователи находят в создании полунатурных комбинированных физических моделей [1, 2], где электрическая часть и элементы управления выбираются реальными, что обеспечивает высокую информативность экспериментов, а механические звенья моделируются различными способами. При этом появляется возможность реализации различных взаимосвязей локальных ЭП, а также исследования сложных законов управления.

В разрабатываемом стенде применены преобразователи угловых перемещений типа ЛИР-158-10000. УМК построен на базе 16-разрядной микро-ЭВМ 80С196СА и рассчитан на управление двумя ЭП. Схема обработки информационных сигналов реализована на ПЛИС фирмы ALTERA и может меняться в зависимости от решаемой задачи. Связь УМК с IBM-совместимым компьютером организована по последовательному порту, что позволяет регистрировать результаты экспериментов и отображать их на экране монитора. Силовая часть состоит из четырех двигателей постоянного тока типа 2ПБ112 и силовых преобразователей ТПЕ, что позволяет имитировать различные варианты построения МЭП.

Литература

1. **Борцов Ю.А., Поляхов Н.Д., Путов В.В.** Электромеханические системы с адаптивным и модальным управлением. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 288 с.
2. **Полунатурное** моделирование систем управления электроприводами с упругостью / Г.Г. Соколовский и др. // Электротехника. – 1988. №1. – С.25-30.

Ограничение переменных состояния в электроприводах с модальными регуляторами

Модальное управление (МУ) в линейной постановке задачи позволяет достичь высоких качественных показателей процессов в автоматизированном электроприводе (АЭП) даже при наличии сложной механической части. Однако, это требует приложения значительных по величине управляющих воздействий, которые могут вызывать броски тока электродвигателя (ЭД), превосходящие допустимые значения. В этих условиях необходимо ограничение управляющих воздействий.

В теории АЭП задача ограничения поставлена давно и получила свое решение в двух основных структурах [1]: с суммирующим усилителем и с подчиненным регулированием (ПР) координат. В первом случае ограничение сигналов в системе осуществляется введением «отсечек» в контуры обратных связей по переменным состояниям, а во втором – введением элемента «насыщение» на выходе регуляторов.

Для систем МУ предложены решения [2, 3], использующие принципы подчиненного регулирования. При этом регулятор тока настраивается классическим образом, а регулятор скорости – согласно принципам модального управления. Выходной сигнал регулятора скорости ограничивается с помощью элемента типа «насыщение».

Однако, использование таких структур допустимо лишь при отсутствии в ЭП упругих связей, так в этом случае САУ является абсолютно устойчивой (порядок линейной части не превышает двух). В противном случае использование такого ограничения проблематично. К тому же, даже если САУ окажется устойчивой, то процессы в разомкнутом контуре скорости (при ограничении тока) будут осуществляться без подавления резонансных частот.

В докладе приводятся результаты исследования системы модального управления ЭП с упругой связью, построенной по принципу систем с суммирующим усилителем, отсечкой по току и задатчиком интенсивности первого порядка. Результаты вычислительных экспериментов показывают эффективность предложенного решения. При этом процессы в «большом» и в «малом» осуществляются с заданным качеством.

Литература

1. **Теория** автоматизированного электропривода: Учеб. пособие для вузов / Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. – М.: Энергия, 1979. – 616 с.
2. **Акимов Л.В., Долбня В.Т., Клепиков В.Б., Пирожок А.В.** Синтез упрощенных структур двухмассовых электроприводов с нелинейной нагрузкой // Под общей редакцией В. Б. Клепикова. – Харьков: НТУ «ХПИ», Запорожье: ЗНТУ, 2002. –160 с.
3. **Борцов Ю.А., Соколовский Г.Г.** Автоматизированный электропривод с упругими связями. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 288 с.

УДК 62-83:62-503.53

Е.А. ВАРКОВ, асп., В.В. ТЮТИКОВ, к.т.н., доц., С.В. ТАРАРЫКИН, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Обеспечение статической точности систем с дискретными модальными регуляторами входа-выхода

Основным требованием, предъявляемым к САУ сложными динамическими объектами, является обеспечение требуемых динамических и статических показателей качества.

Модальное управление (МУ) является эффективным средством обеспечения динамических показателей качества. Повышение статической точности систем модального управления обычно осуществляется увеличением коэффициента петлевого усиления или введением интеграла в закон управления. Оба метода не лишены недостатков. Повышение петлевого усиления системы сопряжено с увеличением ее быстродействия, что не всегда возможно из-за ограничений, налагаемых выбранной силовой частью. Увеличение степени астатизма снижает запас устойчивости замкнутой системы. Таким образом, задача обеспечения заданной статической точности при сохранении прочих свойств систем МУ с полиномиальными регуляторами (ПР) является актуальной.

Синтез дискретных модальных ПР может осуществляться по аналоговой модели объекта управления с последующей дискретизацией уравнений управляющего устройства (цифровое перепроектирование) и по дискретной модели.

В рамках первого подхода поставленная задача уже решена [1]. Решение состоит в дополнении стандартной структуры САУ безынерционной обратной связью таким образом, чтобы система уравнений, составляемая при решении нового уравнения синтеза, стала неопределенной совместной. Это позволяет произвольным образом задать значение одной из неизвестных, которое вычисляется из передаточной функции от возмущающего воздействия к ошибке для условий статики. Однако, при дискретном описании математической модели объекта управления условия статики определяются иначе, чем при описании в непрерывном времени.

В докладе приводится методика синтеза модальных ПР входа-выхода с учетом особенностей описания объектов управления в дискретном времени. Проведенные вычислительные эксперименты показали эффективность предложенной методики для обеспечения заданной статической точности систем МУ с дискретными ПР.

Литература

1. Тютиков В.В., Тарарыкин С.В., Варков Е.А. Обеспечение статической точности систем модального управления с полиномиальными регуляторами // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2004. № 2. – С. 1–4.

Разработка регистратора параметров электрической сети

В связи с необходимостью экономии электроэнергии в промышленности возникает потребность в приборах контроля и регистрации электрических параметров установок, питаемых от сети напряжением до 1000 В. Представленные на рынке средства регистрации зарубежного производства весьма дороги, что ограничивает их применение.

Предлагаемый прибор обеспечивает измерение и регистрацию основных электрических параметров – напряжения, тока, частоты, активной, реактивной и полной мощности, коэффициента мощности, потребленной электроэнергии – как в однофазных, так и в трехфазных сетях.

В качестве основы разработки выбран микроконтроллер MSP430F149 фирмы Texas Instruments, в состав которого входят 16-разрядный RISC-процессор с аппаратным умножителем, 12-разрядный АЦП (8 каналов), 64 Кбайт памяти программ, 2 Кбайт памяти данных и ряд других устройств. Важной особенностью данного микроконтроллера является наличие нескольких режимов пониженного энергопотребления (от 250 до 1 мкА).

Входные цепи прибора содержат переключаемые аттенюаторы в каналах измерения тока и напряжения, инструментальные усилители, аналоговые фильтры. Применение фильтров нижних частот необходимо для подавления эффекта переноса высокочастотных гармоник сигнала в процессе аналого-цифрового преобразования.

В состав прибора помимо микроконтроллера входят память EEPROM емкостью 4 Мбайт для хранения результатов измерения (память архивов), часы реального времени, индикаторный модуль 4*16 символов и блок клавиатуры. Для передачи данных в ЭВМ предусмотрены формирователи интерфейсов USB и RS-232, причем RS-232 – с гальванической развязкой.

Программные средства прибора обеспечивают опрос каналов АЦП, вычисление электрических параметров и запись результатов измерения в память архивов. Управление прибором осуществляется при помощи упрощенной клавиатуры, с использованием системы меню.

Питание прибора может осуществляться от контролируемой сети, от ЭВМ через разъем интерфейса USB или от батарей (аккумуляторов) напряжением 1,5 В. В последнем случае прибор в процессе измерения периодически переходит в режим пониженного энергопотребления.

Прибор позволяет проводить измерения при переменном напряжении сети от 50 до 400 В (при постоянном напряжении от 50 до 600 В) и токе от 1 до 1000 А. Погрешность измерения напряжения, тока и частоты при этом не превышает 1%, активной, реактивной и полной мощности – не превышает 2%.

УДК 621.391

Е.В. КРАСИЛЬНИКЪЯНЦ, к.т.н., с.н.с., А.П. БУРКОВ, к.т.н., с.н.с.,
В.Г. КОМИН, к.т.н., ассист.
(ИГЭУ)

Принципы построения систем машинного зрения

Многие отрасли промышленности находятся в поиске замкнутой системы автоматизированного контроля для управления главными параметрами выпускаемой продукции с целью повышения ее качества. Когда традиционные методы контроля не справляются с повышенными требованиями к автоматизации технологических процессов, использование систем машинного зрения (СМЗ) обеспечит высокий уровень точности и эффективности измерений, обнаружения и исправления отклонений от заданных параметров на ранней стадии формирования изделия.

Функцией СМЗ является бесконтактное определение и измерение параметров объекта на основе захвата и анализа его изображения в режиме реального времени. Система должна обеспечивать определение геометрических характеристик, расчет и выделение значащих параметров объекта, а также визуализацию, хранение и статистическую обработку полученной информации и взаимодействие с исполняющими механизмами.

СМЗ должна обладать способностью противостоять неблагоприятной окружающей среде производства, возможностью монтажа без остановки производства, мультипликативностью и адаптируемостью к большому числу видов оборудования и интерфейсов систем контроля.

Основными элементами системы машинного зрения являются:

- подсистема захвата изображения;
- датчик внешнего сигнала, запускающего цикл получения и анализа изображения;
- программное обеспечение, координирующее функционирование всего комплекса;
- интерфейс, связывающий СМЗ и исполнительную часть системы автоматизированного управления технологическим процессом.

Внедрение СМЗ позволяет:

- контролировать все основные параметры изделия в режиме реального времени;
- вести регистрацию параметров изделия и фиксацию их отклонений от заданных;
- визуализировать изменение параметров изделия за произвольно выбранный период времени;
- производить сбор и анализ статистической информации;
- автоматически управлять технологическим процессом, что обеспечит экономию сырья и энергии.

УДК 621.391

В.Г. КОМИН, к.т.н., ассист., А.П. БУРКОВ, к.т.н., с.н.с,
Е.В. КРАСИЛЬНИКЪЯНЦ, к.т.н., с.н.с.,
(ИГЭУ)

Разработка и исследование системы машинного зрения

Задача разработки систем машинного зрения (СМЗ) вызвана всё возрастающими требованиями к автоматизации производственных процессов и внедрению ресурсосберегающих технологий.

Определяющей аппаратной частью СМЗ является подсистема захвата изображения – линейная или матричная цифровая камера, выбираемая по следующим критериям: разрешающая способность; чувствительность; размер ячейки видеосенсора; время экспозиции; скорость передачи данных; длина интерфейсного кабеля камера-компьютер; интерфейс с ЭВМ. Формирование указанных критериев должно определяться задачами, поставленными перед СМЗ; базироваться на знаниях конкретной предметной области, специфики получения изображений и использования результатов их обработки.

Целью обработки полученного изображения в общем случае является обнаружение объектов на нем и их классификация по отличию яркости объекта от фона, по анализу текстуры или формы объекта.

Зачастую, подобный анализ в реальном времени невозможно осуществить без предварительной фильтрации исходного изображения с помощью методов цифровой обработки сигналов вследствие: сложного характера изображения, получаемого в естественных условиях; неопределенности условий наблюдения; низкого качества исходных изображений (например, по пространственному разрешению, контрастности). Практика показывает, что получение положительных результатов достигается при использовании в алгоритмах программного обеспечения элементов искусственного интеллекта.

Аппаратная реализация разработанной СМЗ представляет собой цифровую камеру на базе матрицы SONY ICX285AL с интерфейсом USB 2.0. Работа с объектами различной удаленности и освещенности достигается за счет сменных объективов и набора светофильтров. Для работы с подсистемой захвата изображений создано программное обеспечение, позволяющее получать данные с камеры, осуществлять их визуализацию, обработку и анализ.

Использование ПЗС-матрицы с прогрессивной разверткой, широкий диапазон экспозиций, высокая чувствительность, различные режимы формата кадра и запуска съёмки, доступный интерфейс делают разработанную СМЗ практически универсальным инструментом получения и анализа информации в видимом диапазоне длин волн.

Особенности разработки программного обеспечения для систем машинного зрения

Данные, поступающие с подсистемы захвата изображения, представляют собой массив целых чисел – матрицу оцифрованных значений засветки каждой ячейки видеосенсора. Эти целые значения лежат в диапазоне от 0 до 2^N , где N – разрядность АЦП подсистемы захвата изображения (здесь и далее речь идет об изображении в градациях серого – gray scale image). Следовательно, в процессе получения изображения производится его принудительная пространственная дискретизация.

Получаемые с подсистемы захвата изображения данные, в большинстве случаев, подвергают преобразованию известными методами цифровой обработки сигналов для устранения пространственных, амплитудных искажений и случайных помех (шума). Фильтрацию, выравнивание освещенности, улучшение качества, поиск фрагментов, обработку трехмерных каркасов и восстановление изображений осуществляют посредством алгоритмов свертки, корреляции, деконволюции и фильтрации с использованием дискретного преобразования Фурье и вейвлет-преобразования.

Предварительно обработанное изображение является информационным полем для поиска и выявления интересующих объектов и анализа последних. Сегментация изображения и выделение контура позволяют выявить наличие объектов на нем, а векторизация – снизить размерность данных. По заданным геометрическим признакам производится классификация объектов и нахождение их числовых характеристик.

Таким образом, в процессе реализации программного обеспечения для систем машинного зрения должны решаться следующие основные задачи: первичная обработка изображения; сегментация, выделение контура и векторизация; классификация найденных объектов, расчет и анализ их параметров.

Разработанное программное обеспечение (ПО), для систем машинного зрения, позволяет выполнять прием данных с подсистемы захвата изображения, их визуализацию, предварительную обработку (методы восстанавливающей фильтрации и выделения границ), сегментацию (пороговая фильтрация), векторизацию и расчет интегральных геометрических характеристик найденных объектов.

При разработке ПО целесообразно использовать пакеты Autodesk AutoCAD (создание трехмерных графических моделей), Waterloo Maple и Wolfram Research Mathematica (реализация алгоритмов). Программа реализована на языке объектно-ориентированного программирования C++ в среде разработки приложений Borland C++Builder.

УДК 681.51:004.3

Н.В. САЛАХУТДИНОВ, инж., А.В. РУБАХИН, студ.
(ИГЭУ)

Система дистанционного контроля и мониторинга станций управления стеклоформирующими машинами

В современной промышленности большое внимание уделяется повышению производительности, качества выпускаемой продукции, снижению простоев. В результате всё чаще требуются системы, позволяющие оперативно получать информацию о качестве выпускаемой продукции, накапливать статистику за определённый период и оценивать экономические параметры производства. Разработанная система позволяет эффективно решить поставленные задачи.

Система предназначена для дистанционного контроля и мониторинга станций управления стеклоформирующими машинами (СМ) и ведения журнала произошедших на них событий. Она обеспечивает опрос микропроцессорных контроллеров, управляющих СМ, а также обработку, отображение, хранение и печать информации об их состоянии. Система позволяет вести журнал учёта событий, осуществлять дистанционный (включая Интернет) доступ к станциям управления, производить компьютерную диагностику их основных элементов, фиксировать информацию перед аварией, производить сбор и оценку статистической информации по сменам за последние пять суток.

Программная оболочка позволяет просматривать графическую информацию о состоянии основных переменных, анализировать и выводить на печать диаграммы срабатывания пневматических клапанов, предоставляет пользователю информацию о положении переключателей на пультах управления, предоставляет возможность сформировать подробные посменные отчёты по каждой станции управления, составляет отчёты о простоях и авариях стеклоформирующих машин. Полученные отчёты содержат сводную статистику, позволяющую оценивать экономические параметры производства. Система может вести контроль одновременно за несколькими станциями управления, объединёнными по сети с главной ЭВМ посредством USB-to-CAN преобразователя. Сеть реализована на основе CAN интерфейса и может включать одновременно до 10 узлов. Программная оболочка для отображения данных и управления стеклоформирующими машинами обладает интуитивно понятным интерфейсом и не требует от оператора каких-либо специальных навыков владения компьютером.

Проведённые испытания разработанной системы дистанционного контроля и мониторинга для четырех СМ на ОАО «Каменский стеклотарный завод» подтвердили её эффективность и позволили значительно улучшить экономические характеристики производства.

УДК 621.941.2

Е.В. КРАСИЛЬНИКЪЯНЦ, к.т.н., с.н.с., В.А. ИВАНКОВ, асп.
(ИГЭУ)

Расширение функциональных возможностей токарного станка средствами следящего электропривода

Создание многофункциональных станков с различной комбинацией видов обработки становится одним из важнейших направлений развития станкостроения. Из всех видов металлорежущего оборудования наиболее отчетливо эта тенденция проявляется у станков токарной группы, в которых расширение технологических возможностей происходит путем слияния токарной обработки с фрезерной и сверлильной.

Введение на токарном станке функции позиционного управления шпинделем, расширяет диапазон технологических операций, дает возможность увеличить производительность работы оборудования, снизить время технологического цикла обработки изделия.

Общепринятые подходы к решению этой задачи имеют недостатки:

- использование тормозного устройства для фиксации положения заготовки ограничивает возможности технологических операций на неподвижном валу;
- установка дополнительного двигателя на вал шпинделя сопряжена с ограничениями на его габариты, мощность и допустимый момент нагрузки;
- применение червячного редуктора для увеличения нагрузочного момента требует установки электромагнитной муфты и приводит к появлению дополнительного зазора.

Оптимальным решением поставленной задачи является получение заданной точности работы электропривода через упругую ремennую передачу и редуктор шпиндельного узла с устранением влияния зазоров его кинематической цепи при сохранении высокого момента нагрузки.

Предлагается система электромеханической выборки зазора средствами двухканального следящего электропривода, в которой одним из двигателей создается тормозной момент, а другим – двигательный. Функции двигателей изменяются в зависимости от заданного направления вращения. Таким образом, система постоянно работает при выбранном зазоре, обеспечивая высокую точность позиционирования и требуемый нагрузочный момент для токарного, фрезерного и сверлильного типов обработки металла.

Задача позиционного управления шпинделем, в рамках существующей конструкции модели станка, наиболее эффективно решается системой ЧПУ, построенной на базе контроллера движения с IBM-компьютером на верхнем уровне.

УДК 621.187

Л.А. САРКИСОВА, к.т.н., доц., С.В. МИРОНОВ, студ.
(ИГЭУ)

К выбору системы контроля величины отклонения ствола скважины

При бурении скважины возможно отклонение ствола от вертикального положения. Основное требование к датчику отклонения - возможность работать вблизи магнитных масс и в условиях северных и южных широт вблизи полюсов.

Для исключения влияния среды используются гироскопические датчики, в которых передача угловой величины реализована на сельсинах. В процессе работы синхронной передачи благодаря различным факторам (величина нагрузочного момента, момент сил трения, неточная балансировка ротора приемника и т.п.) возникает ошибка. С точки зрения уменьшения ошибки необходимо выбрать сельсины с большим удельным статическим синхронизирующим моментом. Но увеличение удельного момента приводит к увеличению ошибки гироскопической системы.

Этот недостаток устраняется путем использования оптических цифровых датчиков. Отличительной особенностью цифровых датчиков является то, что выходным сигналом служит непосредственно цифровой код. Система связи соединяет источник данных с получателем данных посредством цифрового канала. Данные, поступающие в систему связи, предварительно нормируются. Затем осуществляется кодирование. Кодовое слово имеет более длинную последовательность. Избыточность информации позволяет создать коды, контролирующие и исправляющие ошибки. Любой групповой (n,k) -код можно описать матрицей, включающей k линейно-независимых строк по n символов. Все строки образующей матрицы этого кода могут быть получены циклическим сдвигом образующей данного кода. Сдвиг осуществляется справа налево, причем крайний левый символ каждый раз переносится в конец комбинации. Для кодирования непрерывного потока информационных битов последовательностью слов $(15,11)$ -кода Хеминга информационная последовательность разбивается на блоки по 11 битов. Каждый блок дополняется четырьмя нулями. Результирующий поток пропускается через фильтр с конечным импульсным откликом. В результате формируется последовательность непересекающихся 15-битовых слов кода Хеминга. Для декодирования этого кода задается синдром в четыре бита. Следовательно, необходимо постоянное запоминающее устройство, в котором записаны 15-битовые слова, четыре из которых заняты адресом. Система реализуется на ПЛМ.

УДК 681.325.5:681.576

С.В. АНИСИМОВ, магистр., А.И. ТЕРЕХОВ, к.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Акустоэлектрический датчик линейной плотности текстильных полуфабрикатов

Акустический датчик линейной плотности, построенный на принципе изменения звукового сопротивления волокнистого материала при вариации плотности, подвержен воздействию внешней помехи, частота и амплитуда которой определяются шумовыми показателями работающего в цехе оборудования. Выбранная несущая частота в 300 Гц, присутствует в спектре возмущающего сигнала и должна быть эффективно отфильтрована.

Кроме вопросов фильтрации на датчик возложена функция первичной математической обработки входного сигнала: определение коэффициента вариации и номера полуфабриката. При этом датчик приобретает свойства интеллектуального, способного подготовить информацию для последующего использования в качестве исходной в схеме регистратора и регулятора линейной плотности.

Выбор цифрового способа обработки сигнала обусловлен использованием в структуре регулятора линейной плотности чесальной ленты микропроцессора. Его ресурсы задействованы практически полностью, и построение цифрового фильтра было решено возложить на ПЛИС фирмы ALTERA.

Из всего многообразия вариантов был выбран нерекурсивный фильтр с линейной фазо-частотной и конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтр). Сравнивались два варианта реализации подобного устройства: а) с использованием последовательного алгоритма; б) с использованием принципа распараллеливания вычислений.

В первом варианте операции «суммирование-умножение-накопление» были выполнены с привлечением возможностей языка AHDL. Последовательное выполнение операций умножения значений отсчетов, сохраняемых в линии задержки, на соответствующие коэффициенты и суммирование произведения с накопленной суммой приводило к значительным временным задержкам.

Применение конвейерного способа распараллеливания вычислений с укрупненными блоками позволило повысить быстродействие устройства цифровой фильтрации. Выбранный алгоритм был опробован с использованием микросхемы FLEX10K фирмы ALTERA.

Оба сравниваемых варианта были смоделированы в САПР Quartus. Основным итогом, полученным после сравнения результатов – значимое улучшение параметров быстродействия, позволяет сделать вывод о целесообразности применения второго варианта реализации.

Цифровой индукторно-вентильный электропривод сепаратора

Актуальность использования индукторно-вентильного электропривода для сепаратора жидких сред в сельскохозяйственном производстве определяется стремлением снизить материалоемкость установки за счёт устранения из кинематических цепей повышающего редуктора. Высокоскоростной исполнительный двигатель решает эту задачу, однако требует разработки системы управления инвертором в функции положения ротора. Цифровой алгоритм управления обеспечивает качество движения привода с характеристиками лучшими, чем этого требует сепаратор. Это позволяет рекомендовать привод для общепромышленного применения.

Электропривод изготовлен с использованием однокристалльного контроллера P18F2320 фирмы Microchip. Инвертору приданы свойства источника тока за счёт аппаратной реализации обратных связей по току фаз якоря. Два ШИМ модулятора, входящих в состав контроллера, формируют сигналы задания для регуляторов тока. Использование двух каналов сигнала задания позволяет формировать токи одновременно в двух фазах для участков перекрытия рабочих зон характеристик эквивалентной электромагнитной проводимости. Кристалл P18F2320 выбран с достаточным набором аппаратных средств для качественного решения задачи управления: из трёх таймеров один участвует в решении задачи определения скорости, второй обслуживает каналы ШИМ, а третий, работая в режиме счётчика внешних событий, идентифицирует угол поворота ротора для смены амплитуды задания тока якоря по специальным алгоритмам. Кроме того, один из таймеров меняет свой режим на время пуска для организации его в асинхронном режиме до первого прихода установочного сигнала от датчика положения. Датчик поворота ротора принят импульсным. Система внешних прерываний, имеющая три канала, используется для обслуживания пусковой кнопки, определения момента прихода установочного сигнала и получения сигнала о прохождении нормированного угла поворота ротора для расчёта скорости движения. Аналоговый канал используется не только для введения сигнала задания по скорости, но и для постоянного слежения за ним. Таким образом, привод приобретает свойства следящего.

Программа обеспечивает решение краевой задачи движения с отсутствием погрешности в поддержании скорости на полюсном делении, работает алгоритм идентификации нагрузки, за счёт задания специальной формы тока по фазам якоря сводятся к минимуму усталостные повреждения изоляции. Программа занимает 3,5 Кбайта резидентной памяти программ, включая 1,2 Кбайта табличной информации.

УДК 625.083

Л.Г. КОПЫЛОВА, ассист., С.В. ТАРАРЫКИН, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Модальное управление электромеханическими системами с упругими звеньями I-го и II-го рода

Электромеханические системы (ЭМС), предназначенные для транспортирования материала, обладают двумя упругостями. Упругость I-го рода содержит электропривод, имеющий упругую связь между валом двигателя и рабочим органом. Материал в зоне натяжения характеризуется упругостью II-го рода.

Наличие подобных упругих кинематических звеньев наблюдается в технологических линиях, предназначенных для производства ленточных материалов (ткани, нетканых материалов, бумаги, плёнок и т.п.) в различных отраслях производства.

Общность технологий и форма получаемого продукта определяют общность математических моделей технологических процессов.

Упругости I-го и II-го рода объекта управления (ОУ) оказывают своё влияние при синтезе управляющих устройств (УУ), затрудняя их настройку, обуславливая сложность управления системой обычными методами. Так при использовании классического принципа подчинённого регулирования координат полного выполнения требований в системе автоматического управления (САУ) достичь не удаётся. Техническими требованиями к системе регламентируются динамические (время регулирования, перерегулирование выходной координаты ОУ) и статические (максимально допустимая статическая ошибка стабилизации, время восстановления) показатели качества.

При управлении состоянием системы с помощью модального управления (МУ) достигается более точное соответствие показателей качества САУ заданным значениям.

Синтез модальных УУ является эффективным способом достижения желаемой динамики систем на основе соответствующего расположения их полюсов. Это может обеспечиваться в различных вариантах структурного построения САУ, предполагающих использование безынерционных регуляторов состояния (РС) управляемого объекта с матрицей коэффициентов K или динамических УУ «входа-выхода» в виде комбинации асимптотического наблюдателя с регулятором состояния (НРС), а также полиномиальных регуляторов (ПР) различного типа.

На основе проведённого параметрического синтеза разных вариантов аналоговых модальных УУ, их последующего перевода в дискретную форму методом цифрового перепроектирования и анализа синтезированных систем при различных значениях такта квантования выделены области их наиболее рационального применения в технологическом оборудовании.

Полученные результаты проведённого исследования позволили разработать программу и варианты заданий расчётно-графической работы по синтезу ЭМС для студентов технических вузов.

УДК 681.5:677.057.133

А.А. АНИСИМОВ, к.т.н., доц., Ю.В. ЧЕРНОВ, магистр.
(ИГЭУ)

Оптимизация дискретного фильтра в системе измерения плотности ткани

Одним из путей повышения эффективности отделочного производства текстильной промышленности является применение средств оперативного контроля и регулирования параметров ткани. Для этой цели была разработана система контроля плотности ткани по утку, построенная на основе оптоэлектронного датчика наличия нитей.

Информационный сигнал датчика наличия нитей обычно искажается помехами из-за наличия в ткани узелков, утолщений, складок и других подобных причин. Влияние помех может приводить к появлению как случайной, так и систематической погрешности измерения плотности по утку.

Включение в систему корректирующего устройства, состоящего из дискретного фильтра и компаратора, позволяет существенно снизить погрешность измерения плотности ткани. Для настройки фильтра на частоту следования нитей при этом используется контур фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ).

Влияние помех (замирание сигнала) приводит к смещению частоты настройки ФАПЧ относительно частоты следования нитей. В этой ситуации наиболее целесообразно применение полосового фильтра, выделяющего спектр частот. Оптимальная ширина полосы пропускания такого фильтра зависит от величины смещения частоты сигнала, которая определяется статистическими характеристиками помех.

Корректирующий полосовой фильтр может быть реализован методом дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Использование дискретных ортогональных функции Уолша-Пэли в качестве базиса ДПФ существенно упрощает реализацию фильтра, так как эти функции могут принимать только два значения: $+1$ и -1 .

Поскольку частота информационного сигнала довольно велика (от 200 Гц до 15 кГц), для реализации дискретного фильтра применяется программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС). При этом микропроцессор системы обеспечивает подсчет импульсов скорректированного сигнала, вычисление оценок плотности и статистическую обработку результатов измерения.

Математическая модель системы электромеханической выборки зазора

Шпиндельный узел токарного станка 16А20Ф3 в кинематической цепи, связывающей электродвигатель с рабочим органом, содержит упругость (ременная передача) и зазор (редуктор). При синтезе системы позиционного управления валом шпинделя стоит задача обеспечить в этих условиях высокие точностные и динамические характеристики СУ.

На первом этапе была синтезирована линейная одноканальная система подчиненного регулирования тока и положения и получен базовый переходный процесс с заданными параметрами качества.

Проведенный расчет жесткости ременного соединения, показал, что упругие свойства поликлинового ремня не являются препятствием для достижения заданных показателей качества. Однако введение в синтезированную структуру нелинейного звена типа «зазор» с расчетным значением параметра привело к возникновению автоколебаний и потере устойчивости системы, что связано с его раскрытием в переходных режимах.

Для решения поставленной задачи была разработана модель торсионной системы подчиненного регулирования на базе двухдвигательной структуры выборки зазора, в которой два двигателя с отдельными контурами тока (момента) объединены общим ПИД-регулятором положения и обратной связью, заведенной с общей массы (вала шпинделя). Выбранный вариант статического электромеханического торсиона позволяет обеспечить выборку зазора во всем диапазоне изменений момента нагрузки. Параметры регулятора положения не изменяются по сравнению с одноканальным вариантом, и в структуру модели включается зазор.

Моделирование переходных процессов и полученные результаты подтвердили эффективность системы, рассчитанной по данной методике. Однако в контуре тока (момента) при пуске и реверсе могут возникать динамические перегрузки, превосходящие допустимые. Для их устранения был разработан ограничитель момента, структура которого предусматривает отключение интегрального звена регулятора при динамических перегрузках.

Предлагаемый подход позволяет использовать модель торсиона для формирования позиционной СУ любой электромеханической системы, в кинематической цепи которой присутствует зазор. Предложенный вариант решения данной задачи средствами электропривода имеет очевидные преимущества перед механическими способами устранения влияния зазора на качество управления.

УДК 621.384.001.63

В.А. ГАЛАНИН, зав. лаб., А.В. ВЯЛКОВ, инж.,
Е.В. КРАСИЛЬНИКЪЯНЦ, к.т.н., с.н.с., С.В. ТАРАРЫКИН, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Модернизация и анализ опыта эксплуатации электромагнитных расходомеров ИРЭМ-3

Опыт эксплуатации приборов ИРЭМ в отопительных сезонах 2001-2004 годов выявил основные проблемы: температурную зависимость и изменение метрологических характеристик в процессе эксплуатации. Поэтому основной задачей модернизации приборов являлось устранение факторов, дестабилизирующих градуировочную характеристику.

Увеличение сопротивления катушки первичного преобразователя расхода при нагреве приводит к занижению результатов измерений. Кроме этого сам электронный блок также подвержен нагреву в процессе эксплуатации. Поэтому были выделены критичные к повышенной температуре узлы измерительного тракта, влияющие на передаточный коэффициент, и приняты схемотехнические решения стабилизирующие температурную характеристику.

Зависимость абсолютной погрешности измерительного канала от фактического расхода может быть представлена линейной функцией. Смещение возникает за счет наводок трансформаторной ЭДС и утечек. Если температурно-компенсированный коэффициент преобразования - величина достаточно стабильная, то смещение нуля является существенным дестабилизирующим фактором. При модернизации прибора это смещение было сведено к минимуму и, что более важно, стабилизировано.

В процессе эксплуатации приборов выявились и иные дестабилизирующие факторы, связанные с установкой первичных преобразователей расхода на трубопроводе: отклонение оси первичного преобразователя от оси трубопровода, искажение потока выступающими частями прокладок. Значимость этих факторов зависит от конструкции первичного преобразователя. В большинстве случаев соответствующая погрешность измерения не превышает 0.5%.

За отопительный сезон при эксплуатации модернизированных приборов были получены следующие результаты:

1. Проверка приборов в конце сезона эксплуатации непосредственно на узлах учета с помощью накладного ультразвукового расходомера PortoFlow подтвердила их исходные метрологические характеристики.

2. При эксплуатации на узлах учета с закрытой системой теплоснабжения случайная составляющая погрешности не превысила 0.3% по результатам часовых отчетов за весь сезон работы.

3. Перестановка расходомеров с подающего трубопровода на обратный и наоборот позволила достаточно точно оценить реальную утечку и выявить разброс характеристик расходомеров, который не превысил 0.2%.

УДК 638.28

В.Г. ТЕРЕХОВ, к.т.н., доц., А.А. МАХАЕВ, асп.
(ИГЭУ)

Исследование факторов, влияющих на точность измерения бесконтактного электромагнитного расходомера

Бесконтактные электромагнитные расходомеры по сравнению с электродными не имеют контакта с измеряемой жидкостью. К существенным достоинствам таких расходомеров следует отнести возможность измерения расхода агрессивных и абразивных жидкостей с очень малой электрической проводимостью, отсутствие проблем с загрязнением электродов, более технологичный в изготовлении и эксплуатации первичный преобразователь. В ИГЭУ разработана и изготовлена опытная партия бесконтактных расходомеров. Опыт исследования и доводки опытной партии приводится в данном докладе.

Полезный сигнал снимается конденсаторным способом, что делает прибор очень чувствительным к различным внешним воздействиям. В результате исследований опытной партии приборов выявлены следующие влияющие воздействия: механические колебания трубопровода, изменение влажности воздуха и температуры в объеме первичного преобразователя прибора.

Механические колебания трубопроводов приводят к возникновению колебаний в керамическом материале трубы, а следовательно, и в выходном сигнале. Проведенные замеры амплитуд и спектров частот в зонах установки датчиков на теплоузлах показали, что вибрации трубопроводов могут иметь значительную амплитуду в основном при низкочастотных колебаниях. Для устранения влияния данных возмущений в обрабатываемой программе прибора применена частотная обработка сигнала на частотах, где амплитуда механических колебаний мала.

Колебания влажности приводят к изменению электростатических полей системы возбуждения в области рабочих электродов. Полезный сигнал на 4-5 порядков меньше сигналов системы возбуждения и поэтому изменение полей сильно проявляется в измеренном сигнале. Для противодействия электростатическим помехам применено тщательное экранирование электродного пространства от системы возбуждения.

На части датчиков из опытной партии выявлена сильная зависимость от температуры. Экспериментальные исследования показали связь между изменениями температуры и паразитной трансформаторной ЭДС. Последняя имеет уровень, соизмеримый с уровнем полезного сигнала, конструктивно полностью не устраняется [1] и компенсируется программными или аппаратными методами. Предложен механизм, объясняющий воздействие температуры на трансформаторную ЭДС, введены изменения в конструкцию, позволившие свести это воздействие к минимуму.

Литература

1. **Кремлевский П.П.** Расходомеры и счетчики количества: Справочник. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленинградский отдел, 1989. - 701 с.

Кодирование информации длительностью сигнала

Все известные из наиболее популярных способов кодирования имеют наборы сигналов с равными длительностями. Передаваемая информация, закладываемая в эти сигналы, кодируется их формой. При некоторых условиях бывает не критична необходимость строго выдерживать постоянное отношение объема данных ко времени передачи. Наиболее важной задачей обычно является передача максимально возможного объема сведений при определенной полосе пропускания физической линии связи. Так же не менее важным представляются синхронизирующие свойства применяемого кода.

Для решения поставленной задачи можно использовать кодирование, когда информация закладывается не в форму сигнала, а в его длительность. Для того, чтобы была возможность измерять длительность, нужно как минимум два чередующихся вида сигналов. При использовании более чем двух видов можно скомбинировать кодирование информации формой и длительностью, тем самым увеличив скорость передачи. Одно из достоинств такого метода кодирования заключается в его надежной самосинхронизации, т.к. последовательность сигналов чередуется, и ситуация, когда длительное время идет один и тот же сигнал, принципиально невозможна. При использовании кодирования длительностью, невозможно строго выдержать время передачи, оно зависит от передаваемой информации, но при условии равновероятного появления того или иного кода можно говорить о средней скорости передачи. Количество и формы сигналов как обычно определяются уровнем помех и возможностью их детектирования приемником.

Способ кодирования длительностью был применен при разработке системы обмена сообщениями через радиоканал с амплитудной модуляцией образованный простыми радио-модулями с полосой пропускания в 3 КГц. В качестве двух чередующихся сигналов использовалось состояние логического «0» и «1» с цифровых выходов модулей. Для модуляции сигнала использовался встроенный ШИМ контроллера, а для детектирования таймер. Перед разработкой системы была изучена возможность применения существующих классических способов кодирования. Стандартный UART не подходит из-за плохой синхронизации в условиях помех и плотного потока информации, кроме того, имеет нежелательный высокий уровень постоянной составляющей. Манчестерское кодирование практически не имеет постоянной составляющей и самосинхронизируемо, но при полосе 3 КГц не позволяет передавать информацию быстрее 3Кбит/с. Применив же кодирование длительностью при тех же достоинствах манчестерского кода удалось добиться средней скорости передачи 5 Кбит/с.

Установка для создания портретных изображений

В настоящее время в мире всё большим спросом пользуются развлекательные системы и аттракционы, созданные на базе современных технологий. Россия не является исключением, но в то же время у нас практически не производится таких систем на базе отечественных технологий. Практически все распространяемое в России развлекательное оборудование либо производится по лицензии зарубежных компаний, либо выпускается на базе импортной продукции, но с небольшими изменениями. Разработанная установка основана на отечественных технологиях и не уступает существующим мировым аналогам.

Разработанная система получила название Блиц Портрет, так как предназначена для мгновенного создания и печати фотографических и портретных изображений. Для получения изображения установка оснащена цифровой видеокамерой, что позволяет человеку видеть себя на экране монитора непосредственно перед съёмкой и в процессе съёмки. На печать выводятся как обычные фотографии, стандартных форматов, так и портретные изображения форматов А4 и А3. Программа позволяет выбрать тип создаваемого портрета: карандаш, масло, акварель и т. д. Специфической особенностью является режим имитации рисования портрета художником. Портрет каждого типа создаётся различными типами инструментов и различными способами рисования.

Установка управляется оператором при помощи пульта управления, имеющем всего восемь кнопок, а программная оболочка обладает интуитивно понятным интерфейсом с множеством подсказок. Благодаря этому оператору не требуется каких-либо особых знаний в области ПК или другой техники, но желательно представление о процессе фотосъёмки, так как требуется правильно расположить фотографируемого человека и установить требуемый уровень освещения.

Установка может быть изготовлена в различных корпусах: стационарных и мобильных. Важной особенностью является возможность изготовления влаго- и пылезащищённых корпусов, что позволяет использовать Блиц Портрет вне помещений, например, устанавливая в развлекательных парках и в других местах на открытом воздухе. Также отдельный интерес могут представлять различные элементы установки, такие как система видеонаблюдения и система графической обработки изображений.

Проведённые испытания установки доказали её эффективность и сделали целесообразным дальнейшее улучшение, и возможность применения отдельных частей системы в других отраслях деятельности. В настоящее время несколько установок Блиц Портрет успешно функционируют в различных городах России.

Моделирование многофазной электромеханической системы АИ-АД

Одной из важнейших задач, которые необходимо решать при разработке современных электроприводов с полупроводниковыми преобразователями, является улучшение их электромагнитной совместимости с силовым источником. Нетрадиционным подходом к решению данной проблемы, в первую очередь в условиях пониженных питающих напряжений (автономные установки), является увеличение числа фаз системы «автономный инвертор – асинхронный двигатель» (АИ-АД).

Эффективность принимаемого решения в рассматриваемом аспекте наиболее детально и всесторонне может быть проанализирована на основе имитационного моделирования электромагнитных процессов в системе АИ-АД, что требует адекватных математических моделей последних в их функциональной взаимосвязи. Для учета несинусоидального характера распределения магнитной индукции в воздушном зазоре m -фазного АД было предложено его математическое описание на основе аппарата приведенных спектральных векторов. Такой подход обеспечивает достаточную компактность математической модели при ее практическом использовании и позволяет представить структуру АД как объекта управления совокупностью идентичных параллельных подструктур – энергетических каналов. Последнее дает возможность удобно анализировать потоки мощности по отдельным пространственным гармоникам поля как в квазиустановившихся, так и динамических режимах. Отмеченное позволяет считать целесообразным создание математической модели m -фазного АИ на основе этой же стратегии, т.е. на базе приведенных спектральных векторов, для чего необходимо векторное описание процессов в i -й 3-фазной подструктуре АИ.

Для решения рассматриваемой задачи на базе данной методологии было предложено моделировать i -ю 3-фазную подструктуру на основе линейной комбинации двух векторов на плоскости, один из которых определяется значением потенциала, приложенного к фазе (в случае бестоковой паузы – это наводимая на фазе ЭДС от изменяющегося потока), а второй представляет собой единичный вектор, проекции которого на оси фаз принимают отличное от нуля и равное единице значение для каждой из фаз в те моменты времени, когда коммутаторы в соответствующих фазах закрыты. Для обеспечения необходимой компактности модели были получены аналитические выражения для всех возможных комбинаций ортогональных составляющих этих векторов. Достоинством разработанной модели, которая была реализована в системе моделирования Simulink (Mathlab), является ее универсальность в отношении алгоритма управления силовыми коммутаторами АИ.

УДК 621.187

Б.П. СИЛУЯНОВ, к.т.н., доц., Д.Б. СИЛУЯНОВ, к.т.н., доц., С.В. ДЕКОВ, студ.
(ИГЭУ)

К определению концентрации ионов водорода раствора

Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей предписывается оперативно контролировать концентрации ионов водорода, ионов натрия и растворенного кислорода. Показатель концентрации ионов водорода (рН) является важнейшей характеристикой воды. Концентрация ионов водорода контролируется при всех видах обработки воды. Работа существующих рН-метров основана на измерении ЭДС электродной системы, состоящей из измерительного и вспомогательного электродов. К недостатку этих рН-метров следует отнести низкое быстродействие, что сдерживает их применение в автоматических системах регулирования.

Повысить быстродействие измерения концентрации ионов водорода можно путем использования семейства эталонных значений рН, которые представлены периодическими функциями времени. При прохождении переменного тока прямоугольной формы через раствор его спектральный состав изменяется и зависит от величины рН. Семейство эталонных значений рН записывается в память ЭВМ в виде матрицы. Каждая строка матрицы представляет массив дискретных отсчетов во времени конкретного эталонного значения. Сложность изготовления эталонных значений с малым шагом изменения рН позволяет сделать вывод, что целесообразнее вводить массив эталонных значений с большим шагом изменения рН, но с последующим формированием промежуточных значений рН методом восстановления по дискретным отсчетам столбцов матрицы.

Для определения рН исследуемого раствора используем метод прямого сравнения. Метод основан на использовании разности строки матрицы и вектора рН исследуемого раствора с определением сумм абсолютных значений разностей и сумм квадратов разностей. Простая численная мера поэлементного подобия достоверна только тогда, когда содержимое вектора и строки матрицы имеют одинаковый масштаб и синхронизированы. В этом случае предусмотрена возможность сдвига вектора рН исследуемого раствора относительно матрицы эталонных значений. Критерий совмещения содержит сумму следующих составляющих: энергию вектора исследуемого рН, энергию вектора эталонного рН и взаимную корреляцию.

К вопросу о расчете некоторых параметров аппаратов, работающих параллельно

Необходимость интенсификации различных химико-технологических процессов постоянно стимулирует деятельность в направлении разработки новых технологий и устройств. Экспериментальные исследования приводят, в ряде случаев, к созданию установок, в которых используются аппараты с резко различными характеристиками интенсивности, работающие параллельно. Технологический эффект в таких установках достигается совместным действием аппаратов. Однако, при исследовании процесса из суммарной информации необходимо извлечь характеристики, относящиеся к одному из аппаратов. Применительно к исследованию процесса синтеза алкидных олигомеров один из возможных вариантов решения задачи приводится в работе [1].

В ряде случаев характеристики процесса представляют собой экспоненциальные или кусочно-экспоненциальные функции, например, стадия поликонденсации процесса синтеза алкидных олигомеров. В публикации [2] приводится метод определения параметров экспоненциальных функций по результатам экспериментов.

В настоящей работе рассматривается методика определения параметров аппаратов, работающих параллельно, применительно к случаю, когда характеристики процесса определяются экспоненциальными функциями. Используя обозначения статьи [1], и введя понятия постоянных времени процесса в реакционно-пленочном аппарате (τ_K), реакторе объемного типа (τ_R) и параллельной схеме (τ_P), для одного из параметров получаем

$$\tau_K = -\frac{\Delta t}{\ln K_K} \quad (1)$$

В формуле (1) вспомогательная величина K_K определяется выражением

$$K_K = \frac{e^{-\frac{\Delta t}{\tau_P}} - e^{-\frac{\Delta t}{\tau_R}} (1 - m_K)}{m_K} \quad (2)$$

Постоянная времени полностью определяет интенсивность процесса в данном аппарате.

Литература

1. **Фролов А.Н., Моргунов А.В., Игнатов В.А., Панков С.А.** Интенсификация синтеза алкидных олигомеров / Лакокрасочные материалы и их применение. 1989, № 6. С. 21-23.
2. **Фролов А.Н., Панков С.А.** Расчет некоторых параметров процесса синтеза алкидных олигомеров путем математического моделирования / Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электротехнологии» (IX Бенардосовские чтения). – Иваново, 1999. – С. 242.

УДК 621.357.7

В.Л. КОТОВ, к.т.н., доц., С.В. ПАТНИКОВ, асп.
(ИГХТУ)

Электроосаждение сплава никель-хром из электролита на основе солей Cr^{3+}

Покрытия сплавом никель-хром обладают химической стойкостью и жаропрочностью. Коррозионная стойкость подобных сплавов зависит от содержания в них хрома. Покрытия сплавом никель-хром могут применяться как защитные жаропрочные и как коррозионностойкие декоративные. Перспективно осаждение такого сплава для замены дорогостоящих легированных сталей на низкоуглеродистые с покрытием Ni - Cr. Электроосаждение проводили из электролита следующего состава, г/л: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - $180 \div 200$; Na_2SO_4 - $40 \div 50$; NaCl - $20 \div 30$; лимонная кислота $30 \div 120$; Cr^{3+} в виде $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ (фиолетовая модернизация) - $1,2 \div 15$; pH = 1,5.

Электролиз проводили асимметричным синусоидальным током. При всех концентрациях Cr^{3+} в электролите содержание его в сплаве растет при увеличении плотности тока и достигает 5 % при плотности тока 12 A/дм^2 и концентрации в электролите 15 г/л. При дальнейшем повышении плотности тока более $16 - 18 \text{ A/дм}^2$ осадки сплава растравливаются. Сплав полученный при постоянном токе содержит 2 % хрома. Для всех концентраций хрома в электролите содержание его в сплаве растет быстрее при низких плотностях тока. При плотностях тока более 8 A/дм^2 возрастание содержания хрома в сплаве замедляется, а выход по току сплава уменьшается с 30 до 20 %.

Повышение температуры электролита приводит к уменьшению содержания хрома в сплаве, т.к. при этом происходит уменьшение катодной поляризации. Увеличение температуры от 20 до $55 \text{ }^\circ\text{C}$ приводит к обеднению сплава хромом приблизительно в 20 раз при одновременном увеличении выхода по току до 60 %.

Увеличение содержания лимонной кислоты в электролите снижает концентрацию хрома в сплаве примерно в 2 раза при одновременном улучшении адгезии и внешнего вида. В присутствии лимонной кислоты осадки сплава зеркально-блестящие и пластичные, они не отслаиваются от подложки при двойном изгибе вплоть до ее разрушения. Оптимальное содержание лимонной кислоты в электролите ~ 40 г/л. Замена лимонной кислоты на рекомендуемую многими исследователями тиомочевину приводит к сильному питтингообразованию, несмотря на наложение анодной составляющей тока. Увеличение плотности тока анодной составляющей вызывает резкое уменьшение содержания хрома в покрытии, что возможно связано с растворением хрома за анодный полупериод.

Для металлов группы железа и хрома характерно сильное наводороживание при электролизе, что вызывает хрупкость покрытия. Исследования показали, что наводороживание сплава значительное и практически линейно возрастает при увеличении содержания хрома. Газовыделение сплава, содержащего 0,5 % хрома составляет $35 \text{ см}^3/\text{мг}$, а при содержании хрома 3,5 % газовыделение увеличивается в три раза.

УДК 621.357.7

М.Г. ДОНЦОВ, асп., А.В. БАЛМАСОВ, к.т.н., доц., В.Л. КОТОВ, к.т.н., доц.,
О.И. НЕВСКИЙ, к.т.н., доц.
(ИГХТУ)

Непосредственное осаждение серебра на титан

При непосредственном серебрении титановых деталей важными критериями являются хорошее качество сцепления и получение равномерного беспористого покрытия по всей поверхности деталей. Именно на достижение таких результатов были направлены наши исследования.

Активирование титана проводили путем нанесения гидридного слоя, а осаждение серебра проводили из железистосинеродистого электролита следующего состава, г/л: AgNO_3 – 40, $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ – 80, KCNS – 120, K_2CO_3 – 25. Гидридная обработка обеспечивает надежное сцепление серебряного покрытия с титановой основой.

Для определения оптимального режима серебрения исследовали зависимость выхода по току (ВТ) и рассеивающей способности (РС) от плотности тока. Оказалось, что при низких плотностях тока $j=0,1\div 0,2$ А/дм² ВТ близок к 100%. Увеличение тока приводит уменьшению выхода по току. Так, при $j=0,4$ А/дм² ВТ составляет 95%, при $j=0,5$ А/дм² – 91%. Рассеивающая способность железистосинеродистого электролита серебрения, измеренная методом Филда, при низких плотностях тока ($0,2\div 0,4$ А/дм²) достаточно высокая. Увеличение плотности тока свыше $0,4$ А/дм² приводит к ее резкому понижению и при $j=0,6$ А/дм² РС становится отрицательной.

Исходя из данных по РС и ВТ можно сделать вывод, что оптимальной плотностью тока при осаждении серебра из железистосинеродистого электролита равна $0,2\div 0,4$ А/дм². При этих условиях рассеивающая способность достигает $99\div 92\%$, а ВТ составляет $95\div 100\%$.

Однако исследования по влиянию плотности тока на структуру покрытий серебра показали, что при низких плотностях тока ($0,2\div 0,3$ А/дм²) покрытия получают с большим числом непокрытых участков. Увеличение плотности тока приводит к уменьшению непокрытых участков и при $j=0,4\div 0,5$ А/дм² покрытия становятся практически беспористым. Повидимому, такое явление обусловлено энергетической неоднородностью поверхности после активирования, по этому при низких плотностях тока осаждение происходит только на наиболее активных участках.

Исходя из вышеизложенного представляется целесообразным в начале осаждения использовать повышенную плотность тока, а после полной затяжки поверхности снижать ее до рабочего значения.

Электромагнитный вибратор для эхо с постоянными магнитами

В работе [1] отмечается, что одним из необходимых компонентов высокоточного процесса электрохимического формообразования (ЭХФ) является вибрация электрода-инструмента (ЭИ), а оптимальным типом вибратора для этих целей назван электромагнитный вибратор. Приведена его конструкция, в которой упругие подвески якоря одновременно выполняют и функцию направляющих. Преимуществом такого вибратора является большое расстояние между мембранами, практически равное его высоте.

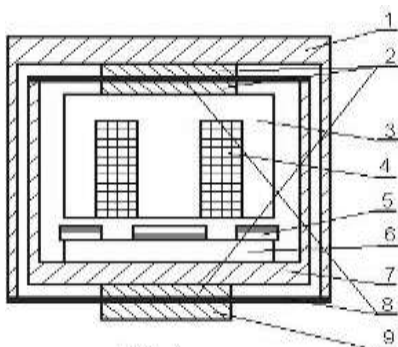


Рис. 1.

Представленный на рис.1 электромагнитный вибратор с постоянными магнитами отличается от вышеупомянутого наличием постоянных магнитов под полюсами статора. Статор вибратора 3 набран из стандартных Ш-образных пластин трансформаторной стали. На якоре 6 (собранный из замыкателей Ш-образных пластин) под каждым полюсом статора закреплен постоянный магнит 5 (темная часть – северный полюс, светлая –

южный). Вибрирующий якорь вместе с алюминиевым стаканом 7 закреплен через промежуточные шайбы 2 и упругие диафрагмы 8 в корпусе 1. К фланцу 9 крепится ЭИ. Дополнение конструкции вибратора постоянными магнитами позволило почти в 2 раза увеличить амплитуду колебаний ЭИ при неизменных габаритах вибратора. В отличие от предыдущей конструкции, в которой независимо от направления тока в обмотке 4 якорь притягивался к статору; в данном вибраторе якорь в один полупериод тока в обмотке притягивается к статору, а в другой – отталкивается. Благодаря чему центры упругих диафрагм могут в этом случае смещаться от положения равновесия как вверх, так и вниз. В предыдущей конструкции – практически только вверх.

В данной конструкции амплитуда и вид механических колебаний якоря пропорциональны величине и виду кривой тока в обмотке. Что позволяет, при наличии специального блока питания вибратора, точнее установить параметры колебаний ЭИ при поиске оптимальных параметров процесса и достичь более высокой точности ЭХФ.

Литература

1. Бурков В.М. Электромагнитный вибратор в электрохимической обработке металлов //Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях (Лен - 2004)». – Кострома, КГТУ, 2004.

СЕКЦИЯ 8. ТЕПЛООБМЕН В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВКАХ

УДК 621.783.233

В.В. БУХМИРОВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)Н.М. ВАВИЛКИН, д.т.н., проф., В.А. СЕРБИН, асп.
(МИСИС)**Особенности расчета температурного поля
длинных оправок непрерывного стана**

Задача определения температурного поля длинных оправок непрерывного стана, несмотря на свою актуальность, не решалась ранее в полном объеме. Это связано со сложностью учета всех граничных условий оказывающих влияние на температурное поле оправки в процессе ее работы [1].

Оправка непрерывного стана является инструментом деформирования горячего металла и представляет собой цилиндрическое тело, длиной до 24 метров, которое работает в сложных силовых и тепловых условиях: температура на контакте может достигать 1100°C, а радиальные усилия – 50 т и более. Она работает в циклическом режиме – сначала нагрев и нагружение оправки в течение 15-40 секунд, затем охлаждение в течение 5-10 минут и после этого повторение цикла.

Задача усложняется еще и тем, что во время работы происходит постоянное изменение условий контакта и взаимодействия оправки с нагретым металлом. Так, контактная поверхность постоянно меняется и перемещается вдоль тела оправки. Кроме этого, меняются условия на контакте оправки с горячим металлом: контакт происходит через слои смазки и окалины, которые во время работы меняют свою толщину по всей поверхности.

Была разработана математическая модель позволяющая рассчитать температурное поле оправки в любой момент ее работы с заданной точностью. Модель позволяет учитывать большое количество параметров, которые могут оказывать влияние на температурное поле оправки.

Расчеты проведенные с использованием математической модели показали наличие существенной неоднородности как по сечению оправки, так и по ее длине. Были выявлены опасные сечения, температура которых существенно выше температуры остального тела оправки.

Математическая модель может быть использована на этапе проектирования инструмента и технологического процесса, а также при выборе материалов оправки и смазки.

Литература

1. Вавилкин Н.М., Бухмиров В.В. Прошивная оправка. – М.: МИСИС, 2000.

УДК 699.079

Н.Н. ЕЛИН, д.т.н., проф., М.Ю. ОМЕТОВА, ст. препод.
(ИГАСА)

Повышение энергетической эффективности систем воздухораспределения

Особенностью существующих систем воздухораспределения теплонеприжатых помещений небольшой высоты является то, что значительная часть приточного воздуха практически не участвует в воздухообмене, а целиком выбрасывается системами вытяжной вентиляции. В настоящее время затраты на обработку приточного воздуха составляют от 20-80 % общей тепловой нагрузки помещения. Анализ, проведенный в [1], показал, что неправильная организация воздухообмена приводит к перерасходу тепла на обработку приточного воздуха и к увеличению энергоемкости систем вентиляции и кондиционирования.

Показано, что для теплонеприжатых помещений небольшой высоты экономически целесообразно применение нижней подачи приточного воздуха быстрозатухающими струями. Данный способ подачи приточного воздуха через лункообразный воздухораспределитель обеспечивает быстрое перемешивание подаваемого воздуха с воздухом помещения, уменьшая затраты на обработку приточного воздуха.

Для расчета распределения скоростей и избыточных температур в рабочей зоне при предлагаемом способе используются следующие зависимости:

$$V = K_0 e^{c_x x^2 - c_y y^2 - c_z (z - z_2)^2} \quad (2.1)$$

$$\Delta t = T_0 + k e^{-c_x x^2 - c_y y^2 - c_z (z - z_2)^2} \quad (2.2)$$

где K_0 , K_z , K_x , K_y , C_0 , C_z , C_x , C_y – неизвестные коэффициенты, которые линейно зависят от начальных параметров истечения; x , y , $z - z_2$ – соответственно длина, ширины и высота воздухораспределителя.

Используя зависимости (2.1), (2.2) можно обеспечивать требуемые параметры воздушной среды в рабочей зоне производственного помещения, путем подбора геометрических размеров лункообразного воздухораспределителя.

Литература

1. **Зерцалов Н.С.** Организация воздухообмена в малообъемных помещениях с использованием новых видов воздухораспределительных устройств. – В кн.: Организация воздухообмена в производственных помещениях. – Л.: ЛДНТП, 1978.
2. **Гримитлин М.И.** Распределение воздуха в помещении. – М.: Стройиздат, 1982.

УДК 536.27

Н.Н. ЕЛИН, д.т.н., проф., Г.В. РЫБКИНА, асп.
(ИГАСА)

К вопросу об утилизации высокопотенциального тепла

В России значительная доля первичных энергоресурсов затрачивается на производство низкопотенциальной теплоты.

Анализ тепловых балансов промышленных производств с повышенным потенциалом вторичных энергоресурсов (ВЭР) (стекольные, металлургические заводы, кузнечные производства...) показал [1], что в настоящее время на этих предприятиях полезно используется около 30% тепловой энергии, остальная часть выбрасывается в атмосферу. Большие объемы тепловых потоков и высокий температурный потенциал делает экономически выгодным утилизацию их теплоты для нужд отопления, вентиляции, горячего водоснабжения...

В настоящее время для утилизации теплоты удаляемого воздуха в системах теплоснабжения широко используется теплоутилизационное оборудование, теплообменная поверхность которого состоит из параллельно расположенных пластин. Однако при низких температурах холодного воздуха содержащаяся в нем влага может конденсироваться в каналах теплообменника, что приводит к выходу его из строя по причине коррозии. Поскольку экспериментально оценить зону конденсации практически невозможно, основным способом остается расчетный метод оценки температурных полей как пластин, так и теплоносителей.

Существующие методики расчета теплообменников [2,3] содержат грубые допущения, которые приводят к слишком завышенным коэффициентам теплопередачи и, как следствие, к снижению эффективности теплоутилизационного оборудования.

Предлагается методика, алгоритм и компьютерная программа, позволяющая при расчетах регенеративных теплообменников учитывать изменение температуры теплоносителей и теплообменной поверхности во времени и в пространстве, изменение коэффициента теплоотдачи для каждой конкретной секции и в каждом периоде цикла. Таким образом достигается повышение точности расчета температурных полей теплоносителей и теплопередающей поверхности.

Литература

1. **Энергосбережение** в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справ. пособие / Л.Д. Богуславский, В.И. Ливчак, В.П. Титов и др. – М.: Стройиздат, 1990.
2. **Регенеративные** вращающиеся воздухоподогреватели / В.К. Мигай, В.С. Назаренко, И.Ф. Новожилов, Т.С. Добряков. – Л.: Энергия, 1971.
3. **Исаченко В.П. и др.** Теплопередача. Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1975.

УДК 621.783.2

В.Г.ЧИРОВ
(филиал ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске)

Моделирование процессов нагрева в туннельных печах

В основе моделирования процессов нагрева лежит следующий алгоритм:

1. Ввод необходимых начальных данных: размеров печи, числа зон разбиения, продолжительности обжига, производительности печи, расхода топлива на печь, а также физических свойств тел, участвующих в теплообмене.

2. Определение геометрических характеристик системы, а также расчёт матрицы обобщенных угловых коэффициентов при теплообмене в системе футеровка – газ – материал по методу Монте-Карло.

3. Расчёт мощности тепловыделения в объёмных газовых зонах.

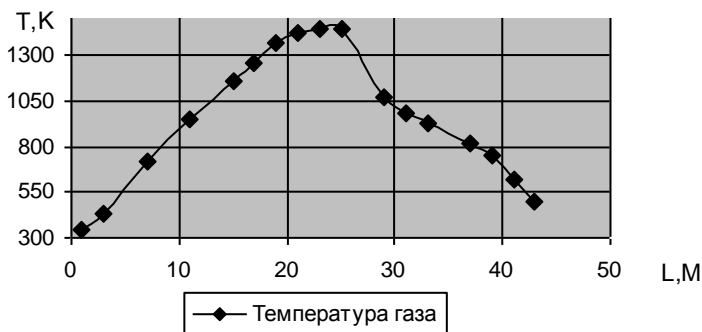
4. Задание начального приближения температур расчётных зон на поверхности материала

6. Решение внешней задачи: системы нелинейных уравнений, методом Ньютона, предварительно задав начальные условия, точность расчёта и порядок полученной системы нелинейных уравнений.

7. Расчёт результирующих потоков на поверхности материала по полученным температурам.

8. Решение внутренней задачи теплопроводности конечно-разностным методом Кранка – Николсона.

Результаты расчёта для расхода топлива $V=0.033 \text{ kg/s}$, времени обжига в зоне $t=4550\text{s}$ приведены на рис.



Литература

1. **Теплообмен** излучением: Справочник /А.Г. Блох, Ю.А. Журавлёв, Л.Н. Рыжков. – М.: Энергоатомиздат, 1991, стр. 211- 215.
2. **Математическое** моделирование в печах и агрегатах / Лисиенко В.Г., Волков В.В., Гончаров А.Л. – Киев: Наук. думка, 1984, стр. 46-56.

УДК 621.438

О.Ю. НАГОРНАЯ, соиск., В.А. ГОРБУНОВ, к.т.н., доц., О.И. ГОРИНОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Показатель эффективности использования энергии доменного газа

В энергетике существует понятие коэффициента полезного действия брутто для котельных установок. По аналогии в качестве показателя эффективности использования энергоносителя после доменной печи предлагается ввести понятие коэффициента полезного действия брутто для оценки утилизации энергии доменного газа от доменных печей при транспортировке его до потребителя. Доменный газ является вторичным топливом, обладающим кроме химической составляющей энергии, также энергией давления, которая должна использоваться в газовых утилизационных бескомпрессорных турбинах для выработки электроэнергии. Работа газовой утилизационной бескомпрессорной турбины по ряду параметров связана с работой доменной печи.

Часть параметров, которые влияют на эффективность работы ГУБТ-25, зависят от работы участков газового цеха. Задачей участка очистки является эффективная очистка доменного газа от пыли и доведения её до нормативного показателя. Задачей участка газовых сетей является доставка газа к потребителю с заданными параметрами: количеством и давлением. Назначение участка ГПС состоит в выработке большего количества энергии при эффективной эксплуатации оборудования.

Таким образом, предложенный коэффициент полезного действия брутто будет равен

$$\eta_{бр} = \frac{N_{эл}}{Q_{п} + Q_{вн} + Q_{х}},$$

где $N_{эл}$ – электрическая энергия, полученная на клеммах генератора газовой утилизационной бескомпрессорной турбины ГУБТ-25, МВт; $Q_{п}$ – потенциальная энергия доменного газа, МВт; $Q_{вн}$ – внутренняя энергия доменного газа, МВт; $Q_{х}$ – химическая энергия доменного газа, МВт.

На основании собранных статистических данных на ОАО «Северсталь» по доменной печи №5, газоочистке и ГУБТ-25 был рассчитан коэффициент полезного действия брутто для различных режимов работы турбины. Он получился равным в пределах 1,2-1,6%. Существует возможность его повышения приблизительно в 1,5 раза за счет оптимизации режимов работы ГУБТ-25 с использованием нейронных сетей. По этому показателю можно оценивать эффективность тепловых схем по утилизации доменного газа.

УДК 621.311

Н.Н. СМИРНОВ, асп., В.М. ЗАХАРОВ, к.т.н., доц., А.В. БАННИКОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Экспериментальное исследование теплотехнических характеристик непрозрачных конструкций зданий

Наряду с традиционным способом увеличения термического сопротивления ограждающих конструкций здания с помощью материалов с низким коэффициентом теплопроводности особый интерес для этих целей представляет использование различных теплоотражающих экранов [1].

Исследования процесса передачи тепла из помещения в окружающую среду через фрагменты различных ограждающих конструкций проводятся на экспериментальной установке аналогичной установке по исследованию оконных блоков, состоящей из климатической камеры, имеющей теплое и холодное отделения, перегородки с проемом, в которую устанавливается испытываемый образец, и средств контроля и измерения [2, 3].

Экспериментальные данные показывают, что применение конструкции, состоящей из теплоотражающего экрана из алюминиевой фольги, установленного в зазоре между внутренней поверхностью стены из керамического полнотелого и пустотного (эффективного) кирпича и фальшпанелью из гипсокартона приводит почти к двукратному уменьшению тепловых потерь, по сравнению с незранированным образцом.

Предварительные расчеты показывают, что применение теплоотражающих экранов в средней полосе России даст экономию энергии за отопительный сезон порядка 100 кВт·ч с 1 м² ограждающей конструкции.

Целью проводимой работы является определение оптимальных условий использования различных видов тепловой изоляции и теплоотражающих экранов в конструкциях здания в зависимости от внешних климатических условий и вида системы теплоснабжения.

Литература

1. **Захаров В.М., Яблоков В.М., Ладаев Н.М.** Свидетельство на полезную модель №16011 от 07.03.2000, Москва.
2. **ГОСТ 26602.1-99** Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000. 16 с.
3. **ГОСТ 26254-84** Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000. 19 с.

УДК 621

В.С. ГЛАЗОВ, к.т.н., доц., Е.О. ВЕРХОРУБОВА, студ., П.И. ИНШАКОВА, студ.
(ИГЭУ)

Дополнительные модули к расчетно-графической базе угловых коэффициентов излучения «БУКИ»

Расчетно-графическая база угловых коэффициентов излучения [1] служит для определения оптико-геометрических характеристик системы тел, участвующих в лучистом теплообмене и позволяет решать следующие задачи:

- просматривать и выбирать типовые конфигурации взаимного расположения поверхностей;
- определять элементарные, локальные и средние угловые коэффициенты излучения для выбранной системы поверхностей;
- представлять, по желанию пользователя, результаты расчета в табличном (цифровом) и графическом виде в заданном диапазоне изменения геометрических параметров;
- информировать пользователя об источнике, методе и математических выражениях, используемых в расчете.

Опыт использования БУКИ в научно-исследовательской, проектной и учебной работе выявил несколько проблем. Так, при отсутствии в базе требуемой геометрии пользователю предоставляется возможность дополнить базу соответствующей графической и расчетной информацией. Однако, для этого необходимо написать код (подпрограмму). Такое положение ограничивает круг пользователей данным продуктом и поэтому не может быть признано удовлетворительным. Кроме того, структура программы исключает возможность проводить расчеты для одной геометрии разными методами, т.е. лишает пользователя выбора метода расчета. Указанные проблемы были сняты вводом в программу 3-х модулей:

- модуль «Analytic» для расчета угловых коэффициентов излучения по введенным пользователем аналитическим выражениям, описывающим расположение тел и форму их поверхностей;
- модуль «Vision» для визуально-объектного задания взаимного расположения тел системы, для которой требуется провести расчет угловых коэффициентов излучения;
- модуль «Monte-Karlo» для расчета угловых коэффициентов методом Монте-Карло.

Литература

1. **Верхорубова В.О., Иншакова П.И., Глазов В.С.** Расчетно-графическая база угловых коэффициентов излучения // Радиозлектроника, электротехника и энергетика. Одиннадцатая Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов. Тезисы докладов. МЭИ (ТУ). 2005. Т2. С. 348-349

УДК 697.1

В.К. ПЫЖОВ, к.т.н., доц., В.К. СЕННИКОВ, к.т.н., доц.,
А.Н. КОРЯГИН, студ., В.П. ГОЛЕНКОВ, студ.
(ИГЭУ)

Использование низкопотенциальной энергии для создания микроклимата в помещениях модели блочного щита управления АЭС

Россия является одной из стран с богатейшими запасами полезных ископаемых и энергоресурсов, но используются они малоэффективно. Происходит постоянное увеличение стоимости топлива, и, как следствие, удорожание поставляемой потребителям тепловой и электрической энергии.

В Ивановском государственном энергетическом университете создается центр энергосбережения, призванный наглядно показать на примерах создания микроклимата в помещениях различного назначения решение вопросов, связанных с эффективным использованием энергии.

Теплоснабжение систем кондиционирования воздуха осуществляется, как правило, от тепловых сетей, а холодоснабжение – от компрессионных холодильных машин. Традиционные способы создания микроклимата и системы их тепло- и холодоснабжения является, как правило, дорогостоящими.

Путь снижения стоимости получаемой теплоты и холода – это использование низкопотенциальных источников энергии. Такими источниками являются: теплота и холод артезианских вод; наружного воздуха; воздуха, удаляемого из помещения; энергия ветра; солнечная энергия и т.п.

На примере создания микроклимата для полномасштабной модели блочного щита управления атомной электростанции наглядно показывается, что для тепло- и холодоснабжения систем кондиционирования воздуха предпочтительнее устанавливать совместно с автономными котельными агрегатами трансформаторы теплоты различных принципов действия. Трансформаторы способны производить как теплоту, так и холод, используя низкопотенциальную энергию воды и воздуха, удаляемых из помещений. Показывается экономичность установки предлагаемого способа получения теплоты и холода совместно с рекуператорами теплоты и рециркуляцией удаляемого воздуха.

Для повышения надежности работы сложной гидравлической схемы подключения источников теплоты и холода при изменяющихся режимах функционирования систем обеспечения микроклимата показывается целесообразность установки «гидравлических стрелок».

Обосновывается применение современных неметаллических материалов трубопроводов систем воздухораспределения и тепло-и холодоснабжения и необходимость установки систем регулирования.

УДК 620.9

Е.Г. АВДЮНИН, д.т.н., проф., Е.С. НЕСТЕРЧУК, асп.
(ИГЭУ)

Математическое моделирование процесса горения

Существенной особенностью процесса горения, отличающей его от горячей струи, заключается в том, что теплообразование происходит в самом объеме струи. С процессом горения связано изменение физического состояния газа. Модель горения в комбинации с подходящей моделью турбулентности должна давать достаточно информации для расчетов средних плотностей концентрации газовых компонент, скорости, температуры и плотности.

При расчете процесса турбулентного горения используется упрощение, заключающееся в том, что диффузия всех компонентов смеси, а также теплоты происходит с одинаковой скоростью.

Скорость химической реакции определяется зависимостью:

$$R = -K(T)P^2 Y_0 Y_k. \quad (1)$$

Закон сохранения массы для процесса горения:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho m_e) + \text{div}(\rho u m_e) = \text{dgrad} m_e + R_e. \quad (2)$$

Дифференциальное уравнение, выражающее закон сохранения импульса имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u) + \text{div}(\rho U u) = \text{div}(\mu \text{grad} u) - \frac{\partial P}{\partial x} + B_x \quad (3)$$

Граничные условия формулируются следующим образом:

$$\left. \begin{array}{l} \lim_{r \rightarrow \infty} u_i \rightarrow U_{\max} \\ U_i = 0 \text{ — у стенки канала} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} m_{\text{CH}_4} = 1 \quad m_{\text{CO}_2} = 0 \quad m_{\text{N}_2} = 1 \\ m_{\text{O}_2} = 1 \quad m_{\text{H}_2\text{O}} = 0 \end{array} \right. \\ \left\{ \begin{array}{l} m_{\text{CH}_4} = 0 \quad m_{\text{CO}_2} = 1 \quad m_{\text{N}_2} = 1 \\ m_{\text{O}_2} = 0 \quad m_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \end{array} \right. \end{array}$$

$$\left. \frac{\partial P}{\partial x_i} \right|_{\text{ст}} = \mu \left. \frac{\partial^2 V_i}{\partial x_i \partial x_j} \right|_{\text{ст}}$$

Закон изменения плотности в процессе горения определится:

$$\rho(x, t) = \sum \rho_\alpha(x, t) \cdot w_\alpha \quad (4)$$

Согласно технологии процесса формирования стеклянных шариков происходит в кинетическом факеле, в котором газозвудушная смесь горит очень быстро, при этом максимальное тепловыделение происходит в непосредственной близости от среза сопла горелки в небольшом объеме. Высокая температура, развивающаяся при горении смеси, приводит к заметной диссоциации двух- и трехатомных компонентов продуктов сгорания.

В работе представлены ряд исследований и результаты численных расчетов продуктов сгорания различных топлив в широком интервале

температур, давлений и состава топлива, а также поля скоростей и температур по длине факела в зависимости от начальных условий.

Как показали исследования скорость распространения пламени, не зависит от скорости потока при ламинарном горении. При переходе к турбулентному режиму она возрастает с увеличением скорости потока, так как усиливаются турбулентные пульсации, интенсифицирующие процессы перемешивания продуктов сгорания с поступающей свежей смесью и процессы тепло и массообмена.

УДК 620.9

Е.Г. АДВЮНИН, д.т.н., проф., В.А. МАГНИЦКИЙ, асп.
(ИГЭУ)

Математическое моделирование неизотермических двухфазных газовых струй

Литературный обзор показал, что нет единого метода анализа взаимодействия частиц на газовый поток. Предположим, что концентрация одной фазы в другой такова, что частицу одной фазы можно рассмотреть как изолированную. Струя, содержащая даже большие начальные концентрации примесей, рассматривается как газовая, в то же время внося поправки в законы распространения струи. Импульс двухфазной струи определяется как:

$$\int_0^{\infty} \rho_B K_n^2 (1 + \chi) dF = \frac{G_B}{g} U_0 + \frac{G_n}{g} V, \quad (1)$$

где: χ и χ – местная концентрация примеси и скорость в произвольной точке струи; G_B и G_n – соответственно начальные весовые расходы воздуха и примеси; U_0 и V – соответственно начальные скорости воздуха и примеси.

Закон изменения скорости вдоль оси двухфазной струи:

$$\frac{u_m}{u_0} = \frac{\sqrt{1 + \chi_0 \frac{u_m}{u_0}}}{\frac{a_x}{R_0} \sqrt{2C}}, \quad \text{где } C = \int_0^{u_{cp}} \left(\frac{u}{u_m} \right)^2 (1 + \chi) \varphi d\varphi, \quad (2)$$

u_m – скорость двухфазной струи, u_0 – скорость струи без примесей.

Частицы, движущиеся вместе с потоком, мало влияют на падение осевой скорости, но влияют на закон распределения скоростей в потоке. Частицы порождают силы, влияющие на жидкость, и наоборот. Согласно проведенным исследованиям, было установлено, что скорость частиц на

выходе из камеры формирования в начальный момент времени равна скорости движения струи. Изменение скорости струи происходит быстрее, чем уменьшение скорости частиц, вследствие этого более инертные частицы покидают струю, а менее инертные – поднимаются вместе со струей и удаляются через зонт.

Закон распределения температур вдоль оси основного участка струи можно установить тем же методом, что и закон распределения скоростей, с той лишь разницей, что вместо постоянства количества движения надо использовать постоянство теплосодержания струи.

Вследствие подобия потоков в различных поперечных сечениях струи безразмерные температурные поля универсальны. Теория струи дает возможность получить соотношение для постоянного теплосодержания свободной струи и закон падения избыточной температуры вдоль оси струи

$$\int_0^m \Delta T dm = \int_0^F \rho \Delta T_u dF = \text{const} \quad \frac{\Delta T_m}{\Delta T_0} = \frac{u_m}{u_0} \int_0^{\infty} \left(\frac{u}{u_m} \right)^{\frac{3}{2}} \varphi d\varphi . \quad (3)$$

Температурные и скоростные поля связаны не только на оси струи, но и в поперечном сечении. Распределение безразмерных скоростей определится

$$\frac{u}{u_m} = Ch^{-2} \frac{y}{ax}, \quad \text{где} \quad u = 10,012 \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{x}} \frac{e^{\frac{16,75y}{x}}}{\left(1 + e^{\frac{16,75y}{x}} \right)^2} . \quad (4)$$

Использование закона распределения позволяет определить практические границы струи и энергетический потенциал. Безразмерные температурные поля рассчитываются по формуле $\frac{T}{T_m} = \sqrt{\frac{u}{u_m}}$.

Таким образом, решение системы дифференциальных уравнений неизотермической струи основано на физической модели Тейлора. Конечной целью математического моделирования является описание теплового взаимодействия струи с окружающей средой, что позволяет оценить тепловые потери, разработать методы по их снижению и мероприятия по утилизации имеющегося теплового потенциала.

УДК 621.321

Е.Г. АВДЮНИН, д.т.н., проф., А.Ю. ГИЛЬМУТДИНОВ, инж. (ИГЭУ)

Исследование гидравлического режима и наладка тепловых сетей ЗАО Железобетон

Вопросы эксплуатации современных систем теплоснабжения требуют к себе пристального внимания, так как затрагивают интересы большого числа потребителей. В этих условиях наряду с потребностью в новых технических и организационных решениях назрела необходимость в количественном обосновании эксплуатационных решений и переходе на качественно новый уровень управления этими процессами. Системы автоматизированного ведения расчетов режимов эксплуатации и наладки внутренних тепловых сетей позволяет:

1. По реальному режиму отпуска теплоты определять расчетные и плановые значения расходов теплоты для каждого абонента.
2. Воспроизводить существующую гидравлическую и тепловую картину любого режима эксплуатации.
3. Осуществлять расчет параметров регулирующих устройств, обеспечивающих наладку тепловой сети.

Водяные системы теплоснабжения промышленных объектов представляют собой сложные тепловые и гидравлические цепи, в которых работа всех звеньев находится во взаимной зависимости. Для правильного управления этими системами и оценки взаимосвязей всех режимных параметров необходимо знать тепловые и гидродинамические характеристики их элементов.

Цель работы заключалась в оптимизации гидравлического режима работы водяной тепловой сети и системы теплоснабжения ЗАО Железобетон, обеспечивающего на вводах необходимый располагаемый напор при подаче расчетного количества сетевой воды по температурному графику 95/70.

Источником системы теплоснабжения ЗАО Железобетон является заводская котельная с тремя паровыми котлами ДКВР 10-13, которые работают на газе. Для подогрева сетевой воды на нужды теплоснабжения внешних и внутренних теплопотребителей в котельной установлена водоподогревательная установка, состоящая из четырех блоков подогревателей. Для подачи воды в сеть установлены два насоса Д-320-50. Подпитка тепловой сети осуществляется деаэрированной химически очищенной водой двумя насосами К-45-45.

Тепловые сети ЗАО Железобетон двух трубные, тупиковые с воздушной прокладкой по эстакадам. Горячее водоснабжение осуществляется по закрытой схеме. Максимальные тепловые нагрузки отопительно-вентиляционных агрегатов, систем отопления и горячего водоснабжения принялись по проектным данным.

Проведенные расчеты показали, что существующая система теплоснабжения не обеспечивает равномерного распределения теплоты по всем потребителям (ряд из них работал с недостаточной тепловой энергией, как на отопление, так и на вентиляцию). Выполненные наладочные расчеты позво-

лили устранить эти недостатки, за счет установки регулировочных диафрагм и замены части трубопроводов на трубы с большим диаметром.

Проведенные исследования позволили снизить располагаемый напор, без ухудшения качества теплоснабжения. Это позволит снизить расход электроэнергии на перемещение теплоносителя и уменьшить мощность на привод циркуляционных насосов. Экономический эффект составит 113,5 тысяч рублей в год.

УДК 621.184.6

С.Ю. ЕФРЕМОВ, асп., ст. препод.
(филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске)

Задача синтеза теплообменных систем

Постановка задачи синтеза теплообменных систем в общем случае может быть сформулирована так: необходимо определить структуру технологических связей между теплообменными аппаратами заданного типа, а также размеры поверхностей теплообмена для каждого аппарата разрабатываемой теплообменной системы, которые обеспечивают выполнение требуемой операции рекуперативного теплообмена между исходными m горячими и n холодными технологическими потоками при минимуме приведенных затрат на систему.

При фиксированных векторах параметров начальных и конечных состояний технологических потоков x и y , типов теплообменного оборудования z и экономических параметров E постановка задачи синтеза будет иметь вид: определить G^* и \bar{D}^* так, чтобы

$$\Pi^*(G^*, \bar{D}^*) = \min_{G, D} \Pi(G, \bar{D}), \quad (1)$$

при условии, что $G \in C$

$$\bar{D} = f(G, \bar{x}, \bar{y}, \bar{z}, \bar{E}), \quad (2)$$

$$y_{n1}(r) = f_{n1(2)}(x_{n1}, x_{n2}, d_n, z_n), \quad (3)$$

$$h_n(x_{n1}, x_{n2}, y_{n1}, y_{n2}, d_n) \geq 0 \quad (4)$$

где G – вариант технологической топологии синтезируемой теплообменной системы; C – множество всех возможных вариантов технологической топологии синтезируемой теплообменной системы ациклической структуры; D – вектор проектных параметров элементов теплообменной системы; $x_{n1(2)}$ и $y_{n1(2)}$ – параметры состояния входящих и выходящих технологических потоков n -го элемента теплообменной системы; d_n – проектные параметры; * – индекс – признак оптимальности.

Разработка алгоритмов синтеза теплообменных систем осуществляется на основе использования декомпозиционного принципа синтеза химико-технологических систем.

Литература

1. **Кафаров В. В. и др.** "Математические основы автоматизированного проектирования химических производств". – М.: Химия, 1978.

УДК 621.438

В.А. ГОРБУНОВ, к.т.н., доц., С.А. СЕНЮШКИН, инж.
(ИГЭУ)

Использование нейронных сетей для оптимизации работы теплотехнологических установок

Нейронные сети основаны на идее воспроизведения процессов обучения мыслящих существ (как они представляются исследователям) и функций нервных клеток. Нейронные сети могут прогнозировать будущие значения переменных по уже имеющимся значениям этих же или других переменных, предварительно осуществив процесс так называемого обучения на основе имеющихся данных.

Использование нейронных сетей происходит следующим образом:

- 1) оценка режимных параметров, влияющих на энергетическую эффективность работы и выявление технологических ограничений влияющих на работу установки, т.е. определение необходимых данных для создания нейронной сети,
- 2) происходит накопление данных,
- 3) создание нейронных сетей путем обработки накопленных статистических данных, т.е. динамически подключаемой библиотеки,
- 4) создание исходного продукта в виде программы использующей нейронные сети.

Данная технология использования нейронных сетей была применена для оптимизации режимов работы газовой утилизационной турбины – ГУБТ-25 на ОАО «Северсталь». На основании анализа статистических данных в рабочем диапазоне турбины были установлены зависимости мощности турбины от расхода доменного газа, его давления, температуры и угла открытия поворотных направляющих лопаток, установленных в турбине для поддержания заданного давления под колосником доменной печи. На основе накопленных данных была создана и обучена нейронная сеть в виде динамически подключаемой библиотеки (DLL), а также математическая модель, оформленная в виде программы, использующая данную нейронную сеть и библиотеку.

Созданная математическая модель работы ГУБТ-25 на основе нейронных сетей позволяет нормировать технически обоснованные значения расходов энергоносителей на выработку электрической энергии; прогнозировать работу турбины в реальных условиях; определять значимые параметры доменного газа на выработку электрической энергии.

УДК 621.05

В.И. СУББОТИН, к.т.н., проф., Л.И. ТИМОШИН, к.т.н., доц.,
Р.П. ГОРДОВСКИЙ, асп.
(ИГЭУ)

Использование газотурбинных установок и двигателей внутреннего сгорания

Комбинированная выработка теплоты и электрической энергии обеспечит экономное использование газа. Обосновано возможность данного решения путем надстройки имеющихся котельных ГТУ. Но такое решение не стало реальностью вследствие следующих причин:

1. Необходимость сооружения хранилищ резервного газотурбинного (дизельного) топлива, так как в большинстве котельных резервным топливом является мазут.
2. Необходимость сооружения газокomppressorных дожимающих станций, минимально допустимое расстояние которых до жилых домов – 500 метров. (ГТУ требует газ с давлением 2,5 МПа, а в городской сети- 0,3-1,2 МПа).
3. Удельный выход оксидов азота на килограмм сожженного топлива в 3 раза больше, чем в котельных.

Эти причины делают невозможным применение ГТУ в условиях сложившейся городской застройки.

Сравнивая ГТУ и ДВС в качестве надстроек котельных в условиях сложившейся городской застройки, можно отметить следующие преимущества ДВС в диапазоне мощностей, перекрываемых авиационными ГТУ:

1. Отсутствие необходимости резервного дизельного топлива, так как начиная с 2125 кВт полной мощности и 1000 кВт частичной, могут быть применены дизель-генераторы, способные работать не только на газе, но и на топочном мазуте, являющемся резервным топливом.
2. Отсутствие необходимости сооружения дожимной компрессорной для топливного газа, так как все ДВС способны работать на сетевом газе среднего давления, а значительная часть на газе низкого давления.
3. При использовании ДВС газообразного топлива имеются широкие возможности снижения выбросов окислов азота.
4. Ресурс ДВС всегда выше ГТД соответствующей мощности. Так, для ДВС мощностью свыше 1000 кВт указывается ресурс 60-120 тысяч часов, в то время как межремонтный ресурс авиационных ГТД в наземных условиях – 30 тысяч часов.

УДК 621.745

В.В. БУХМИРОВ, д.т.н., проф., Е.Н. ГНЕЗДОВ, к.т.н., доц.,
Д.В. РАКУТИНА, асп., О.М. ГНЕЗДОВА, студ.
(ИГЭУ)

Экспериментальное исследование качества кирпича на этапах сушки и обжига в туннельных агрегатах фирмы «Fuchs»

Проведено экспериментальное исследование качества кирпича, производимого на оборудовании австрийской фирмы «Fuchs», и включаемом в себя сушилке и печи.

Особенностью технологии фирмы «Fuchs» является отказ от многорядной садки - каждый кирпич ставится на вагонетку отдельно на тычок с зазором по отношению к соседним изделиям.

Сушильно-печное отделение включает одно предварительное сушило, четыре туннельные сушилки и четыре туннельные обжиговые печи. Каждая сушилка и печь вмещает 44 вагонетки. Для проведения экспериментального исследования из общего потока выделили 12 вагонеток с одинарным полнотелым кирпичом. Исследуемые кирпичи (21 шт.) были равномерно распределены по площади вагонетки.

Согласно ГОСТ 530-95 «Кирпич и камни керамические», к параметрам качества кирпича относят форму, размеры, внешний вид изделия (в частности, характер и количество трещин), а также сопротивление при сжатии и изгибе.

В результате экспериментального исследования установлено, что трещинообразование происходит в сушилках (48,7% трещин) и в печах (46,7% трещин) примерно в равных объемах. По виду, расположению и характеру трещин две трети от общего количества изделий не отвечают требованиям ГОСТ 530-95.

Испытание кирпичей на прочность и расчет предельных значений сопротивления изделий при сжатии и изгибе проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 8462–85.

Экспериментальная партия кирпичей, изготовленных по технологии фирмы «Fuchs», по средним значениям пределов прочности при сжатии и изгибе не соответствует требованиям, предъявляемым ГОСТ 530-95. Однако у некоторых керамических изделий зафиксировано аномально высокое качество – показатели прочности превышают в 3÷4 раза среднее значение.

Кроме этого, была выявлена существенная неравномерность температуры горячего воздуха по ширине сушилок, приводящая к отклонению механических свойств кирпича от среднего значения ~ в 1,5 раза.

Таким образом, проведенное экспериментальное исследование позволило выявить существование значительного резерва для повышения качества керамического кирпича за счёт совершенствования режимов сушки и обжига.

УДК 621.311

Н.Н. СМИРНОВ, асп., В.М. ЗАХАРОВ, к.т.н., доц., А.В. БАННИКОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Экспериментальное исследование теплотехнических характеристик окон различных конструкций

Существенное значение в доли тепловых потерь зданий приходится на потери через оконные проемы. Основной величиной, характеризующей этот показатель, является приведенная величина термического сопротивления всего оконного блока, хотя наибольшие потери приходятся на его светопрозрачную часть.

Для исследования процесса передачи тепла из помещения в окружающую среду через окна различных конструкций была создана экспериментальная установка, состоящая из климатической камеры, имеющей теплое и холодное отделения, перегородку с проемом, в которую устанавливается испытываемый образец, и средств контроля.

На первом этапе исследования была получена базовая характеристика окна при разности температур воздуха в теплом и холодном отделении камеры 20 °С, относительно которой будет проводиться сравнение характеристик окон различных конструкций с устройствами увеличивающими приведенное сопротивление теплопередаче окна и без таковых. В качестве базовой конструкции используется деревянный оконный блок с отдельными переплетами, состоящий из ОСП 4М1-10-4М1 и стекла 4М1.

Особый интерес представляет исследование влияния различных светопрозрачных и металлических экранов и их размещения относительно каждого элемента конструкции окна на тепловые потери через него. Первые опыты с использованием алюминиевой фольги толщиной 70 мкм в качестве экрана, установленного между стеклами окна, показали увеличение приведенного сопротивления теплопередаче на 65% по сравнению с базовым вариантом, в тоже время увеличение термического сопротивления светопрозрачной зоны окна составило 93%. Применение такой непрозрачной конструкции целесообразно в темное время суток. В светлое время суток возможна установка светопрозрачной рольставни со стороны наружного воздуха, которая дает увеличение термического сопротивления на 18% с незначительным уменьшением оптических характеристик окна.

Таким образом, целью проводимой работы является определение оптимальных условий использования той или иной конструкции окна с дополнительной «тепловой защитой» или без нее в зависимости от внешних климатических условий и вида системы теплоснабжения.

Литература

1. Логвиненко В.В., Титов М.М., Лисин М.К. Минимизация теплопотерь образовательных учреждений путем управления процессом теплообмена окон // Энергоэффективность, 2004, №3, с. 79 – 83.

УДК 66.041

В.В. БУХМИРОВ, д.т.н., проф., Е.Н. ГНЕЗДОВ, к.т.н., доц.,
Д.В. РАКУТИНА, асп., Е.В. ПЕТРОВ, студ.
(ИГЭУ)

Устройство для измерения и регистрации температуры кирпича-сырца в процессе сушки

Известно устройство для измерения и регистрации параметров термообрабатываемых изделий [1,2], состоящее из датчиков, измерительного и регистрирующего приборов, соединенных между собой. При этом датчики расположены непосредственно в изделиях, а измерительный и регистрирующий приборы вынесены из рабочего пространства теплотехнологического агрегата и установлены снаружи в условиях, допустимых для их нормальной работы.

Недостатком таких устройств является отсутствие возможности измерения параметров движущихся термообрабатываемых изделий в рабочем пространстве теплотехнологического агрегата, из-за проблем, связанных с сопряжением датчиков в изделиях, движущихся внутри агрегата, и измерительного и регистрирующего приборов, находящихся снаружи. Внутри рабочего пространства измерительный и регистрирующий приборы разместить нельзя из-за высокой температуры (выше + 50 °С), которую они не выдерживают.

Предлагаемое устройство содержит измерительный и регистрирующий приборы с источником питания, помещенные в теплоизолированную камеру с холодильным агентом, а датчики размещены в термообрабатываемых изделиях.

Во время термообработки, длительность которой достигает нескольких суток, измерительный и регистрирующий приборы фиксируют в памяти значения измеряемых параметров с заданным интервалом времени. После окончания технологического процесса данные из измерительного и регистрирующего приборов переносят в память компьютера для сохранения и обработки в виде таблиц и графиков.

Такое устройство для измерения и регистрации температуры, влажности и других параметров термообрабатываемых изделий может быть применено на предприятиях пищевой, деревообрабатывающей, металлургической, машиностроительной промышленности, а также при производстве керамических изделий.

Литература

1. **Автоматические** приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие / Под ред. Б.Д. Кошарского. – Л.: Машиностроение, 1978. -485 с.
2. **Трембовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А.** Теплотехнические испытания котельных установок. – М.: Энергия, 1977. – 297 с.

УДК 697.9: 621.311.22

А.В. АНТИПИН, к.т.н., проф., В.В. БУХМИРОВ, д.т.н., проф.,
Д.В. РАКУТИНА, асп.
(ИГЭУ)

Экспериментальное исследование микроклимата промышленного здания

Микроклимат рабочей зоны производственного помещения определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха (подвижности воздуха) и теплового излучения. Система аэрации промышленного здания решает задачи по созданию комфортных условий труда производственного персонала и организации требуемых параметров воздушной среды для проведения технологических процессов и функционирования оборудования.

Цель экспериментального исследования системы аэрации – проверка соответствия основных параметров микроклимата санитарно-гигиеническим нормам и составление материального и теплового балансов свободного объема промышленного здания. Для этого проводится обследование состояния оборудования, строительных конструкций, наружных и внутренних ограждений, устанавливается картина распределения температур, статического давления и потоков воздуха по высоте, ширине и длине производственных помещений, а также определяются расходы воздуха, поступающего или удаляемого через ворота, оконные проемы, аэрационные фонари и т.д.

Экспериментальное исследование тепловоздушного режима было проведено в главном корпусе одной из крупных ТЭС России с блоками 300 МВт. Измерение температуры в помещениях парогенераторного и турбогенераторного отделений выполнено при помощи термоэлектрических термометров типа ТМК, которые были скомпонованы в две гирлянды по восемь термодпар в каждой. В качестве регистрирующих приборов использованы два модуля распределенного ввода ADAM-4018M с функцией запоминания сигнала. Измерительная погрешность данного комплекса не превышает 1°C . Установка рабочих сплавов медь – константановых термодпар в точки измерений проводилась с рабочих площадок кранов, которые перемещались в заранее намеченные позиции между парогенераторами и турбогенераторами. Температура, влажность и скорость воздуха на рабочих площадках измерялась метеометром МЭС-2. При этом погрешность измерения температуры составила $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, влажности – $\pm 3\%$ и скорости – $\pm 0,01\text{ м/с}$. В результате первичной обработки экспериментальных данных найдены суммарные поступления тепла от основного и вспомогательного оборудования, а также рассчитан средний по высоте помещения градиент температуры. Эта информация необходима для выполнения балансовых расчетов тепловоздушного режима главного корпуса.

УДК 621.181.01:536.25(0.43.3)

О.Г. ШИШКАНОВ, к.т.н., доц., И.В. АНДРУНЯК, асп.
(КГТУ)

Измерения падающих радиационных потоков в топочной камере котла КВ-ТК-100 Красноярской ТЭЦ-3

Водогрейные котлы КВ-ТК-100-6 Красноярской ТЭЦ-3 сжигают бурый ирша-бородинский уголь. В дни проведенных измерений характеристики топлива составляли: $Q_i^r = 3852,4$ ккал/кг, $W^r = 31,1\%$, $A^r = 6,4\%$. Прямоточные горелки установлены в два яруса в углах топочной камеры тангенциально условной окружности (рис.).

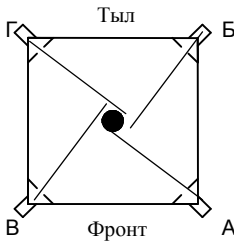


Рисунок. Схема установки горелок с обозначением пылесистем

Цель работы: выявление температурных неравномерностей внутри топочной камеры. Измерения проводились при различном сочетании включенных горелочных блоков, что соответствовало соответствующему отключению пылесистем. Кроме того менялась нагрузка котла (табл.). В измерениях использовался термозонд на основе тепловой трубы, что позволило обойтись без внешнего принудительного охлаждения. При визуальном осмотре установлено, что экранные поверхности нагрева котла в дни проведения замеров оставались эксплуатационно чистыми (имели место только первичные отложения). Однако на высоте 19,85 м слева

тылового экрана находились гребневидные з оловые отложения с толщиной 18-20 см, которая снижалась к центру тылового экрана до 7-8 см.

Во втором эксперименте при прочих равных условиях отмечено постепенное уменьшение теплопроизводительности, что сопровождалось снижением радиационных тепловых потоков. Максимальные радиационные падающие тепловые потоки на котле не превышали 308 кВт/м² при трехмелничном режиме и нагрузке 97,6 Гкал/час. Причем в опыте при четырехмелничном режиме величина теплового потока оказалась ниже – 288 кВт/м², не смотря на то, что была повышена нагрузка котла. Это объясняется более равномерным распределением температурного поля внутри топки.

Таблица. Результаты измерений

№ эксперимента	Сочетание горелочных блоков	Нагрузка котла	Максимальные значения потока кВт/м ²
1	А, Б, В	96 Гкал/час	304
2	А, Б, В	94,4 Гкал/час	279
3	А,Б,В,Г	97,6 Гкал/час	288
4	А,В,Г	96 Гкал/час	308
5	Б,В,Г	92,1 Гкал/час	261

Комплексный подход к оценке эффективности энергетического использования твердых органических топлив

Из анализа материалов испытаний и эксплуатации котельных агрегатов при работе на твердом топливе установлено, что традиционные способы их подготовки и сжигания не удовлетворяют современным требованиям обеспечения надежности, эффективности и экологической безопасности. Наиболее радикальным средством решения указанной проблемы может служить реализация новых технологических приемов в части контроля, диагностики, оптимизации и совершенствования режимов и методов топливоиспользования.

Рациональным способом для оценки предлагаемых технических решений, базирующихся на вышеперечисленных принципах, является использование методов комплексного термического анализа и математического моделирования процессов термохимического превращения угольного вещества. В основу подхода положена экспериментально-расчетная методика определения реакционной способности основных стадий термохимического превращения пылевидного твердого топлива, в частности процессов испарения влаги, выхода летучих веществ с отдельной оценкой кинетики смолывыделения и выхода индивидуальных парогазовых компонентов, выгорания и газификации нелетучих коксовых остатков. Получаемые кинетические данные далее используются при совместном решении задач математического моделирования диффузионно-кинетического процесса выгорания пылевидного твердого топлива и трехмерного зонального теплообмена в условиях топочной камеры. Указанный подход доведен до уровня инженерной методики и реализован в виде программно-вычислительного комплекса, позволяющего выполнять: учет не только особенности сжигаемого угля, но и специфических режимных характеристик работы топочных устройств; оценку тепловых потоков на поверхностях нагрева, значений температур продуктов сгорания, промежуточных и конечных концентраций реагирующих веществ в любой расчетной точке, как по высоте, так и в горизонтальном сечении топочного пространства с одновременной возможностью диагностики причин изменения длительности и механизма протекания сложных, последовательно-параллельных, физико-химических реакций горения топлива.

Применимость вышеуказанного подхода апробирована в рамках экспериментальных и расчетных исследований топочных камер котлоагрегатов ПК-10Ш, БКЗ-320, БКЗ-420, БКЗ-500, П-67 при сжигании различных углей Березовского, Ирша-Бородинского, Назаровского, Переяславского и Черногорского месторождений.

УДК 621.438

О.Ю. НАГОРНАЯ, соиск., В.А. ГОРБУНОВ, к.т.н., доц., О.И. ГОРИНОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Экспериментальное исследование работы ГУБТ-25 на ОАО «Северсталь»

Целью исследования являлось определение влияния параметров доменного газа на энергетическую эффективность работы газовой утилизационной бескомпрессорной турбины ГУБТ-25 установленной за доменной печью № 5. Для оценки режимных параметров, влияющих на энергетическую эффективность, работы ГУБТ-25 были собраны статистические данные: по мощности турбины в зависимости от расхода доменного газа через турбину, давлений и температур доменного газа до и после турбины, а также степени открытия поворотных лопаток и сбросного клапана в дроссельную группу. В результате дополнительного промышленного эксперимента была произведена оценка загрязнённости конденсата после турбины в зависимости от расхода воды на скруббер.

Расчётной (паспортной) температурой доменного газа на входе в турбину принята температура 40 °С. При ее увеличении возрастает объёмный расход доменного газа, количество пара содержащегося в доменном газе, а всё это влияет на увеличение мощности турбины. И поэтому мощность турбины зависит от давления, температуры газа после газоочистки доменной печи № 5 и величины температуры газа при выходе его из доменной печи № 5. Доменный газ после газоочистки идёт с влажностью 100%, и температура его зависит от режимов её работы и обратной системы подачи воды. Обратная вода поступает с градирен на скруббер в количестве 2600 м³/ч, который предназначен для очистки доменного газа от пыли и для охлаждения доменного газа перед дроссельной группой и турбиной. Проходя через проточную часть турбины ГУБТ-25, доменный газ, отдавая энергию давления, охлаждается. При охлаждении газа пар находящийся в газе частично конденсируется и выделяется в виде капелек влаги, которая частично удаляется через конденсатоотводчики. Температура доменного газа перед турбиной влияет на вырабатываемую ею электроэнергию. Так при максимальном расходе газа мощность турбины повышается при подъёме температуры на 15⁰С от расчётной на 0,1 МВт, а при минимальном на 0,2 МВт. На основании эксперимента можно судить, что очистка доменного газа не ухудшалась при изменении расхода воды на скруббер. Энергетическая эффективность работы турбины во многом зависит от количества затрат энергии на очистку доменного газа, поэтому для повышения эффективности работы турбины и для снижения энергозатрат требуются дополнительные исследования эффективности работы газовой очистки.

УДК 621.05

Р.П. ГОРДОВСКИЙ, асп., В.В. УДАЛОВ, асп.
(ИГЭУ)
Е.Л. ТИМОШИН, инж.
(ОАО МПБ СЛПК)

Перспективы введения новых энергогенерирующих мощностей

В соответствии с прогнозом Министерства энергетики РФ, в 2000-2015 г. будет иметь место рост спроса на электроэнергию. Даже без учета выбытия генерирующих мощностей, отработавших свой парковый ресурс, к 2015 г. потребуются дополнительно ввести 45-105 млн кВт. В целом для покрытия растущего спроса на электроэнергию и замены отработанного свой срок оборудования к 2015г. необходимо будет ввести 145-205 млн кВт электрогенерирующих мощностей, т.е. по 10-15 млн кВт ежегодно, начиная с 2002 г.

Анализ существующих эффективных технологий производства электроэнергии, влияющих на топливно-энергетический баланс страны, позволяет сформулировать, что такое направления внедрения новых электрогенерирующих мощностей, как создание автономных источников электроэнергии с использованием электрогенерирующих установок с тепловыми двигателями малой и средней мощности по сравнению с остальными направлениями имеет целый ряд преимуществ:

- производство установок единичной мощностью до 30 МВт в России возможно на 10-20 заводов, выпускающих сотни энергокомплексов в год;
- установки малой и средней мощности могут поставляться в блочно-модульном исполнении полной заводской готовности;

Проведенные исследования позволили определить область применения электрогенерирующих мощностей с расходом топлива, не превышающим 150г.у.т. на 1 кВт*ч. Они могут быть установлены:

- при создании автономных систем централизованного теплоснабжения с использованием энергосберегающих технологий комбинированного производства электроэнергии и тепла на основе паровых турбин единичной мощностью 0,1-6 МВт с потенциалом рынка 8-10 млн кВт;
- при переводе паровых котельных промышленных предприятий в разряд мини-ТЭЦ с использованием электрогенерирующих установок единичной мощностью 0,5-30 МВт потенциал рынка составляет 5-6 млн кВт.
- вместо дроссельных устройств на паропроводах между котлом и потребителем. В ПАО «ЕЭС России» потенциал таких автоматизированных электрогенерирующих систем единичной мощности 6-30 МВт может составить около 3 млн кВт.

УДК 691.7

Л.Л. ЕРМОЛАЕВ, к.т.н., доц., М.В. ЦВЕТКОВ, асп.
(ИГАСА)
И.С. ВЛАДИМИРОВ, асп.
(ИГЭУ)

Результаты исследований схем воздухообмена промышленных предприятий

Основным назначением систем вентиляции, обеспыливания и кондиционирования воздуха является обеспечение в заданных точках производственных помещений параметров воздушной среды, отвечающих санитарным и технологическим нормам.

Известно, что формирование температурно-влажностных и скоростных полей, распределение вредностей зависит от многих факторов, а том числе и от воздухообмена.

Для сравнения схем воздухообмена ряд авторов предлагают применение безразмерных коэффициентов организации воздухообмена. Однако сравнение схем воздухообмена по численным значениям этих коэффициентов в литературе отсутствует.

Экспериментальные данные по изменению параметров воздушной среды для указанных схем воздухообмена были получены на физической модели прядильного цеха. Полученные данные использовались в последующем для оценки эффективности различных схем воздухообмена и установления влияния основных балансовых показателей системы на коэффициенты организации воздухообмена.

Выводы по результатам исследований:

- подача приточного воздуха в каждый проход между машинами снижает потребление электрической и тепловой энергии в среднем на 20 %;
- схема «сверху-вверх» с экономической точки зрения выгоднее схемы «сверху-вниз»;
- схемы воздушораспределения со щелевыми воздушораспределителями требуют меньшего воздухообмена, чем схемы с плафонными воздушораспределителями, что приводит к снижению энергозатрат на воздухообмен при соблюдении требуемых параметров воздуха в рабочей зоне;
- при увеличении высоты производственных помещений коэффициент воздухообмена k снижается, что приводит к увеличению воздухообмена, а, следовательно, и энергозатрат.
- схема воздухообмена «сверху-вверх» со щелевыми воздушораспределителями и подачей воздуха в каждый проход между машинами экономически выгоднее всех остальных схем и позволяет уменьшить энергозатраты в среднем на 20÷30 % при соблюдении в рабочей зоне требуемых по нормам параметров воздушной среды.

УДК 697.4.004.2

В.Н. ДОРОФЕЕВ, к.т.н., доц., В.Ф. НИКИШОВ, к.т.н., доц.,
В.Ю. ПРОНИН к.т.н., доц.,
(ИГЭУ)

Анализ результатов инструментального энергоаудита распределительных тепловых сетей

Из обследованных водяных распределительных тепловых сетей (РТС) города Владимира от 137 тепловых камер ТК – точек присоединения РТС в магистральные сети ТЭЦ (протяженностью 160 км по первичному контуру) согласно договора с ОАО «Владимирские коммунальные системы» на 2004 г. исполнителем работ – АНО УМИТЦ «ВГЭН» проведен в феврале – апреле и октябре – ноябре 2004 г. инструментальный энергоаудит на следующих объектах сетей:

- наружные участки воздушной прокладки сетей – в 170 точках (на сетях от 29 ТК);
- пункты теплового контроля (ПТК) – 6 единиц (из 8);
- насосные станции (повысительные ПНС и смесительные СНС) – 8 единиц;
- центральные тепловые пункты (ЦТП) – 3 единицы (их 8);
- групповые тепловые пункты (ГТП) – 3 единицы (из 30);
- индивидуальные тепловые пункты (ИТП) зданий – 380 единиц на сетях от 79 ТК (из 2100).

Из отчетных документов для заказчика с представленными параметрами сетевой воды (в виде совокупности таблиц) следуют следующие результаты:

- Отклонения (превышения) измеренных расходов воды (относительно расчетных) составляют:
 - на ПТК выше расчетных в 0,9 – 1,9 раза (наиболее реальным является их диапазон от 1,4 до 1,9);
 - на ПНС выше расчетных в 0,9 – 1,45 раза (в среднем 1,24);
 - на СНС ниже расчетных в 1,04 – 1,37 раза (что не является показательным).
- Значения измеренных располагаемых напоров (относительно заданных тепловыми инспекциями ТИ, обслуживающих сети организаций):
 - на ПТК получены одинаковыми и с некоторым завышением;
 - на ПНС – с занижением в 1,25 раза;
 - на СНС – по абсолютному уровню (после смесительных насосов СН) равны 3-6 м вод.ст. (на четырех экспериментах из пяти), ниже заданных и рекомендованных ТИ (10-24 м.вод.ст) в 3,3-4 раза, что показывает неприемлемость измеренных значений их для работы сетей.
- Значения измеренных температур подающей сетевой воды (относительно значений по температурным графикам) характеризуют как хорошее качество подаваемой к потребителям воды, так и достаточное потребление тепла во вторичных контурах потребителей.

УДК 621.321

Е.Г. АВДЮНИН, д.т.н., проф., А.Ю. КУТНЯКОВ, асп.
(ИГЭУ)

Расчет нормы потребления тепловой энергии для жилищного сектора г. Иваново

В России идет полным ходом реформа жилищно-коммунального сектора. Монопольное положение в жилищно-коммунальной сфере получили отраслевые организации, неэффективность работы которых общеизвестна и заставляет задуматься о путях ее улучшения.

Сегодня в России реальная стоимость коммунального обслуживания жилых зданий несколько выше тарифов, установленных для населения. Введение новых норм энергопотребления наметило пути экономии тепловой и электрической энергии в жилых и общественных зданиях.

Анализ показал, что на нужды отопления в среднем по России, от централизованного источника энергии расходуется 425 кВт.ч/м²год, что охватывает около 80% зданий. Эта цифра существенно выше аналогичных показателей в странах Северной Европы и Северной Америки.

Каждое здание своеобразно, поскольку оно выполнено по индивидуальному типовому проекту с соответствующей привязкой к месту строительства. Поэтому нормы теплотребления должны рассматриваться отдельно для каждого здания, чтобы учесть их специфические особенности (этажность, ориентация по сторонам света, расположение здания и т.п.). Для реализации индивидуальной оплаты за отопление жилых зданий необходимо провести паспортизацию жилого фонда. В настоящее время, возможно рассчитать только средневзвешанные нормы потребления тепловой энергии на нужды отопления. Расчеты проводились по двум направлениям:

- по результатам статистической обработки имеющейся у теплоснабжающих организаций г. Иваново

- по результатам расчетов на основе существующих СНиПов, норм и правил.

При реализации первого подхода были получены следующие данные: Формально по существующим договорам для домов ЖСК, подключенных к ТЭЦ на 2004 год (теплоснабжающая организация Ивгортеплоэнерго). Средневзвешанная норма тепловой энергии на нужды отопления по жилому фонду г. Иваново составляет: $q_{\text{ср}}=0.016-0.017$ Гкал/м²мес.

При реализации второго подхода были получены следующие данные: Для современного жилого здания (например, серии 90.01), сопротивляющих ограждающих конструкций которых соответствуют нормативам СНИП для второго этапа по энергосбережению составляет: $q_{\text{ср}}=0.0075$ Гкал/м²мес.

УДК 669.041 : 001.573

С.И. КАЛИМУЛИНА, асп., С.А. КРУПЕННИКОВ, д.т.н., проф.
(МИСиС)

Численное решение двумерной задачи теплопроводности в полом анизотропном цилиндре применительно к нагреву рулонов в колпаковой печи

Одним из основных этапов построения математической модели нагрева стопы рулонов в колпаковой печи является разработка алгоритма численного решения нелинейной задачи теплопроводности в полом анизотропном цилиндре. С этой целью проведено решение следующих модельных задач:

- линейной модельной задачи, основанной на допущении о постоянстве всех теплофизических параметров и имеющей по этой причине явное аналитическое решение; такая задача предназначена для проверки применимости того или иного численного метода путем непосредственного определения погрешности расчета, а также метода повторного счета для косвенной оценки этой погрешности;
- нелинейной модельной задачи, основанной на упрощении реальных граничных условий при сохранении их нелинейного характера, обусловленного зависимостью аксиального и радиального коэффициентов теплопроводности от температуры и участием радиационного теплообмена в формировании внешних тепловых потоков; такая задача предназначена для отработки итерационных процедур, необходимых для учета нелинейных факторов, и анализа влияния этих факторов на погрешность численного решения.

Точное аналитическое решение линейной модельной задачи получено методом разделения переменных [1]. Численное решение двумерной задачи теплопроводности проведено методом расщепления [2], основанным на использовании чисто неявных разностных схем при учете радиального и аксиального переноса тепла.

Результаты решения линейной модельной задачи представлены в виде графика изменения во времени погрешности расчета температуры в отстающей точке рулона. Показана применимость метода повторного счета [2] для оценки погрешности численного решения задачи. С использованием этого метода исследована зависимость погрешности решения нелинейной модельной задачи от размеров ячейки сеточной области и выработаны рекомендации по выбору сетки, обеспечивающей заданную точность расчета.

Литература

1. **Лыков А.В.** Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967.
2. **Арутюнов В.А., Бухмиров В.В., Крупенников С.А.** Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей. М.: Металлургия, 1990.

УДК 665.637:66.063.61

С.Н. ГУЩИН, к.т.н., проф.
(УГТУ – УПИ)С.Г. ДЕНИСЕНКО, чл.-корр.-советник АИН РФ, зам. ген. дир.
(Торговый Дом «ТМК»)Б.М. ШАВЕЛЬЗОН, к.т.н., чл.-корр. АИН РФ, ген. дир.
(ООО «Экологические технологии»)О.В. ЧЕРЕПАНОВ, академич. советник АИН РФ, зам. ген. дир.
(ООО «Экологические технологии»)

Усовершенствованный способ сжигания мазута в высокотемпературных промышленных печах

Одной из важнейших проблем сжигания мазута в промышленных печах является повышенное содержание в нем влаги. Обводненный мазут, содержащий твердые фракции, нарушает режим горения, увеличивает недожог топлива, образует отложения коксовых частиц по дымовому тракту. Другой, не менее важной проблемой является обеспечение полного и рационального сжигания мазута. На выходе из печей в продуктах горения, как правило, содержится некоторое количество несгоревшего топлива, что приводит к ухудшению экологических показателей по предельным значениям эмиссии для оксидов углерода, азота и серы.

Одним из решений этих проблем является использование специальной предварительной подготовки мазута к сжиганию, заключающейся в создании однородно распределенной, мелкодисперсной фракции, содержащейся в мазуте влаги и разрушении квазикристаллических структур, находящихся в составе мазута. Для ее подготовки авторы использовали новое устройство для гидроакустической обработки жидкостей, получившее название «Активатор» (Патент О.В.Черепанова № 2218206 от 24.06.2002)

Внедрение водомазутной эмульсии было осуществлено на сталеплавильных печах дуплекс-цеха Чусовского металлургического завода. На печи № 5 садка колебалась от 250,9 до 272.1 т. Средняя продолжительность плавки с использованием обычного мазута с влажностью 1% составляла 7ч.07мин. При переходе на эмульсии средняя продолжительность плавки составила 7ч.05мин. при 20% влаги. При этом коэффициент расхода воздуха колебалась в пределах 1,14...1,26. Температура факела при использовании водо-мазутных эмульсий возросла на 40...50°C в первом и на 20°C во втором окнах, удельный расход топлива снизился на 11,9 кг у.т./т

На печи № 6 садка колебалась от 258,6 до 276 т. Средняя продолжительность плавки составляла 7ч.23 мин. на мазуте: 7ч.29мин. при 20% и 7ч.26мин. при 26% влаги. Коэффициент расхода воздуха колебался в пределах 0,98... 1,17. Удельный расход топлива снизился на 17,8 кг у.т./т.

Перспективные температурные режимы нагрева в методических печах заготовок рельсовой электростали

Производство рельсов из непрерывнолитых заготовок (НЛЗ) в значительной степени позволяет повысить их качество, надежность и ряд других эксплуатационных свойств.

На ОАО «Новокузнецкий металлургический комбинат» (ОАО «НКМК») для обеспечения необходимой производительности в настоящее время при поэтапном нагреве НЛЗ под прокатку используют несколько нагревательных устройств: ямы стана «500», толкательные методические печи стана «500», нагревательные колодцы блюминга, камерные печи Сименса. Применение поэтапного нагрева приводит к значительной его продолжительности, а прокатка рельсов из НЛЗ сечением 300*330 мм формирует поверхностный обезуглероженный слой до 1-2 мм и более, что снижает качество рельсовой продукции. В связи с этим на комбинате принято решение по обновлению парка нагревательных устройств и ведется строительство методической печи с шагающими балками по проекту фирмы Techint (Италия).

В рамках выполненной работы проведено косвенное оценивание глубины обезуглероженного слоя в НЛЗ рельсовой электростали, микролегированной ванадием. В лабораторной печи по различным траекториям изменения температуры поверхности металла, аналогичным нагреву в ПШБ, нагревали образцы квадратного сечения 10×10 мм, длиной 30-40 мм из стали Э76Ф с содержанием ванадия 0,07 %. Глубину обезуглероженного слоя определяли как расстояние от края шлифа до основной структуры металла по ГОСТ 1763-68 на микроскопе МИМ-10 при увеличении 50-400^x. Структуру металла выявляли травлением в 4 %-ном растворе HNO₃ в этиловом спирте.

При нагреве по различным траекториям изменения температуры поверхности металла, близким к нагреву в ПШБ, при общей продолжительности нагрева 3-3,5 часа и конечной температуре поверхности 1200-1250 °С, обезуглероживание проявляется, в основном, в виде разорванной ферритной сетки по границам зерен перлита, что удовлетворяет требованиям к структуре поверхностных слоев рельсов в состоянии после прокатки. Отмечено, что для нагрева по указанным режимам характерно наличие в окалине так называемой смешанной зоны включающей зерна не окисленной, но обезуглероженной стали и оксидов. Наличие смешанной зоны затрудняет удаление окалины, и может стать причиной снижения качества поверхности рельсов. Увеличение температуры нагрева и продолжительности приводит к росту глубины смешанной зоны.

Моделирование работы сложных технологических систем

Практически все тепловые схемы современных энерготехнологических систем являются замкнутыми и многоконтурными. Поэтому проблема разработки оптимальной стратегии расчёта энерготехнологических систем обусловлена трудностями решения на ЭВМ больших систем нелинейных уравнений материальных и тепловых балансов сложных энерготехнологических систем. Обобщенная модель объекта (агрегата) представляется как равенство сумм входных и выходных потоков тепловых и массовых. Структура системы уравнений представлена двудольным графом, который кодируется матрицей структуры с элементами вида $S_{ij}=1$, если x_i входит в уравнение f_j ; и $S_{ij}=0$, в противном случае. Для определения последовательности расчета матрица обрабатывается методом максимальных весовых коэффициентов (методом Рамиреса-Вестала) для определения выходных переменных для каждого уравнения и итерационных блоков.

Матрица S преобразуется так, чтобы над выходными переменными стояли только нулевые элементы. Выходные переменные образуют сдвинутую на одну позицию вверх главную диагональ матрицы. Переменные, которые стоят в преобразованной структурной матрице P выше главной диагонали матрицы, определяются итерационно. Последовательность уравнений и переменных в матрице P соответствует последовательности расчета уравнений и вычисления значений переменных. Решение выделенных уравнений и систем уравнений проводится итерационным методом. Выбор алгоритма решения во многом определяет скорость сходимости итерационных процессов вычислений. Автором разработан алгоритм, позволяющий на основании анализа преобразованной матрицы P подготовить систему уравнений математической модели энерготехнологической системы к решению. Разработанный алгоритм был успешно апробирован при расчёте и разработке энергосберегающих мероприятий технологических схем производства азотоводородной смеси, синтеза аммиака из азотоводородной смеси, производства аммиачной селитры.

Литература

1. **Островский Г.М., Бережинский Т.А.** Оптимизация химико-технологических систем. Теория и практика. - М.: Химия, 1984.
2. **Chang, H. and Over, I. E.** Selected Numerical Methods and Computer Programs for Chemical Engineers. Sterling Swift, Manchaca, TX, 1981.

УДК 519.81

Ю.А. МАЛАШЕНКОВ
(филиал ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске)

Автоматизированный анализ эффективности технологической схемы при неполной информации и многокритериальности

Проблема принятия наиболее рационального решения, как при проектировании новой технологической схемы, так и при модернизации уже существующей остается актуальной по сей день. Как правило на рассмотрение представляется сразу несколько вариантов решений при том, что анализ приходится проводить по множеству критериев различной степени значимости. Кроме того задача может осложняться неполнотой информации.

В работе предлагается алгоритм оценки показателей технологической схемы при неполной информации и многокритериальности, состоящий из следующих этапов:

1. Задание исходной матрицы принятия решений, где строки соответствуют вариантам решений, столбцы – показателям эффективности. Элементами матрицы являются значения показателей эффективности.

2. Нормализация матрицы принятия решений.

3. Оценка значимости показателей эффективности, т.е. задание весов. Для этого используется метод экспертных оценок, метод энтропийных оценок, или метод потерь показателей.

4. Выбор оптимального варианта решения.

Если неполнота информации отсутствует, то для выбора окончательного варианта используется один из следующих методов: определение средневзвешенного успеха принимаемого решения; нелинейная форма принимаемого решения; определение комбинированного критерия средневзвешенного успеха; определение критерия близости к идеальной точки.

Если присутствует неполнота информации, то решение выбирается с использованием теории игр.

Алгоритм программно реализован в среде Borland C++ Builder.

Литература

1. **Гохман О.Г.** Экспертное оценивание: Учебное пособие. – Воронеж: Изд-во ВГУ. 1991.
2. **Теория** прогнозирования и принятия решений. Учебное пособие. Под ред. С. А. Саркисяна. – М., «Высшая школа», 1977.

УДК 697

В.С. ГЛАЗОВ, к.т.н., доц., О.Б. КОЛИБАБА, к.т.н., доц., Н.П. ГУСЕНКОВА, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Математическая модель сложного теплообмена в зоне сопряжения локального источника теплоты с наружным ограждением

Актуальность. Чтобы правильно рассчитать установочную тепловую мощность системы отопления, необходимо знать величину дополнительных тепловых потерь отопительными приборами, установленными у наружного ограждения. Анализ существующих методов определения дополнительных тепловых потерь [1] показал, что они являются оценочными и поэтому имеют узкую область применения. Об этом говорят и результаты натурных экспериментов. Отсюда следует необходимость работ направленных на совершенствование методов расчета дополнительных потерь через наружные ограждения.

Учитывая, что в старых домах («хрущевках»), фонд которых составляет не менее 50% всех жилых зданий г. Иваново, отопительные приборы располагаются в нишах наружных ограждений с малым термическим сопротивлением, необходима разработка предложений по снижению дополнительных тепловых потерь указанных зданий.

Цель данной работы состоит в разработке математической модели сложного теплообмена в зоне сопряжения отопительного прибора с наружным ограждением. Предлагаемая модель учитывает трехмерный кондуктивный перенос теплоты через наружное ограждение и межэтажное перекрытие, конвективный теплообмен в условиях неизотермичности поверхностей радиаторного участка и отопительного прибора, лучистый теплообмен с учетом геометрических и терморрадиационных особенностей поверхностей отопительного прибора и наружного ограждения.

Результат. Математическое моделирование процесса теплообмена в зоне сопряжения отопительного прибора с наружным ограждением и сопоставление с экспериментальными данными позволило установить влияние степени черноты поверхности радиаторного участка на величину дополнительных тепловых потерь. В частности, с уменьшением термического сопротивления радиаторного участка и увеличением степени черноты его поверхности тепловые потери возрастают.

Литература

1. **Модели** и методы определения теплопотерь через наружные ограждения в зоне установки отопительного прибора // Глазов В.С., Колибаба О.Б., Натарева С.В., Ометова М.Ю. Моделирование теплофизических процессов и вопросы энергосбережения в теплотехнологии. Межвузовский сборник научных трудов. – Иваново. ИГЭУ. 2000. с. 235-241.

УДК 621.321

В.П. СОЗИНОВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Снижение энергозатрат на общеобменную вентиляцию производственных помещений

В некоторых производственных помещениях имеются локальные источники выделения вредности в виде пыли, газа. Для предотвращения их поступления в рабочую зону используются системы аспирации. Они не только повышают чистоту воздуха в помещении, но и позволяют уменьшить производительность общеобменной вентиляции. Насколько это возможно видно на следующем примере.

Рассмотрим два варианта вентиляции, при осуществлении каждого из которых в воздухе помещения будет одна и та же концентрация вредности – допустимая ($C_{од}$). В первом варианте вредность удаляется только с помощью общеобменной вентиляции: в помещение поступает воздух в количестве $L_{п.1}$ и удаляется из него $L_{уд.1}$. Во втором варианте кроме общеобменной вентиляции имеется система аспирации: в помещение поступает воздух в количестве $L_{п.2}$, а удаляется общеобменной вентиляцией $L_{уд.2}$ и приемником системы аспирации $L_{пр}$. В приточном воздухе вредность отсутствует. Соотношение количества приточного воздуха по вариантам будет следующим:

$$\frac{L_{п.2}}{L_{п.1}} = \frac{L_{пр}}{L_{п.1}} + (1 - \eta_{пр}) ,$$

где $\eta_{пр}$ – коэффициент эффективности работы приемника вредности.

Если коэффициент эффективности работы приемника близок к единице, то из равенства следует вывод, что применяя систему аспирации можно уменьшить количество поступающего в помещение (а значит и удаляемого из него) воздуха во столько раз, во сколько раз производительность приемника системы аспирации меньше количества воздуха, требующегося для разбавления вредности в помещении при отсутствии системы аспирации.

Полученное выражение указывает на следующее:

- применение системы аспирации позволяет многократно снизить производительность общеобменной вентиляции;
- повышение коэффициента эффективности работы приемника при его неизменной производительности по воздуху может дать дополнительное снижение воздухообмена в помещении;
- расход тепла и электрической энергии на вентиляцию можно снизить в несколько раз.

Литература

1. Созинов В.П. Аспирация в АПК. – Иваново: НПЦ «СТИМУЛ», 1996. – 424 с.

УДК 697.06

В.К. ПЫЖОВ, к.т.н., доц., В.В. СЕННИКОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Потребление теплоты и теплоносителя на отопление в жилых зданиях

Непрекращающийся рост стоимости топлива и энергоносителей заставляет многих задуматься над вопросом: почему плата за электроэнергию, отопление и горячее водоснабжение возрастает с катастрофическими для бюджета каждой семьи темпами?

Сложившееся положение усугубляется отсутствием приборов учета тепловой энергии и теплоносителя, затраченных на отопление.

Более 10 лет прошло с момента принятия в России закона «Об энергосбережении», выпуска нормативной базы энергосбережения на Федеральном уровне (СНиП II-3-79*) и предоставления возможности применения территориальных нормативных документов (СНиП 10-01-94*), в которых могут быть заложены более высокие требования к энергосбережению и теплозащите зданий.

Для стимулирования внедрения энергосберегающих мероприятий в системах теплоснабжения и повышения теплозащитных свойств ограждающих конструкций отапливаемых зданий установлена шкала оценки энергетической эффективности.

Для каждого здания должен разрабатываться энергетический паспорт, в котором указывается действительный удельный расход тепловой энергии на отопление здания q^{des} кДж/(м²·°С·сут) [кДж/(м³·°С·сут)], полученный с использованием методик, учитывающих все фактические теплотери и тепловыделения в здании за отопительный период. В случае превышения фактических удельных расходов над нормируемыми владельцем здания должен разрабатывать мероприятия, позволяющие снизить затраты энергии на отопление здания.

С 1 октября 2003 года впервые введенным СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», в соответствии с которыми на Федеральном уровне в обязательном порядке устанавливается норма потребления тепловой энергии за отопительный период для вновь построенных жилых и общественных зданий и допустимый уровень превышения потребления энергии эксплуатируемыми зданиями.

В г. Иваново «нормирование потребления теплоты на отопление жилых зданий» осуществляется с 1 января 2005 г. в соответствии с Постановлением главы администрации г. Иванова.

В докладе дается анализ фактического энергопотребления жилыми зданиями с использованием модуля «Энергоаудит» и действующих нормативных документов.

УДК 66.041

Е.Н. ГНЕЗДОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Определение динамики усадки и температуры кирпича-сырца в процессе сушки по технологии фирмы «Fuchs»

Задачей эксперимента было измерение температурного поля садки кирпичей на вагонетке и определение характера и степени усадки кирпича в процессе сушки.

По технологии фирмы «Fuchs» садка кирпичей на вагонетке в туннельной сушилке состоит из одного ряда по высоте поставленных на тычок и отделенных друг от друга зазорами кирпичей.

Измерения температуры проводились в шести исследуемых кирпичах, равномерно распределенных по площади вагонетки (кирпичи были отделены от краев вагонетки двумя рядами или двумя кирпичами). Спаи 12-ти термопар типа ТХА в фарфоровой изоляции находились под верхней поверхностью кирпича (вдавливались в сырец) и над нижней опорной поверхностью тычка так, чтобы спай был посередине толщины кирпича пустотелого с 21 отверстием (размер кирпича 250x120x88 мм). При этом следили за тем, чтобы обследуемые кирпичи не были зажаты соседними кирпичами. Термопары были выведены на переключатель, с помощью которого поочередно подключались к вторичному показывающему прибору типа «Technoterm 9400». Изменение температуры теплоносителя вдоль сушилки через каждые 2 минуты фиксировалось регистратором TL-01.

Наиболее интересным следует считать факт повышенных температур во второй половине сушилки для кирпичей слева по ходу вагонетки по сравнению с остальными. Разница составляет величину ~ 20 °С в (примерно 63°С против 43°С) и это существенно.

Усадка кирпича в процессе сушки фиксировалась с помощью модернизированного dilatометра. Полученный экспериментально ступенчатый характер графика усадки с резкими подъемами опасен, так как именно быстрая усадка приводит к возникновению и развитию трещин в изделии. Анализ характера усадки позволил скорректировать параметры сушки так, что усадка стала более плавной.

Выводы

1) Нет единообразия развития температурного поля в кирпичах. Наибольшая неравномерность температур кирпичей ~ 20 °С – по ширине сушилки.

2) Перепад температур по высоте кирпича невелик и составляет $2 \div 3$ °С, редко 5 °С.

3) Усадка кирпича в основном происходит в районе 3-го \div 5-го окон (всего 9 окон по длине сушилки).

Применение автономных регистраторов температуры для улучшения технологии сушки кирпича

Для экспериментального определения характера изменения температур сушильного агента – горячего воздуха и кирпича-сырца в процессе сушки были опробованы: автономный регистратор температуры ТЛ-01 ОАО «Системотехника» г. Иваново и многоканальный измеритель-регулятор температуры ИРТ-4 ОАО «Практик-НЦ» г. Зеленоград.

Миниатюрный регистратор ТЛ-01 закладывали в различные точки садки кирпичей и вагонетку с кирпичами задвигали в рабочее пространство туннельной сушилки. Прибор был запрограммирован на регистрацию температуры (и сохранение этих значений во внутренней памяти) через каждые две минуты в течение почти трех суток (68 часов). В таком режиме прибор использовался многократно, проявил себя в работе надежным и удобным без каких-либо существенных замечаний.

График изменения температуры теплоносителя в сушилке был сопоставлен с графиком усадки кирпича-сырца, который получили с помощью прибора, установленного на ту же вагонетку. Оказалось, что перепады температур теплоносителя $\sim 2\pm 3$ °С на графике температур в средней его части соответствуют медленной или слишком быстрой усадке сырца, а последнее очень опасно, поскольку вызывает его растрескивание. Такой сопоставительный анализ изменения температуры теплоносителя и усадки кирпича-сырца позволил настроить работу газового тракта сушилки и выровнять графики температур и усадки, то есть предотвратить интенсивное растрескивание кирпича в сушилке.

Перспективным прибором является новый 16-ти канальный измеритель-регулятор температуры ИРТ-4. Прибор был выполнен по специальному заказу с использованием внешнего источника питания постоянного тока – аккумулятора и функцией «спящего режима». При использовании регистратора ИРТ-4 выявились некоторые недоработки и неудобства.

Поскольку температура в процессе сушки превышает предельно допустимое значение $+50$ °С для прибора ИРТ- 4, пришлось использовать ящик-термостат с холодильным агентом, в котором размещались бы на вагонетке прибор ИРТ- 4 и аккумулятор. Провода термопар выводились из ящика-термостата через теплоизолированные отверстия, что позволяло устанавливать спаи термопар в любых местах по всему объему садки кирпичей и над ними на движущейся вагонетке.

В целом многоканальный измеритель-регулятор ИРТ- 4 после доработки можно применять для исследования динамики температурных полей в теплотехнологических установках.

УДК 621.311

О.Н. МАХОВ, к.т.н., ст. препод., В.И. СУББОТИН, к.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Проблемы повышения эффективности станций подземного хранения газа

Развитие газовой промышленности России зависит от развития подземного хранения газа, поддерживающего необходимый уровень и эффективность газоснабжения. В настоящее время подземное хранение газа превратилось в одну из важнейших подотраслей газовой промышленности. Масштабы и темпы развития подземного хранения зависят от общих параметров развития газовой промышленности в целом. Вместе с тем ряд проблем развития подземного хранения обусловлен специфическими особенностями этой подотрасли.

Как известно, основным инструментом экономического стимулирования является цена. В большинстве западных стран цена на газ построена таким образом, что учитывает затраты в ПХГ и тем самым стимулирует их развитие.

В нашей стране ситуация совсем иная. В России, цены на газ устанавливаются директивно с ежемесячной индексацией в зависимости от уровня инфляции. При этом цена одинакова для всех районов страны, следовательно, и для потребителей всех трансгазов и не зависит от того, есть ли в данном транспортном предприятии подземное хранилище газа или нет. Такая система ценообразования способствует тому, что затраты на ПХГ не учитываются при формировании цен на газ.

Следует сказать, что затраты существенно различаются по отдельным трансгазам. Еще более по отдельным предприятиям различается их доля в суммарных издержках на транспорт газа.

При наличии единой цены на газ и различных условий, в которых находятся отдельные газотранспортные предприятия необходима корректировка, а иногда и перераспределение прибыли отдельных трансгазов.

Так, в США при объеме активного газа в 87 млрд. м³ мощность по суточному отбору составляет 1,9 млрд. м³, т.е. 2,1 % от активного объема, в ФРГ – 2,6 % , во Франции – 2,4 %, Италии – около 3,0 %. Это объясняется тем, что стоимость услуг ПХГ и прибыль, получаемая от этих услуг, определяется в виде платы за предоставленную хранилищами мощность в виде возможностей по максимальному суточному отбору.

В нашей стране такой платы нет и, следовательно, нет экономического стимула развития мощностного параметра ПХГ, по которому мы значительно отстаем – указанное выше соотношение у нас составляет менее 1 %, что существенно снижает надежность газоснабжения потребителей.

УДК 298.36

В.И. СУББОТИН, к.т.н., проф., В.В. УДАЛОВ, асп.
(ИГЭУ)
Е.Л. ТИМОШИН, инж.
(ОАО МПБ СЛПК)

Основные мероприятия по повышению надежности и эффективности работы магистральных тепловых сетей

Основной причиной неблагоприятного состояния в системе централизованного теплоснабжения г. Иванове являются «неплатежи» за потребленную тепловую энергию. Недостаточное финансирование ведёт к снижению объемов закупки топлива, вынужденному снижению его расхода на покрытие тепловых нагрузок и, как следствие, снижению температурного графика регулирования отпуска теплоты с источников теплоты (ТЭЦ), увеличению циркуляции теплоносителя в тепловых сетях и «сливов» у конечных потребителей. Следствием всего этого являются недопустимые объемы подпитки тепловых сетей «сырой» водой, внутренняя коррозия оборудования тепловых сетей, увеличивающиеся затраты на капитальный ремонт системы теплоснабжения.

Существенного сокращения потерь тепловой энергии в магистральных тепловых сетях можно добиться путем проведения следующих мероприятий:

1. Прекращение подпитки тепловых сетей «сырой» водой. Для этого необходимо устранение «сливов» сетевой воды у конечных («тупиковых»), потребителей; не допускать длительного опорожнения трубопроводов сетей в межотопительный (летний) период. В условиях прекращения горячего водоснабжения – заполнение трубопроводов сетевой водой.

2. Проведение мероприятий по недопущению затопления трасс; устройство дренажных колодцев; реконструкция теплотрасс, проложенных под землей в местах с уровнем грунтовых вод, превышающих уровень каналов сетей, и выносом их на поверхность земли.

3. Завершение работ по созданию системы прогнозирования состояния тепловых сетей на основе статистических данных.

4. Оснащение абонентов коммерческими узлами учета тепловой энергии и теплоносителя.

5. Использование при проведении капитальных ремонтов и новом строительстве трубопроводов с современными типами изоляции, нанесенными в стационарных условиях на специализированных заводах.

6. Установка новых станций катодной защиты тепловых сетей от коррозии.

УДК 697.1

В.В. СЕННИКОВ, к.т.н., доц., И.С. ВЛАДИМИРОВ, асп.
(ИГЭУ)

Использование термогидравлического распределения в схемах теплоснабжения

Современные автоматизированные источники теплоты оборудуются низкотемпературными котельными установками с плавно изменяемой температурой теплоносителя в зависимости от наружной температуры воздуха, с двухступенчатыми горелками и, соответственно, четырехступенчатой схемой регулирования отпуска тепловой энергии.

Условия эксплуатации данных котлов с так называемой «конденсацией» содержат, как правило, ограничения на минимально допустимую температуру теплоносителя в обратном трубопроводе перед котлом и на минимальный расход теплоносителя через котел (1/3 от номинального расхода). Такие схемы имеют первичный контур (контур источника), состоящий из двух-трех котлов с интегрированной системой управления и вторичный контур, включающий в себя несколько отопительных контуров, контур «теплых полов», контур ГВС, контур системы вентиляции и т.п. При различных режимах работы котельной установки расходы теплоносителя в первичном и вторичном контурах не совпадают (номинальный режим, режим снижения нагрузки потребителей, режим пуска-останова и др.), что обуславливает необходимость гидравлической развязки контуров. При полной гидравлической развязке изменение расхода теплоносителя во вторичном контуре (из-за изменения нагрузки многочисленных потребителей теплоты) не влияет на величину расхода теплоносителя первичного контура.

При теоретическом рассмотрении данного вопроса доказано, что тепловые схемы с байпасной линией одинакового диаметра в первичном контуре могут лишь минимизировать взаимное влияние контуров; полностью исключить влияние одного контура на другой позволяет схема с так называемым термогидравлическим распределителем (представляющий собой не что иное, как байпасную линию большого диаметра). При выводе использовались допущения: режим движения теплоносителя – установившийся и изотермический. При заданных расходах теплоносителей в первичном и вторичном контурах, а также в контуре байпаса, а, следовательно, при заданных величинах потерь давления, влияние вторичного контура на первичный исключается. С помощью программного модуля определены геометрические размеры термогидравлического распределителя.

Литература

1. **Cyssau R., Chandellier M., Marziou C.** Bouteilles et biphases hydrauliques.- CoSTIC, ENSAIS, France. Sedit Editeur – Domaine de Saint-Paul – 78470 SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE, 1980.

УДК 519.6

В.И. СУББОТИН, к.т.н., проф., Л.И. ТИМОШИН, к.т.н., доц.,
Д.Ю. ФОЛОМЕЕВ, асп. (ИГЭУ)
Е.Л. ТИМОШИН, инж.
(ОАО МПБ СЛПК)
Е.И. КРУПНОВ, к.т.н., доц.
(ИГАСА)

Децентрализованное воздуходобывание промышленного предприятия

На крупных промышленных предприятиях существует разветвленная система распределения сжатого воздуха. Удаленность некоторых потребителей составляет несколько километров от компрессорной станции. При том, что в общем балансе потребления сжатого воздуха данные потребители не превышают нескольких процентов. Суммарные потери давления от компрессорных станций до удаленных потребителей составляют значительные величины. Так, по результатам энергетического аудита, в системах сжатого воздуха крупного металлургического комбината потери давления составляют от 0,07 до 0,1 МПа.

В [1] указывалось, что потери давления от компрессорной станции до самых удаленных потребителей не должно превышать 0,05 МПа. Результаты проведенного энергоаудита говорят о необходимости применения децентрализованного воздуходобывания удаленных потребителей сжатого воздуха.

Экономический эффект от децентрализованного воздуходобывания складывается из следующих составляющих:

1. Уменьшение давление на выходе из компрессорной станции. Повышение конечного давления на выходе на 0,05 МПа приводит к увеличению на 6 % расхода электроэнергии [2].
2. Установка компрессора вблизи точки потребления снижает неизбежные потери при транспортировке.
3. Работа компрессора строго по графику работы цеха (например, остановка в ночные часы и выходные дни).

Эффективность децентрализованного воздуходобывания показана на одном из самых удаленных объектов металлургического предприятия. Установка в цехе винтового компрессора «Шторм» (производитель МКЗ «Борец») стоимостью 1,5 млн рублей имеет срок окупаемости 1,7 года.

Литература

1. **Карабин А.И.** Сжатый воздух. – М.: Машиностроение, 1964. – 344 с.
2. **Назаренко У.П.** Экономия электроэнергии при производстве и использовании сжатого воздуха. – М.: Энергия, 1976. – 104 с.

УДК 697.322

А.М. КАСК, асп., В.С. МАЛЫШЕВ, к.т.н., доц.
(Мурманский Государственный Технический Университет)

Оптимизация технологического процесса предприятия второй апатито-нефелиновой обогатительной фабрики (АНОФ-2) объединения ОАО «Апатит» с помощью математического программирования на базе компьютерной модели производства

Важнейшим аспектом развития промышленного предприятия является оптимизация потребления энергоресурсов при минимизации негативного влияния производства на окружающую среду.

Для решения оптимизационной задачи необходимо решить систему математических уравнений. Так как процессы производства описываются как линейными, так и нелинейными математическими зависимостями, решение представляет собой сложный расчетный процесс. Наиболее удобно и быстро задача оптимизации решается с помощью математического программирования на базе компьютерной модели производства.

Объектом исследования выбрана вторая апатито-нефелиновая обогатительная фабрика (АНОФ-2) производственного объединения ОАО «Апатит». Интеграционная модель исследуемого предприятия базируется на использовании математических методов для нахождения глобальных экстремумов целевой функции при ряде ограничений. Технологический процесс предусматривает потребление значительного количества холодной оборотной воды, которая после использования в технологическом процессе используется в качестве гидротранспорта хвостов. В 1990 году выработка апатитового концентрата резко упала, однако предприятие продолжает потреблять излишки оборотной воды в силу технических характеристик насосного оборудования установленного в системе оборотного водоснабжения.

Задача оптимизации производственного процесса решена путем построения оптимизационной модели производства при ряде ограничений. Целевая функция разработана при условии минимизации потребления оборотной воды, что привело к значительному снижению потребления электроэнергии. Оптимизационная модель оборотного водоснабжения предприятия выявила возможность и практическую значимость оптимизации технологических процессов производства, путем изменения рабочих параметров системы водоснабжения. В оптимизационной компьютерной модели реализованы прежний и предлагаемый варианты функционирования производства. На основе сравнения альтернативных вариантов смоделирован наиболее оптимальный и экономически эффективный путь развития производства.

УДК 621.3

В.И. СУББОТИН, к.т.н., проф., Л.И. ТИМОШИН, к.т.н., доц.,
Н.Н. ЯРУНИНА, асп.
(ИГЭУ)

Анализ режимов работы компрессорных станций магистральных газопроводов

В настоящее время режим работы компрессорных станций (КС) нельзя назвать рациональным. Существующая система выбора режима работы оборудования руководствуется только обеспечением необходимой производительности и не учитывает затраты энергоресурсов. В ходе энергетического аудита выявлены следующие неэкономичные режимы работы КС:

Во-первых, большинство газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом (ГГПА) постоянно работают с недогрузкой по мощности. Отклонение от номинального режима составляет $15 \div 20$ %. Это является причиной снижения КПД ГГПА и соответствующего перерасхода топливного газа. По экспертной оценке перерасход газа на компримирование составляет $5 \div 15$ %.

Во-вторых, температура технологического газа после аппарата воздушного охлаждения (АВО) выбирается и поддерживается без учёта экономических и энергетических факторов. Вместе с тем, из термодинамики известно, что понижение температуры газа уменьшает работу, затрачиваемую на компримирование, увеличивает пропускную способность газопровода, повышает его надёжность. С другой стороны, понижение температуры газа требует включения в работу дополнительных вентиляторов АВО, что приводит к увеличению расхода электроэнергии на их привод. Следовательно, необходимо поддерживать оптимальную температуру охлаждения газа после АВО, при которой суммарный расход электрической энергии на привод нагнетателей газоперекачивающих агрегатов с электроприводом и вентиляторов АВО будет минимальным. По экспертной оценке, за счёт поддержания оптимальной температуры газа после АВО, можно добиться снижения расхода топливного газа или электроэнергии на компримирование на $2 \div 3$ %.

В-третьих, некоторые существующие схемы подключения КС и нагнетателей к магистральным газопроводам являются недостаточно гибкими и ограничивают выбор режима работы ГГПА. Особенно это относится к компрессорным цехам с неполнонапорными нагнетателями. Анализ существующих технологических схем КС и их совершенствование позволит более гибко управлять режимами перекачки. Указанные недостатки позволяют сделать вывод, что газотранспортная система работает в неоптимальном режиме. Решить проблему выбора оптимального режима работы газоперекачивающего оборудования можно только на основе методологии системного анализа и математического моделирования.

УДК 697.4.004.2

В.Н. ДОРОФЕЕВ, к.т.н., доц., В.И. ТАРАСЕНКО, к.т.н., доц.,
В.Ф. НИКИШОВ, к.т.н., доц, В.Ю. ПРОНИН, к.т.н., доц,
(ИГЭУ)

Результаты теплогидравлических расчетов распределительных тепловых сетей

В городской инфраструктуре теплоснабжения (для крупного города) рассмотрена часть распределительных двухтрубных водяных тепловых сетей (РТС) протяженностью 180 км (из них 160 км первичного контура) с суммарной тепловой нагрузкой (максимальной на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение) присоединенных потребителей (абонентов), равной 527 Гкал/ч (по договорам с теплоснабжающей организацией за 2002 год) и 546 Гкал/ч (по расчетным условиям).

В результате энергообследования РТС (с учетом расчетов и инструментального энергоаудита) рекомендованы следующие средние доли теплопотерь (относительно отпущенного в сети тепла) в тепловых сетях (с участками теплоносителя и через теплоизоляцию):

- расчетные (по нормам удельных теплопотерь) – до 9%, в том числе:
 - нормативные (утвержденные владельцем сетей и согласованные в департаменте по топливу) – 6,28%;
 - сверхнормативные (требуют уточнения) – 2,72%;
- расчетные (с теоретической оценкой дефектов теплоизоляции на участках сетей) – 16-17%;
- фактические (по измерениям): средние 21,5%; (до 43,5%).

При обобщении результатов энергообследования РТС (на основе расчетов и измерений) получены значения размеров сетей, которые необходимо заменить при планируемой их реконструкции:

- замена трубопроводов на большие диаметры на гидравлически перегруженных участках (по расчетам) в количестве 7,5-10 км, что составляет 7,5 (4,72) – 10 (6,3) % от протяженности сетей: обследуемых (100 км) и заданных техническим условиями (160 км; в круглых скобках);
- замена (включая восстановление) разрушенной теплоизоляции на участках протяженностью от 3 до 7,5 км, что составляет 1,9 – 4,72 % от заданной заказчиком протяженности. При этом доля труб с вновь заменяемой изоляцией составляет 30-45%.

По результатам энергоаудита РТС рекомендованы мероприятия:

- улучшение уровня эксплуатации тепловых сетей (согласно ПТЭ);
- замена труб на гидравлически перегруженных участках: 7,5-10 км;
- восстановление теплоизоляции теплопроводов сетей (при ее отсутствии, свисании и разрушении): 3-7,5 км;
- соблюдение утвержденного температурного графика отпуска тепла: 130/70 °С (с обоснованием значений точек срезки и излома согласно СНиП по тепловым сетям) с переводом на проектный график отпуска тепла – 150/70 °С и др. Суммарные капитальные затраты на реконструкцию сетей составляют от 10 до 15 млн.руб.

УДК 677.027.18

В.П. КАПУСТИН, к.т.н., с.н.с., Е.В. КУТУМОВА, к.т.н., доц., Г.П. СТАВРОВ, инж.
(ИГЭУ)

Повышение энергетической эффективности отделочных технологий текстильных предприятий

Большинство текстильных предприятий в современных условиях характеризуется низкой эффективностью использования энергоресурсов и имеет значительный потенциал энергосбережения. Это обусловлено устаревшим оборудованием, энергоемкими технологиями с большими тепловыми отходами производства и слабым использованием вторичных энергоресурсов. Доля затрат на энергоресурсы в себестоимости продукции в отделочном производстве достигает 40-50%.

Очевидно, что без резкого повышения энергетической эффективности невозможно обеспечивать рост объемов производства, снизить себестоимость продукции, делать ее привлекательной и конкурентоспособной.

В связи с этим возрастает актуальность создания и промышленного внедрения новых научных разработок, направленных на совершенствование технологических процессов и снижение их энергоемкости, применение новых прогрессивных методов обработки текстильных материалов, использование ВЭР. Практический опыт последних лет показывает, что при комплексном подходе к вопросам повышения энергетической эффективности производства на предприятиях достигаются очень высокие результаты: повышение производительности оборудования в 2 раза, снижение удельных показателей энергосбережения в 2-2,5 раза, снижение расходов тепловой и электрической энергии, технологической воды. Расчеты показывают, что при достаточных объемах внедрения новых разработок в целом по отделочному производству общее потребление энергоресурсов может быть снижено на 25-30%.

Примеры внедрения энергоэффективных разработок, созданных учеными и специалистами ИГЭУ и ИвНИТИ.

1. Усовершенствование системы использования горячей воды на промывных линиях.
2. Утилизация теплоты паровоздушных выбросов от сушильных машин и зрельников.
3. Использование установок к инфррокрасным излучением взамен оборудования с конвективным нагревом.
4. Освоение технологии и оборудования для энергосберегающей пропитки ткани.
5. Применение регуляторов влажности ткани на базе влагомера ИВК на сушильном оборудовании.

Все перечисленные разработки внедрены на многих ведущих предприятиях РФ при непосредственном участии разработчиков.

Комплексная работа по созданию и внедрению нового энергоэффективного оборудования и технологий удостоена государственной премии Правительства РФ в области науки и техники за 2004 г.

УДК 621.187.64

В.П. КАПУСТИН, к.т.н., с.н.с., В.К. ПЫЖОВ, к.т.н., доц.,
В.П. ГОЛОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Энергоаудит организаций бюджетной сферы и реализация потенциала энергосбережения

Специалистами Центра энергосбережения ИГЭУ проведен энергоаудит общеобразовательных школ и вузов г. Иваново. Проведен анализ договорных условий на энергоснабжение, объемов потребляемых энергоносителей и эффективности их использования. Выполнены аудиторские расчеты по определению теплопотерь зданий и требуемой нагрузки на отопление и ГВС.

Разработаны мероприятия по энергосбережению и энергетические паспорта организаций. Рассчитаны лимиты на энергопотребление.

Для каждого потребителя энергоресурсов определен потенциал энергосбережения, реализация которого позволила бы существенно сократить энергопотребление, уменьшить финансовые затраты на коммунальные услуги.

Выявлен ряд недостатков, снижающих эффективность использования энергоресурсов и вызывающих завышенные финансовые затраты.

1. Из-за отсутствия или неисправности приборов учета у потребителей в договорах на энергосбережение поставщиками завышаются характеристики и объемы потребления: по сравнению с нормативными и расчетными показателями: теплоты на 15-20% горячей воды в 1,5-2 раза, водопроводной воды в 3-4 раза.
2. В зданиях недостаточно утеплены окна, дверные проемы, имеются не утепленные подвалы с открытыми проемами в фундаменте.
3. Конструктивные нарушения в системах отопления и ГВС, отсутствие квалифицированного обслуживания коммуникаций.
4. Бесконтрольность арендующих организаций за расходованием горячей и холодной воды, при отсутствии приборов учета.
5. Низкая температура воздуха в помещениях из-за «недотопа» со стороны тепловых сетей и вынужденное при этом использование электронагревательных приборов.
6. Недопустимо низкая освещенность в учебных помещениях (40-70%) из-за недостатка люминисцентных ламп (отсутствие финансовых средств).

Разработанные мероприятия по энергопотреблению бюджетными организациями, как правило, не реализуются. Поэтому реального снижения энергопотребления фактически не происходит.

СЕКЦИЯ 9. ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА И МЖУ

УДК.621.313

Ю.Б. КАЗАКОВ, д.т.н., проф., В.В. КОРОТКОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, ОГУП «Ивановский центр энергосбережения»)

Оценка изменения потерь холостого хода трансформаторов в процессе эксплуатации

При расчетах потребляемой энергии потери холостого хода трансформатора (ΔP_{xx}) обычно принимаются равными паспортному значению. Срок службы трансформаторов достигает 30 и более лет. Неточное задание ΔP_{xx} приводит к существенной ошибке в расчетах отпуска электроэнергии. «Цена ошибки» возрастает с увеличением времени работы трансформатора, мощности и числа трансформаторов в сети.

ΔP_{xx} может меняться с течением времени работы трансформатора. Это происходит по нескольким причинам. При плохой изоляции листов стали возникают циркулирующие вихревые токи увеличивающие ΔP_{xx} . При длительной работе трансформатора происходит частичная распрессовка шихтованного сердечника, появляются паразитные зазоры. В результате увеличивается ток холостого хода, возрастают потоки рассеяния, вызывающие повышение потерь от них. Возможные в процессе работы повышенные перегревы трансформатора приводят к ухудшению магнитных свойств стали сердечника, увеличению тока холостого хода и повышению ΔP_{xx} . С течением времени происходит ухудшение диэлектрических свойств изоляции обмоток и выводов, трансформаторного масла. В результате возрастают токи утечки, увеличивается частота и мощность частичных разрядов, повышаются диэлектрические потери, особенно для высоковольтных трансформаторов. В течение срока службы трансформаторы могут подвергаться ремонту. Некачественная перешихтовка магнитопровода, замена стали сердечника другой марки стали, косых стыков на прямые, дополнительная механическая обработка листов стали, отжиг пластин стали увеличивают ΔP_{xx} . Существенно влияет на ΔP_{xx} изменение при ремонте обмоточных данных, изоляционных промежутков, замена трансформаторного масла и твердой изоляции обмоток и выводов. В целом, изменение ΔP_{xx} трансформаторов в течение срока службы может достигать 30-50%.

Изменение ΔP_{xx} с течением времени работы подтверждается результатами измерений на 13 трансформаторах ТМ 250/10 Шуйской электросети со сроками службы от 2 до 34 лет. Наблюдается явно выраженная тенденция роста ΔP_{xx} с увеличением времени работы трансформатора в среднем на 1-2 % в год. Таким образом, в расчетах отпуска энергии и потерь мощности в сетях следует учитывать изменение ΔP_{xx} трансформаторов с течением срока их службы.

УДК 621.313

Ф.А. МАМЕДОВ, д.т.н., проф.
(РГАЗУ)
А.С. САФОНОВ, к.т.н., доц.
(МГОУ)

Разработка встроенных электромеханических систем для АПК

Современный агропромышленный комплекс характеризуется широким использованием электрифицированного оборудования, в состав которого входят асинхронные электродвигатели (АД) цилиндрической конструкции. Применение данных электродвигателей не всегда удовлетворяет требованиям конкретного оборудования, т.к. часто частоты вращения рабочего органа и вала АД не совпадают или требуется преобразование одного вида движения в другой. Это вызывает необходимость применения передаточных звеньев, кривошипно-шатунных механизмов, ухудшающих массогабаритные показатели, снижающих надежность и производительность оборудования. Поэтому перспективным направлением развития электропривода сельскохозяйственных машин является создание электропривода без механических передач. Данная задача может быть решена разработкой встроенных электромеханических систем (ВЭМС) на базе торцевых АД (ТАД), дугостаторных (ДАД) и линейных (ЛАД). В ВЭМС в качестве ротора используется вращающаяся (поступательно движущаяся) часть рабочего органа, что исключает необходимость применения передаточных звеньев, повышает надежность за счет упрощения кинематической схемы привода, снижает массогабаритные показатели, а также позволяет повысить оптимальность проектирования ВЭМС с учетом специфики, условий и режимов работы оборудования.

Авторами проведены исследования [1] массогабаритных показателей ВЭМС в диапазоне мощности 1,1...55 кВт и опубликованы их результаты, убедительно подтверждающие преимущество ВЭМС в приводе сельскохозяйственных машин. При проектировании в качестве критерия оптимальности ВЭМС выбрано максимальное значение отношения механической мощности к массе активных материалов. При этом, согласно рекомендациям, было повышено значение фактора нагрева до $4 \cdot 10^{11}$ A^2/m^3 при заданных КПД и $\cos\phi$, что позволило более полно использовать электрическую и магнитную системы машины и снизить массогабаритные показатели. Получены аналитические зависимости, позволяющие в выбранных пределах изменения параметров определять массогабаритные показатели при любых мощностях, частотах вращения и углах дуги индуктора не прибегая к сложным расчетам.

Литература

1. Сафонов А.С. Встроенные электромеханические системы, совмещенные с сельскохозяйственным механизмом. Дис. канд. техн. наук. – М.: 2002.

УДК 537.84:532.135

Н.И. КРЫЛОВ, к.т.н., доц., М.Н. ШУРЫГИН, к.т.н., доц.,
Ю.Я. ЩЕЛЫКАЛОВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Конечно-элементное моделирование динамической модели демпфера на базе магнитореологической суспензии

Твердотельное моделирование динамической модели демпфера на базе магнитореологической суспензии (МРС) позволяет в дальнейшем применять технику конечно-элементного моделирования с учетом нелинейных свойств МРС. Твердотельная модель демпфера на базе МРС представлена на рис. 1.

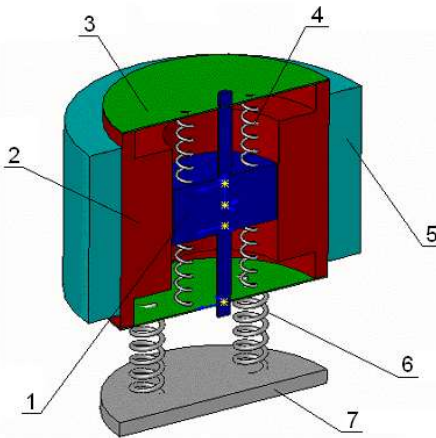


Рис. 1. Продольный разрез твердотельной модели демпфера с МРС:

- 1 – магнитный сердечник с катушками;
- 2 – корпус;
- 3 – диафрагма;
- 4 – нелинейная пружина;
- 5 – корректирующие массы;
- 6 – линейная пружина;
- 7 – жесткий фланец объекта

Магнитный сердечник с катушками предназначен для управления диссипативно-жесткостными свойствами МРС. Корпус является одновременно и магнитопроводом. Диафрагмы предназначены для центрирования демпфера и выделения осевой составляющей колебаний. Линейные пружины совместно с корректирующими массами предназначены для настройки на заданный частотный диапазон. Нелинейные пружины отражают вязко-жесткостные нелинейные свойства самой МРС.

В магнитном поле частицы МРС образуют вдоль силовых магнитных линий прочные анизотропные цепочки и МРС как бы «затвердевает». Степень «затвердевания» МРС зависит от величины сигнала, подаваемого на катушки управления, что позволяет значительно расширить частотный диапазон эффективного виброгашения демпфера.

УДК 621.313

В.Е. ВЫСОЦКИЙ, к.т.н., доц., П.В. ТУЛУПОВ, к.т.н., доц.,
В.Е. ВЕРЕЩАГИН, асп., ассист.
(СамГТУ)

Автоматизированное проектирование вентильных двигателей-генераторов для электромеханических комплексов автономных объектов

Для электрооборудования автономных объектов и комбинированных электроустановок гибридных автомобилей существует настоятельная необходимость создания гибких автоматизированных систем проектирования, позволяющих получать решения при учете различных факторов: вариантов схемных решений, имеющихся компонентов и материалов, существующего технологического процесса.

При создании методики проектирования магнитоэлектрических вентильных двигателей-генераторов (ВДГ) для указанной области применения решалась задача построения таких методов расчета, которые в равной мере учитывали бы многие факторы, влияющие на их работу.

ВДГ относится к электрическим цепям и системам с переменной структурой. Квазиустановившийся режим работы характеризуется периодическим изменением состояния ключей. Для рассматриваемого класса систем вне зависимости от того, каким образом изменяется их структура, наилучшим является операторно-рекуррентный (ОР) метод.

Другая отличительная черта предлагаемого подхода к проектированию – систематический просмотр многомерных областей. Для этих целей применяются ЛП^Т последовательности с высокими характеристиками равномерности.

В качестве входной автоматически варьируемой информации (координат пространства параметров) выступают: относительные величины, характеризующие геометрию активной части ВДГ, а также параметры магнита.

Задаются параметрические ограничения (диапазон изменения параметров). В условия задачи также включаются функциональные ограничения, например, $\Delta t_{\text{ор}}^{\circ} \leq 100^{\circ} \text{C}$, индукция во втулке $B_{\text{вт}} \leq 1,9 \text{ Тл}$ и другие.

Вводятся и отыскиваются критериальные ограничения, для обоснованного выбора, которых проводятся предварительные исследования, а для унификации расчетов используются безразмерные параметры.

Преимуществом разработанных методов математического моделирования является ориентация на решение задач проектирования электромашинной части ВДГ с учетом полупроводниковой компоненты. Разработанный программно-оптимизационный комплекс позволяет проектировать ВДГ широкой шкалы мощностей, конструктивных, схемных исполнений и является гибкой, динамичной и развивающейся системой.

УДК 621.313.2

С.А. ГАНДЖА, к.т.н., технич. дир.
(НИИ «Уралмет», г. Челябинск)

Оптимизация параметров вентильных электрических машин постоянного тока с аксиальным воздушным зазором

Электрические машины с аксиальным зазором (ЭМАЗ) начали интенсивно развиваться в последнее время в связи с промышленным освоением постоянных магнитов на основе высококоэрцитивных материалов типа самарий-кобальт, неодим-железо-бор.

ЭМАЗ можно классифицировать по форме активных элементов, создающих электромагнитный момент. По форме постоянных магнитов различают ЭМАЗ с цилиндрическими, призматическими и сегментными магнитами. Фазные катушки ЭМАЗ могут иметь кольцевую, трапецидальную, волновую и тороидальную формы. Сочетания названных форм якоря и индуктора образуют модификации ЭМАЗ.

Точность расчета ЭМАЗ при анализе и синтезе ВМАЗ зависит от точности определения средней линейной нагрузки и средней индукции. Эти параметры можно определить с требуемой точностью, если качественно рассчитать картину магнитного поля. Из опробованных методик наилучшие результаты дали методики, рассчитывающие плоскопараллельное магнитное поле на основе метода конечных элементов.

Задача оптимального проектирования ЭМАЗ была поставлена в классической формулировке [1]: для заданных параметров (конкретного исполнения, материалов, исходных данных технического задания), при технологических ограничениях (минимально и максимально возможных размерах магнита, проводника), делая перебор независимых переменных по определенному алгоритму, определить геометрию, которая обеспечивала бы минимальное значение конкретного выбранного критерия. Для ее реализации разработан программный пакет оптимизации ВМАЗ.

Основным принципом, заложенным в программу, является максимальная гибкость, которая позволяет охватить различные режимы работы, конструктивные исполнения, и уровни оптимизации.

В качестве дополнительного сервиса в программу вложена процедура построения трехмерных моделей активных частей (магнитной системы и фазных обмоток) в формате SolidWorks и возможность анализа электронных схем с применением программы MicroCap7. При этом создан задел для сквозного проектирования в части дальнейшего конструкторского моделирования и инженерной отработки электронных схем.

Литература

1. Геминтерн В.И., Каган Б.М. Методы оптимального проектирования. - М.: Энергия, 1980.-160 с., ил.

УДК 621.316.79

В.С. КОПЫРИН, к.т.н., проф., Н.В. КОПЫРИНА
(НПП «ЭНЭК»)
Е.М. СОКОЛОВА, к.т.н., доц.
(МЭИ)

Схема замещения системы «преобразователь частоты с широтно-импульсной модуляцией – асинхронный двигатель» при инверторном торможении

Система «преобразователь частоты с широтно-импульсной модуляцией – асинхронный двигатель» (ПЧ с ШИМ – АД) получает все более широкое применение для различных механизмов. В большинстве ПЧ с ШИМ – АД реализуется инверторное торможение (ИТ) [1]. Для ряда механизмов (подъемно-транспортные установки, тяговый транспорт, устройства натяжения и другие) требуются установившиеся режимы ИТ. Для их анализа и расчета необходима схема замещения системы ПЧ с ШИМ – АД при ИТ. Причем, они имеют отличительные особенности для автономных инверторов напряжения (АИН) и тока (АИТ).

Схема замещения для ПЧ с АИН с поочередной коммутацией вентилях приведена в [1]. Для ПЧ с ШИМ – АД на базе АИН схема замещения имеет существенные отличительные особенности. Они обусловлены:

- формой напряжения на обмотке статора АД;
- формой тока в обмотках статора АД;
- формой тока в вентилях АИН;
- наличием неуправляемого выпрямителя;
- особенностями электромагнитных процессов, протекающих в АД при ИТ.

При разработке схемы замещения используется метод непрерывной аппроксимации напряжения на выходе АИН. Активное сопротивление АИН и тормозное сопротивление, подключаемое на входе АИН, приводится к зажимам обмотки статора. Конденсатор емкости входного фильтра АИН представляется в виде источника ЭДС с учетом напряжения на выходе неуправляемого или управляемого выпрямителя, входящего в состав ПЧ. Схемы замещения имеют отличие для АД с короткозамкнутым ротором и линейным (ЛАД) асинхронным двигателем.

В докладе приводится ряд схем замещения системы ПЧ с ШИМ – АД на базе АИН для установившегося режима инверторного торможения асинхронного двигателя.

Литература

1. Копырин В.С., Лихошерст В.И., Соколов М.М. Тормозные режимы системы преобразователь частоты – двигатель. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

УДК 621.313.32

В.Н. КАРАУЛОВ, к.т.н., доц., А.К. ГРОМОВ, к.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Проектирование вентильного индукторного двигателя с заданными характеристиками

Особенностью вентильного индукторного двигателя (ВИД) является зависимость величины электромагнитного момента $M_{эм}$ от положения ротора – угла α между взаимодействующими зубцами статора и ротора. При работе двигателя в позиционном режиме необходимо либо постоянство момента при любом положении ротора, либо должна быть обеспечена заданная зависимость величины момента от положения ротора.

Указанные свойства могут быть обеспечены конструктивными решениями и управлением питанием машины.

Проектирование ВИД предполагает определение размеров магнитопровода и обмоточных данных, обеспечивающих требуемую величину момента и допустимого тока в цепях полупроводникового преобразователя.

Зависимость $M_{эм} = f(\alpha)$ рассчитывается с учетом нелинейностей в магнитной цепи двигателя, двусторонней зубчатости – как это принято в опубликованных методах расчетов ВИД; величина момента определяется по изменению энергии магнитного поля в зазоре.

Реализация заданной зависимости момента от угла определяет необходимость значительного изменения величины питающего напряжения в границах малых изменений угла α .

Предлагается метод расчета изменения питающего напряжения, обеспечивающего требуемый вид характеристик $M_{эм} = f(\alpha)$ во всех четырех квадрантах.

Выполнены проектные и электромагнитные поверочные расчеты ВИД мощностью 15 кВт, 3000 об/мин. В результате расчетного исследования установлено, что ВИД может развивать мощность, в 1.5 раза превышающую номинальную асинхронной машины в том же габарите; при этом плотность тока в фазах статора не превышает приемлемых значений и энергетические показатели ВИД не изменяются. Указанные результаты характеризуют установившиеся длительные режимы работы ВИД с указанной скоростью; в кратковременных режимах работы перегрузка может достигать двукратного значения.

Приводится сравнение результатов расчетов с экспериментальными данными.

УДК 628.16:537.84

Н.А. МОРОЗОВ, к.т.н., доц., Ю.И. СТРАДОМСКИЙ, к.т.н., доц.,
Ю.Я. ЩЕЛЫКАЛОВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Сбор нефтепродуктов с поверхности воды с использованием магнитной жидкости, полученной из железосодержащих отходов

Реализация данного способа в значительной мере зависит от стоимости используемой магнитной жидкости (МЖ). При этом целесообразно одноразовое использование МЖ, что резко снижает требования к ее устойчивости и способствует ее удешевлению. В Ярославском государственном техническом университете (ЯГТУ) разработана технология получения дешевых МЖ из железосодержащих отходов производства [1]. Целью данного исследования является проверка пригодности таких МЖ для очистки поверхности воды от НП, в качестве которых были взяты реальные загрязнители: веретенное масло и сырая легкая нефть Жирновского НПУ Волгоградской области.

Омагничивание НП магнитной жидкостью осуществлялось путем разлива МЖ или ее распылением на поверхность НП. Для растворения МЖ в НП давалась выдержка времени различной продолжительности. МЖ характеризуется следующими параметрами: плотность $\rho = 990 - 1040 \text{ кг/м}^3$; намагниченность насыщения $M_S = 16 \text{ кА/м}$. При проведении экспериментов выбор объема вводимой МЖ производился из его отношения к объему НП, которое следовало собрать, как 1:10, чтобы намагниченность насыщения омагниченных НП находилась в пределах $1 - 1,5 \text{ кА/м}$. Сбор НП происходил в условиях неподвижной водной поверхности. Подавляющее количество НП было собрано в первые минуты сбора. Во всех опытах после сбора на поверхности воды остается тонкая пленка НП микронной толщины.

Выводы.

1. Магнитная жидкость, полученная из железосодержащих отходов производства по технологии, пригодна для использования при очистке воды от НП.

2. Для повышения собираемости НП и уменьшения времени сбора необходимо МЖ вводить в НП в дисперсном состоянии путем разбрызгивания или распыления.

3. При распылении МЖ на поверхность НП время его омагничивания при толщине слоя до 10 мм составляет от 3 до 7 минут.

4. Поскольку МС имеет ограниченную зону действия, то для повышения собираемости НП необходимо организовывать или передвигание МС или течение воды через него.

Литература

1. Калаева С.З., Макаров В.М., Шипилин А.М. Способ получения магнитной жидкости. Патент РФ №2182382, бюл. №13 от 10.05.2002г.

УДК 621.365.5

Ю.В. ЗВЕРЕВ, инж., А.Н. ЛАПИН, к.т.н., доц., Ю.Б. ЦЫКАРЕВ, инж.
(ИГЭУ)

Индукционное нагревательное оборудование для нагрева в технологических процессах локомотивных депо

При обслуживании и экипировке локомотивов в депо имеются разнообразные потребности в технологическом нагреве. Здесь в первую очередь имеются в виду сушка кварцевого песка [1] и подогрев жидкости системы охлаждения дизельных двигателей во время длительной стоянки в зимнее время [2].

Специфические условия железнодорожных локомотивных депо формирует к установкам нагрева определенные требования:

- простота и неприхотливость в эксплуатации;
- высокая надежность и безопасность;
- хорошие массогабаритные показатели;
- невысокая стоимость;
- экологичность и экономичность.

Удовлетворить указанным выше требованиям при переходе от устаревших традиционных источников тепла (пар, сжигание различного топлива) могут индукционные нагреватели трансформаторного типа на токах промышленной частоты. Они позволяют осуществлять автоматическое управление процессами нагрева, точно регулировать температуру и поддерживать необходимый график нагрева.

В настоящее время известно значительное количество конструкций индукционных нагревателей [3], но в результате критического анализа авторами установлена необходимость получения новых технических решений, учитывающих конкретные аспекты применения установок.

В докладе освещаются особенности таких решений, обсуждаются расчетные методики и алгоритмы, анализируются результаты опытной эксплуатации промышленных образцов.

Литература

1. **Волков А.А., Зверев Ю.В., Лапин А.Н., Цыкарев Ю.Б.** Электроиндукционные установки для сушки сыпучих материалов. // Межвузовский сб. научн. тр. / Иван. гос. энерг. ун-т. Иваново, 2001. – с. 77-81.
2. **Зверев Ю.В., Лапин А.Н., Цыкарев Ю.Б.** Индукционная установки для стабилизации температурного режима двигателей тепловозов при выполнении технических осмотров. // Тезисы докладов МНТК «XI Бенардосовские чтения», Иваново, 2003.
3. **Кувалдин А.Б.** Индукционных нагрев ферромагнитной стали. – М.: Энергоатомиздат. – 1988.

Программирование численного эксперимента в среде MathCad с использованием библиотеки LabEM

Библиотека LabEM, разработанная в ИГЭУ, представляет собой набор DLL (динамически подключаемых библиотек), способных интегрироваться с популярным математическим процессором MathCad и поставляющих в него функции формирования и управления математическими моделями электромеханических устройств.

Данная библиотека состоит из трех подсистем:

- 1) подсистема конечно-элементного моделирования магнитного поля;
- 2) виртуальный лабораторный стенд, имитирующий динамику электрических цепей и каскадов электромеханических устройств;
- 3) подсистема поискового моделирования, предназначенная для формализации и решения задач нелинейного программирования.

Разработаны базовые функции, приемы и методики программирования численного эксперимента в среде MathCad.

Типовая методика выглядит следующим образом:

- 1) на рабочем листе MathCad реализуется методика проектирования данного электромеханического устройства;
- 2) подсистема поискового моделирования позволяет формализовать и решить задачу поиска решения, удовлетворяющего заданным требованиям, например, задачу проектирования устройства при любом списке исходных данных или поиска оптимального варианта;
- 3) создается программа параметрического генератора конечно-элементной модели, которая строит и перестраивает данную модель автоматически в соответствии с размерами, полученными из проектного расчета или введенными исследователем;
- 4) пишется программа численного эксперимента, которая деформирует созданную модель по заданному алгоритму, или регенерирует ее в соответствии с текущими условиями, например, осуществляет перемещение отдельных элементов модели относительно друг друга, задает текущие значения параметров рабочего режима и т.д.; таким образом можно написать, например, программу расчета статических и динамических характеристик устройства с использованием результатов расчета поля, или сформировать матрицы, хранящие результаты расчета поля при варьировании каких-то величин в заданных пределах и т.п.
- 5) матрицы потокоцеплений обмоток или даже отдельных секций, аппроксимированные многомерными сплайнами поступают в виртуальный лабораторный стенд, где численный эксперимент можно реализовать в интерактивном режиме в реальном времени или в масштабе по времени; здесь можно снять и сравнить характеристики, полученные с использованием результатов расчета поля и без.

УДК 621.313

Д.В. РУБЦОВ, инж., А.И. ТИХОНОВ, к.т.н., доц.,
В.П. ШИШКИН, к.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Разработка конструкции торцевого ветрогенератора с использованием конечно-элементной модели магнитного поля

Использование ветроустановок для получения электрической энергии делает задачу создания технологичного и простого в эксплуатации генератора актуальной. Основное требование, предъявляемое заказчиками к разрабатываемой машине, заключалось в простоте ее изготовления и применении для ее производства имеющегося на предприятии оборудования.

Был осуществлен проектный расчет генератора по инженерной методике. Данные расчета были использованы для генерации параметрической конечно-элементной модели электрической машины.

Этап генерации модели проведен с помощью системы формирования и исследования полевой модели, которая представляет собой набор динамических библиотек подключаемых к основным математическим пакетам. В качестве среды математического моделирования был выбран MathCad.

Разработанный алгоритм позволяет формировать различные варианты конечно-элементной модели магнитного поля при разных положениях ротора относительно статора. Модель является двухмерной разверткой торцевой машине по средней линии. Алгоритм генерации модели вызывается в цикле, имитирующем перемещение ротора относительно статора. Расчет поля осуществляется при каждом положении ротора. Это позволяет снять кривые зависимостей потокоцепления и ЭДС обмотки статора во времени.

На данной модели было проведено исследование зависимости числа катушек и способов их укладки на выходное напряжение генератора. Ряд численных экспериментов позволил сформулировать рекомендации по выбору соотношений числа полюсов на роторе и зубцов на статоре, а также по выбору способа укладки и схемы соединения катушек в обмотку, обеспечивающие максимальную ЭДС при минимальном залипании.

Планируется исследовать работу генератора на внешнюю цепь, в частности, работу на выпрямитель и на нагрузку разного характера. Планируется также рассчитать статические и динамические характеристики машины, оценить качество выходного напряжения и т.п. Все расчеты будут осуществлены с использованием результатов расчета магнитного поля.

УДК 621.313

А.Г. ЛАЗАРЕВ, к.т.н., доц., А.А. ЛАЗАРЕВ, студ.
(Сызранский филиал Самгту)

Компьютерный тренажер-имитатор работы асинхронного двигателя

Важное место в обучении инженера-электромеханика занимает понятие студентами сути электромагнитных преобразований в электро-механической системе. Практика показывает, что наиболее трудным моментом освоения материала для студентов является переход от теоретической базы знаний по электротехнике к дисциплинам прикладного характера. Целью работы является разработка методически логичного перехода от дисциплины ТОЭ к теории электрических машин.

В качестве объекта исследования выбран наиболее массовый асинхронный двигатель (АД) с короткозамкнутым ротором мощностью от 0.6 до 100 кВт. В основе анализа работы АД лежит электрическая схема замещения, которая с достаточной точностью описывает зависимость токов в обмотках статора и ротора при всех режимах работы, если известны значения входящие в нее активные и индуктивные сопротивления. Предложено ввести в электрическую схему замещения виртуальные модели контрольно-измерительных приборов, резисторов, катушек переменной индуктивности.

Для разработки учебного тренажера-имитатора выбрана схема замещения АД с вынесенным на первичные зажимы намагничивающим контуром. Для расчета параметров и определения их зависимостей от режимов работы и конструктивных особенностей применяется САПР АД [1]. В качестве основного инструментария используется система EWB [2], особенностью которой является наличие контрольно-измерительных приборов, по внешнему признаку и характеристикам, приближающихся к их промышленным аналогам.

Алгоритм имитации экспериментальных исследований задается преподавателем. Формируется схема замещения с заранее рассчитанными значениями параметров обмоток статора и ротора в заданном режиме работы АД. Затем из меню EWB выбираются контрольно-измерительные приборы: ваттметры, для имитации измерения подводимой и полезной мощностей; амперметры, для измерения токов в первичной и вторичной обмотках; вольтметры, для измерения ЭДС взаимной индукции и ЭДС рассеяния обмоток. Задаваясь изменениями напряжения на входе и момента на валу двигателя, можно по показаниям приборов наглядно наблюдать и анализировать изменения рабочих характеристик АД. Система предназначена для практических занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине электромеханика.

Литература

1. **Бородулин Ю.Б. и др.** Автоматизированное проектирование электрических машин. – М.: Высш. школа, 1989. 280С.
2. **Карпацук В.И.** Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение. – М.: Солон-Р, 2000. 512 с.

УДК 621.313

И.М. ЛАШМАНОВ, А.И. ТИХОНОВ, к.т.н.,
Ю.Я. ЩЕЛЫКАЛОВ, д.т.н., Ю.Б. КАЗАКОВ, д.т.н.
(ИГЭУ)

Использование нейронных сетей для аппроксимации характеристик намагничивания электрических машин

Задача расчёта динамики электрической машины в полевой постановке является одной из самых сложных в электромеханике. Обычно для этих целей используют комбинированные модели, представляющие собой электрические цепи, индуктивные параметры которых определяются из расчёта магнитного поля, например, методом конечных элементов.

При расчете потокосцеплений обмоток численными методами неизбежно возникает вычислительная и сеточная погрешности, что приводит к еще большим погрешностям численного дифференцирования. Для уменьшения вычислительной погрешности зависимости потокосцеплений обмоток от токов и угловых смещений сердечников аппроксимируются многомерными кубическими сплайнами. Размерности кубических сплайнов более трех использовать затруднительно, в связи с большими вычислительными затратами и большим объемом требуемой оперативной памяти.

Предлагается использовать в качестве инструмента аппроксимации нейронные сети, которые снимают некоторые ограничения, присущие аппроксимации кубическими сплайнами. Например, нейронные сети позволяют аппроксимировать функции многих переменных. При этом достоинством нейронных сетей является то, что одна сеть может быть использована для аппроксимации одновременно всех потокосцеплений обмоток, то есть ее можно представить как «черный ящик», на выходе которого, в отличие от сплайнов, фиксируется несколько величин.

Варьируя токи в обмотках и угол положения ротора, многократно рассчитываются потокосцепления обмоток. Полученные результаты используются в качестве материала для обучения нейронной сети. Параметры сети (количество нейронов, вид передаточных функций, количество слоев) подбираются исходя из сложности задачи, требуемой точности аппроксимации и времени обучения.

Создана и обучена нейронная сеть, состоящая из трех слоев (в первом слое 9 нейронов, во втором – 9, в третьем – 5). Рассчитан прямой пуск неявнополюсной машины постоянного тока с использованием сплайновой и нейронной аппроксимации потокосцеплений обмоток при варьировании тока якоря и тока возбуждения. Результаты расчета обоими методами совпадают. Поставлена задача по обучению нейронной сети для аппроксимации потокосцеплений обмоток для большего количества варьироваемых переменных.

Выбор оптимальной интерполирующей системы функций для описания импульсных сигналов

При аналитическом задании импульсных сигналов возникает задача выбора оптимальной интерполирующей системы функций. Одним из способов решения данной задачи является процесс аппроксимации некоторых импульсных сигналов тригонометрическим рядом Фурье и некоторыми типами вейвлетов.

Моделирование процесса аппроксимации заключалось в следующем. Исходя из допустимого значения методической погрешности преобразования ε , определялось число членов тригонометрического ряда Фурье, аппроксимирующего каждый анализируемый сигнал, а также число вейвлет-коэффициентов или уровень вейвлет-анализа, исследуемого сигнала. Далее, после выполнения аппроксимации, определялось значение погрешности аппроксимации δ :

$$\delta = \sqrt{(f_1(x) - f(x))^2} \quad (1)$$

где $f_1(x)$ – приближенное аналитическое представление преобразуемого сигнала $f(x)$. Средние результатов моделирования приведены в таблице 1.

Таблица 1. Средние результаты моделирования

ε , %		Тригонометрический ряд Фурье	Вейвлеты
25	n	2	2
	δ , %	35	27
10	n	5	5
	δ , %	24	10
4	n	10	10
	δ , %	16	2

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что наиболее оптимальной интерполирующей системой для импульсных сигналов, исходя из минимального значения погрешности преобразования, являются вейвлеты.

Литература

1. Ахиезер Н.И. Лекции по теории аппроксимации. – М.: Наука, 1965.
2. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: Солон-Р, 2002.

УДК 621.313

С.Ю. КУЧЕРОВ, ассист., А.И. ТИХОНОВ, к.т.н.
(ИГЭУ)

Модифицированный метод координатного спуска для решения задач проектирования в оптимизационной постановке

Особенностью проектирования электротехнических объектов в оптимизационной постановке является сложный вид целевой функции, которая обладает множеством локальных экстремумов. К тому же, фактор дискретности переменных, а также учет всех конструкторских и технологических требований еще более усложняет картину, увеличивая несвязанность допустимой области, которая оказывается состоящей из большого числа изолированных точек. По этим причинам до сих пор является актуальной задача по разработке или модификации методов нелинейного программирования для решения подобных задач.

Множество знаний F_0 , характеризуемых системой уравнений и ограничениями на переменные этой системы, анализируется, в результате чего формируется некое расширенное множество A_0 , состоящее из подмножеств

$$A_0 = \{A_0^-, A_0^{<>}\}. \quad (1)$$

Здесь A_0^- – подмножество формул, построенных на основе подмножества

F_0^- путем выражения из каждой формулы этого подмножества поочередно

всех переменных, входящих в них; $A_0^{<>}$ – подмножество ограничений вида

$$X_{i \min} \leq X_i \leq X_{i \max} \quad (2)$$

где X_i – i -й параметр множества P . На основании подмножества A_0^- для данного состояния подмножества P_0 формируется невязка вида

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{k=1}^m \left(1 - \frac{f_{ik}(X_1, X_2, \dots, X_n)}{X_i} \right)^2}{n} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где n – количество параметров модели, m – количество уравнений, в которые входит i -й параметр.

Минимизация невязки (3) дает решение исходной системы уравнений F_0^- .

Минимизация осуществляется поочередным варьированием каждым параметром X_i невязки (3), при котором значения всех остальных параметров, входящих в f_{ik} , «замораживаются» на данной итерации.

Разработана динамически подключаемая библиотека для приложения Mathcad, в которой реализован данный метод.

УДК.621.313

Ю.Б. КАЗАКОВ, д.т.н., проф., А.А. ЛАЗАРЕВ, студ.
(ИГЭУ, СФ СамГТУ)

Неявнополюсный стартерный электродвигатель

В качестве стартерных электродвигателей системы пуска двигателей внутреннего сгорания автомобилей чаще всего используются явнополюсные двигатели постоянного тока последовательного возбуждения с мягкой механической характеристикой. В быстроходных стартерных электродвигателях применения смешанное возбуждение с обмоткой параллельного возбуждения на двух из четырех полюсах, позволяющей ограничить частоту вращения в режиме холостого хода.

Температурные условия пуска от -40 до $+80$ °С. Стартерные электродвигатели работают от источника питания ограниченной мощности – аккумуляторной батареи, напряжение на их зажимах изменяется с изменением нагрузки. Внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи, работающей в составе электростартерной системы пуска, зависит от температуры электролита, степени заряженности и попытки пуска. Режим работы стартеров кратковременный. Электродвигатели выполняются высокоиспользуемыми, компактными и малой массы. Линейная нагрузка якоря, плотность тока в обмотках, плотность тока под щетками могут в 4-5 раз превышать значения, используемые в двигателях для продолжительного режима работы. Индукция в элементах магнитной системы предельная. Зазор для автомобильных стартерных электродвигателей достаточно малый.

Ранее для явнополюсных стартерных электродвигателей было установлено сильное насыщение тонких и протяженных полюсных наконечников индуктора, снижающее до 20 % использование магнитной системы. Магнитный поток в корпусе сосредоточенный со значительной величиной индукции. Существующая конфигурация электромагнитной системы индуктора неоптимальная, нереверсивность вращения не учитывается.

С учетом современных тенденций развития конструкций машин постоянного тока предлагается использовать в стартерных электродвигателях неявнополюсную конструкцию индуктора с распределенными обмотками возбуждения. Это позволяет отказаться от насыщаемых полюсных наконечников, сделать магнитный поток в индукторе распределенным и при прежнем зазоре снизить намагничивающую силу и массу меди обмоток возбуждения. Распределение по пазам статорных обмоток позволяет улучшить их тепловой режим. Применение полностью шихтованного магнитопровода уменьшает его магнитную несимметрию, повышает коммутационную способность двигателя в динамических режимах. Появляется возможность выполнить станину многогранного сечения, при его формировании учесть нереверсивность вращения стартеров, снизить их габариты.

УДК.621.313

Ю.Б. КАЗАКОВ, д.т.н., проф., А.В. КАРЦЕВ, магистр.
(ИГЭУ)

LabVIEW поддержка работы автоматизированного стенда испытаний электродвигателя постоянного тока

Работа автономной компьютерной системы контроля испытаний объектов требует поддержки стандартными программно-техническими средствами регистрации сигналов, обработки информации, управления исполнительными устройствами и визуализации результатов экспериментов. Эффективно оснащение действующего экспериментального оборудования современными средствами графического программирования, использования виртуальных приборов, развитого математического обеспечения. Для программирования измерительных и управляющих устройств автоматизированного стенда испытаний электродвигателя постоянного тока [1], сопрягаемых с различными интерфейсами, рассматривается использование визуальной лаборатории LabVIEW.

На базе лицензионной версии графической среды LabVIEW Real-Time разрабатываются программные приложения, предназначенные для сбора данных, управления приборами стенда в режиме реального времени. Для отладки функционирования программного обеспечения составлен компьютерный стенд, в который входят виртуальные вольтметры, амперметры, элементы управления регулированием напряжения питания двигателя, включения/отключения питания, регулированием тока возбуждения. В качестве источников сигналов использованы элементы структурной схемы, генерирующие сигналы, вид которых ожидаем в условиях реального испытания объекта.

Для сопряжения измерительной аппаратуры с компьютером вместо устройств магистрально-модульных интерфейсов использована интерфейсная плата ввода/вывода сигналов типа NVL, размещаемая внутри компьютера. Плата включает достаточный набор элементов: АЦП; ЦАП; мультиплексор; синхронизатор-таймер; цифровой порты ввода и вывода дискретных сигналов. В составе стенда использованы двигатель постоянного тока, датчики, управляющие устройства, которые могут быть сопряжены с созданным виртуальным стендом. Имеющееся оборудование было использовано ранее в составе АСИ с другой системой программного обеспечения.

Использование системы LabVIEW обеспечивает большую гибкость, простоту визуального составления структурной схемы, возможность дальнейшего усовершенствования стенда с минимальными изменениями программного обеспечения.

Литература

1. Карцев А.В., Казаков Ю.Б. Автоматизация испытаний неявнополюсных двигателей постоянного тока // «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика»: Тез. докл. 11 Междун. научн.-техн. конф. конф. студентов и аспирантов. – М.: МЭИ, 2005. Т. 3. – С. 14-15.

УДК 621.313

В.Г. ФИСЕНКО, к.т.н., доц., А.Н. ПОПОВ, асп., Р.Ф. САЙФУТДИНОВ, асп.
(МЭИ(ТУ))

Моделирование динамических процессов при проектировании вентильных индукторных двигателей

Эффективным средством исследования процессов преобразования энергии в вентильных индукторных двигателях (ВИД) при решении задач проектирования, разработки алгоритмов управления и оптимизации является математическое моделирование. Из большого количества существующих математических моделей наибольшей точностью отличаются модели, учитывающие взаимную связь всех структурных элементов ВИД: источника питания, электронного коммутатора, электромеханического преобразователя, датчика положения ротора и системы управления. Целесообразность применения тех или иных моделей в расчетных методиках зависит от цели расчета и трудоемкости их реализации. На начальном этапе проектирования двигателя, как правило, используются математические модели, основанные на весьма грубых допущениях, которые, однако, позволяют с минимальными затратами времени оценить возможность выполнения двигателя в рамках технического задания (ТЗ) и выбрать наиболее рациональный вариант его конструкции. Результаты расчета, полученные на этом этапе, будут служить исходными данными для уточненных моделей следующих этапов проектирования. Характерной особенностью работы ВИД являются непрерывные переходные процессы, связанные с последовательной коммутацией фаз, поэтому при уточненных расчетах нельзя обойтись без решения системы дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающих структурные элементы ВИД и их взаимные связи.

В докладе анализируются расчеты с использованием математических моделей различной степени точности при проектировании ВИД. На первом этапе по методике, основанной на упрощенном представлении переходного процесса на цикле коммутации фазы ВИД, проведены расчеты различных вариантов и из них выбран тот, который наилучшим образом удовлетворяет требованиям ТЗ. В методике используются достаточно простые соотношения, она отличается быстродействием и отсутствием каких-либо априорных рекомендаций. На следующем этапе полученные результаты уточняются по математической модели, представляющей собой нелинейную систему уравнений, состоящую из подсистем алгебраических и дифференциальных уравнений. Особенность этих подсистем – наличие нелинейных связей, которые учитывают насыщение магнитной цепи, дискретность работы электронного коммутатора, характер изменения питающего напряжения и ряд других факторов. Оценивается адекватность используемых математических моделей и точность полученных результатов.

УДК 621.891

А.Н. БОЛОТОВ, проф., д.т.н., В.В. НОВИКОВ, к.т.н., О.О. НОВИКОВА, к.т.н.
(ТГТУ)

Некоторые аспекты работоспособности магнитожидкостных подшипников и уплотнений

При исследовании трения в магнитожидкостных подшипниках и уплотнениях было обнаружено ранее неописанное в литературе явление, заключающееся в скольжении структурированной магнитной жидкости по твердой поверхности. При небольших скоростях МЖ движется в подшипнике без разрушения структуры как целое, а сопротивление возникает из-за ее внешнего трения о поверхность. Величина трения зависит от природы и состояния твердой поверхности.

Сила трения магнитной жидкости по модифицированной поверхности (в усл.ед.)

№	Материал поверхности	Состав лиофобного покрытия				
		Без покрытия	Оксиэтилированная кислота	Алкил-сульфат	Оксиэтилированный спирт	Алкил-фосфат
1	Медь	108	72	80	76	55
2	Нержавеющая сталь	84	85	92	121	48
3	Дюраль	65	68	65	59	43

Эксперименты показали, что основной вклад в силу трения вносит взаимодействие дисперсных магнитных частиц с поверхностью. Роль дисперсионной среды не столь существенна, поскольку ее содержание около поверхности мало. Вероятно, при скольжении МЖ в граничном слое происходит такой диссипативный процесс: ближайшие к поверхности активированные частицы перескакивают из одного энергетически устойчивого положения в другое, одновременно с этим происходят дискретные акты разрыва и восстановления связей между молекулами сольватных оболочек и молекулами, адсорбированными на поверхности. Температурные и скоростные зависимости силы трения позволяют предположить, что внешнее трение магнитной жидкости имеет термофлуктуационную природу. Это означает, что разрушение фрикционных связей происходит в результате совместного действия тепловых колебаний частиц и тангенциальных сил. Отсюда вытекает подтвержденный экспериментом новый факт, заключающийся в том, что для уменьшения трения необходимо не только снижать межфазную энергию, но и стремиться в основном к достижению энергетической однородности поверхности. Модифицированием поверхности специально подобранными веществами удалось снизить трение покоя в подшипниках в 1,3 - 1,6 раза. Кроме того, оказалось, что одновременно снижается трение в стационарном режиме работы магнитожидкостных подшипников.

УДК.621.313

П.Ю. ГРАЧЕВ, к.т.н., доц., В.М. АНИСИМОВ, к.т.н., доц., Е.В. ЕЖОВА, асп.
(СамГТУ)

Комбинированная стартер-генераторная установка на базе асинхронной машины для автомобилей ВАЗ

Решается проблема создания комбинированной энергоустановки, включающей стартер-генераторное устройство (СГУ), для практически экологически чистого, имеющего малый расход топлива Российского гибридного автомобиля.

Предложены варианты теоретического описания и компьютерного моделирования СГУ с электромеханическим преобразователем и вентильным управлением для разных вариантов конструкций магнитопровода и обмоток на базе асинхронной машины. Создан и испытан, под руководством и при участии авторов, первый в России образец СГУ с асинхронной машиной на базе двигателя серии 4А. Он продемонстрировал работоспособность в стартерном и генераторном режимах. Предложена и апробирована методика проектирования асинхронной машины для СГУ на базе машин серии 4А.

Одной из главных задач, решаемых в данное время, является разработка специальной асинхронной машины (АМ), выполняющей функции запуска ДВС, генерирования электроэнергии для бортовой сети автомобиля, с габаритными размерами и техническими показателями, удовлетворяющими требованиям ОАО АВТОВАЗ.

Разрабатывается блок управления и регулирования для электрического стартер-генератора с АМ, обеспечивающий все режимы функционирования СГУ, согласно сигналам центрального контроллера системы управления автомобилем. Согласуется с СГУ блок питания автомобильного электрооборудования повышенного напряжения (42 В). Выбирается тип и напряжение буферного накопителя, используемого для запуска ДВС. Разрабатывается методика проектирования отдельных узлов СГУ и всей системы. В разрабатываемой энергоустановке автомобиля применена новая электрическая схема, на которую подана заявка на патент РФ. Применен новый тип асинхронной машины без подшипников, с патентуемой авторами обмоткой статора. Разработанная для СГУ асинхронная машина имеет технологию изготовления, существенно снижающую производственные затраты.

Потенциальными потребителями СГУ являются все автомобильные заводы России (в частности АВТОВАЗ.) Будет решена задача импортозамещения японских, американских и европейских автомобилей с гибридными энергоустановками. Разработанный стартер-генератор дешевле существующих, легче и компактнее.

Планируется изготовить опытный образец СГУ со специальной АМ и установить на автомобиль типа ВАЗ, провести испытания и наладить производство таких стартер-генераторов.

СЕКЦИЯ 10. ДИНАМИКА, НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 534.1

В.И. ШАПИН, к.т.н., проф.
(ИГЭУ)

О научных исследованиях, выполняемых на кафедре теоретической и прикладной механики

Спектр научных исследований кафедры теоретической и прикладной механики базируется на научном направлении «Динамика, прочность, надежность и вибродиагностика механических систем», заложенном в конце 60-х годов его основателем член-корреспондентом АИИН РФ, Заслуженным деятелем науки и техники Российской Федерации, д.т.н., профессором Станиславом Сергеевичем Кораблевым [1929-2003]. Основой научного направления являются проблемы динамики конструкций. Они включают задачи взаимодействия механических колебательных систем с приводом ограниченной мощности как при автогенерации, так и в режиме активной виброзащиты, проблемы виброустойчивости комплексов турбогенератор-фундамент энергомашин, решение задач тестовой вибродиагностики прецизионных роторных систем и эквивалентизации стеновых и натурно-полигонных испытаний прецизионной техники. Особое место отводится современным актуальным проблемам исследования живучести элементов конструкций ТЭС и АЭС. Созданы уникальные методики и аппаратура, позволяющие проводить исследование остаточного ресурса трубопроводов при комплексном влиянии нестационарных процессов и колебаний в инфранизкочастотной области. Разработаны метод и аппаратура для выполнения высокоэффективного электроискрового вибрационного легирования лопаток ЦНД турбин, подверженных эрозивно-коррозийному износу с выпуском соответствующего отраслевого РД.

В рамках межвузовской НИЛ «Биомеханика» разработаны не имеющие аналогов методы и средства локальной резонансной вибродиагностики функционального состояния костей, мышц и сухожилий. Разработаны и внедрены способы и устройства диагностики и лечения поврежденных опорно-двигательной системы, защищенные патентами. ПНИЛ «Вибродиагностика» разработан и освоен выпуск мобильных малогабаритных приборов для промышленного использования: виброметры, анализаторы импульсных ускорений, контроллеры состояния подшипников, стетоскопы, комплекс «Циклон» для вибромониторинга трубопроводов на базе инфранизкочастотных виброметров.

Область научных исследований кафедры по проблеме TQM определяется поиском эффективных алгоритмов тестово-функциональной диагностики качества обучения с разделением дефектов по признакам: кадры, база и клиенты.

При проведении научных исследований широко используются межкандидатские, межвузовские и академические связи в России и за рубежом.

УДК 536.421.5:621.762

С.Е. ЛЬВОВ, д.м.н., проф., зав. каф.
(ИвГМА)
В.И. ШАПИН, к.т.н., проф., зав. каф.
(ИГЭУ)

Синтез знаний (опыт работы МНИЛ «Биомеханика»)

В 1996 году была создана межвузовская научно-исследовательская лаборатория (МНИЛ) «Биомеханика» Ивановской государственной медицинской академии и Ивановского государственного энергетического университета, объединившая усилия ученых по разработке способов диагностики и кибернетических средств медицинской техники для изучения опорно-двигательной системы человека в процессе лечения при травмах и заболеваниях.

В результате проведения совместных НИР созданы и функционируют комплексы для вибрационной диагностики при повреждениях и заболеваниях конечностей. Продолжают разрабатываться новые способы диагностики и кибернетических средств медицинской техники для контроля за стабильностью отломков при остеосинтезе, функциональными возможностями мышц, суставов. НИР «Разработка методов и аппаратурных средств для вибродиагностики функционального состояния опорно-двигательной системы человека» по результатам конкурса грантов 1996 года, проводимого Государственным комитетом РФ по высшему образованию и Санкт-Петербургской государственной академией аэрокосмического приборостроения, была признана победителем. «Устройство для диагностики функционального состояния трехглавой мышцы голени», разработанное сотрудниками ИГМА и ИЭГУ, включено в «Каталог научно-технических достижений Госкомвуза РФ».

В 1997 году работам, проводимым сотрудниками межвузовской лаборатории, присвоен статус фундаментальных исследований в рамках Министерства общего и специального образования РФ.

В настоящее время МНИЛ «Биомеханика» объединяет специалистов Ивановской государственной медицинской академии, Ивановского государственного энергетического университета, Ивановского государственного университета, Ивановского художественного училища, Ивановского областного госпиталя для ветеранов войн.

Сотрудниками МНИЛ проводятся исследования по направлениям:

- Вибродиагностика стабильности соединений в травматологии и ортопедии.
- Локальная резонансная вибродиагностика функционального состояния опорно-двигательной системы человека.
- Устройства для оценки биомеханики конечностей.
- Способы локальной резонансной вибротерапии заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы.
- Новые ортопедические изделия.
- Дизайн-проектирование диагностических и лечебных приборов и аппаратов для пациентов с патологией опорно-двигательной системы.

На базе межвузовской лаборатории выполняются фрагменты диссертационных работ очных и заочных аспирантов, соискателей, курсовые и дипломные работы студентов.

Проводятся НИР и ОКР совместно с текстильной академией по теме «Разработка и внедрение новых ортопедических изделий». Разработан экспресс-метод изготовления ортопедических корсетов для детей с патологией позвоночника, обеспечивающий возможность изготовления разнообразных моделей в зависимости от их назначения, индивидуальных особенностей пациента при их высоком эстетическом оформлении.

Кафедра технологии автоматизированного машиностроения ИГЭУ разрабатывает проблему импульсной магнитной обработки для упрочнения медицинских инструментов. Аспирантом кафедры И.З.Басыровым в 2003 году защищена диссертация «Повышение работоспособности медицинских инструментов на основе импульсной магнитной обработки» на соискание ученой степени канд. технич. наук. Данные исследования продолжают.

Сотрудники кафедры физиологии человека и животных ИВГУ проводят исследования по физиологической оценке сосудистой, нервно-мышечной и костно-суставной систем при патологии опорно-двигательной системы и различных внешних воздействиях.

Преподаватели и студенты отделения «Дизайн предметов быта» Ивановского художественного училища провели дизайн-проектирование многих диагностических и лечебных приборов и аппаратов, разработанных творческим коллективом лаборатории.

Сотрудниками вузов по результатам биомеханических исследований опубликовано более 60 научных работ, получено 11 патентов на изобретение и полезные модели, защищены диссертации, новизна которых связана с клинико-функциональными исследованиями и изучением влияния и применения локальной резонансной вибродиагностики: С.В. Русских, И.Г. Колодина.

В рамках международных научных связей защищена диссертация на соискание ученой степени к.м.н. М. Вадаккатом, Индия. Готова к защите диссертация на соискание ученой степени к.т.н. аспиранта Д.В. Ликсонова по модели обучения (ИГЭУ/LMARC, Безансон, Франция). Успешно работают над докторскими диссертациями по проблемам биомеханики к.т.н. Л.Б. Маслов (ИГЭУ), к.б.н. В.Н. Зарипов (ИВГУ), к.м.н. А.В. Воробьев (ИВГМА).

Надеемся, что даже в трудных экономических условиях совместными усилиями энтузиастов Ивановских вузов и практического здравоохранения проблемы лечения больных с травмами и заболеваниями опорно-двигательной системы будут успешно решаться как в научном, так и в практическом аспектах.

УДК 539.3

М.А. НОЗДРИН, к.т.н., доц., З.В. ЗАРУБИН, ассист.
(ИГЭУ)

Исследование колебаний гидрометеовышки

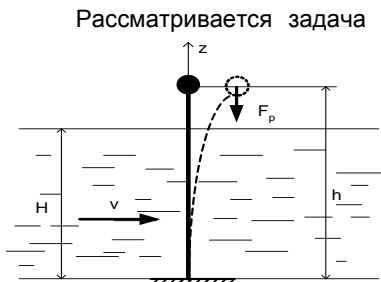


Рис. 1. Расчетная схема вышки.
H - уровень воды, h - высота вышки,
v - скорость воды, F_p - вес
сосредоточенной массы.

Рассматривается задача о колебаниях гидрометеорологической вышки, установленной в прибрежной зоне, в потоке воды.

Данную проблема можно привести к решению задачи о колебаниях конструкции в идеальной сжимаемой жидкости. Исходный объект представляется как стержень с сосредоточенной массой и решается плоская задача гидроупругости.

Для определения перемещения $U(z, t)$ необходимо решить уравнение поперечных колебаний стержня:

$$\frac{\partial^2}{\partial z^2} \left(EI \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \right) + \rho A \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = q(z, t) - p(U, z, t),$$

где E – модуль упругости; I – момент инерции сечения; ρ – плотность материала; A – площадь сечения стержня; $q(z, t)$ – заданная нагрузка на стержень; $p(U, z, t)$ – гидродинамическое давление на стержень.

Гидродинамическое давление $p(U, z, t)$ может рассматриваться как некоторая «присоединенная» к стержню масса m_p , колеблющаяся вместе с ним:

$$m_p = \frac{\rho}{\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}}$$

Таким образом, можно считать, что стержень колеблется в пустоте, но к его массе прибавлена «присоединенная масса жидкости», неравномерно распределенная по его длине. Дополнительное влияние на распределение присоединенной массы оказывает уровень погружения стержня в жидкость.

Сила давления набегающей воды является постоянной и зависит от скорости движения.

После верификации решения плоской задачи экспериментальными данными, возможно уточнение постановки задачи.

Литература

1. Шейнин И.С. Колебания конструкций гидросооружений в жидкости. – М: Наука, 1967.

УДК 621.791.052:539.4

В.В. ЕРОФЕЕВ, д.т.н., проф., С.В. ЕРОФЕЕВ, к.т.н.,
Р.Г. ШАРАФИЕВ, д.т.н., проф., А.В. СИБИРКО, д.т.н.
(ЮУрГУ, УГНТУ)

Расчетная оценка остаточного ресурса сварных газопроводов на основе данных их технического освидетельствования

В работе предлагается один из подходов, позволяющих оценить остаточный рабочий ресурс сварных газопроводов с учетом коррозионного износа стенки труб и наличия концентраторов напряжений (типа непроваров, подрезов, трещин и др.).

В основу данного подхода положена расчетная модель оценки долговечности участка трубопровода, с коррозионными повреждениями и ослабленного концентраторами (типа непроваров и т.п.), в соответствие с которой рабочий ресурс трубопровода $t_{ор}$ определяется по формуле:

$$t_{ор} = \frac{S_o - S_d}{v_o} \exp \left[\frac{V}{\sqrt{3}RT} [\sigma] \sqrt{\frac{\sigma}{[\sigma]}} \right], \quad (1)$$

где S_o , S_d – соответственно остаточная (с учетом ослабления коррозией ΔS) и допустимая величина стенки газопровода (соответствующая допустимому значению напряжений в стенке труб $[\sigma]$), (мм); v_o – скорость коррозии на объекте исследования (мм/год); V , R , T – соответственно мольный объем стали (см/моль), универсальная газовая постоянная и температура рабочей среды ($^{\circ}K$); $\sigma_{рф}$ – фактические окружные (кольцевые) напряжения при рабочем давлении p_p в газопроводе.

Допустимая величина стенки газопровода S_d определяется величиной допустимых кольцевых напряжений $[\sigma]$, исключаящих как вязкие (S_d^B) так и хрупкие (S_d^X) разрушения газопровода в интервале рабочих значений действующего давления $[0, p_p]$. Для оценки остаточного рабочего ресурса $t_{ор}$ используется максимальная из рассчитанных величин S_d^B и S_d^X .

Предлагаемый подход оценки остаточного рабочего ресурса газопроводов может быть распространен и на другие случаи коррозионных повреждений труб, типы дефектов и место их расположения путем использования соответствующих расчетных соотношений для определения S_d^B и S_d^X .

УДК 621.039:517.5

Е.А. ГРИНЬ, к.т.н., с.н.с., В.И. БОЧКАРЕВ, инж.
(ОАО «ВТИ», г. Москва)

Оценка ресурса паропроводов и высокотемпературных коллекторов котлов

Вопросы продления срока эксплуатации высокотемпературных элементов энергооборудования (паропроводов, коллекторов котлов) основываются на расчетных оценках остаточного ресурса. Разработан метод расчетной оценки остаточного ресурса элементов паропроводов и высокотемпературных коллекторов котлов. Метод базируется на определении приведенных напряжений в основных элементах указанного оборудования нормативными методами и расчете остаточного ресурса по модифицированному уравнению длительной прочности. Для расчета приведенных напряжений уточнены основные расчетные формулы и конкретизированы величины вспомогательных параметров с учетом результатов измерительного контроля диагностируемых элементов. Модифицированное параметрическое уравнение длительной прочности, полученное в результате математической обработки большого массива экспериментальных данных и результатов стендовых испытаний натуральных элементов, имеет вид:

$$\lg \tau = \frac{1}{T} \cdot \sum_{i=0}^6 A_i \cdot (n \cdot \sigma)^i + 2 \cdot \lg T - a,$$

где τ – индивидуальный ресурс (ч); T – расчетная температура ($^{\circ}\text{K}$); σ – приведенное напряжение (МПа); n – коэффициент запаса прочности; a – постоянная для конкретной марки стали.

Для определения остаточного ресурса вводятся характеристики (понятия): эквивалентная температура и эквивалентная наработка, которые вычисляются на основе уравнения Ларсона-Миллера с использованием среднегодовых параметров эксплуатации оборудования и соответствующих (по каждому году эксплуатации) наработок. В зависимости от условий продления эксплуатации оборудования остаточный ресурс определяется как разность между индивидуальным ресурсом, вычисленным для эквивалентной температуры, и фактической наработкой или как разность между индивидуальным ресурсом, вычисленным для расчетной температуры, и эквивалентной наработкой. Принципиальные положения разработанного метода легли в основу недавно введенной в действие «Инструкции о порядке обследования и продления срока службы паропроводов сверх паркового ресурса» СО 153-34.17.470-2003г.

УДК 622.691.4.053

К.В. ПЕТРОВ, инж.
(ООО НПК «Диаконт», г. Уфа)

Особенности экспертизы технических устройств магистральных газопроводов

Одной из основных особенностей эксплуатации технических устройств, входящих в систему магистральных газопроводов, является одновременное влияние на работоспособное состояние и вероятность образования дефектов, влекущих за собой потерю плотности, факторов, различных по происхождению, степени прогнозируемости и влияния.

Ошибки проектирования конструкции, неточный прогноз поведения грунтов, недостаточный технический надзор при изготовлении, повышенная вибрация, влияние природного газа, как рабочей среды, продуктов его сгорания, как дополнительной агрессивной среды – вот неполный перечень элементов риска.

Возникает необходимость рассматривать совокупность деградационных процессов, проходящих в конструкции технического устройства, геологическое поведение грунтов на прилегающих участках, влияние изменений в химическом состав окружающей среды, вызванные, в том числе, особенностями эксплуатации объектов магистральных газопроводов.

Объём информации, получаемой в процессе ЭПБ постоянно увеличивается: сочетание сведений выходит за рамки традиционных представлений. Внедрение дополнительных видов диагностирования, даже хорошо известных, но ранее не применявшихся к данному типу технических устройств, позволяет значительно расширить область сведений о фактическом состоянии объекта.

ООО НПК «Диаконт» при контроле основного металла и сварных соединений выполняет, в том числе, определение напряжённости магнитного поля и градиента напряжённости постоянного магнитного поля на поверхности деталей, а также применяет магнито-анизотропный метод выявления областей концентрации механических напряжений, обусловленных дефектами типа нарушения сплошности металла и инородных включений, определения положения границы остаточных сварочных напряжений и остаточных пластических деформаций околосварочной зоны и местных аномалий, а также оценки вида напряжённого состояния по характеру распределения изостресс разностей главных механических напряжений.

Анализ результатов дополнительных информативных методов позволяет в каждом случае выделить наиболее нагруженные, подверженные повреждению уже на стадии их зарождения, участки конструкций и принять обоснованное решение о возможности дальнейшей эксплуатации отдельных элементов и объекта в целом.

УДК 621.002:534.6

А.Б. КОЛОБОВ, к.т.н., доц., Ф.Б. ОГУРЦОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Разработка вибродиагностических и балансировочных средств для роторных машин

Актуальной проблемой является создание эффективных, многофункциональных виброизмерительных и анализирующих приборов для организации вибромониторинга роторного энергетического и электромеханического оборудования. Одной из важных функций подобной аппаратуры должна быть возможность осуществления динамической балансировки роторов в собственных подшипниках.

Опыт разработки микропроцессорного прибора виброметр-балансировщик «ТАНТАЛ» (и его модификации «ТАНТАЛ-М»), новые принципы и нормативы, заложенные в стандартах ISO, ГОСТ РФ и ПТЭ, по оценке технического состояния оборудования и качества балансировочных работ, позволяют качественно изменить набор функций прототипа и повысить их эффективность.

При сохранении целевых функций – средства вибрационной диагностики, технология использования «off-line», портативность (формат «palm top»), класс защиты IP65, направления развития: автономные средства и коллекторы-сборщики/анализаторы. Рынок последних вполне насыщен и сбалансирован с VIP-заказчиками, но практически недоступен для остальных.

Разрабатываемое с наилучшими соотношениями простота/эффективность автономное устройство измерения/анализа и балансировки включает следующие функции:

- измерение и анализ вибросигналов: СКЗ виброскорости, размах виброперемещения, пик-фактор, коэффициент асимметрии, оборотно – порядковый спектр виброскорости, электромагнитная (100 Гц) составляющая спектра, 1/ 2 оборотной частоты по виброскорости (для генерирующего оборудования электростанций);
- динамическая балансировка роторов на основе прошитой в памяти (встроенной) программы одно- и двухплоскостной балансировки.

К числу опций устройства относятся: жидкокристаллический 4-х строчный буквенно-цифровой дисплей с подсветкой, быстрота и удобство (измерение одной рукой) при кнопочной системе управления, индикация состояния доступных элементов питания.

Для ведения базы данных вибромониторинга модифицирована программа система «TechCard+», позволяющая производить оценку технического состояния по величине СКЗ виброскорости и размаха виброперемещения, осуществлять прогноз работоспособности.

УДК 620.178.

С.Я. КРАСНОВСКИЙ, ст. препод.
(ИГЭУ)

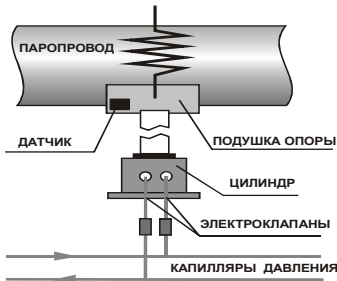
Метод гидравлической компенсации колебаний паропроводов ТЭС

Вопросы живучести ТЭС тесно связаны с прогнозированием и контролем состояния оборудования. Подробное изучение состояния трубопроводов острого пара показывает, что последние часто находятся в состоянии, выходящем за расчетные параметры. Это может быть и подпор в результате нерасчетных перемещений [1], и состояние опорно-подвесной системы [1], и погрешности в системе контроля перемещений паропроводов [2], и не учитываемая ранее низкочастотная составляющая вибрации трубопроводов [3].

Если первые две проблемы можно устранить путем замен и регулировок, исходя из конкретных условий эксплуатации, то вторые два вопроса требуют решения. Влияние низкочастотной составляющей (0,25 – 1 Гц) на состояние паропроводов и их «историю» мало изучено.

Для борьбы с низкочастотной составляющей предлагается применить управляемую систему гидрокомпенсаторов, смещающих собственные частоты системы подвеса паропроводов в область высоких частот. Реализовать метод можно ответив на ряд вопросов:

- что является источником вибрации (турбина, режим течения пара, резонансные процессы),
- рассчитать собственные частоты системы паропровод – опорная система,
- оценить зависимость низкочастотной вибрации от более высоких частот спектра колебаний для выбора диапазона работы датчиков.



Предлагаемая схема учитывает невозможность прямого контакта с паропроводом и предусматривает введение в схему компенсации как пассивных, так и активных гидравлических систем. В процессе расчета динамической модели выявляются точки приложения воздействия компенсаторов и корректируется пара-

метры импульсов регулирования (частота, амплитуда, время и сдвиг фаз). На рисунке представлена схема единичного активного компенсатора. Управление системой компенсаторов и считывание информации о состоянии системы будет осуществлено с компьютера, оснащенного многоканальным контролером.

УДК 624.07

Н.В. МУНИЦЫНА, к.т.н., доц.
(ИГАСА),
С.В. АРИАНОВ, к.т.н.
(ЗАО ЭНТЕК),
А.И. МУНИЦЫН, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Пространственные продольно-поперечные нелинейные колебания трубопровода под действием бегущих волн теплоносителя

Аналитически и численно исследуются свободные и вынужденные изгибные колебания элемента трубопровода с неподвижными шарнирными опорами. Учитывается геометрическая нелинейность, обусловленная изменением длины средней линии стержня при его пространственном движении. Рассматриваются колебания стержня с различными собственными частотами в двух взаимно перпендикулярных направлениях, вследствие несовпадения изгибных жесткостей трубы либо жесткости опор в разных направлениях. Для свободных колебаний показано, что наряду с двумя плоскими формами движения при превышении определенного порогового значения существует форма, соответствующая движению сечений по окружности. Построены и качественно исследованы амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики системы в окрестности главного резонанса.

В исследованиях колебаний струны и стержня с закрепленными опорами обнаружена взаимосвязь колебаний в различных направлениях, что приводит к существованию, как плоских форм движения струны, так и пространственных, при которых точки струны совершают движение по кругу. Для вынужденных колебаний в окрестности главного резонанса существует диапазон частот, при которых возникают устойчивые параметрические колебания в плоскости ортогональной действию вынуждающей силы и суммарное движение точек происходит по эллипсу.

При численном исследовании пространственных колебаний нерастяжимой и упругой нити с натяжным устройством также обнаружено существование плоских и пространственных форм движения, с той разницей, что система имеет мягкую, а не жесткую упругую характеристику.

Уравнения, описывающие плоские изгибные колебания стержня и струны с неподвижными опорами приводятся к одному виду в безразмерных переменных, и в этом случае качественные результаты будут теми же. Нелинейные колебания пологих криволинейных стержней в плоскости кривизны рассматривались ранее.

УДК 622.311.22.019

А.В. БЕЛЯКОВ, к.т.н., проф.
(ИГЭУ),
А.Н. ГОРБАЧЕВ, с.н.с., А.А. ФОКИН, инж.
(ОАО «ВТИ»)

Опыт применения эрозионностойких защитно-упрочняющих покрытий рабочих лопаток последних ступеней паровых турбин ТЭС и АЭС

Эрозия рабочих лопаток (РЛ) последних ступеней ТЭС и АЭС является одной из известных проблем паротурбиностроения [1, 2].

Разработанный процесс формирования защитно-упрочняющих покрытий позволяет осуществлять упрочнение и восстановление изношенных участков входных кромок рабочих лопаток паровых турбин ТЭС и АЭС в различных технологических ситуациях и регламентирован стандартом организации СО ВТИ 30.003-2004 [3].

Основными достоинствами технологического процесса являются:

- применимость технологического процесса в условиях любого производства и возможность реализации процесса без разлопачивания ротора;
- высокая производительность нанесения защитно-упрочняющего покрытия (15 рабочих лопаток в смену, что соответствует 1,5 мин/см²);
- мобильность оборудования (небольшие габариты) и вес: – для установок ГБФ-2М;
- время развертывания оборудования на ремонтной площадке 20 – 25 мин.;
- исключение термического влияния на материал лопатки (в процессе формирования защитно-упрочняющего покрытия материал лопатки остается холодным);
- возможность локального нанесения покрытия толщиной до 0,3 мм, а в отдельных случаях до 1,0 мм;

За период с 1999 по 2004 г.г. восстановлено и упрочнено более 14000 РЛ. Годовой экономэфект по турбине К-300-240 ЛМЗ – 800 тыс. руб.

Литература

1. **Беляков А.В., Воронин В.П., Израилев Ю.Л., Шапин В.И., Шепталина Н.Г., Заворотнов Е.И., Пьянзин А.Ю.** Нормативный технологический процесс восстановления живучести лопаток паровых турбин методом электроискрового легирования // Вестник ИГЭУ. – 2002. – №1.
2. **Рыженков В.А.** Состояние проблемы и пути повышения износостойкости энергетического оборудования ТЭС // Теплоэнергетика. – 2000. – №6.
3. **СО ВТИ 30.003-2004** Методические указания о порядке формирования эрозионностойких защитно-упрочняющих покрытий на рабочих лопатках паровых турбин в процессе изготовления, эксплуатации и ремонта методом электроискрового легирования.

УДК 621.321

И.А. БЕЛОВ, асп.
(ИГЭУ/LMARC, Безансон, Франция)

Конечно-элементное моделирование процессов высокоскоростной металлообработки

Высокоскоростная обработка твердых сплавов стали (до 62 HRC) дает ряд технических и экономических преимуществ [2] и получает все более широкое распространение в производстве. Используются промышленные токарные и фрезерные станки с линейной скоростью резания металла в сотни, а иногда тысячи метров в минуту. Однако при таких условиях в зоне контакта режущего инструмента и изделия возникают высокие температуры и напряжения. Моделирование процессов высокоскоростной металлообработки необходимо для предотвращения преждевременного износа или повреждения режущего инструмента.

Наряду со смешанным подходом Лагранжа-Эйлера [3] в КЭ моделировании таких процессов широко используется модель материала Джонсона-Кука (Johnson-Cook), где, например, предел текучести материала определяется следующим выражением:

$$\bar{\sigma} = \left(A + B \cdot [\bar{\epsilon}]^n \right) \cdot \left[1 + C \cdot \ln \left(\frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_0} \right) \right] \cdot \left(1 - \left[\frac{T - T_{\text{room}}}{T_{\text{melt}} - T_{\text{room}}} \right]^m \right), \quad (1)$$

где A , B , n , C и m – параметры материала; $\bar{\epsilon}$, $\dot{\epsilon}$ и $\dot{\epsilon}_0$ – пластическая деформация, скорость деформации и базовая скорость деформации, соответственно; T , T_{room} и T_{melt} – температуры материала, окружающей среды и температура плавления. Эта модель учитывает как упрочнение материала в результате высокой скорости деформации, так и разупрочнение в результате повышения температуры. В подобной форме задаются также критерии разрушения материала [1]. Большую роль в состоятельности модели играет выбор закона трения.

Целями настоящей работы являются разработка КЭ модели высокоскоростного фрезерования и идентификация ее параметров на основе экспериментальных измерений.

Литература

1. **Y.B. Guo, David W. Yen** A FEM study on mechanisms of discontinuous chip formation in hard machining. *Journal of Materials Processing Technology* 155–156 (2004) 1350–1356.
2. **Tugrul Özel, Taylan Altan** Modeling of high speed machining processes for predicting tool forces, stresses and temperatures using FEM simulations. *Proceedings of the CIRP International Workshop on Modeling of Machining Operations Atlanta, Georgia, USA – May 19, 1998.*
3. **O. Pantalé, J.-L. Bacaria, O. Dalverny, R. Rakotomalala, S. Caperaa** 2D and 3D numerical models of metal cutting with damage effects. *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.* 193 (2004) 4383–4399.

УДК [616.711-007.55:616.74]-07-053.2

И.В. КИРПИЧЕВ, ассист., С.Е. ЛЬВОВ, д.м.н., проф.
(ИГМА)

Функциональные изменения паравертебральных мышц при сколиотической болезни у детей

В межвузовской лаборатории «Биомеханика» проведена поверхностная ЭМГ Паравертебральных мышц на уровне поясничного отдела позвоночника одновременно на выпуклой и вогнутой стороне дуги деформации у 25 детей, больных сколиотической болезнью. Исследование проводилось на аппарате «Нейро-ЭМГ-Микро» фирмы «Нейрософт». Проводилось 4 функциональные пробы, после чего оценивалась разность амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) на выпуклой и вогнутой стороне дуги. Чем более выражена была выявлена разность амплитуды и частоты, тем более выраженной считалась декомпенсация в работе паравертебральных мышц. Первая функциональная проба проводилась в положении лежа на животе при максимальном расслаблении исследуемых мышц. Это позволило оценить исходную разность АЧХ мышц в покое. Вторая функциональная проба проводилась в положении стоя в основной стойке с открытыми глазами. Эта проба позволила оценить разность АЧХ, возникающие при обычной нагрузке на данную группу мышц, а именно при совершении работы направленной на удержание тела в вертикальном положении. Третья функциональная проба проводилась в положении стоя в основной стойке с закрытыми глазами, что позволило оценить роль зрительного анализатора в работе паравертебральных мышц. Четвертая функциональная проба проводилась при максимальном разгибании в поясничном отделе позвоночника из положения лежа с последующим удержанием этого положения в течение 20 с. Эта проба позволила зарегистрировать разность АЧХ при нагрузке на мышцы поясничного отдела, превышающие обычную.

Выяснено, что при 1 обследовании разность АЧХ минимальна (амплитуда 0,57 мкВ, частота 264 Гц), что свидетельствует об отсутствии декомпенсации в работе исследуемых мышц. При вертикальном положении (2 проба) в 40% случаев наблюдается декомпенсация в работе исследуемых мышц (разность амплитуды превосходит исходную в 3 и более раза, частоты – в 5 раз). В половине случаев, при этом, декомпенсация носила выраженный характер (разность амплитуды превосходит исходную в 8 раз, частоты – в 5 раз). Исключение зрительного анализатора (3 обследование) увеличивает количество пациентов с декомпенсацией в работе мышц с 40% до 52%. При этом изменяется соотношение больных с менее и более выраженной декомпенсацией 20%:20% (1:1) до 12%:40% (1:3), что подтверждает регулируемую роль зрительного анализатора в работе исследуемых мышц. При выраженной нагрузке наблюдается декомпенсация в работе околопозвоночных мышц у 100% обследуемых (амплитуда 122 мкВ, частота 168 Гц).

УДК 616.711-007.55-073-053.2

А.Н. НОВОСЕЛЬСКИЙ, д.м.н., гл. врач,
О.И. НОВОСЕЛЬСКАЯ, врач ортопед-травматолог, И.А. СЕНИЦКИЙ
(ГКБВЛ № 5)

Биомеханика позвоночника при сколиотической деформации

В настоящее время многочисленными работами, ведущимися в области ортопедии, неврологии, мануальной терапии, доказаны асимметрии человеческого тела. Исследованиями, проводившимися в ИвГМА с 1990 года, выявлено, что функциональные асимметрии нервной системы соответствуют структурным асимметриям опорно-двигательного аппарата. По нашим данным, позвоночник практически здорового ребенка в 100 % случаев имеет незначительные девиации во фронтальной плоскости, чему соответствует микроротация на уровне отдельных позвоночно-двигательных сегментов. Асимметричное положение тазовых структур выявлено у 97 %. Анализ проекций плечевого и тазового пояса на горизонтальную плоскость выявил асимметричное положение плечевого и тазового пояса в 78-86 % случаев за счет ротации между верхней и нижней половинами тела. В 95 % случаев имеется асимметрия в длинах нижних конечностей. Компенсация разницы длины ног происходит за счет микроротации двух половин таза по отношению друг к другу, приводящих к скручивающему моменту в области крестца и пятого поясничного позвонка. Микроротация пятого поясничного позвонка передается через позвоночно-двигательные сегменты на грудной и шейный уровни. Позвоночный столб приобретает форму спирали с девиациями во фронтальной и сагитальной плоскостях. Возникающая структурная асимметрия тела связана с действием силы тяжести или гравитационного поля Земли.

При математическом моделировании подвижности позвоночного столба нами в 1993 году предложено описание формы позвоночника с помощью аппроксимирующих функций. Данное решение позволило с помощью «графиков кручения», отражающих форму позвоночника в трех плоскостях, выделить определенные конституциональные типы.

Встречаются четыре основных типа «кручения»: однонаправленное вправо, однонаправленное влево, а также два варианта разнонаправленного кручения. Наиболее многочисленной является группа, где разнонаправленное кручение – в шейно-грудном отделе – влево, а в грудно-поясничном – вправо – 50%. В этой группе выявлено укорочение правой ноги на 0,5 -1 см ($t=2,87$). При анализе клинических и рентгенологических данных у обследуемых с данным типом кручения сколиотическая деформация позвоночника выявлена в 87% случаев. В группе с разнонаправленным кручением – в шейно-грудном отделе – вправо, а в грудно-поясничном – влево, обнаруживаются различные виды нарушения осанки.

УДК 62-835, 62-86

В.В. КОЗЫРЕВ, д.т.н., проф., О.В. ФЕДОТОВ, к.т.н., доц., С.М. ПАРИНОВ, асп.
(ГОУ ВПО ВлГУ)

С.Л. ТИХОМИРОВ, гл. детский травматолог-ортопед Влад. обл.
(РКДОНЦ)

Автономный ортопедический аппарат автоматизированного остеосинтеза

Аппарат строится на основе известного аппарата Илизарова Г.А. и предназначен для автоматизации процесса лечения переломов длинных костей конечностей.

Аппарат состоит из шагового микроэлектродвигателя, малогабаритной роликвинтовой передачи, разработанной во ВлГУ, программируемой микропроцессорной системой управления и малогабаритного аккумулятора.

Аппарат обеспечивает микроперемещения и усилия, соответствующие естественному процессу регенерации костной ткани, что повышает качество и сокращает сроки лечения.

Технические характеристики

1. Номинальная осевая нагрузка на аппарат, Н	1000
2. Величина максимального перемещения при дистракции, мм	50
3. Минимальная величина перемещения за цикл дистракции, мкм	3,385
4. Диапазон задания перемещения, мкм	7 – 250
5. Диапазон изменения временного интервала между последовательными циклами дистракции, мин	1 - 250
6. Шаг изменения временного интервала, мин	1
7. Потребляемая мощность, Вт	18
8. Масса аппарата, размещаемого на конечности, кг, не более	2,2
9. Габариты, мм	275x240x240

Аппарат успешно прошёл приемочные технические сертификационные испытания во Всероссийском научно-исследовательском и испытательном институте медицинской техники (г. Москва). В настоящее время проходит клинические испытания во Всероссийском клиническом детском ортопедоневрологическом реабилитационном центре (пос. Пиганово Владимирской области).

Литература

1. Козырев В.В., Мишулин Ю.Е., Овчинников А.Ю., Федотов О.В. Автономный ортопедический аппарат автоматизированного остеосинтеза как мехатронная система // Мехатроника. – 2002, № 4. – С. 41-44.

Применение теории пороупругости Бийо к исследованию твердых биологических тканей

Внедрение в медицину вибрационной диагностики опорно-двигательного аппарата человека связано с определенными трудностями. Как известно, большинство методов вибродиагностики для корректного решения задачи распознавания требуют наличия большой базы данных о дефектах диагностируемого объекта и откликах на них. Получение подобной базы данных возможно при использовании математического моделирования. Однако создание адекватной модели невозможно без учета специфики материала. Поэтому рассматривается возможность построения моделей тканей с учетом этих особенностей.

Трубчатые кости имеют две системы взаимосвязанных каналов. Большая из них состоит из гаверсовых и фолькманновых каналов диаметром около 50 мкм и содержит кровеносные сосуды и нервы. Меньшая система состоит из канальцев и лакун. Канальцы имеют на два порядка меньший размер и содержат остеоциты. Имея сообщение с сосудистой системой, они образуют проход для питательных веществ и других клеток, поступающих к остеоцитам и от них. Когда кость подвергается нагрузкам, в жидкости внутри твердой основы возникает градиент давления, вызывающий ее движение. Считается, что потоки внеклеточной жидкости играют важную роль не только в питании клеток, но и в работе механочувствительной системы кости. Также они влияют на диссипативные характеристики костной ткани.

Взаимосвязь между деформацией костной основы и потоками жидкости может быть смоделирована на основе теории пористых упругих сред, насыщенных жидкостью, разработанной Маурисом Бийо в середине прошлого века [1]. Дифференциальные уравнения движения сплошной среды, записанные относительно вектора перемещений твердой фазы и давления жидкой фазы, приводят к системе связанных уравнений, которые могут быть решены численно, например, методом конечных элементов. Полученные результаты имеют ясный физический смысл и позволяют использовать разработанный подход для расчета сложных биомеханических систем, насыщенных жидкостью, таких как длинные трубчатые кости опорно-двигательного аппарата, связки, хрящи, сухожилия и скелетные мышцы, для математического описания которых аппарат теории двухфазных сред представляется наиболее естественным.

Литература

1. **Biot M.A.** General theory of three-dimensional consolidation // J. Appl. Phys., 1941, Vol. 12, No. 2, pp. 155-164.

Исследования резонансных свойств мягких упругих тканей голени методами вибрационной диагностики

Ахиллово сухожилие, является самым крупным соединительным элементом опорно-двигательного аппарата. Восстановление нормального функционирования нижней конечности требует значительных финансовых и временных затрат.

Разработано экспериментальное оборудование, развивающее метод активной вибрационной диагностики мягких упругих тканей голени. Реализация стенда вибродиагностики повреждений сухожильно-мышечного комплекса голени должна отвечать следующим требованиям:

- достаточная степень точности диагностики разрыва сухожилия;
- малая стоимость стенда и простота использования;
- безболезненность исследования,
- минимальная площадь поверхности живых тканей, и точек соприкосновения тканей и средств исследования;
- возможность перехода к реабилитации поврежденного места.

К преимуществам используемого метода относятся: бесконтактный метод воздействия на исследуемый объект, и регистрации возмущения; замена системы модуляции и обработки сигналов на цифровое оборудование (персональный компьютер).

Диагностика повреждения ахиллова сухожилия выглядит следующим образом: программное обеспечение генерирует синусоидальный сигнал, выходящий в аналоговом виде со звуковой карты персонального компьютера, в усилителе происходит обработка сигнала по мощности до уровня, необходимого для создания в электрической катушке-возбудителе ЭДС, соответствующего минимальной амплитуде воздействия на сухожилие. Отклик, регистрируемый с помощью магнита и катушки датчика, в виде напряжения полезного сигнала обрабатывается предварительным усилителем и подается на линейный вход звуковой карты персонального компьютера.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что предложенный способ исследования резонансных свойств объектов пригоден для применения в диагностике физиологического состояния мышечно-сухожильного комплекса голени в области низких частот и первых форм колебаний.

Литература

1. Львов С.Е., Шапин В.И., Щавелев В.Л., Вихрев С.В. Устройство для диагностики состояния трехглавой мышцы голени. Патент РФ № 2123803. Б.И. №36, 1998.

УДК536.421.5: 621.762

Д.В. ЛИКСОНОВ, асп.
(ИГЭУ/LMARC, Безансон, Франция)

Изготовления ножек эндопротезов тазобедренного сустава с помощью технологии MIM

Технология MIM – активно развивающаяся в последние годы порошковая технология, позволяющая серийно изготавливать металлические детали с помощью литья под давлением при сравнительно низкой температуре.

Изготовление осуществляется в четыре этапа: 1 – смешивание металлического порошка с полимером; 2 – литьё под давлением полученной смеси; 3 – удаление полимера; 4 – спекание пористой детали при высокой температуре в вакууме или в инертной атмосфере.

Были выполнены эксперименты по изготовлению ножек эндопротезов тазобедренного сустава по технологии MIM. С помощью программного комплекса CATIA и фрезерного станка изготовлены вкладыши литейной формы для отливки ножек эндопротезов. Затем выполнено литьё под давлением, удаление связующего вещества термическим методом и спекание (в вакууме и в атмосфере водорода). Полученные экспериментальные образцы (материал – нержавеющая сталь 316L) изображены на рисунке 1.

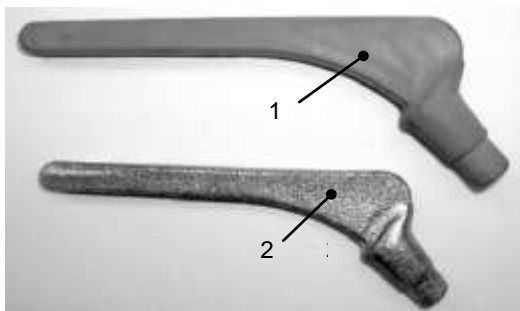


Рис. 1. Экспериментальные образцы ножек эндопротезов. 1 – после литья под давлением; 2 – после спекания

Выполненные статические испытания на прочность изготовленных образцов в соответствии с нормой NF S 90-448 дали положительные результаты.

Литература

1. **Barriere T., Gelin J.C., Dvorak P.** Experimental characterization of jetting phenomena in Powder Injection Molding, *6th ESAFORM Conference*, April 2003, Salerno, Italy, 83-90, 2003.
2. **Liksonov D., Barriere T., Boudeau N., Gelin J.C., Maslov L.** Powder Injection Molding of Femoral Implant Stems, *World Euro PM 2004*, Vienne, October 2004, 599-603, 2004.

УДК 616.727.13:612.76

В.В. ПИСАРЕВ, ассист.
(ИвГМА),
А.В. КРАВЧЕНКО, врач (7 ГKB)
И.В. ВАСИН, врач (ГВВ)

Вибрационно-резонансные характеристики ключицы при различных положениях верхней конечности

Вибрационные методы исследования механических свойств костей описаны несколькими учеными [1,2,3]. Данные исследования проводились лишь на изолированных крупных трубчатых костях, таких как бедренная и большеберцовая.

Целью исследования являлось изучение вибрационно-резонансных характеристик ключицы у здоровых людей при различных положениях руки.

Для изучения вибрационно-резонансных характеристик ключицы нами (Писарев В.В., Львов С.Е., Шапин В.И., Красновский С.Я.) разработано и внедрено в клиническую практику «Устройство для вибрационной резонансной диагностики и определения объема движений ключицы» (заявка на патент РФ на изобретение 2003134845/14(037472) от 19.05.2004 г.). Нами обследовано 22 здоровых мужчины в возрасте $25,3 \pm 2,1$ лет. Выяснено, что резонансная частота правой ключицы при положении руки вдоль тела составила – $42,37 \pm 0,469$ Гц, при положении руки в сгибании 90° резонансная частота составила – $47,4 \pm 0,95$ Гц, что достоверно больше, чем при положении вдоль тела ($p < 0,001$). Резонансная частота при разгибании составила – $42,34 \pm 0,716$ Гц, что достоверно меньше аналогичного показателя при положении руки в сгибании ($p < 0,001$) и меньше, чем при положении руки вдоль тела ($p > 0,05$). Следовательно, резонансная частота ключицы изменяется при различных положениях руки в плечевом суставе. Это связано с изменением стабильности фиксации ключицы в грудино-ключичном и ключично-лопаточном сочленениях, за счет изменения натяжения связок, фиксирующих ключицу в этих суставах, а также тяги мышц прикрепляющихся к ней. Таким образом, проведенный эксперимент доказывает, что в положении сгибания связки стабилизируют ключицу в большей степени, чем при разгибании. Изменение амплитудных характеристик не является достоверным при изменении положения рук.

Литература

1. **Янсон Х.А.** Биомеханика нижней конечности человека // Изд-во. «Зинатне».- Рига.- 1975.- С.229-269.
2. **Русских С.В., Колодина И.Г., Васин И.В., Кудрин А.А.** Вибродиагностика при повреждении ахиллова сухожилия // В. Сб.: Медико-биологические клинические и социальные вопросы здоровья и патологии. Иваново, 1997.– С.76-82.
3. **Блескин Е.В., Шапин В.И., Маслов Л.Б., Львов С.Е. Вихрев С.В.** Устройство для моделирования вибрационных резонансных характеристик при исследовании чрескостного остеосинтеза большеберцовой кости в эксперименте. Свидетельство РФ на полезную модель №19361//БИПМ.-2001.-№24.-С. 443.

УДК [616.718.49-001.5: 616.728.3]-073

Е.В. КОЗЫРИН, врач
(МУЗ ЦГБ, г. Ковров)
С.Е. ЛЬВОВ, д.м.н., проф.
(ГОУ ВПО ИвГМА)

Биомеханические аспекты лечения переломов надколенника

Благодаря различной кривизне изгиба суставной поверхности мыщелков бедренной кости, надколенник при движениях не всей своей поверхностью соприкасается с суставным хрящом бедра. Поэтому зона плотного контакта между хрящом блока бедра и надколенника будет зависеть от угла сгибания коленного сустава. Контактная полоса находится в дистальных отделах суставной поверхности надколенника на первых 30° сгибания, в центральном отделе – при 45°, а в дистальном – при сгибании до 90°. Непосредственный визуальный контроль за качеством репозиции суставной поверхности надколенника затруднен. Нам представляется необходимым использовать суставную поверхность блока бедра, как клише, на которой собираются отломки. П.И.Снисаренко (1984) считает, что наилучшие условия для вправления отломков надколенника создаются при сгибании коленного сустава до угла 50-60°. В доступной литературе нами не обнаружено сведений о применении различных углов сгибания коленного сустава для репозиции в зависимости от уровня повреждения надколенника. Используя данные о биомеханике пателло-фemorального сочленения, мы сделали вывод, что оптимальный угол сгибания в коленном суставе, в момент репозиции, будет зависеть от локализации перелома.

Опыт открытой репозиции переломов надколенника у 20 больных убеждает нас, что наилучшему результату репозиции переломов в дистальном отделе суставной поверхности надколенника способствует сгибание коленного сустава до 20 – 30°, перелому в центре надколенника – сгибание до 45°, перелому в проксимальной части суставной поверхности – сгибание коленного сустава до 60°.

Надколенник при сгибательно – разгибательных движениях в коленном суставе проходит сложный путь с отклонениями во фронтальной, сагитальной и горизонтальной плоскостях. Даже небольшое проксимальное или дистальное смещение надколенника приводит к его движению вне естественной дорожки скольжения, уменьшает площадь контакта и, следовательно, приводит к пиковым нагрузкам на суставной хрящ. По рентгенограммам с маркировкой рентгенконтрастными метками у 10 больных нам удалось правильной центрировать надколенник после его частичной резекции. Быстрое восстановление движений и удаление проволоочной стяжки не позднее 6 недель после операции позволило провести полноценную реабилитацию больных и предупредить развитие пателло-фemorального артроза.

УДК 620.359.1

Д.В. СМИРНОВ, студ.
(ИГЭУ)

Разработка модели и средств вибродиагностики ахиллова сухожилия

Разрыв ахиллова сухожилия представляет собой тяжелую травму опорно-двигательного аппарата человека.

Точная диагностика разрывов ахиллова сухожилия и непрерывный контроль процесса реабилитации представляют актуальную медицинскую проблему.

Традиционные методы травматологии определения разрыва ахиллова сухожилия не могут обеспечить необходимой достоверности диагностики. Современные методы, такие как, рентген, радио-изотопы или ядерно-магнитная томография достаточно дороги и имеют строгие ограничения на применение.

Реализация стенда вибродиагностики повреждения мышечно-сухожильного комплекса голеностопного сустава должна отвечать следующим требованиям:

- качество определения повреждения (точность) и диагностика вероятного разрыва;
- малая стоимость стенда;
- наименьшая площадь поверхности, задействованной в диагностике;
- наименьшее количество точек соприкосновения средств исследования и объекта исследования;
- простота использования;
- безболезненность исследования.

Описание стенда.

Работу стенда по диагностике повреждения ахиллова сухожилия можно описать следующим образом. Программное обеспечение генерирует синусоидальный сигнал, исходящий в аналоговом виде со звуковой карты. В усилителе происходит обработка сигнала по мощности, до уровня, необходимого для создания в электрической катушке возбудителя ЭДС, достаточного для достижения минимальной амплитуды воздействия на сухожилие. Отклик, регистрируемый с помощью магнита и катушки датчика, в виде напряжения полезного сигнала, обрабатывается предварительным усилителем, и подается на линейный вход звуковой карты. Полученный сигнал отображается в виде зависимости амплитуды от частоты, и является приемлемым для дальнейшего анализа. Следует отметить, что полученная характеристика учитывает различные нелинейности средств исследования. Электрические наводки катушки возбудителя на катушку датчика учитываются при обратном сканировании без объекта исследования.

УДК 378.14

М.А. НОЗДРИН, к.т.н., доц., В.И. ШАПИН, к.т.н., проф., З.В. ЗАРУБИН, ассист.
(ИГЭУ)

Оценка качества образования по показателю компетентности

Уровень компетентности студента высшего учебного заведения является важнейшей характеристикой образования [1]. Его определение, качественная и количественная оценка при входном тестировании студентов позволяют организовывать работу студенческого коллектива не только по показателям успеваемости на экзаменах, оценок в аттестатах и характеристик, но и в зависимости от показателей мыслительных, личностных качеств и уровня коммуникативной компетентности.

В трудах различных авторов компетентность выступает как характеристика личности, как уровень образованности специалиста. Отмечается деятельностная природа компетентности, ее внутренняя связь с культурой, с профессиональной позицией личности и ее направленностью.

Компетентность является высшим уровнем образованности, следующим за элементарной грамотностью и функциональной грамотностью. В зависимости от уровня образованности клиенту образовательного процесса доступны различные уровни решения проблем, разный объем образовательного пространства и разные методы решения проблем.

Определены алгоритмы качественной и количественной оценки измерения параметров компетентности. Предполагается реализация программы автоматизации измерения параметров, построение автотренажера для оператора – диагноста независимой экспертизы с методическим обеспечением. В дальнейшем планируется точечная проверка системы диагностики на базе студентов специальности 010500 «Механика» и коррекция алгоритма по результатам фрагментарных испытаний. Заключительными этапами являются экспертиза.

Мониторинг образовательного процесса позволяет обеспечить с ним обратную связь, предоставляет информацию о результативности предпринимаемых усилий и ориентирует на возможные пути коррекции возникающих в образовательном процессе проблем и выявленных недостатков.

Литература

1. **Ноздрин М.А., Шапин В.И.** Тензорный метод контроля качества обучения/ Стратегия развития высшей школы и управления качеством образования// Сб. науч. тр. – Иваново, 2003.
2. **Всеобщее** управление качеством/ О. П. Глудкин, Н. М. Горбунов, А. И. Гуров, Ю. В. Зорин. – М.: Радио и связь, 1999.

О курсе «Проектирование сварных конструкций» для специальности –180503

Курс «Проектирование сварных конструкций» является основным конструкторским курсом специальности 180500 – электротехнологические установки и системы (специализации 180503 – электросварочные установки и системы). Он изучается на четвертом году обучения.

Предмет дисциплины – теоретические основы проектирования и надежной эксплуатации сварных конструкций, т.е. основы механической надежности сварных конструкций.

Цель изучения дисциплины – научить студентов: рассчитывать на прочность сварные соединения и конструкции, грамотно оценивать работоспособность сварных конструкций при различных условиях эксплуатации, оценивать эффективность методов повышения надежности и долговечности сварных конструкций, привить навыки самостоятельного проектирования рациональных сварных соединений и конструкций; дать студентам знания, умения и навыки, необходимые для последующего изучения специальных инженерных дисциплин и для дальнейшей деятельности в качестве инженера-сварщика в условиях производства.

Так как применение сварки в общем машиностроении ограничено, то в качестве типовых объектов выбраны сварные строительные конструкции – стойки, сварные балки, фермы и оболочки вращения. Для них рассмотрены условия работы, нагрузки и основные критерии работоспособности в статическом режиме, конструкции типовых деталей, и узлов.

В связи с ограниченным объемом курса «прикладная механика» потребовалось включение тем из курса «сопротивление материалов» - продольный и продольно-поперечный изгиб, касательные и главные напряжения при поперечном изгибе.

Одним из итоговых этапов обучения дисциплине является курсовое проектирование – самостоятельная конструкторская работа студента. Тема курсовой работы – расчет и проектирование металлоконструкций мостового крана балочного типа. Ее выполнение позволяет: активно закрепить и углубить знания, полученные при изучении дисциплины; приобрести навыки работы со справочной литературой и стандартами; получить навыки в принятии инженерных решений.

УДК 531

А.С. ЗАЙЦЕВ, к.т.н., доц., Н.В. МАЛИНИНА, ст. препод.
(ИГЭУ)

Особенности и проблемы преподавания курса механики на заочном факультете

Преподавание любого предмета, в том числе и механики, процесс творческий, требующий непрерывного совершенствования всех традиционных аспектов преподавания: улучшение качества занятий, подбор задач, вызывающих интерес у студентов, внедрение новых лабораторных работ, адаптация курса к учебной сетке. Вместе с тем появление ряда факторов, обусловленных и научно-техническим прогрессом, и новыми экономическими отношениями, и предстоящими реформами в системе образования, требует корректировки той методической базы, которой располагает преподаватель.

Основная задача любого учебного процесса – развитие творческого начала личности в приобретении знаний и умений. Наиболее благоприятная среда для творчества складывается, когда учебная специальность совпадает с родом деятельности студента-заочника. К сожалению, часто имеет место несовпадение приобретаемой специальности и непосредственно профессии обучаемого. Поскольку права гражданина на получение высшего образования должны быть обеспечены, то построение учебного процесса для студентов заочного факультета – одна из важнейших методических проблем.

Минимизация отрицательных сторон в системе обучения студента-заочника на ближайшем этапе может состоять в следующем:

Очевидно, что за 8-10 лекционных часов во время сессии невозможно изложить курс в полном объеме. Общеизвестно, что при наличии многих хороших учебников по механике – пособия для цикла из 4-5 лекций в помощь преподавателю нет. Создание такого пособия могло бы обобщить имеющийся опыт.

Ликвидация системы вечернего образования лишила возможности систематического контакта работающих студентов с преподавателями. Следовательно, увеличение числа часов консультаций – насущная необходимость.

В настоящее время все чаще встречается факт несамостоятельного выполнения контрольных работ заочниками. В связи с этим требуется постоянная переработка заданий.

Обеспечение платных дополнительных образовательных услуг индивидуальных или групповых консультаций по желанию клиентов в течение семестра, введение в процесс активной дистанционной формы обучения, включающей лекции с лабораториями и контрольными модулями поможет самостоятельной работе студентов.

Реализация указанных предложений и, особенно, введение дистанционного обучения, включающего модель РИТМ-TQM позволит существенно повысить эффективность обучения на заочном факультете.

СЕКЦИЯ 11. МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 621.927

В.Е. МИЗОНОВ, проф., В.П. ЖУКОВ, проф.
(ИГЭУ)
H. BERTHIAUX, Prof.
(Ecole des Mines d'Albi, France)

Теория цепей Маркова как средство моделирования процессов в химической технологии

В последние десятилетия в связи с развитием средств компьютерной поддержки операций с матрицами значительно вырос интерес к использованию теории цепей Маркова как инструменту математического моделирования процессов переноса. Некоторый процесс считается марковским, если в последовательности его состояний прошлое и будущее состояния взаимно независимы, то есть будущее состояние определяется только настоящим и не зависит от прошлого. В терминах дифференциальных уравнений можно сказать, что процесс может рассматриваться как марковский, если его уравнение содержит первую производную от характеристики процесса по времени, но не выше. Этому условию отвечает большинство уравнений переноса: теплопроводности, диффузии и т.д. Формально переход к ячеечной модели по существу означает переход к разностной схеме решения соответствующего параболического дифференциального уравнения и основному ее оператору – матрице переходных вероятностей для соответствующей аддитивной характеристики. Однако, составление этой матрицы на основе уравнений баланса имеет абсолютно ясный и простой физический смысл, допускает описание нелинейных явлений (например, зависимость переходных вероятностей от параметров состояния), источников членов и, что особенно важно, обеспечивает моделирование на основе универсальных практически для всех задач вычислительных алгоритмов. Переход к двумерным ячеечным моделям, включая построение сетки ячеек на круге, позволяет решать весьма сложные задачи по моделированию тепло- и массопереноса, осложненного химическими реакциями, для области практически произвольной конфигурации. В докладе рассмотрены примеры применения теории цепей Маркова к моделированию периодического и непрерывного смешения, измельчения, классификации, агломерации, теплообмена и массообмена и ряда других процессов, убедительно иллюстрирующие преимущества этого подхода.

Если некоторый процесс заранее не обладает свойством марковости, его можно привести к такому путем перехода к фазовому пространству. В докладе также обсуждается двумерная цепь в пространстве координат-скоростей для стохастического ансамбля частиц, то есть для решения уравнения Фоккера-Планка. Процесс, не являющийся марковским в координатном пространстве, становится таковым в фазовом пространстве, однако размерность модели увеличивается.

УДК 621.321

В.П. ЖУКОВ, д.т.н., проф., Е.В. БАРОЧКИН, к.т.н., доц.,
В.Е. МИЗОНОВ, д.т.н., проф., Г.В. ЛЕДУХОВСКИЙ, студ.
(ИГЭУ)

Динамическое моделирование теплообменных аппаратов на основе теории цепей Маркова

Математические модели переходных процессов теплоэнергетического оборудования позволяют создавать и эффективно эксплуатировать как системы автоматического регулирования, так и многофункциональные тренажеры. В работе на основе цепей теории Маркова предложена динамическая модель прямооточного кожухотрубного теплообменника.

Теплообменник по длине разбит на n элементов. Процесс теплообмена описан без учета фазового перехода в теплоносителях. Вектор состояния системы составлен из температур горячего t_1 и холодного t_2 теплоносителей в виде

$$\mathbf{T} = [t_{11} \ t_{21} \ t_{12} \ t_{22} \ \dots \ t_{1n} \ t_{2n}],$$

где первый индекс характеризует теплоноситель: «1» – горячий, «2» – холодный, второй индекс соответствует номеру ячейки. Параметры среды внутри ячейки имеют постоянное значение. Для построения матрицы переходных вероятностей рассмотрены тепловые балансы для ячеек горячего и холодного теплоносителей. Изменение энергии в ячейке происходит за счет перетоков теплоносителей и теплопередачи от горячего теплоносителя холодному. Балансовые соотношения, записанные для всех ячеек аппарата, представлены в матричном виде

$$\mathbf{T}^{j+1} = \mathbf{P} \times \mathbf{T}^j + \mathbf{TP}, \quad (1)$$

где \mathbf{P} – блочная матрица переходных вероятностей, \mathbf{TP} – матрица, характеризующая внешние для аппарата потоки, верхний индекс соответствует шагу по времени. Матричное уравнение (1) позволяет определить распределение температуры теплоносителей вдоль канала в произвольный момент времени.

Приведен пример расчета переходного процесса для прямооточного кожухотрубного подогревателя, показана эволюция распределения температур вдоль аппарата после резкого изменения температуры горячего и холодного теплоносителей на входе.

Для проверки адекватности сделан расчет установившегося распределения температур по известной методике и переходного процесса по разработанной модели. Распределения температур, найденное с помощью цепей Маркова, асимптотически приближаются к установившемуся распределению, рассчитанному по известной методике, что свидетельствует об адекватности предложенной динамической модели теплообмена.

УДК 666.94

Г.Г. МЕЖЕУМОВ, асп., В.П. ЖУКОВ, д.т.н., проф., В.Е. МИЗОНОВ, д.т.н., проф., (ИГЭУ)

Модель трубной цементной мельницы на основе теории цепей Маркова

Измельчение клинкера является наиболее энергоемкой стадией процесса производства портландцементов: энергетические затраты измельчительного контура могут достигать 40%-60% от совокупного энергопотребления современного цементного завода. Поэтому оптимизация работы мельницы является первоочередной задачей на пути снижения себестоимости производимого цемента.

На рассматриваемом цементном заводе управление мельницей осуществляется при помощи системы автоматического регулирования, обеспечивающей высокую стабильность и эффективность контроля над замкнутым мельничным контуром. Однако алгоритм регулирования не гарантирует оптимальный режим работы оборудования и не учитывает такие возмущающие факторы, как переменная прочность клинкера и износ рабочих частей мельницы. Динамическая модель трубной цементной мельницы на основе теории цепей Маркова позволит принять в расчет факторы, влияющие на работу мельницы, и скорректировать значения целевых параметров алгоритма управления.

Наиболее типичный замкнутый измельчительный контур включает в себя трубную шаровую цементную мельницу и динамический центробежный классификатор.

В соответствии с разработанным подходом трубная мельница может быть описана матрицей состояний **ST**, содержащей информацию обо всех возможных исходах стохастического процесса движения измельчаемой частицы внутри мельницы.¹ Это позволит рассчитать матрицу измельчения **G**, которая свяжет гранулометрические составы материала на входе и на выходе трубной мельницы. Кривая разделения сепаратора может быть использована для определения диагональной матрицы классификации **C**, описывающей процесс разделения материала на крупную и мелкую фракции. Расчет уравнений баланса массопотоков внутри контура для различных режимов работы мельницы позволит определить значения элементов матрицы измельчения **G** при переменной прочности клинкера и прочих возмущающих воздействиях.

При помощи разработанной модели сформулирована оптимизационная задача замкнутого цикла измельчения при наличии ограничивающих условий. Решение задачи позволяет определить оптимальный режим работы мельницы при заданных возмущающих воздействиях.

¹ V.E.Mizonov, H.Berthiaux, V.P.Zhukov, S.Bernotat "Application of Multi-Dimensional Markov Chains to Model Kinetics of Grinding with Internal Classification" // International Journal of Mineral Processing, Volume 74, Supplement 1, December 2004, Pages S307-S315.

Движение волокон в нестационарном потоке вязкой жидкости

Математическое моделирование движения волокнистых материалов в потоке газа или капельной жидкости является актуальной задачей для химической промышленности и смежных отраслей. До настоящего времени не существует более или менее реалистичных подходов к описанию процессов пневмотранспорта и классификации волокнистых материалов, ориентации армирующих волокон в производстве полимерных материалов и т.д.

Одной из основных трудностей в моделировании движения является сложность описания взаимодействия гибкого волокна с несущей средой. В настоящей работе предлагается довольно интересное представление этого процесса, позволяющее сохранить все особенности поведения волокна в вязкой жидкости. Волокно представлено в виде нерастяжимой нити, обладающей изгибной жесткостью. На каждый элемент волокна действует сила сопротивления среды, вычисление которой ведется с применением основных законов гидромеханики. Затем, с учетом нерастяжимости и изгибной жесткости волокна вычисляется вектор ускорения каждого элемента. Учитывается также взаимодействие между волокнами и между различными элементами одного волокна.

Этот подход к описанию движения волокна, а также применение особо точных численных методов решения дифференциальных уравнений, позволил исследовать поведение волокон в плоском восходящем течении Пуазейля, как в стационарном, так и в нестационарном случаях. В первом случае были получены некоторые предварительные оценки классификации волокон в восходящем потоке газа, во втором – было исследовано движение волокон в потоке, скорость которого менялась по различным законам (синусоидально, пилообразно и т. д.). При этом были сделаны интересные наблюдения, позволяющие говорить о возможности путем регулирования скорости потока разделять группу волокон по их свойствам, в частности, по длине и по величине изгибной жесткости. Параллельно с этим была рассмотрена возможность так называемого «распутывания» волокон, позволяющее подготовить волокна к дальнейшей технологической обработке.

В данный момент полученные результаты уточняются и обобщаются. Ведется подготовка к проведению реальных физических экспериментов для их подтверждения.

УДК 621.928

С.А. КАЛИНИН, асп., Е.А. БАРАНЦЕВА, доц., В.Е. МИЗОНОВ, проф.
(ИГЭУ)

Описание процессов классификации дисперсных материалов на основе ячеечных моделей

Описано решение задачи прогнозирования кривой разделения для центробежного классификатора дисперсных материалов. Решение основано на ячейечной модели процесса, в свою очередь базирующейся на теории цепей Маркова. Процессу поставлена в соответствие двумерная цепь ячеек в полярных координатах. Спецификой такой цепи является то, что объемы ячеек переменны по радиусу, вследствие чего матрица для переноса аддитивного признака (концентрации частиц) не равна матрице для переноса его потенциала (концентрации). Было показано, что эти матрицы связаны операцией транспонирования.

Конвективная составляющая переноса выражена через скорости квазистационарного движения частиц в плоском осесимметричном вихревом потоке с центральным стоком. При заданном распределении скоростей несущей среды и линейном сопротивлении частиц радиальная и окружная скорости могут быть рассчитаны в явном виде как решение неполного кубического уравнения, вытекающего из системы уравнений квазистационарного движения. Подвод частиц в зону классификации описан через функцию источников в соответствующих ячейках, аналогично описан их отвод и улавливание на периферии зоны разделения. Модель не требует допущения об осевой симметрии процесса и может быть применена к широкому классу задач моделирования вихревых аппаратов, например, собственно классификаторов, циклонов, центрифуг и др. Кривая разделения (или улавливания) рассчитывается как поток частиц фракции через границу зоны разделения, соответствующую выходу левого (обычно – мелкого) материала.

Поскольку разработанная модель позволяет рассчитывать концентрации частиц всех фракций в ячейках, то следующим этапом моделирования был переход к нелинейным моделям, когда скорость конвективного переноса зависит от концентрации частиц в ячейках. В первом приближении считалось, что единственным влиянием концентрации является стесненность обтекания частиц, приводящая к увеличению скорости конвективного переноса. Численные эксперименты с нелинейными моделями, выполненные для условий гравитационной классификации, позволили выявить влияние концентрации частиц на граничный размер и эффективность разделения, которое хорошо соответствует имеющимся экспериментальным данным. Таким образом, было показано, что ячейечные модели обладают простотой алгоритмизации и хорошими прогностическими возможностями.

УДК 621.928

Е.А. БАРАНЦЕВА, доц., Б.Н. МАКАРОВ, инж.
(ИГЭУ)

Моделирование нестационарного прогрева плоской пластины перемещающимся локальным источником тепла

В ряде технологических процессов строительной и других отраслей промышленности одной из технологических операций является прогрев пластин локальными высокотемпературными источниками тепла, например, газовой горелкой. Поскольку с необогреваемой поверхности происходит непрерывная теплоотдача в окружающую среду, нагрев пластины оказывается неравномерным, причем степень неравномерности зависит от того, по какому закону источник тепла перемещается по поверхности пластины. Эмпирический подбор рациональной программы движения источников является трудоемкой задачей, осложняющейся тем, что требования к формирующемуся полю температуры различны в различных технологиях.

Для математического моделирования указанного процесса предложено использовать двумерную ячеечную модель пластины, описывающую теплопроводность внутри нее. Собственно модель теплопроводности построена для теплоизолированной по контуру пластины и базируется на переходной матрице, соответствующей матрице переходных вероятностей для двумерной цепи Маркова. Параметром модели является величина $d = a\Delta t / \Delta x^2$, где $a = \lambda / \rho c$ – коэффициент температуропроводности, λ , ρ и c – теплопроводность, плотность и теплоемкость материала пластины, соответственно, Δx – линейный размер квадратной ячейки, Δt – шаг временной дискретизации процесса. Для любой не примыкающей к контуру пластины ячейки доля тепла, переходящего в соседние ячейки, равна d , а доля остающегося тепла равна $1 - 4d$. Теплоотдача к поверхности пластины от источника тепла и с поверхности к окружающей среде представлена в виде функций источников, добавляемых или вычитаемых из количества тепла в ячейках на каждом временном переходе. Положение ячейки, к которой подводится тепло от высокотемпературного источника, может меняться от перехода к переходу. Построенная таким образом матричная эволюционная модель прогрева позволяет описывать формирование поля температуры при любой задаваемой программе движения источника тепла по поверхности пластины, включая «ручное» управление с помощью мыши. Не составляет труда переход к нелинейным моделям, когда свойства материала меняются с температурой.

На основе разработанной модели были выполнены численные эксперименты, позволившие выявить оптимальные (или рациональные) программы движения источника по различным целевым функциям.

УДК 621.928

В.Л. НАУМОВ, инж., Е.А. БАРАНЦЕВА, доц., Н.Р. ЛЕЗНОВА, доц.
(ИГЭУ)

Применение теории цепей Маркова к решению плоских задач тепломассообмена в сечении произвольной формы

В настоящей работе объектом математического моделирования являются плоские задачи тепломассообмена для фигур, ограниченных произвольным контуром. Эти модели могут быть использованы для описания термической обработки однородных или составных цилиндрических тел, у которых высота значительно больше характерного размера основания, точнее, у которых площадь боковой поверхности значительно больше площади основания. Конечно, модели могут использоваться и для более или менее коротких цилиндрических тел, но возникающая при этом реальная трехмерность процесса будет вносить все большее отклонение от прогнозов по плоской модели. Использование для описания этих процессов ячеечных моделей позволяет рассматривать их в наиболее общей постановке (включая моделирование внутренних источников тепла и переменность свойств материала).

Основным оператором модели является матрица переходных вероятностей, которая строится по одинаковым правилам для температуры и концентрации диффундирующего вещества. Первоначально эта матрица строится для изолированного сечения, когда потоки через ограничивающий его контур равны нулю. При любом начальном распределении температуры и концентрации их асимптотические распределения, рассчитываемые через эту матрицу, являются равномерными. Внешний тепло- и массообмен задаются через функции источников (стоков) для периферийных ячеек, примыкающих к ограничивающему контуру. Также через функции источников задаются потоки, выделяемые или поглощаемые вследствие химических реакций, а также возникающие в виду связности тепло- и массообмена. Если свойства вещества зависят от параметров состояния и существенно меняются в течение процесса (нелинейная модель), то переходные матрицы следует пересчитывать на каждом временном переходе.

Для реализации модели разработан универсальный алгоритм и программное обеспечение. Модель была применена для описания процесса обжига керамических изделий (строительного кирпича) в туннельной обжиговой печи, когда в материале проходят процессы нагрева, сушки и охлаждения, сопровождающиеся пирохимическими реакциями. Численные эксперименты показали удовлетворительную точность описания такого комплексного процесса, а также позволили решить задачу о рациональной форме поперечного сечения садки.

УДК 621.926

Д.А. ПОНОМАРЕВ, асп., В.Е. МИЗОНОВ, проф., П.В. ФИЛИЧЕВ, доц.
(ИГЭУ)

Расчетно-экспериментальное исследование рабочего процесса в поворотном смесителе

Применение теории цепей Маркова к математическому моделированию процессов с участием сыпучих материалов оказалось эффективным инструментом для расчета и прогнозирования их характеристик. В настоящей работе описано применение этой теории к описанию рабочего процесса в поворотном смесителе периодического действия и приведены результаты ее экспериментальной проверки на специально разработанном модельном смесителе, а также смесителе SULZER.

В основу модели положена одномерная цепь ячеек с их числом, соответствующим числу однотипных рабочих элементов зоны смешения. Матрица переходных вероятностей для этой цепи составляется по известным правилам. Вектор подачи с конечным числом ненулевых элементов состоит из векторов подачи для каждого из смешиваемых компонентов. Каждый элемент вектора соответствует объему, принятому для контроля качества смеси. Предполагается, что отбор проб после смесителя осуществляется теми же объемами, что и формируют вектор подачи. Однако заполнение этих объемов после смесителя идет меньшими порциями в соответствии с выходом материала из зоны смешения на каждом временном переходе. Поэтому основной особенностью предложенной модели является перенормировка выходящих потоков к объемам, заранее выбранным для контроля качества смеси. После расчета содержания каждого компонента в этих заранее фиксированных объемах легко определить их относительную концентрацию по ячейкам, а затем – дисперсию компонентов по смеси в целом. Перенормированный вектор состояния компонентов на выходе из смесителя после его поворота может использоваться как исходный вектор для следующего прохода материала через зону смешения и т.д.

Экспериментальная проверка модели на указанных выше смесителях показала, что, во-первых, элементы матрицы переходных вероятностей, идентифицированные для одного смесительного элемента в зоне, сохраняются при установке большего числа смесительных элементов, а, во-вторых, эти элементы матрицы, определенные для одного прохода компонентов через смеситель, остаются постоянными для всех остальных проходов, что позволяет определять число поворотов смесителя для достижения заданного качества смеси. Таким образом, разработанная модель может рассматриваться как вполне адекватно описывающая процесс и пригодная для использования в качестве инженерного метода его расчета.

УДК 621.928

В.П. ЖУКОВ, д.т.н., проф., Г.Г. МЕЖЕУМОВ, асп.
(ИГЭУ),А.В. ОГУРЦОВ, к.т.н.
(ИГАСА),Н. OTWINOVSKI, д.т.н.
(Ченстоховский политехнический университет, Польша)

Моделирование истирания частиц в кипящем слое

Струйные мельницы кипящего слоя используются во многих отраслях промышленности для получения особо чистых мелкодисперсных порошков. Разработка метода расчета и его использование для оптимизации и наладки промышленных установок является актуальной задачей, решение которой существенно экономит материальные и трудовые ресурсы при проектировании и освоении новых технологий.

Исходный материал загружается в установку сверху, воздух нагнетается через сопла в размольную камеру. Измельченный материал выносятся воздухом сначала в гравитационную, а затем в центробежную ступень сепарации. Крупные частицы возвращаются на повторное измельчение в реактор, а мелкие улавливаются в циклоне. Для моделирования установки предложено описание процесса в каждой ступени и балансовые уравнения их связи. Гранулометрический состав порошка представлен как вектор распределения частиц по размерам $\mathbf{F} = \{f_i\}$. Частица при истирании может переходить в соседний класс крупности или в мелочь. Матрица переходных вероятностей \mathbf{P} , каждый элемент которой p_{ij} показывает вероятность частиц класса j перейти в класс i , получена с помощью селективной и распределительной функций. Установка, состоящая из мельницы и двух ступеней классификации, описана матричным уравнением

$$\mathbf{K} \times \mathbf{F}^1 = -\mathbf{F}_0 \quad (1)$$

где \mathbf{K} – блочная матрица, определяющая структуру и состав установки, \mathbf{F}^1 – блочная матрица гранулометрических составов на входе в элементы схемы, \mathbf{F}_0 – блочная матрица гранулометрических составов внешних потоков материала. Для рассматриваемой установки матрица \mathbf{K} имеет вид

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} -\mathbf{I} & \mathbf{I} - \mathbf{C}_2 & \mathbf{0} \\ \mathbf{P} & -\mathbf{I} & \mathbf{I} - \mathbf{C}_3 \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_2 & -\mathbf{I} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где каждый столбец блочной матрицы \mathbf{K} относится к одному элементу схемы, \mathbf{C} – матрица классификации, \mathbf{I} – единичная матрица. Сопоставление результатов расчетных и экспериментальных исследований по истиранию известняка в струйной мельнице кипящего слоя показало адекватное описание моделью реального процесса.

УДК 621.321

Е.В. БАРОЧКИН, к.т.н., доц., В.П. ЖУКОВ, д.т.н., проф.,
Г.В. ЛЕДУХОВСКИЙ, студ., Д.В. РУСИН, студ.
(ИГЭУ)

Обобщенный метод расчета сложных теплообменных и деаэрационных установок

В основу математического описания положены уравнения материального и энергетического баланса. Ступень теплообмена представлена четырехполюсником с входными и выходными потоками для холодного и горячего теплоносителей. Вектор признаков теплоносителей \mathbf{X} составлен из аддитивных параметров, значения которых можно складывать при смешении потоков. Наиболее общий случай соединения ступеней предполагает подачу на вход в i -ый элемент потоков из всех остальных элементов. На вход в первый элемент подаются потоки холодного и горячего теплоносителя, которые характеризуются набором признаков $[X_0]_1$, индекс «0» внутри квадратных скобок указывает на входные параметры, индекс «1» за квадратными скобками относится к номеру ступени. Процесс теплообмена, массообмена или их совместное протекание описывается матрицей процесса \mathbf{B} , произведение которой на вектор входных параметров позволяет определить выходные параметры ступени $[X]_1 = \mathbf{B}_1[X_0]_1$. Для указания направления движения потока после ступени сформирована матрица коммутации \mathbf{K}_1 , элементы которой показывают доли потока из первой ступени в i -ю. Матричное произведение $\mathbf{K}_1\mathbf{B}_1[X_0]_1$ определяет параметры потока, подаваемого из первого элемента в i -й. Очевидно, что на вход в i -ю ступень могут подаваться потоки из остальных элементов схемы и внешние для установки потоки. Входной вектор признаков для i -го элемента определится как сумма аддитивных характеристик смешиваемых на входе в него потоков

$$[X_0]_i = K_{i1}B_1[X_0]_1 + K_{i2}B_2[X_0]_2 + \dots + K_{in}B_n[X_0]_n + [X_{вх}]_i, \quad (1)$$

где индекс «вх» указывает на внешний для установки поток. Уравнения аналогичные (1) записаны для каждой из n ступеней установки. Полученная система уравнений после преобразований представлена в матричном виде

$$\begin{pmatrix} -I & K_{12}B_2 & \dots & K_{1n}B_n \\ K_{21}B_1 & -I & \dots & K_{2n}B_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{n1}B_1 & K_{n2}B_2 & \dots & -I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} [X_0]_1 \\ [X_0]_2 \\ \vdots \\ [X_0]_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -[X_{вх}]_1 \\ -[X_{вх}]_2 \\ \vdots \\ -[X_{вх}]_n \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где I – единичная матрица. При известных матрицах \mathbf{B} и \mathbf{K} решение системы (2) позволяет определить значение параметров теплоносителей в любой точке установки.

СЕКЦИЯ 12. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 620.197.6

В.А. ПОЛЕТАЕВ, д.т.н., проф., Г.С. САМОК, асп.
(ИГЭУ)

Исследование износа хромовых гальванических покрытий с ультраалмазами

Проблема повышения износо- и коррозионной стойкости деталей машин приобретает все большую актуальность в связи с непрерывно повышающимися требованиями к надежности и долговечности деталей машин.

Для защиты от воздействия окружающей среды деталей электронасосов применяется композиционное электрохимическое покрытие на основе хрома с использованием ультраалмазов. Ультраалмазы имеют однородную мелко кристаллическую структуру, характеризуются повышенной износостойкостью и коррозионной стойкостью, высокой микротвердостью – $10\div 14$ ГПа, низким коэффициентом трения.

Покрытия из хрома и ультраалмазов наносились на детали из стали 45 толщиной 20 мкм. Для испытаний на износ использовался модернизированный динамометр с индуктивными датчиками для измерения сил резания, смонтированный на токарном станке 16К20. Скорость вращения детали – 0,4 м/с. Контртело (пруток сечением 10х10 мм) изготовлен из серого чугуна. Контртело контактирует с деталью вогнутой цилиндрической поверхностью. Нагрузка на зону контакта – 200 Н. Во время испытаний измерялось усилие трения и количество циклов (оборотов детали).

Исследованиями установлено, что поверхность детали, покрытая хромом с ультраалмазами, имеет сферические выступы диаметром в несколько микрон. На поверхности покрытия имеется сетка трещин, что является типичным для хромовых покрытий. Трещины образуются в процессе нанесения покрытия в результате концентрации внутренних напряжений. Установлено, что в начале испытаний износу поверхности подвержены вершины выступов, создающие гладкую поверхность, что приводит к увеличению площади контакта. Кроме того, четко прослеживается образование раковин и концентрических формирований трещин вокруг бывших выступов.

Под действием поверхностных напряжений трения трещины растут и проникают в глубь покрытия, достигая границы раздела покрытия и основного металла, объединяются с трещинами, возникшими в результате нанесения покрытия, и приводят к локальному отделению покрытия. Разрушение происходит на основе усталостного механизма.

УДК 678.8.050

И.Н. МИКОВ, д.т.н., с.н.с., И.А. НАУМЕНКО, асп.
(МГТУ)
В.Б. БЛИНОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Формообразование пробельного элемента методом динамического микро-фрезерования при переменной подаче

Для того чтобы реализовать процесс динамического микро – фрезерования, необходимо обеспечить инструменту энергию перемещения по оси z, которая в свою очередь обеспечивает внедрение вращающегося инструмента в толщу материала на величину Δh_d а затем удержание его на этапе дорезки воронки без дальнейшего внедрения. Это позволяет рассмотреть процесс в 2 этапа: **1 этап** – внедрение фрезы на глубину Δh_d (рассматривается как **удар** т.е. перемещение при быстрых подачах); **2 этап** – удержание инструмента на той же глубине для дорезания воронки (рассматривается как **микро - фрезерование**).

В случае применения ЭМП скорость перемещения $V_z = var$, ее начальное значение равно скорости касания $V_{кас}$ и определяется с использованием передаточных характеристик по глубине внедрения Δh_d , причем эта скорость обеспечивает получение необходимой кинетической энергии W_k . Конечное значение $V_z = 0$ при $\Delta z = \Delta h_d$. Таким образом, скорость V_z по мере внедрения инструмента падает до 0 при постоянной скорости вращения. Предлагается два способа решения задачи формообразования пробельного элемента. В первом случае используется применяемый в теории автоматического регулирования математический аппарат дискретных функций или второй вариант - метод прямого интегрирования.

Рассмотрим первый способ. Участок изменения скорости от $V_{нач}$ до $V_{конеч}$ принимается линейным и описывается уравнением:

$$V_z(t) = V_{кас} - a \cdot t = V_{кас} - (V_{кас} / t_{внедрения}) \cdot t ,$$

а текущее перемещение по оси z составит:

$$\Delta z(t) = V_z(t) \cdot t - (V_{кас} / t_{внедрения}) \cdot t^2 ,$$

при этом процесс внедрения инструмента разбивается на ряд дискретных слоев (реализуется квантование по уровню), внутри которых $V_{z \text{ дискр}} = const$, а её изменение происходит скачком при изменении N_d дискреты (слоя). За дискрету принимается внедрение инструмента с углом поворота $\varphi = 2\pi$ радиан, тогда значение скорости по оси z внутри каждого слоя запишется:

$$\Delta z_{N_d \cdot n} = [\Delta V_{зкасания} - (N_d - 1) \cdot (V_{касания} / N)],$$

где: N_d – номер текущего слоя, N – общее число слоёв.

Окончательно полное перемещение по оси z запишется как:

$$\Delta z_{\Sigma} = \sum_{N_d n=1}^{N_{дискр}} \{[\Delta V_{зкасания} - (N_d - 1) \cdot (V_{касания} / N)] \cdot t_{внедрения} / N\} = \Delta h_d ,$$

где $N_d \cdot n$ – номер текущей дискреты.

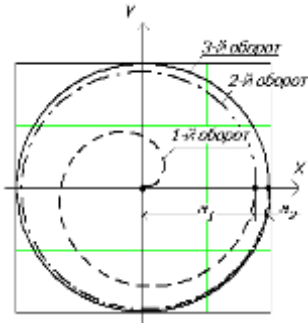


Рис. 1. Формообразование пробельного элемента при $V_z = var$

На рис. 1 приведен пример такой спирали с переменным шагом «а» от центра к периферии, следовательно, срезаемый слой материала будет формироваться в виде утончающейся спирали.

В общем случае изменение V_z от $V_{z \text{ кас}}$ до $V_{z \text{ кон}}$ будет происходить по нелинейной зависимости, а учитывая что скорость вращения ω инструмента – величина постоянная, то и величина подачи на оборот тоже переменная, поэтому рассматривается понятие мгновенной подачи как отношение приращений во времени глубины внедрения и угла поворота:

$$S_{\text{мгн}} = \frac{dh/dt}{d\varphi/dt} = \frac{V_z}{\omega},$$

где: $S_{\text{мгн}}$ отражает мгновенную скорость подачи по оси z на угол поворота в момент времени t . Величину подачи за один оборот можно вычислить из выражения:

$$S_n = \int_{t_n}^{t_n+T} S_{\text{мгн}} dt,$$

где: t_n – начальный момент времени, T – период вращения инструмента.

Таким образом, число оборотов инструмента при $V_z = var$ за время внедрения t на величину Δh_d может быть представлено:

$$N_{V_z \text{ var}} = \Delta h_d / S_{\text{мгн}} \text{ (оборотов) или } \varphi = 2\pi \frac{\Delta h_d}{S_{\text{мгн}}} + \frac{2\pi}{b} \text{ (радиан)},$$

где: b – количество режущих лезвий инструмента.

Литература

1. Миков И.Н., Науменко И.А. Теоретические аспекты технологии гравирования изображений на материалах методом динамического микро-фрезерования // ГИАБ №4, 2005.

УДК 681.3

М.В. ФАЛЕЕВ, д.т.н., проф., С.С. АНАНЬЕВ, студ.
(ИГЭУ)

Разработка локальных систем управления автоматизированных производств

Основной тенденцией развития систем управления, предназначенных для использования в составе оборудования автоматизированных производств, является их децентрализация. При этом важную роль приобретают локальные регуляторы, решающие задачи управления отдельными параметрами технологических процессов. Во многом это обусловлено прогрессом в развитии технологии производства однокристалльных микроконтроллеров. Появление целого ряда микроконтроллеров, построенных на базе высокопроизводительного DSP-ядра и комбинации на одном кристалле жесткого процессорного ядра и программируемой логики, открывает широкие возможности по созданию систем со сложными алгоритмами работы, необходимых для создания систем управления движения элементов металлообрабатывающих станков и промышленных роботов, и позволяющих создавать «интеллектуальные» регуляторы, адаптированные для работы в составе локальных вычислительных сетей управления технологическими объектами. При этом огромное значение приобретает разработка новых принципов управления, отвечающих требованиям производства, обладающих многофункциональностью и обеспечивающих оптимальное соотношение цены и качества разрабатываемых локальных систем.

Одним из методов создания локальных систем управления, отвечающих вышеперечисленным требованиям, является применение конфигурируемых систем на кристалле (CSOC) фирм «Triscend», «Zylogic» и «Atmel». Используемое в этих элементах вычислительное ядро с быстродействием не менее 10 MIPS позволяет решать большинство задач по управлению движением элементов технологического оборудования с различными исполнительными двигателями. Наличие программируемой логической матрицы CSL обеспечивает возможность создания практически любого набора периферийных устройств, необходимых как для взаимодействия с управляемым объектом и элементами локальной вычислительной сети управления. При таком построении системы обеспечивается возможность перепрограммирования ее свойств непосредственно на технологическом оборудовании.

Опыт применения локальных регуляторов на базе CSOC фирмы «Triscend» подтверждает выдвинутую авторами идею. При этом функциональные возможности системы отвечают требованиям автоматизированных производств при минимальных затратах.

УДК 621.923.7

В.А. ПОЛЕТАЕВ, д.т.н., проф., Н.Л. ПАВЛЮКОВА, к.т.н., ст. препод.
(ИГЭУ)

Влияние импульсной магнитной обработки на износостойкость наполнителя для магнитно-абразивного полирования

Проблема повышения износостойкости наполнителя для отделочной обработки в среде свободных абразивов приобретает большую актуальность в связи с непрерывно повышающимися требованиями к качеству художественных изделий с целью повышения их конкурентоспособности. Износ зависит от многих параметров качества поверхностного слоя, поэтому важно знать возможности управления комплексом этих параметров (геометрических, механических, структурных и др.) в процессе упрочнения.

Исследовано влияние импульсной магнитной обработки (ИМО) на износостойкость наполнителя в виде игл из нержавеющей стали размером 0,5×5 мм и 0,3×5 мм для магнитно-абразивного полирования (МАП).

Установлено, что твердость игл измеренная по методу Виккерса увеличивается после упрочнения в течение 3 сек с 670 HV₁₀₀ до 850 HV₁₀₀. При увеличении времени упрочнения до 5 сек, твердость увеличивается незначительно. Отмечена разница значений твердости в поверхностных слоях иглы и в центре иглы. В поверхностных слоях твердость выше, чем в центре иглы.

Проведены исследования по оценке износа игл упрочненных и игл без упрочнения методом ИМО. Изнашивание игл проводилось на разработанной лабораторной установке, позволяющей исследовать процесс износа у одной иглы. Выявлено различие в характере износа упрочненных и неупрочненных игл. Износ неупрочненных игл наблюдался уже после 5 мин магнитно-абразивного полирования, износ упрочненных игл наблюдался лишь после 50 мин обработки. Микрофотографическими исследованиями выявлено пластическое деформирование и образование заусенцев у неупрочненных игл. Отсутствие подобных дефектов на кромке упрочненных игл позволяет избежать царапания, уменьшить процесс образования шлама (частичек износа игл), что обеспечивает большую стабильность и качество магнитно-абразивного полирования.

Рекомендовано упрочнять иглы после их предварительной приработки в течение 30-40 мин. Установлен оптимальный режим ИМО: напряженность магнитного поля $H=250$ кА/м, время упрочнения $t=3$ сек.

Эффективность применения упрочненного наполнителя подтверждена испытаниями, проведенными на промышленном оборудовании для МАП на ювелирном предприятии ЗАО ПЮЗ «Красная Пресня», г. Приволжск.

Повышение конкурентоспособности изделий на стадии их проектирования

Конкурентоспособность изделий – один из важнейших показателей их эффективности. Как известно, конкурентоспособность характеризуется соотношением качества и стоимости изделия. И качество, и стоимость изделия являются показателями комплексными. Качество складывается из показателей качества, таких как точность, надежность и т.д., учтенных совместно каким – либо образом, например, просуммированных по принципу аддитивного критерия. Стоимость включает в себя себестоимость изделия, торговые наценки, стоимость послепродажного обслуживания.

Конкурентоспособность можно повысить тремя основными способами:

1. Повысить качество изделия при неизменной его стоимости.
2. Уменьшить стоимость изделия при неизменном его качестве.
3. Одновременно повысить качество и уменьшить стоимость изделия.

Первые два способа представляют собой задачи оптимизации. В первом случае ограничениями являются составляющие стоимости изделия, а критериями показатели его качества. Во втором случае – наоборот.

Наибольший эффект (наибольшее повышение конкурентоспособности), естественно, имеет место при реализации третьего способа. Задача, решаемая при этом, является задачей изобретательской вследствие того, что необходимо разрешить противоречие между повышением качества изделия и одновременным уменьшением его стоимости.

Принципиально эти задачи решаются на стадии проектирования изделий. Разрешение противоречий в рамках реализации алгоритма решения классических изобретательских задач осуществляется путем применения фонда специальных приемов. По аналогии повышение конкурентоспособности изделий автору видится в разработке и применении на стадии их проектирования фонда приемов разрешения противоречий между повышением качества и уменьшением стоимости изделий. В настоящее время ведутся работы по созданию этого фонда. Приемы разрешения этих противоречий формируются на основе анализа наиболее конкурентоспособных изделий и технологий в различных отраслях производства.

УДК 678.8.050

И.Н. МИКОВ, д.т.н., с.н.с., И.А. НАУМЕНКО, асп.
(МГТУ)
В.Б. БЛИНОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Технология гравирования методом динамического микро-фрезерования при постоянной подаче

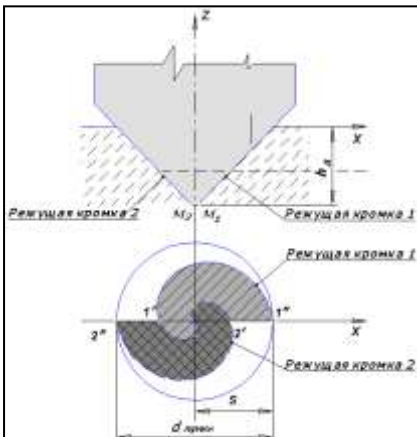
Рассмотрим процесс образования пробельного элемента при внедрении в материал на глубину Δh_d движущегося поступательно вращающегося инструмента. Траектория движения крайней точки M режущей кромки, сопрягающаяся с поверхностью заготовки, имеет вид архимедовой спирали, лежащей в плоскости перпендикулярной оси Z , и описывается полярным уравнением:

$$\rho = k \cdot \varphi$$

где: ρ – радиус спирали, k – смещение точки M конца вектора ρ при его повороте на 2π радиан, т.е. $k = a/2\pi$, a – шаг спирали (приращение ρ при его повороте на 2π радиан).

Основными параметрами, влияющими на геометрию формообразования поверхности лунки во времени, является соотношение частоты вращения инструмента ω (или числа оборотов – n) и осевой скорости подачи V_z (или подачи на оборот S_z) при выбранном угле заточки инструмента. Соотношение скоростей целесообразно регулировать заданием скорости подачи V_z .

Принцип постоянной подачи ($V_z = \text{const}$) можно осуществить на основе кинематической пары «винт-гайка». Для повышения производительности применяется привод пропорционального электромеханического преобразователя на базе «электромагнита», в этом случае осевая скорость переменна ($V_z = \text{var}$).



Рассмотрим механизм образования лунки при внедрении плоской грани с поворотом при $V_z = \text{const}$ и угле заточки α , при этом введем скорость осевой подачи на оборот S (мм/об). Если число оборотов инструмента n (об/с), то время одного оборота составит $t_{1-\text{го об.}} = 1/n$. Путь одного оборота

$$\Delta z_{1-\text{го об.}} = S_{1-\text{го об.}} \cdot n \text{ (мм)}$$

Рис. 1. Формообразование пробельного элемента при $V_z = \text{const}$

Скорость осевой подачи

$$t_{\text{внед}V_z} = \Delta h_d / V_z / S_{1\text{-го об}} \cdot n \text{ (с)}$$

Время внедрения определится как:

$$V_z = \Delta z_{1\text{-го об}} / t_{1\text{-го об}} = S_{1\text{-го об}} \cdot n$$

Тогда число оборотов инструмента (точки **M**) за время внедрения на величину Δh_d составит:

$$N_{V_z} = n \cdot t_{\text{внед}} = \Delta h_d / S_{1\text{-го об}} \text{ (об)}$$

$$N_{V_z \text{ const}} = n^* t_{\text{внед}} = \Delta h_d / S_{1\text{-го об}} \text{ (об)}$$

На рис. 1 изображен случай, когда все внедрение заканчивается за один оборот (т.е. $\Delta h_d = S_{1\text{-го об}}$), возможен другой случай, когда внедрение заканчивается за 0,5 оборота (т.е. $S_{1\text{-го об}} = 2\Delta h_d$). Следовательно, для формирования полнопрофильной лунки необходимо произвести доворот на $N_2 = 1/b$ оборотов, где b – число режущих граней, при этом подача по оси Z в этот момент должна быть приостановлена, чтобы остановить образование спирали и получить кругообразный контур лунки.

Так как процесс смещения рабочей точки **M** и достижения нужного радиуса воронки может происходить быстрее, чем за один оборот, количество оборотов **N** целесообразнее заменить углом поворота инструмента φ , тогда окончательно:

$$\varphi = 2\pi \frac{\Delta h_d}{S} + \frac{2\pi}{b} \text{ (радиан)}.$$

Литература

1. **Блинов В.Б., Миков И. Н., Кондратенко В.Г., Казаков В.А.** Теоретическое обоснование технологического процесса чеканки пластичных материалов. //Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ». – Иваново, 2003. т. II. – 132 с.
2. **Миков И.Н., Науменко И.А., Казаков В.А.** Анализ деформации материалов ударом и способ повышения производительности гравирования динамическим микро-фрезерованием. // ГИАБ № 6, 2004.

УДК 621.89

А.И. ЛАПОЧКИН, к.т.н., доц., Е.В. ЕГОРЫЧЕВА, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Увеличение ресурса работы шарикоподшипников путем введения присадок к магнитожидкостным смазкам

Одним из путей повышения ресурса работы магнитожидкостной смазки в подшипниках качения является модифицирование их путем введения различных присадок и добавок. Особенно это актуально при работе подшипника в вакууме.

Для испытаний подшипников в СКТБ «ПОЛЮС» был сконструирован и изготовлен стенд, позволяющий проводить испытания при остаточном давлении 10^{-7} мм.рт.ст. Турбомолекулярный насос позволял получать безмасляный вакуум, что повышало точность экспериментов. С целью ускорения испытаний в шарикоподшипники заправлялся минимальный объем магнитожидкостной смазки.

Испытывалась магнитожидкостная смазка на базовом масле ПЭС-5. Для увеличения ресурса в смазку по рекомендации ВНИИ НП были введены 1% BaC_2O_4 + 1% $\text{Cu}(\text{COOH})_2$. Данные соединения не оказывали влияния на коллоидальную стабильность исходной магнитожидкостной смазки.

Введение присадок положительно сказалось на увеличении работоспособности шарикоподшипника в вакууме. Так ресурс работы увеличился в более чем в два раза по сравнению с магнитожидкостной смазкой без присадок. Температура наружного кольца подшипника незначительно уменьшилась.

Данные испытания показали, что введение присадок является перспективным путем увеличения ресурса работы магнитожидкостных смазок в подшипниках качения, работающих в вакууме.

Литература

1. **Трение**, изнашивание и смазка. Справочник.Т.1,2. Под ред .д.т.н., проф. И.В.Крагельского. М. Машиностроение, 1978.
2. **Михалев Ю.О., Земляков А.М., Лапочкин А.И., Новикова С.И.** Повышение работоспособности узлов трения сиспользованием магнитоактивных смазочных материалов. // Ракетно-космическая техника. М.; ЦНТИ «Поиск» 1988, серия 13, вып. 2, с. 60-77.
3. **Магнитные** жидкости в машиностроении. Под ред. Проф. **Орлова Д.В.**, проф. Подгоркова В.В. М., Машиностроение, 1993, 268 с.

УДК 621.981.6

В.В. МАРКОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

П.П. ГУЮМДЖЯН, д.т.н., проф., М.В. ЛОСЕВА, ст. препод.
(ИГАСА)

Механическая активация технологических жидкостей

Работа посвящена проблеме механической активации технологических жидкостей в процессе их приготовления. Технологические жидкости представляют собой многокомпонентную смесь, в состав которой входят различные материалы функционального назначения. Было обнаружено, что изменение физико-химических свойств обрабатываемой среды с применением перемешивающих устройств зависит от интенсивности ведения процесса и конструктивных особенностей мешалки.

Механическая активация такой среды вызывает нарушение структуры ее компонентов. Скорость протекания механохимических реакций непосредственно в условия перемешивания имеет место, когда хотя бы один из компонентов смеси находится в механоактивированном состоянии. Эти условия имеют место при контакте рабочего органа перемешивающего устройства с жидкой средой в процессе ее смешения.

Установлено, что увеличение поверхности контактирующихся фаз в результате смешения жидких гетерогенных систем приводит к росту скорости химических реакций, появлению фазовых переходов. В результате фазовых переходов возникают новые фазы с другой структурой.

На основании экспериментальных исследований предложена принципиально новая конструкция перемешивающего устройства, обеспечивающая интенсификацию процессов механоактивации технологических жидкостей. При этом одновременно возрастала и адсорбционная способность жидкости. Многократные ударные нагружения, имеющие место при взаимодействии потоков, двигающихся с разными скоростями, приводили к появлению эффекта кавитации, что непосредственно оказывало воздействие на активность обрабатываемой жидкости. Из-за изменения дисперсионных характеристик жидкости в процессе кавитации наблюдается нарушение цветовой гаммы.

Исследовано влияние механически активированных жидкостей на процессы обработки металлических поверхностей. Основное внимание при этом уделялось механизму формирования новых механически вскрытых поверхностей, подобно методу обработки как, например, резание и шлифование металлов.

Изучены вопросы формирования свойств механически вскрытых поверхностей металлов при механической обработке режущим инструментом.

УДК 621.787

А.А. ЗАЙЦЕВ, асп., В.А. ПОЛЕТАЕВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Исследования влияния медицинских метчиков на качество резьбы в костных фрагментах при остеосинтезе

Анализ резьбы медицинских метчиков имеет практическое значение для изучения явления износа при остеосинтезе. Качество нарезанной резьбы сильно влияет на точность и правильность срастания костных фрагментов. При низком качестве резьбы возможны осевые перемещения крепежных винтов, что может привести к вырыванию их вместе с костной тканью из зоны перелома.

Для анализа резьбы медицинского метчика была использована испытательная разрывная машина ИР 5057-50 с возможной максимальной нагрузкой 50 кН. Каждый опыт проводился по 6 раз до разрушения резьбы костного образца.

Результаты опытов (усредненное значение) представлены на рисунке 1.

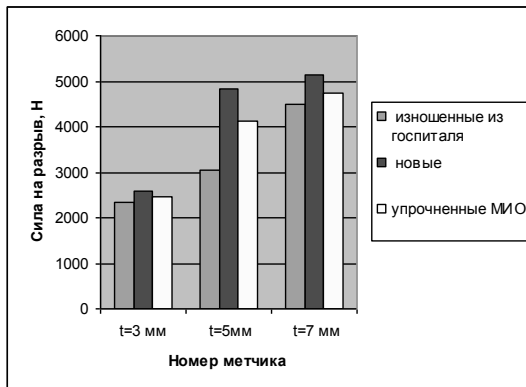


Рис. 1. Влияние качества резьбы метчика при испытании на разрыв костных фрагментов

В качестве образцов использовались медицинские метчики: изношенные из госпиталя, новые, полученные с завода, изношенные после упрочнения магнитной импульсной обработкой,

Костные образцы – говяжья трубчатую кость, в сечение которой глубина нарезаемой резьбы t достигала 3 мм, 5 мм, 7 мм.

Магнитная импульсная обработка позволяет в значительной мере улучшить качество резьбы в костных фрагментах, а значит, обеспечить требуемый результат при остеосинтезе.

УДК 621.791

М.Ю. ВОЛКОВА, член Союза Дизайнеров России, доц.
(ИГЭУ)

Зависимость художественного образа изделий мелкой пластики от тектоники и методов окончательной обработки

Рассматривая объемно-пространственные структуры, мы оцениваем их как некоторые геометрические образования. Но любая объемно-пространственная структура материальна. В зависимости от того, какой материал образует форму и как он организован (распределение массы, способы обработки поверхности), тектоника изделий может быть разной, а следовательно разным будет и их художественный образ.

Вопрос тектоники имеет самое серьезное значение для характеристики формы, а в конечном счете для получения изделия с высокими эстетическими достоинствами. Не только художественно и пластически разработанная, но и технологически осмысленная форма превращается в художественное изделие. Тектонику можно определить как особенность конструктивной системы изделия, выявленную в его внешней форме с помощью различных художественных средств и зависящую от материалов и размеров изделия. С развитием техники и науки, применением новых материалов и сплавов, вырабатываются новые тектонические представления. Вместе с тем тенденции развития современного общества и связанный с ними идейно-художественный замысел, закладываемый в промышленное изделие малой пластики, оказывает огромное влияние на характер трактовки тектонических систем. Это означает, что в тектоническом строе изделий малой пластики заключена возможность их художественной образной выразительности.

На протяжении многих тысячелетий особое место в производстве изделий малой пластики занимали изделия из металла. Металл всегда был основой противоположных по своей художественной выразительности форм. Образование новых форм происходило в тесной зависимости от физико-механических свойств металлов и сплавов, а так же от методов их обработки.

Разрабатывая художественный образ изделий малой пластики (в том числе ювелирных изделий) необходимо учитывать соотношение отдельных элементов декора согласно способам обработки. Зрительное несоответствие композиционных масс различно обработанных элементов приводит к разрушению образа художественного изделия. Избежать ошибок тектонического характера в литейном производстве и в отделке изделий может помочь внедрение в массовое производство 3d-моделирования на стадии проектирования изделия. Применение компьютерного моделирования может существенно помочь избежать ошибок, ведущих к увеличению брака на производстве.

УДК 621.787

А.А. ЗАЙЦЕВ, асп., В.А. ПОЛЕТАЕВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Исследование влияния медицинских сверл и метчиков на качество резьбы в костных фрагментах при остеосинтезе

Анализ качества отверстий и резьбы в костных фрагментах при использовании медицинских сверл и метчиков имеет практическое значение для процесса остеосинтеза.

При низком качестве отверстия (рваные края, неправильный угол оси отверстия, неправильно подобранный диаметр под резьбу) увеличивается вероятность неточного и неправильного проведения процесса нарезания резьбы. Все это скажется при фиксации костных фрагментов крепежными винтами.

Принципиально важно при применении винта как компрессирующего элемента следить за качеством отверстия и резьбы. Крепежный винт должен свободно вводиться в ближайший отломок, тогда как резьба должна захватывать только противоположный фрагмент (рис.1). В противном случае компрессия не достигается и между отломками возникает щель. Действие компрессирующего винта основано на использовании внутреннего стягивания за счет нарезного отверстия в противоположном кортикальном слое. Затягиванием винта достигается компрессия между фрагментами и увеличивается устойчивость фиксации.

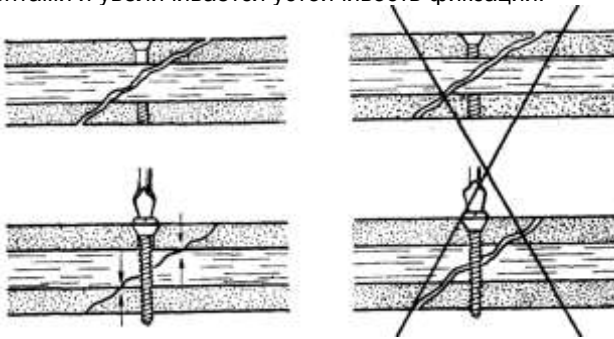


Рис.1. Правильное и неправильное введение винта

Успех остеосинтеза зависит, как правило, от анатомической репозиции, сохранности кровеносных сосудов и надкостницы, прочной фиксации, строгого соблюдения правил асептики. Операция сверления и операция нарезания резьбы являются ключевыми при остеосинтезе. Правильное их проведение обеспечить высокую вероятность сращения костной ткани.

УДК 621.791

М.Ю. ВОЛКОВА, член Союза Дизайнеров России, доц.
(ИГЭУ)

Влияние методов окончательной обработки на восприятие художественного образа изделий мелкой пластики

Особое значение для общей эстетики промышленных изделий мелкой пластики имеют способы окончательной обработки их поверхности. Декоративная отделка, в том числе ювелирных изделий, должна нести информацию о расположении, индивидуальных размерах, количестве, характеристиках элементов художественной обработки. Наиболее часто встречающимися способами обработки поверхностей готовых изделий являются матирование, чернение, гравирование, чеканка, эмалирование, оксидирование.

К выбору способов обработки и пропорциональному соотношению обрабатываемых поверхностей необходимо подходить индивидуально, в зависимости от стоящей перед художником задачи. Матированная, или фактурированная, поверхность отличается от полированной несущей декоративной нагрузкой. Фактура поверхности может быть мелкоягодной, мелкоштриховой, матовой. Чаще всего используется эффект комбинированной обработки фактуры с глянцем. Чернь накладывают на изделие, подготовленное для черни, то есть с углублениями гравированным рисунком. Глубина рисунка в пределах 0,2–0,3 мм зависит от размеров изделия. Поверхность изделия, не покрываемая чернью должна быть полированной, без рисок, царапин и других дефектов.

Сочетание в изделиях матированных и глянцевых или черненных и глянцевых поверхностей чаще всего дает обширную информацию о использованном металле. Тектоника моделей, выполненных из мельхиора и идентичных изделий из серебра или золота будет различна. Применяемая для окончательной обработки поверхности фактура, в отличие от полированной поверхности дает больше информации о материале.

Точному соотношению объемов обрабатываемых поверхностей помогает 3d-моделирование. В новых технологиях ювелирного производства, таких как лазерное гравирование поверхности изделий, используют Photoshop для обработки рисунка, наносимого на поверхность заготовки. Обработанный в Photoshop рисунок передается с помощью программы сканирования лазерной установке. Уже на стадии работы над декором изделий методами компьютерной графики, возможны различные корректировки плотности и объема рисунка относительно заготовки. Данные методы позволяют улучшить эстетику изделий на стадии проектирования, выбрать рациональные методы окончательной обработки.

УДК 621.926.04

В.В. МАРКОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)Е.В. ЖБАНОВА, асп., Н.М. ЛАДАЕВ, к.т.н., доц.,
П.П. ГУЮМДЖЯН, д.т.н., проф.
(ИГАСА)

Изменение скорости деформации при ударном нагружении

При ударе влажной частицы ее кинетическая энергия переходит в деформацию, разрушение, локальный нагрев и обезвоживание материала. Все эти процессы происходят одновременно при ударе и определяются физическими свойствами материала и скоростью нагружения. В начальный момент удара скорость обычно принимается равной (v_0), а в конце удара уменьшается до нуля. Знание изменения скорости в течение удара позволит определить характер распределения вышеперечисленных процессов.

На основании закона сохранения энергии было получено уравнение, позволяющее определить деформацию частицы шарообразной формы. Пусть в начальный момент удара радиус его изменился и стал $R-\xi$, а после удара R . Под действием упругих сил частицы, из которых состоит шар, придут в движение, при этом сумма кинетической и потенциальной энергии, если пренебречь потерями, останется постоянной и определится из уравнения:

$$\frac{d^2 \xi}{dt^2} + \omega_0^2 \cdot \xi = 0, \quad (1)$$

где $\omega^2 = E/R^2 \rho$; ρ – плотность шара; E – модуль Юнга; ξ – мгновенное уменьшение радиуса при ударе; $d\xi/dt = \vartheta$ – скорость деформации.

Если кинетическая энергия частицы расходуется на работу сжатия, которую можно определить как произведение нормального напряжения на размер поверхности пятна, то будем иметь

$$0,5m\vartheta^2 = \sigma\pi R \cdot \xi^2, \quad (2)$$

Используя закон Гука, и выражая массу тела через плотность и объем, получим:

$$\xi = R \cdot v^{2/3} \cdot (2\rho/3E)^{1/3} \quad (3)$$

Для решения уравнения (2) запишем, что при $t=0$ $d\xi/dt = v$.

Полученные выражения позволяют определить деформацию частицы, установить время, когда возникают критические напряжения, при которых материал разрушается и определить продолжительность удара.

УДК 621.981

А.Н. ШАБАЛИН, асп., В.А. ПОЛЕТАЕВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Повышение долговечности зубчатых передач в сновальных машинах

В настоящее время конструирование и эксплуатацию деталей машин определяют следующие обстоятельства:

- ужесточение условий работы (увеличение действующих напряжений, скоростей, рабочих температур), вызываемое увеличением производительности машин;
- повышение вероятности потери работоспособности деталей вследствие усложнения конструкции машин;
- расширение специфичных условий эксплуатации деталей машин (в разреженных или агрессивных средах, под воздействием вибраций, различного рода излучений).

Повышение износостойкости деталей машин (в частности, звеньев высших кинематических пар) необходимо не только для предупреждения выхода их из строя вследствие сопутствующего износу разрушения, но и для соблюдения жестких ограничений износа, влияющего на характеристики машин, приборов, измерительных средств или качество производимой продукции (например, на уровень шума узлов машин или на точность изделий).

Износостойкость и несущая способность зубчатых передач зависят от совершенства их конструктивного выполнения, соответствия эксплуатационных режимов работы проектным и соблюдение правил эксплуатации. В традиционном представлении несущую способность зубчатых передач связывают только с прочностью зубьев при изгибе и прочностью их активных поверхностей. С внедрением упрочненных передач возникла актуальность борьбы с наиболее опасным глубинным (подслоиным) контактным разрушением, связанным с проблемами концентрации нагрузки по длине контактных линий, оптимизации толщины и свойств упрочненных слоев (с уменьшением, например, толщины упрочненного слоя возрастает опасность подслоиных разрушений и выкрашивания рабочих поверхностей зубьев). Для предотвращения усталостного выкрашивания материала необходимо производить снятие напряжений в приповерхностных слоях.

Для проведения исследований по повышению долговечности зубчатых передач в сновальных машинах проектирована и изготовлена экспериментальная установка, исследован материал зубчатых колес, упрочненных импульсной магнитной обработкой.

УДК 621.981

В.В. МАРКОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)
С.О. КОЖЕВНИКОВ, асп.
(ИГАСА)

Эффективность перемешивания в аппаратах с вращающимися мешалками

При необходимости выбора конструкции аппарата с мешалкой неизбежно возникает вопрос о количественных и качественных характеристиках процесса перемешивания.

В настоящее время, не установлен единый показатель качества перемешивания, и сравнивать разные типы мешалок следует в условиях, когда сопоставляемые устройства обеспечивают какой-то одинаковый, точно определённый технологический результат. Существующие методы оценки основаны на определении гидродинамических показателей перемешиваемой системы – равномерном распределении поля скоростей, либо определения насосного эффекта создаваемого мешалкой. Кроме того, основой для оценки качества процесса используется такой показатель как однородность распределения диаметров капель при перемешивании взаимно не перемешиваемых жидкостей, или при равномерном распределении твёрдой фазы в суспензиях. Очевидно, что при одинаковом качестве перемешивания интенсивность работы мешалок количественно будет определяться частотами их вращения. Действие мешалки будет тем интенсивнее, чем меньше частота её вращения. При этом обеспечивается заданное, строго определённое технологическое качество перемешивания. Если требуемый технологический процесс, например, гомогенизация двух взаимно не растворимых жидкостей, может быть достигнут при любой частоте вращения мешалок, но за разное время перемешивания, то интенсивность работы мешалок будет определяться требуемой продолжительностью её работы. Более интенсивным будет процесс, при котором обеспечивается требуемый технологический результат за более короткое время.

Наиболее перспективным определением эффективности перемешивания гетерогенных систем на наш взгляд является акустический метод. Данный метод многократно был опробован при диспергировании твёрдой фазы. Суть метода заключается в определении амплитудно-частотной характеристики шумов издаваемых различными дисперсионными фракциями измельчаемых твёрдых систем.

Данный метод, как показывают наши собственные исследования, может быть с успехом использован при определении качества перемешивания при смешивании жидких гетерогенных систем. Перспективность акустического метода в том, что он может быть встроен в технологическую линию, и с помощью ЭВМ по заданной амплитудно-частотной характеристике получать заданные свойства получаемого продукта.

УДК 681.586:007.2

М.В. ФАЛЕЕВ, д.т.н., проф., А.В. КАШИН, асп.
(ИГЭУ)

Построение системы импульсно-фазового электропривода с асинхронным двигателем

Анализ особенностей конструкции и эксплуатации металлообрабатывающих станков показывает, что при относительно небольшом износе исполнительных механизмов, используемые на них системы управления не соответствуют техническим требованиям, предъявляемым к такому оборудованию на современном этапе развития техники и технологии. Это обусловлено не только их физическим износом, но и моральным старением. Модернизация таких станков проводится путем замены установленного на них электротехнического оборудования – устройств числового программного управления, приводных электродвигателей и систем регулирования параметров движения. Поэтому в настоящее время насущно необходима разработка надежных и относительно недорогих систем электроприводов, предназначенных для замены устаревших устройств.

Одним из перспективных направлений является разработка электроприводов переменного тока с асинхронными электродвигателями. В качестве базового принципа построения таких систем предлагается использование цифрового аналога контура фазовой синхронизации, неотъемлемой частью которого является управляющий микроконтроллер. Высокая точность регулирования параметров движения достигается при использовании принципа импульсно-фазового управления частотой вращения вала двигателя и его положением, где закон управления параметрами движения реализуется чисто импульсными или цифровыми средствами без потери информации о состоянии приводного механизма. При этом временные затраты на вычисление управляющих сигналов минимальны, что освобождает вычислительные ресурсы для формирования закона управления АД. При этом предлагается использовать идентификатор момента приводного двигателя, что устраняет необходимость применения средств для измерения токов статорных обмоток и координатных преобразований. Именно это позволяет использовать в системе управления относительно недорогие 8-ми разрядные микроконтроллеры без увеличения периода дискретизации. Широкие перспективы в этом направлении создают конфигурируемые системы, на кристалле которых содержится жесткое ядро и средства программируемой логики. Такой способ реализации электропривода позволяет обеспечить диапазон регулирования частоты вращения до 16000:1, а также высокие точностные показатели системы, соответствующие ГОСТ.

УДК 621.09

М.Н. ШИПКО, д.т.н., проф.
(ИГЭУ);
А.С. ПОМЕЛЬНИКОВА, д.т.н., проф.
(МГТУ им. Баумана)

Влияние комбинированного поверхностного упрочнения с использованием коронного разряда на структуру и свойства сталей

В работе изучено влияние обработки в коронном разряде на кинетику процесса и свойства поверхностных слоев при комбинированном упрочнении стали Р6М5 и стали 45. Для сопоставления образцы сталей подвергали азотированию, оксиазотированию и обработке в коронном разряде. Азотирование и оксиазотирование проводили по методике, разработанной Ю.М. Лахтиным : азотирование при 570-590°С в течении нескольких часов , последующее окисление при 550°в атмосфере перегретого пара. Свойства поверхностного слоя изучали электрохимическими методами: снятием электродного потенциала, анодных потенциодинамических и поляризационных кривых.

Анализ анодных потенциодинамических кривых снятых в 3%-ом растворе NaCl показал, что покрытия, полученные после азотирования и обработке в коронном разряде обладают высокими защитными свойствами. Сопrotивление коррозии образцов стали 45, после такой обработки, не уступает сопrotивляемости образцов подвергнутых оксиазотированию.

Высокую коррозионную стойкость оксиазотированных сталей связывают с особенностями структуры оксинитридного диффузионного слоя, состоящего из плотной поверхностной пленки Fe₃O₄ и подслоя γ-фазы (или γ + ε-фазы).

Рентгеновская дифрактограмма поверхностного слоя стали 45 после азотирования и обработки в коронном разряде показывает, что поверхностный слой состоит в основном из магнетита Fe₃O₄. При этом качество поверхности образца существенно превосходит качество поверхности нитрооксидированного образца. Это свидетельствует о заживлении микротрещин и приповерхностных пор, при обработке в коротком разряде и образовании плотного поверхностного слоя.

С целью изучения кинетики процессов упрочнения, часть образцов была предварительно подвергнута обработке в коротком разряде, а затем комбинированному поверхностному упрочнению. Предварительная обработка в коронном разряде интенсифицирует последующий процесс поверхностного упрочнения. На толщину слоя оказывает влияние и предысторию материала. На образцах стали Р6М5 с исходной структурой перлита, после предварительной обработки в коронном разряде и последующих азотирования и обработке в коронном разряде, образуется слой большой толщины, чем на образцах после закалки и отпуска.

Исследование износа деталей электронасосов, упрочненных комбинированным способом

Для изготовления деталей электронасосов используют различные электротехнические и конструкционные материалы (чугун, стальной прокат, нержавеющую сталь, алюминиевые сплавы и т.д.) Особую нагрузку при работе электронасосов испытывают детали (валы, втулки), работающие при контакте с водой.

Для исследования использовались детали, изготовленные из стали 12Х18Н10Т, 40Х13, стали 45, закаленные и незакаленные, упрочненные и не упрочненные алмазным выглаживанием и импульсной магнитной обработкой. Скорость выглаживания – 1 м/с, подача – 0,8 мм/об, нагрузка – 150 Н. В качестве СОТС использовалось индустриальное масло.

Обработка импульсным магнитным полем проводилась при напряженности 800–1000 кА/м и количеством импульсов – 3÷5.

Исследования на износ проводились на модернизированном динамометре с индуктивными датчиками для измерения сил резания, смонтированном на токарном станке 16К20. Скорость вращения детали 0,4 м/с. Контртело (пруток сечением 10х10 мм) изготовлен из серого чугуна. Контактующая с деталью поверхность контртела выполнена в виде вогнутой цилиндрической. Нагрузка на зону контакта – 50 Н. Во время испытаний измерялось усилие трения и количество циклов контакта (оборотов детали).

Исследованиями установлено, что износостойкость деталей, обработанных алмазным выглаживанием, увеличивалась 1,5÷2 раза. Это связано с тем, что при алмазном выглаживании в поверхностном слое деталей создаются сжимающие остаточные напряжения до 1,2 ГПа и залегающие на глубине 0,15÷0,4 мм, повышающие сопротивление контактной усталости.

Обработка импульсным магнитным полем наиболее эффективна после закалки и алмазного выглаживания, т.е. после предварительного упрочнения. Это позволяет увеличить износостойкость детали в 2÷2,5 раза.

Обработка импульсным магнитным полем приводит:

- к снижению остаточных и усталостных напряжений в деталях;
- повышению плотности дислокаций;
- увеличению мелкодисперсности структуры металла;
- увеличению твердости;
- увеличению микронапряжений в поверхностном слое детали.

УДК 521.9.02

М.Н. ШИПКО, д.т.н., проф.
(ИГЭУ);А.С. ПОМЕЛЬНИКОВА, д.т.н., проф.
(МГТУ им. Баумана)

Особенности повышения износостойкости режущего инструмента при электролизном борировании

Одним из видов химико-термической обработки является электролизное борирование в расплавах, содержащих 30-53% В₂O₃. В качестве объектов исследования были выбраны стали У10, 4х5МФС, сталь 45. После обработки сталей определяли параметры упрочненного слоя (толщину, структуру, физико-механические свойства) в зависимости от температуры, и длительности выдержки, а также плотности тока электролиза.

В результате исследований установлено, что борированный слой состоит из двух зон: зоны боридов и переходной зоны, переходящей в сердцевину сталей. Боридный слой имеет слабо выраженное игольчатое строение. Проведенный послойно через 25-30мкм рентгеноструктурный анализ показал, что поверхностный слой состоит из боридов железа FeB и Fe₂B. Температурная зависимость толщины слоя подчиняется экспоненциальному закону, а временная – параболическому. На толщину слоя влияет плотность тока. Наиболее высокая скорость борирования наблюдается при плотностях тока $0,1 \pm 0,3 \text{ A/cm}^2$.

В стали 4х5МФС между боридными иглами фазы Fe₂B, расположена зона, представляющая собой смесь α-фазы и включений мелких карбидов.

Для сталей У10 и стали 45 толщина боридного слоя и переходной зоны в 2-3 раза больше, чем стали 4х5МФС. Это по-видимому связано с влиянием легирующих элементов Cr, Mo, замедляющих диффузию бора.

Борирование поверхности влияет, на износостойкость и твердость стали. Для стали 4X5 МФ С с 950 мг/см^2 до 60 мг/см^2 , для стали 45 и У10 уменьшается с 270 мг/см^2 до 48 мг/см^2 . Обнаруженное повышение износостойкости борированных слоев может быть связано с повышением их твердости, вследствие появления фаз FeB и Fe₂B.

Вместе с тем, борирование не изменяет предел усталости и предел текучести.

Кроме того, не зависимо от температуры ХТО и времени выдержки на борированной поверхности создаются напряжения сжатия. Причем, с ростом содержания углерода в стали величина остаточных напряжений сжатия увеличивается. На характер распределения остаточных напряжений оказывает влияние количественное соотношение фаз FeB и Fe₂B. Это может быть связано с различием кристаллических решеток боридных фаз и, как следствие, их коэффициентов термического расширения.

Результаты исследования были использованы при разработке высокоэффективного способа повышения износостойкости режущих инструментов.

УДК 621.791

А.С. ОРЛОВ, ассист., В.А. ПОЛЕТАЕВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Упрочнение сверл из Р6М5 импульсной магнитной обработкой

Исследуемые образцы инструмента – сверла, изготовлены из быстрорежущей стали Р6М5. Имеющаяся структура материала характеризуется средней твердостью и износостойкостью. После обработки металла магнитно-импульсным полем, происходит уменьшение размеров субзерен с одновременным увеличением плотности дислокаций и величин микронапряжений. Причем эти изменения наиболее существенны для структуры троостита. Наибольшее увеличение остаточных напряжений происходит на границе мартенсит – троостит и в троостите. При этом под влиянием магнитного поля происходит перераспределение остаточных напряжений: увеличение сжимающих и уменьшение растягивающих. Кроме того, увеличивается глубина распределения сжимающих остаточных напряжений, а значит, увеличивается и глубина упрочненного слоя.

При магнитном воздействии вещество изменяет свои физические и механические свойства. Улучшение свойств у ферромагнитных деталей, прошедших МИО, достигается за счет направленной ориентации свободных электронов вещества внешним полем, вследствие чего увеличивается тепло- и электропроводимость материала.

Образцы обрабатываются магнитным полем с напряженностью 500 кА /м, импульсами количеством 1, 2, 3, 5 и 7. Затем производились испытания инструмента на износостойкость при постоянной подаче на станке 2Р135 для определения зоны оптимальных режимов магнитной обработки. Образцы подвергаются электронно-микроскопическому анализу на микрофотографической установке по основной плоскости сверла. Полученные цифровые изображения заносятся в память ЭВМ.

Магнитно-импульсная обработка образцов производится на специальной установке, разработанной на кафедрах ТАМ и ТОЭ.

В ходе изучения влияния магнитно-импульсной обработки на механические свойства материала сверла была выявлена зависимость износостойкости инструмента от режимов магнитно-импульсной обработки. При обработке сверла магнитным полем с напряженностью 500 кА /м, в течение 3 импульсов стойкость инструмента составила 9,6 минут, на 3,2 минут больше, чем у необработанного образца.

УДК 621.89

П.В. ПУЧКОВ, асп., В.В. ПОДГОРКОВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Использование магнитных жидкостей в качестве компонентов смазочных материалов и технологических сред

Магнитные жидкости обладают уникальными свойствами, которые могут быть переданы смазочным материалам и технологическим средам путем введения в их состав магнитной жидкости.

Так, например, разработана магнитовосприимчивая смазочная композиция для приготовления смазок и смазочно-охлаждающих жидкостей и способ ее получения.

Согласно выданному на нее патенту РФ № 2215776 (Бюллетень 31, 2003 г.) магнитная жидкость вводится в смазку вместе с графитом, предварительно пропитанным магнитной жидкостью. Под действием магнитного поля графит перемещается в зону наибольшей его напряженности и увлекает за собой смазочную жидкость. В результате пропитки магнитной жидкостью других пористых веществ и помещения их в смазочную жидкость, смазочная жидкость-носитель становится магнитоуправляемой и действует в зоне трения или резания более эффективно.

На основе этого принципа могут быть созданы не только смазки или смазочные жидкости, но и другие магнитовосприимчивые технологические композиции, содержащие в своем составе твердые рабочие тела, выполняющие роль деформационных или режущих инструментов независимо от своих магнитных свойств. Смоченные и покрытые слоем магнитной жидкости толщиной до 100–130 мкм немагнитные тела становятся магнитовосприимчивыми и магнитоуправляемыми, что подтверждено экспериментально.

В экспериментах [1, с.235] проводился сбор дисперсных, разных по своим свойствам таких, как абразивный шлам, порошки алюминия, меди графита и шаровидное стекло. Все они, будучи материалами немагнитными, после нанесения на них магнитной жидкости легко собирались с помощью магнита.

Литература

1. **Магнитные** жидкости в машиностроении / Д.В. Орлов, Ю.О. Михалев, Н.К. Мышкин, В.В. Подгорков, А.П. Сизов. Под общ. ред. Д.В. Орлова и В.В. Подгоркова. – М.: Машиностроение. 1983. – 272 с. – IS<N5–217–01733–3.

УДК 621.923

Г.А. ШИПКО, к.т.н., доц., А.К. ИЗГОРОДИН, д.т.н., проф.
(ИГТА)

Особенности влияния горячего прессования на магнитные и прочностные свойства изделий из порошковых магнитомягких ферритов

Поликристаллические магнитомягкие ферриты находят применение практически во всех ведущих отраслях современной промышленности, в том числе и машиностроении. Одной из главных причин, препятствующих широкому применению ферритов в нагруженных конструкциях, является их высокая склонность к хрупкому разрушению. Они имеют низкую стойкость к ударным нагрузкам. В то же время потенциальная теоретическая прочность этих материалов весьма велика и позволяет рассчитывать на существенное улучшение их свойств.

В настоящей работе исследовано влияние режимов горячего прессования и последующей термической обработки на прочностные характеристики и эксплуатационные свойства изделий из порошковых Mn-Zn ферритов, имеющих состав 0,175 ZnO, 0,025 NiO, 0,3 MnO, 0,5 Fe₂O₃. Цилиндрические изделия из ферритов были изготовлены по стандартной керамической технологии. Последующую обработку этих изделий проводили горячим прессованием при различных температурах 1200-1300⁰C, давлениях 300-500 кг/мм² в течение 30-60 минут.

Температуру термической обработки после горячего прессования выбирали по положению экстремальных точек на кривой дифференциально-термического анализа ферритов.

Для определения особенностей разрушения изделий были проведены механические испытания и фрактографические исследования. Установлено, что после всех режимов спекания ферритов предел прочности изделий составляет 100-190 Мн/м². Разрушение материала происходит в области упругих деформаций. При вдавливании индентора трещины появляются при малой нагрузке – 0,2 н.

При повышении температуры прессования ферритов существенно изменяется их микроструктура. Однако корреляции между изменением микроструктуры и характеристиками прочности не выявлено. Это указывает на, то что хрупкое состояние материалов обусловлено особенностями строения кристаллической решетки и межатомного взаимодействия.

Заметных изменений в состоянии кристаллической структуры можно достигнуть при высоких температурах, близких к температуре синтеза ферритов или выше точки Кюри, т.е. при 300-350⁰C.

УДК 620.197.6

Д.П. СЕВРЮГИН, асп., В.А. ПОЛЕТАЕВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Повышение износостойкости деталей электронасосов нанесением слоя металлизации

Эффективным и экономичным путем повышения износостойкости деталей, работающих в условиях циклических нагрузок, контактной усталости и истирания, является создание на их поверхности прочных, долговечных и коррозионных слоев. Вид и оптимальная толщина упрочненного слоя зависят от режимов работы машин и механизмов, их назначения, величины допустимого износа и могут изменяться в широких пределах. Упрочнение тонкого поверхностного слоя деталей из обычных конструкционных материалов позволяет экономить дорогостоящие легированные стали, цветные металлы и другие дефицитные материалы, повышать ресурс и надежность механизмов, снижать энергоемкость производства, снижать энергоемкость производства, успешно решать проблему восстановительного ремонта в целях повторного использования износостойких деталей и т.п.

Для изготовления деталей электронасосов используют электротехнические и конструкционные материалы. Особую нагрузку при работе электронасосов испытывают валы, работающие при контакте с водой. Валы изготавливаются из стали 45 и в местах контакта с подшипниками покрываются различными пленками.

Для повышения износостойкости валов их поверхности предлагается покрывать слоем металлизации толщиной 0,4 мкм путем наплавки проволоки путем порошковой наплавочной типа ППНП40Х13 диаметром 2 мм.

Технология получения слоя металлизации реализуется на специальном оборудовании. После нанесения слоя деталь подвергается шлифованию.

Дополнительно после шлифования поверхность упрочненного слоя обрабатывалась методом алмазного выглаживания и импульсной магнитной обработкой.

Исследования механических и эксплуатационных свойств детали, упрочненной слоем металлизации показали повышение твердости на 20 %, а износостойкости в 1,5 раза.

УДК 621.9.079

В.М. ГРОШЕВ, асп, В.Н. ЛАТЫШЕВ, д.т.н., проф., Е.А. ШВАРЕВ, асп.
(ИвГУ)

Электрохимическая активация СОТС для обработки стекла

Основной путь повышения качества механической обработки стекла – снижение силовой нагрузки на зону резания. Добиться этого можно за счет применения смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС), содержащих инактивные присадки поверхностно-активных веществ (ПАВ), или за счет использования химически активных сред, способных образовывать на поверхности стекла химические пленки с заводом более низкими прочностными характеристиками, чем у обрабатываемого материала. Однако, при использовании химически активных присадок всегда имеется риск их разрушительного воздействия на технологическое оборудование.

Нами проведены исследования процесса электрохимической активации химически малоактивной среды – водных растворов неорганических солей металлов с малой экологически безопасной концентрацией растворенного вещества, а именно, хлоридов, нитратов, карбонатов и сульфатов калия и натрия в дистиллированной воде. Исследования проводились на специально созданной экспериментальной установке, предназначенной для изучения трибопроцессов при сверлении сквозных отверстий в деталях из хрупких твердых неметаллических материалов с возможностью электрической активации внешней среды токами различной полярности.

Установлено, что существенное улучшение основных технологических показателей процесса алмазной обработки стекла на операции сверления достигается в условиях резания в среде электролитов при условии что анод расположен в зоне резания, а активированная среда имеет положительную поляризацию, т.е. пересыщена ионами металлов. Применение растворов положительно активированных электролитов позволяет в 1.5...2 раза снизить шероховатость поверхности, на 25...35% уменьшить силы резания.

Физическая модель процесса размерного квазипластического микрошлифования твердых материалов

Всё большее применение алмазы и другие алмазоподобные твердые материалы находят в промышленности. При ручном способе шлифования этих материалов не обеспечивается повторяемость выходных размерных и качественных параметров. Качество полученных после обработки изделий нестабильно.

Современные требования микроэлектроники, медицины, полупроводниковой промышленности диктует необходимость изготовления изделий большими партиями со стабильной повторяемостью выходных параметров. Шероховатость поверхности подложки является важным параметром при изготовлении высокочастотных приборов. Наличие дислокаций, микротрещин приводит к образованию дефектов в эпитаксиальных слоях, ухудшая эксплуатационные свойства микросхем.

Известен метод шлифования в режиме квазипластичности. Такое шлифование достигается при обеспечении жесткости конструкции шлифовальной установки, регулирования поперечной подачи в масштабе реального времени, современной технологии правки шлифовального круга и относительной изоляции от внешних возмущений. В результате заготовки из хрупких материалов можно механически обрабатывать в регулируемом режиме. При этом обеспечивается такая чистота обработки поверхности, как при полировании и притирки, осуществляемых в ручном режиме. При малой глубине резания и низких врезных подачах все хрупкие материалы могут обрабатываться в режиме пластичного течения, а не хрупкого разрушения.

Физической основой квазипластичного микрошлифования является микрошлифование в мезообъемах. Суть этого явления можно рассматривать на основе теории физической мезомеханики, разработанной академиком Паниным В.Е. (1). Технология процесса бездефектного размерно-регулируемого микрошлифования анизотропных материалов с отсутствием дефектов, привнесенных технологическим процессом обработки, создана д.т.н. Сильченко О.Б. и к.т.н. Коньшиным А.С. (2) Разработана математическая модель диагностирования процесса микрошлифования (3) увязывающая в реальном масштабе времени входные и выходные параметры этого процесса при установившемся режиме съема припуска.

Суть физической модели процесса размерного квазипластичного микрошлифования состоит в следующем. При внешнем упорядоченном воздействии ритмичного поля в виде периодических касательных напряжений в упругой обрабатывающей системе шлифовального станка динамическому воздействию со стороны режущих зерен вращающегося инструмента подвергается обрабатываемая поверхность на площади мак-

ромасштабного уровня. При этом в период синхронного накопления усталости преимущественно к возвратно-поворотным модам деформации формируется однослойная ячеистая структура в виде множества трехмерных мезообъемов. Эти мезообъемы движутся в релаксационном режиме по схеме «сдвиг + материальный поворот». В конце периода синхронного накопления усталости исходная структура преобразуется в одновременно срезаемое со всей указанной площади множества из единичных пластически деформированных частичек основного кристалла с формированием при этом бездефектной структуры приповерхностного слоя. При этом появляется возможность непрерывной генерации новых внутренних напряжений.

При обработке твердых материалов и кристаллов в установившемся режиме пластического шлифования со стационарными режимами интенсивности съема припуска возможно достичь заданных выходных параметров с большой точностью.

Литература

1. **Панин В.Е., Лихачев В.А., Гриняев Ю.В.** Структурные уровни деформации твердых тел. – Новосибирск: Наука, 1985. – 229с.
2. **Коньшин А.С., Сильченко О.Б., Сноу Б.Д.** «Способ микрошлифования твёрдоструктурных материалов и устройство для его реализации». Патент РФ №2165837 от 27.04.2001 г.
3. **Теплова Т.Б.** «Обоснование рациональных режимов шлифования алмазов при их огранке». Автореф. диссертации на соискателя учёной степени кандидата технических наук МГГУ (г. Москва) – 2002 г.

СЕКЦИЯ 13. ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ: ЧЕЛОВЕК, ТЕХНИКА, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

УДК 614.7

Е.Г. АВДЮНИН, д.т.н., проф., Г.В. ПОПОВ, д.т.н., проф., А.В. СЕРГЕЕВ, асп.
(ИГЭУ)

Комплексное решение задачи энергоиспользования и ее экологического аспекта

Основной задачей, решением которой определяется состояние топливно-энергетического хозяйства, является энергосбережения. Кризис в топливной энергетике приводит к необходимости рационального использования топливно-энергетических ресурсов и создания малоотходных технологий. Данная проблема является чрезвычайно важной для энергоемких отраслей промышленности, таких как химическая, металлургия и т.п.

В сфере промышленного производства процессы теплоиспользования занимают одно из ведущих мест. Только одни высокотемпературные системы, основным технологическим звеном которых являются промышленные печи, по уровню прямого потребления органического топлива конкурируют с производством тепловой и электрической энергии на ТЭС.

Они отличаются крайне низким коэффициентом полезного действия (часто не превышающим 25-35%) и одновременно исключительно большими потенциальными возможностями энергосбережения. Преодоление несовершенства технологических процессов и недостатков утилизирующих систем является необходимым условием как при создании новых технологий, так и при решении экологического аспекта.

Безотходная технология, как идеальная технологическая система, решает современные проблемы научно-технического прогресса промышленного производства посредством снижения экологической нагрузки. Для описания экологического эффекта от реализации инвестиционного проекта (ИП) используется следующая информация:

- характеристика источника и видов воздействия на окружающую среду до реализации ИП;
- результаты ИП (сокращение объемов загрязнения, утилизация, разделение, концентрация отходов и т.п.);
- сведения о поддержке ИП органами государственной власти и управления (государственных или отраслевых программ);
- экологические приоритеты территории, отраженные в государственных реестрах о состоянии окружающей среды и т.п.

Одновременная и взаимосвязанная реализация этих направлений открывает благоприятные практические возможности для снижения расхода топлива, сырья и общей экологической нагрузки на территорию. На практике, в настоящее время, встречаются системы только с частичной, далеко не полной реализацией принципов безотходных систем, поэтому в задачу исследования входит, как решение технических, так и экологических проблем существующих производств.

УДК 681.5:002:681.3

С.С. АЛЬ ХАМРИ, асп., А.В. ШВЕЦОВ, асп., Г.В. ПОПОВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

К вопросу о создании архива дефектных состояний электрооборудования

Воспроизведение дефектов в силовых трансформаторах на основе графических трехмерных моделей создает возможность сделать интерпретацию результатов компьютерной диагностики трансформатора наиболее информативной. Наряду с вербальным описанием вероятного дефекта и структурными многоуровневыми схемами его развития, предлагается представить определенный дефект в виде соответствующей графической модели, которая при визуализации обеспечивает его наглядное представление. Для данной цели возможно применение отснятого фотоматериала [1]. Но есть возможность расширить информативность, предложив визуализировать не только результат, к которому привел тот или иной дефект, но и процесс возникновения этого дефекта и его развитие во времени. Визуальное моделирование процесса позволяет проследить картину зарождения и развития дефекта комплексно, сжав ее до размеров небольшого видеоролика. В качестве примера предлагается модель развития внутренних повреждений обмоток, происходящих при их недостаточной электродинамической стойкости при протекании токов короткого замыкания. На основе разработанной трехмерной графической модели трансформатора создается геометрическая модель обмотки. После этого создается модель поврежденной обмотки. Далее создается плавный переход от нормального состояния к деформированному. Имея дополнительные данные о скорости протекания отдельных стадий деформации корректируется относительная скорость их протекания в создаваемом видеосюжете. В компьютерных системах диагностики электрооборудования подобные видеосюжеты представляют большую ценность при принятии решения относительно вывода трансформатора в ремонт. Известно, что в практике диагностики электрооборудования существуют зарекомендовавшие себя примеры создания и использования атласов дефектов и повреждений оборудования (атлас дефектов турбогенераторов [2]). Имея достаточно обширную библиотеку фото-, видео-сюжетов и описаний дефектов можно создать подобный атлас и для трансформаторного оборудования. Экспертная система, обладающая возможностью видеоиллюстрации дефектов, несет не только большую информативность, но и оказывает определяющее влияние на процесс принятия решений.

Литература

1. **О повреждениях** обмоток силовых трансформаторов и диагностике их геометрии методом низковольтных импульсов / Хренников А.Ю., Рубцов А.В., Предельский В.А. и др. // Электро. – 2004. – № 5. – С. 19 – 23.
2. **Самородов Ю.Н.** Атлас дефектов и неисправностей турбогенераторов // Электрические станции. – 2004. – №12. – С.50-55.

УДК 681.5

В.Н. БОРИСОВ, студ., П.В. ПОПОВ, студ., А.В. СОРВАЧЕВ, инж.
(ИГЭУ)

Электронный учебник «Первая помощь»

В настоящее время в РФ значительное количество трудоспособного населения (особенно мужчин) умирают по причине острой сердечной недостаточности и производственных травм. Причины подобного известны: это эмоциональные стрессы, алкоголь, курение, низкая физическая активность и т.п. Основным успехом при оказании первой помощи пострадавшему является быстрая действия и умение спасателем оказывать основные приемы. Все сказанное означает, что оказывать первую помощь сегодня должен уметь каждый человек. Более того, согласно трудовому кодексу в обязанности работодателя входит обеспечение обучения работника приемам оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве. Причем, каждый работодатель должен осознавать всю ответственность за качество такого обучения, а не превращать это в формальную процедуру для получения «галочки».

Известно, что обучению персонала предприятий всех отраслей способам оказания первой помощи при несчастных случаях уделяется недостаточно внимания со стороны руководства. Это обусловлено несколькими причинами: отсутствие материальной базы для проведения обучающих занятий (лекционных залов, тренажеров, специальных моделей оборудования), отсутствие специалистов, способных грамотно и доходчиво объяснить обучаемым правила и приемы оказания первой помощи. На большом количестве предприятий все обучение ограничивается нерегулярным прочтением инструкций по ТБ. К сожалению, стоит отметить, что качество обучения во многом зависит от используемых технологий. Среди основных подходов можно отметить следующие:

- академический: чтение лекций с использованием плакатов, слайдов, доски и мела; конспектирование излагаемых лектором сведений;
- практический: отработка навыков первой помощи на манекенах-тренажерах;
- пассивный: просмотр видеофильмов.

Идеальной, на настоящий момент, формой обучения является та, когда все эти подходы сочетаются. На практике подобное оказывается не всегда возможным – там нет квалифицированного лектора, там – тренажера, в другом месте отсутствуют видеофильмы.

В связи с этим, мы решили сделать универсальное средство обучения – программный пакет, представляющий собой электронный учебник. Этот учебник состоит из 5 отдельных, несвязанных с собой частей: электронный учебник по оказанию первой помощи при реанимации; электронный учебник по оказанию первой помощи при кровотечениях и ранах; электронный учебник по оказанию первой помощи при травмах, ожогах, Обморожениях и отравлениях; электронный учебник по оказанию первой помощи при критических состояниях; электронный учебник по оказанию первой помощи при освобождению от поражающего фактора. Все электронные учебники сопровождаются контролем знаний обучающихся.

Преимущества комбинированных хранилищ данных в задачах мультимедийного обучения

В современных задачах обучения проектированию активно применяется материал, оформленный с применением мультимедийных средств. Это даёт большие преимущества подобным системам, но и накладывает ряд ограничений. Основным преимуществом активного использования средств мультимедиа является возможность применить любой метод отображения, доступный современным компьютерам, и обеспечить, в конечном итоге, более ясную схему изложения информации и взаимодействия с конечным пользователем. Основное направление систем коммуникаций и, особенно Internet, идёт в этом направлении. С другой стороны мультимедийные данные имеют, как правило, большой объём и сложную структуру хранения и представления, что приводит в итоге к значительной нагрузке на сетевые коммуникационные каналы и вычислительные мощности компьютеров, работающих этим материалов.

Применение клиент-серверных технологий, позволяет распределить вычислительную нагрузку, перенеся значительную её часть на сервер, равно как хранение, так и преобразование. Однако ограниченные мощности сервера при работе с большим количеством пользователей требуют решения задачи оптимизации хранения и обработки мультимедийного содержания. В настоящее время реляционные базы данных, реализованные, как правило, с использованием SQL-серверов, получили наибольшее распространение для подобного класса задач. В этом случае работа конечных пользователей с системой идёт по 3-х звенной схеме:

клиент → сервер приложений → сервер баз данных.

Главный недостаток подобной схемы заключается в необходимости хранить большие объёмы неструктурированной информации в реляционной базе данных (БД), что приводит к необоснованному повышению нагрузки на SQL-сервер и, как следствие, к снижению производительности всей системы в целом.

На кафедре БЖД ИГЭУ разработана система «КЛЮЧ» в рамках которой реализована попытка применить комбинированный подход к хранению и обработке мультимедийной информации в целях оптимального сбалансирования нагрузки и обеспечения доступа максимального числа пользователей. С этой целью для хранения данных было решено использовать три вида хранилищ: плоское неиндексированное (для хранения неструктурированных мультимедийных файлов); реляционное (для хранения связанной, оперативной и структурированной информации); иерархическое (древовидное).

Подобный подход позволил значительно повысить быстродействие и надёжность системы, а так же облегчить изменение данных за счёт большего соответствия метода хранения предметному содержанию.

УДК 658.384

С.Ю. КАПУСТИН, к.т.н., доц., Н.М. МАХОВ, к.т.н., доц.
(ИГТА)

Технико-антропометрический анализ деятельности оператора

Технико-антропометрический анализ статики и динамики рабочих поз человека (иначе именуемый соматографией), заключающимся в совместном изображении человеческого тела и элементов технического устройства в ортогональных плоскостях методами технического черчения.

Под рабочей позой понимается расположение кинематических звеньев тела в пространстве рабочего места в ходе выполнения операций контроля и управления. Рабочая поза зависит от размещения контроля и управление относительно и в этой связи может быть удобной или неудобной. Степень удобства рабочей позы определяется соматическими и биомеханическими возможностями человека при данном размещении названных средств. Существенной характеристикой рабочего места является сенсомоторная доступность (досыгаемость) средств контроля и управления зрительному (слуховому) восприятию и моторным воздействиям оператора. Таким образом, соматография имеет целью охарактеризовать рабочие позы совместно с размещением средств контроля и управления на рабочем месте. Основным приемом соматографии является схематическое изображение человеческого тела совместно со средствами и орудиями труда (индикаторы, органы управления, пульты, табло) в виде проекций рабочего пространства на ортогональные плоскости (вид сзади, сбоку, сверху). Такие изображения называются сомаграммами. Сомограмма может отображать отдельную рабочую позу в статике или несколько рабочих поз в их динамике.

При схематизации человеческого тела используются объемные и палочковые муляжи. Объемные муляжи необходимы при соматографии оператора в специальной рабочей одежде. Палочковые муляжи достаточны в остальных случаях. На рис.1 изображена отдельная рабочая поза водителя автомобиля ВА3-2106 при помощи палочкового муляжа при включение ключа зажигания автомобиля.

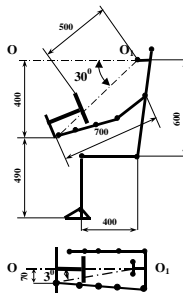


Рис. 1. Включение ключа зажигания автомобиля ВА3-2106

Диагностика асинхронных двигателей

Принято считать, что асинхронный двигатель является одним из наиболее надежных и безотказных типов электрических машин. Вследствие этого, асинхронные машины получили широкое распространение во всех отраслях промышленности. Однако, следует отметить тот факт, что 20-30% всех двигателей применяется в наиболее ответственных участках производства. Именно поэтому следует уделять особое внимание состоянию этих машин.

Как и у электрических машин других типов, у асинхронного двигателя имеются узлы, в которых проявление дефектов встречается наиболее часто. К таким узлам относятся обмотки статора и фазного ротора, стержни к.з. ротора, подшипниковые узлы и система воздухоохладителя.

Проверка исправности двигателя не представляется делом особой сложности, гораздо тяжелее определить причину и момент проявления дефектов. Для этих целей можно использовать систему комплексного анализа состояния асинхронного двигателя созданную на базе программного-диагностического комплекса «Диагностика+».

В данной системе используется ряд основных методов:

- метод общего статистического анализа, который основан на сборе информации о двигателях подобных типов;
- метод частного статистического анализа – выполняется анализ предшествующих испытаний тестируемого объекта;
- сравнение результатов испытаний с нормативными данными;
- математические методы предсказания вероятного времени проявления дефектов.

Сочетание отклонений различных параметров дают возможность судить об общем состоянии проверяемого двигателя, а степень увеличения или уменьшения значений измеренных величин позволяют рассчитать вероятное время выхода из строя конкретных узлов электрической машины.

Следует отдельно выделить метод косвенного анализа состояния узлов электрической машины, для проверки которых требуются значительные затраты времени. Этот метод реализуется на основе базы знаний о причинах выхода из строя аналогичных асинхронных двигателей.

Как и большинство программ, основанных на анализе данных, система диагностики асинхронных двигателей является открытой и развивающейся системой, эффективность функционирования которой, зависит от количества и качества внесенной инженером по знаниям информации.

Анализ существующих подходов к мониторингу силовых трансформаторов

Для поддержания силового трансформатора в исправном состоянии требуется осуществлять его техобслуживание и модернизацию. Использование системы мониторинга позволяет производить обслуживание в тот момент, когда технические параметры или характеристики оборудования выходят за пределы заданных значений. Это соответствует мировым тенденциям перехода от плановой системы обслуживания к предупредительной. Существует несколько подходов к организации мониторинга силовых трансформаторов.

Первый подход основан на режиме on-line. Для адекватного анализа состояния объекта при данном подходе требуется оценивать механические, термические, электрические параметры, а так же его общее состояние. В системах мониторинга такого типа, как правило, применяются специализированные датчики позволяющие проводить измерения: содержания газов H₂, CO₂, C₂H₂, C₂H₄ (HYDRAN), относительной влажности и температуры масла (AQUAOIL), тока нагрузки, давления масла. К недостаткам подобных систем относится высокая стоимость датчиков и аппаратуры для снятия измерений, а так же возможность монтажа датчиков только в заводских условиях на новых трансформаторах.

Второй подход сочетает в себе режимы on-line и off-line, при котором on-line мониторингу подлежат основные параметры трансформатора: давление и температура масла, частичные разряды, сигнализирующие о быстро развивающихся дефектах, а из режима off-line берется информация о вяло развивающихся процессах. В режиме off-line информация поступает из плановых проверок (содержание газов в масле), из других систем автоматизации (осциллограммы к.з., работа РЗА, работа в режиме перегрузок). Данный подход существенно удешевляет организацию мониторинга, позволяет применить его практически на всех видах силовых трансформаторов, значительно возрастает вероятность обнаружения вялотекущих дефектов, что позволяет производить оценку остаточного ресурса.

Третий подход заключается в сочетании одного из перспективных методов мониторинга, определение частичных разрядов с их математической обработкой, в частности посредством использования аппарата нечетких множеств и нейронных сетей (НС). Основная задача сводится к построению модели нейронной сети с последующим ее обучением на реальных примерах, т.е. создание базы статистических данных. Первой стадией является сбор данных о частичных разрядах в высоковольтных вводах трансформатора наиболее эффективными методами. Вторая стадия заключается в моделировании и обучении

НС, т.е. корректирование сети при помощи уже обработанных данных с подстройкой весовых коэффициентов и выдачей заключения о состоянии трансформатора.

Литература

1. **Сборник** методических пособий по контролю состояния электрооборудования. – М.: ОРГРЭС, 1998.
2. **Уоссермен Ф.** Нейронная компьютерная техника: Теория и практика. Перевод на русский язык, Ю.А. Зуев, В.А. Точенов. – СПб.: Питер, 1992.

УДК 502.3

Е.Ю. КОМКОВ, О.Н. СИЗОВ, асп., С.А. КАПУСТИН, ст. препод.
(ИГЭУ)

Построение схем мониторинга электрооборудования

На нижнем уровне система мониторинга электрооборудования состоит из большого количества различных датчиков: датчики тока, напряжений, температуры, частичных разрядов, давления в маслонаполненных вводах, содержания влаги и газов в масле и др. Передать сигнал, поступающий с этих датчиков в условиях сильного электромагнитного поля даже на короткое расстояние затруднительно, поэтому около каждого датчика (группы датчиков) необходимо установить периферийный микроконтроллер, который производит оцифровку аналогового сигнала и передачу информации при помощи цифровых протоколов, защищенных от электромагнитных помех. Для координации работы периферийных контроллеров, и для уменьшения числа линий передачи данных с объекта мониторинга до сервера обработки и архивации данных в системе применяется центральный микроконтроллер. Существует три основных способа построения информационного обеспечения мониторинга: радиальная, кольцевая и с общей шиной передачи данных (рис.). Кольцевой способ построения более выгоден. При данном построении системы протяженность линий связи меньше, чем при использовании другого принципа. Кроме того, в случае обрыва одной из линий, информативность системы остается прежней, так как все датчики остаются включенными в сеть.

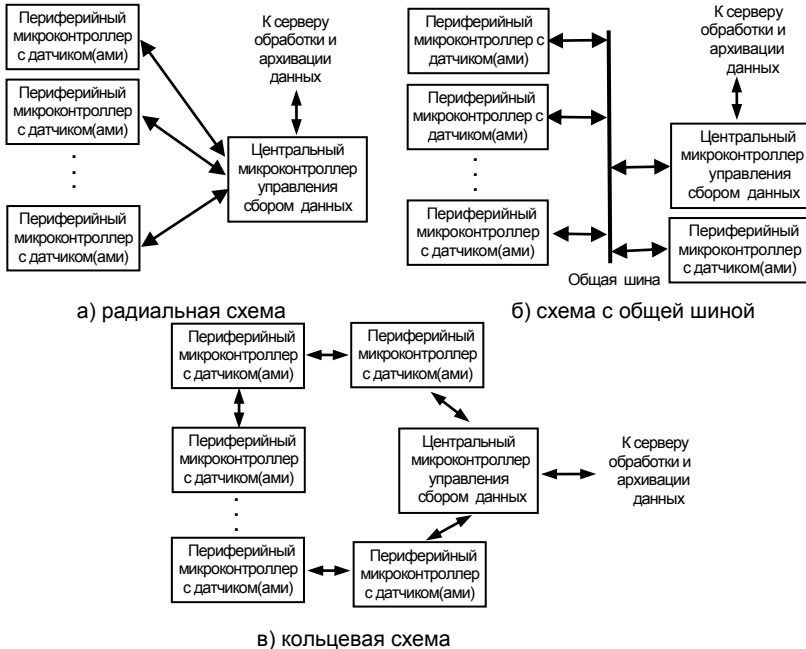


Рис. Варианты схем сбора данных при мониторинге электрооборудования

УДК 658.382.3

Ю.Е. КУРЗИН, программист
(ИГЭУ)

Интеграция программного комплекса «Аттестация» с автоматизированными системами управления предприятий

Характерной особенностью больших предприятий является наличие автоматизированных систем управления бизнес-процессами (ERP систем), такими как Oracle Applications, SAP R/3 и др. За время существования положения о порядке проведения аттестации многие организации разработали в рамках этих систем базы данных для учета и анализа условий труда при проведении АРМУТ.

Данная особенность с учетом большого количества рабочих мест приводит к неэффективности программных средств, обеспечивающих только автоматизированную оценку условий труда и оформление отчетной документации. В данных условиях возникает идея интеграции программных средств обеспечивающих автоматизированную оценку и

оформление документации с ERP системами организаций. Данный подход дает следующие преимущества:

- доступ к информации о рабочих местах организации;
- передача результатов оценки условий труда непосредственно в базу данных организации.

Предложенный подход был реализован с использованием программного комплекса для оформления результатов АРМУТ «Аттестация» на ОАО «ММК». В программе «Аттестация» реализована база данных, которая может быть перенесена на любой SQL сервер. Это обеспечивается за счет высоконормализованной реляционной модели, абстрагированной от реализации конкретных БД. Для осуществления интеграции был обеспечен обмен данными между системами. Для этого использован механизм репликации между базой данных программы «Аттестация» и базой данных ERP-системы. Программа «Аттестация» позволяет осуществить интеграцию с любым из существующих SQL серверов. Благодаря этому, существует возможность размещения базы данных программы с использованием того же SQL сервера, что и хранилище ERP-системы.

Взаимодействие программы «Аттестация» с внешними хранилищами данных осуществлялось на основе двунаправленной репликации через интерфейс специфицированный заказчиком. Гибкие механизмы настройки программы позволяют добиться как полной, так и частичной интеграции между системами. В этом случае возможна как online, так и offline репликация через локальные сети, Интернет или без использования сети на любых электронных носителях.

УДК 621.313

Г.В. ПОПОВ, д.т.н., проф., Д.А. КЛИМОВ, асп.,
А.М. ШУРЫГИН, асп., А.В. БЕЛЯЕВ, асп.
(ИГЭУ)

Компьютерный анализ состояния силовых трансформаторов

Силовые трансформаторы являются одним из основных элементов электроэнергетики. Вследствие резкого увеличения доли трансформаторов с истекшим нормативным сроком, усиливается контроль над их состоянием. Для более качественного и полного исследования возможных дефектов необходимо проводить целый комплекс анализов состояния обмоток, масла, бака и др. частей оборудования.

Предположим, что на энергопредприятии требуется произвести комплексную диагностику трансформаторов. Перед проведением испытаний (обычно накануне) один или несколько членов бригады на тренажере отрабатывают предстоящую схему измерений. Эта подготовка включает:

- сборку электрической схемы соответствующего объекта;
- собственно замеры контролируемых параметров;
- фиксацию результатов измерений;
- выполнение некоторых действий за пределами регламента с анализом последствий.

Кроме увеличения опыта проведения испытания, полученного на тренажере при имитации различных режимов работы оборудования, мы получаем возможный результат в двух вариантах:

1) параметры схемы замещения трансформатора заданы по умолчанию, т.е. они постоянны для всех случаев; тогда мы получим реальные результаты, но безотносительно к тем объектам, которые собираемся испытывать в дальнейшем;

2) в случае, когда тренажер сопряжен с программой оценки состояния маслонаполненного оборудования «Диагностика+», из архива данной программы будут вызываться параметры намеченного для испытаний трансформатора, и результаты компьютерного и последующего физического экспериментов будут практически совпадать.

В последнем случае имеет смысл фиксация результатов измерений (напряжения, тока и частоты), поскольку эти значения будут контрольными при проведении полевых испытаний. Целесообразно, чтобы эти параметры полностью совпадали с теми значениями, которые будут обеспечены при реальных испытаниях. Если значения параметров на тренажере и при испытаниях будут незначительно (до 3 %) или более существенно (5-10 %) отклоняться друг от друга появляется возможность рассмотрения и сопоставления этих величин. Комплекс отклонений этих и других, полученных в процессе опыта, параметров может служить оценкой общего состояния оборудования.

УДК 502.3

Е.А. ПЫШНЕНКО, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Компьютерные средства для активного обучения студентов решению задач рационального природопользования

Распространенным методом активного обучения является метод кейсов (Case Study), когда описывается ситуация, близкая к реальной и ставится задача с определенными условиями, а также приводится максимально полная информация по рассматриваемой проблеме (кейс) с тем, чтобы студенты, детально ее проанализировав, высказали свои мнения и выработали решение. Очень часто туда включен материал, который не является важным, но зато всегда есть материалы, с помощью которых задание может быть выполнено.

Применение метода кейсов значительно снижает сложность обучения решению проблем рационального природопользования, связанную с рассмотрением множества тесно связанных с проблемой экологических, экономических и социальных факторов. Особенно важны при обучении студентов поэтапное рассмотрение проблемы, обеспечиваемое делением кейса на стадии и возможность возврата к предыдущим стадиям. На каждой последующей стадии информация становится более точной и приближенной к решаемой проблеме. *Первая* стадия отводится для сбора и анализа данных, *вторая и третья* – для предложения всех возможных вариантов решения проблемы, *четвертая и пятая* – для выбора варианта проведением сравнительного анализа эффективности и расчетов, *шестая* – для принятия окончательного решения и его обоснования. Такой подход позволяет научить студента отделять наиболее значимую для решения проблемы информацию от несущественной.

Данная модель обучения реализована в виде компьютерной программы UTes, разработанной на кафедре «Безопасность жизнедеятельности» ИГЭУ и используемой на практических занятиях по дисциплине «Природопользование». UTes включает режимы описания ситуаций, вопросов, акцентирующих важную информацию на каждом этапе рассмотрения проблемы, а также анализа всех шагов принятия решений на заключительной стадии кейса.

Структуру системы UTes можно представить как $UTes = \langle S_i, E_i, T, R, i \in N \rangle$, где S – описание ситуации, E – режим вопросов с множественными вариантами ответов, связанный со стадией изучения ситуаций, T – режим просмотра принятых студентом решений на каждой стадии с оценкой результата его работы, R – редактор сценария кейса и режима вопросов и ответов, N – число стадий кейса. Кроме того, UTes имеет средства для изменения сценариев кейса, а также используется для конструирования многовариантных тестовых заданий для студентов по дисциплине «Природопользование» с сопровождением их иллюстративными и справочными материалами. UTes позволяет разделить процесс тестирования на этапы с усложнением заданий на каждом последующем этапе, а в режиме оценки результатов тестов дает возможность выявить после окончания тестирования, какой из разделов учебного курса вызывает у студентов наибольшие затруднения в понимании.

УДК 614.8.084:001

А.К. СОКОЛОВ, д.т.н., проф., Г.В. ПОПОВ, д.т.н., проф., Д.Е. НАЗАРОВ, асп.
(ИГЭУ)

О некоторых проблемах становления безопасности жизнедеятельности как науки

Безопасность жизнедеятельности как научная дисциплина находится на стадии становления. Для этой стадии характерно формирование области знаний, в основном заимствованных из других наук.

Безопасность жизнедеятельности как наука, формируется на стыке естественных и гуманитарных дисциплин: физики, химии, теплотехники, электротехники, физиологии, токсикологии, гигиены, экологии и многих других научных дисциплин. На наш взгляд, трудно найти область знаний, которая так или иначе, не касалась бы вопросов жизнедеятельности человека. От элементарных частиц, до процессов, происходящих на солнце и в космосе, все может представлять угрозу безопасности человека и человечества.

Такая всеохватность безопасности жизнедеятельности порождает её основные проблемы, которые должны решаться на стадии становления. Отметим некоторые из них.

Во-первых, любая научная дисциплина начинается с формулировки основных понятий, определений, законов, систематизации и т.д. Проблема заключается в том, что понятия, обозначения физических величин, термины, взятые из других научных дисциплин, нуждаются в согласовании.

Во-вторых, многосторонность вопросов безопасности жизнедеятельности, требует их серьезной систематизации, без которой становление науки превратится в попытку «объять необъятное». Систематизация потребует сужения круга вопросов и разделения науки на подразделы или направления. Учитывая прикладную направленность науки, ее основные результаты должны быть просты, доходчивы и адекватны реальным условиям.

В-третьих, в гуманитарной части науки особое внимание должно быть отдано воспитанию и образованию, в самом широком смысле этого слова. Всему научиться невозможно, но если человек будет правильно воспитан и обучен, он обеспечит безопасность не только для себя, но и для других.

В-четвертых, в естественной части науки должна развиваться формализация, математизация закономерностей, взаимосвязей, которые позволят моделировать процессы воздействия на объекты защиты негативных факторов, прогнозировать возникновение, развитие и возможные последствия от этих воздействий для человека, техносферы природной среды.

Литература

1. **Безопасность** жизнедеятельности. Уч. для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.В. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высш. шк. 1999. – 448 с.

УДК 658.345: 621.311

В.П. СТРОЕВ, к.т.н., доц., Е.А. НИКЕЕНКО, студ., Л.Т. ТУХВАТЧИНА, студ.
(ИГЭУ)

Мировой опыт в разработке экономического механизма управления охраной труда

В современных условиях управление охраной труда только административными методами невозможно. Необходимо экономически заинтересовать работодателя в улучшении условий и усилении безопасности труда на рабочих местах. Это же относится и к привлечению потенциальных инвесторов в охрану труда, что особенно актуально для такого «неинтересного» региона как Ивановская область [1]. Основные компоненты в создании экономического механизма управления охраной труда следующие:

- разработка целевых программ по охране труда с достаточным и обоснованным бюджетным финансированием, реализация которых должна проводиться на конкурсной основе;
- гибкая система социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- развитие коммерческой деятельности в сфере охраны труда;
- рациональная налоговая политика;
- экономическая ответственность работодателей и инвесторов.

В нашей стране действует система обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Экономическая заинтересованность работодателей в улучшении условий труда и снижения травматизма определена установлением скидок и надбавок к страховым тарифам. Однако принятая система в том виде, в котором она существует, имеет много недостатков [2]. Вместе с тем мировой опыт показывает, что система страхования имеет разные формы, которые могут применяться в зависимости от условий регионов, их экономического развития, традиций, возможности конкуренции страховщиков, социального партнерства и др. В любом случае система социального страхования в нашей стране должна и может быть более гибкой, стать ведущим звеном экономического механизма управления охраной труда.

Литература

1. **Ставровский Е.С., Строев В.П.** Об экономическом механизме управления охраной труда // Тез. докл. «X Бенардосовские чтения» / Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2001.
2. **Парамонова И.В., Скворцов С.А., Строев В.П.** Анализ системы социального страхования и экономический механизм управления охраной труда // В сб.: Системный анализ в техносфере: Межвуз. сб. науч. трудов / Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2002, с.71-76.

УДК 614.8.084:001

К.В. ЧЕРНОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Прикладные аспекты техногенной безопасности: обнаружение техногенных воздействий

Научно-прикладные аспекты техногенной безопасности [1] представляются знаниями, позволяющими: обнаруживать техногенные воздействия, сопровождающие производство продукции; описывать обнаруженные техногенные воздействия посредством введённых показателей [2]; количественно оценивать уровни воздействий, сопоставлять их с предельно допустимыми и, опираясь на результаты сопоставления, относить техногенные воздействия к опасным или неопасным.

Процедура обнаружения техногенных воздействий включает в себя системнологическое описание технологии производства, идентификацию детерминированных и стохастических воздействий, вариофикацию стохастических воздействий.

Технология при системнологическом описании моделируется посредством техногенной системы. Система отображает объекты технологии, а также процессы, события, происшествия и воздействия. Формирование системы начинается с создания исходной, пригодной к последующей декомпозиции. Цель технологии служит системообразующим фактором. Декомпозиция проводится в соответствии с принципом соподчинённости и представляет собой многошаговую операцию. Техногенная система распадается на компоненты. Они связаны между собой отношениями, подлежащими раскрытию.

Идентификация детерминированных и стохастических воздействий призвана обнаружить, распознать и привести в соответствие между собой источник техногенного воздействия; внутренний технетический процесс, приводящий к техногенному событию (происшествию), или процесс технетического взаимодействия; техногенное событие (происшествие); посредник воздействия; процесс техногенного воздействия; приёмник воздействия; наименование воздействия; эффекты техногенного воздействия.

Стохастические воздействия следуют за происшествиями. Вариофикация этих воздействий предусматривает выявление вариантов возможных изменений в техногенной системе. Каждый вариант должен показать возможные события, вызывающие соответствующие процессы, последовательность которых приводит к техногенному происшествию, а затем к предполагаемым воздействиям.

Литература

1. **Чернов К.В.** Теоретико-методологическое обоснование техногенной безопасности // В журнале «Безопасность жизнедеятельности», №1, 2004 г., с.42-55.
2. **Чернов К.В.** Техногенная безопасность: классификация и квантификация техногенных воздействий // В журнале «Безопасность жизнедеятельности», №6, 2004 г., с.2-5.

УДК 681.5:002:681.3

А.В. ВАТЛЕЦОВ, асп., Л.В. ВИНОГРАДОВА, к.т.н., доц., Д.А. ВОРОШИН, асп.,
Е.Б. ИГНАТЬЕВ, к.т.н., доц., Т. ЛХАМСУРЕНГИЙН, прогр.,
С.Ф. ПЕТРОВСКИЙ, асп., Г.В. ПОПОВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Организация функционирования «Диагностика+» в распределенных корпоративных сетях

Суть многих управленческих процессов сводится к необходимости концентрации распределенной информации в центральном офисе предприятия. Для этого, между серверами локальных предприятий (филиалов) и центральным сервером должна быть организована связь и реализован соответствующий механизм обмена данными.

В глобальной сети, при надежной и высокоскоростной связи, синхронизация баз данных (БД) может осуществляться с помощью механизма репликации, имеющимся в СУБД.

Под репликацией обычно понимается приведение нескольких баз данных с одинаковой структурой в непротиворечивое (не вызывающее нарушений целостности) состояние, сопровождающееся взаимным внесением изменений.

Решение данной задачи при наличии постоянного канала между серверами баз данных сводится к механизму двухфазной фиксации (2PC – two-phase commit). Данный механизм состоит в проведении каждой транзакции сначала на сервере, обрабатывающем подключение, и инициировавшем данную транзакцию, а затем на каждом заинтересованном сервере. Если ни на первом, ни на втором этапе ни у одного из серверов не было «возражений» по результатам операции, то транзакция считается зафиксированной.

Если постоянного соединения между серверами нет, или соединение лимитируется по каким-либо причинам, возможно несколько вариантов организации этого процесса:

- 1) между серверами устанавливается временное, как правило, низкоскоростное соединение для выполнения реплицирования;
- 2) реплицирование производится без контакта как такового.

В первом случае возможна автоматическая (хоть и отложенная) репликация, а во втором – данные изменений в виде файла пересылаются по электронной почте или с «курьером».

В настоящее время в рамках системы «Диагностика+» решаются обе эти задачи.

Предложенный подход позволит создать единую корпоративную базу данных диагностики электрооборудования и обеспечить достижение следующих целей:

- 1) создать единое информационное пространство, связывающее специалистов филиалов с центром;
- 2) обеспечить оперативный контроль достоверности информации о состоянии оборудования, поступающей от филиалов;
- 3) усилить контроль исполнительной дисциплины;
- 4) уменьшить потребность в квалифицированных кадрах.

УДК 663.5

Р.Г. ШАРАФИЕВ, Ф.Н. СУЛЕЙМАНОВ, В.В. ЕРОФЕЕВ,
А.Г. ИГНАТЬЕВ, А.В. СИБИРКО, В.Е. ПРИСТАВКО

Разработка состава огнезащитного покрытия ограждений технологического оборудования

Выбор конкретного огнезащитного материала или состава для защиты технологического оборудования необходимо проводить с учетом конструктивных, эксплуатационных, технологических и технико-экономических факторов и допустимой вероятности отказов.

Для технологического оборудования наиболее эффективными являются вспучивающие покрытия, сочетающие в себе теплопоглощающие и теплоизолирующие свойства, а также способность обеспечивать его сохранность и работоспособность в условиях воздействия вибрационных и ударных нагрузок, температурно-влажностных условий и т.п.

Подбор состава вспучивающего покрытия проводился по схеме: «вяжущее + вспучивающая добавка + специальный наполнитель». В качестве вяжущего выбран силикат натрия, являющийся хорошо известным материалом, применяемым при изготовлении кислотоупорных и жаростойких бетонов, силикатных красок и т.п. Известное свойство силиката натрия отдавать воду при действии повышенных температур дает основание для его использования и в качестве компонента состава покрытия, обеспечивающего вспучивание.

В качестве вспучивающей добавки применяли графит марки ГЛ-1, который обладает способностью под воздействием высоких температур изменять размеры от 8 до 240 раз. При этом в интервале температур [100; 300 С] вспучивание графита происходит с интенсивным выделением воды, а при температурах больших 300 С графит становится пористым, тем самым образуя теплоизоляционный слой с низкой теплопроводностью.

В качестве наполнителей использовали кремнефтористый натрий, который является антисептиком и ускорителем отвердевания, и алюминиевая пудра, которая является пигментом, а также отражателем светового и теплового потока.

В ходе экспериментов контролировали следующие параметры: максимальную температуру образцов при испытании; потерю массы покрытия; вспучиваемость; время интенсивного выделения огнезащитным покрытием воды и время его прогрева с момента прекращения интенсивной дегидратации. На основе анализа полученных результатов был определен оптимальный состав вспучивающего огнезащитного покрытия, рецептура изготовления которого включает в себя: силикат натрия (натриевое жидкое стекло) – 80%, графит ГЛ-1 – 15%, кремнефтористый натрий – 3%, алюминиевая пудра (оксид алюминия) – 2%.

УДК 621.321

В.П. ДЕПУТАТОВ, д.м.н., проф., А.П. ГРИШИН, к.п.н., доц. (ШГПУ)

Безопасность мобильных телефонов

Число абонентов сотовой связи в России превысило 80 млн человек и продолжает увеличиваться. Мобильный телефон стал символом положения в обществе и таким образом появилась первая опасность мобильных телефонов – «зомбирование» населения, особенно его молодой части. Вторая опасность заключается в том, что наличие мобильного телефона у человека стало поводом для *нападения* на него с целью овладения трубкой. Третья опасность возникает при вождении автомобиля и пользовании при этом сотовой связью. Появляется синдром «*Tunnel Vision*» иначе – синдром «невнимательной слепоты», замедляется реакция на ситуацию и доказано исследованиями – сетчатка глаза даже может не реагировать на смену цвета светофора. Четвертая и смертельная опасность пользоваться трубкой во время грозы.

Следующая хроническая и кумулятивная опасность – это воздействие СВЧ-облучения сантиметрового диапазона стандарта связи GSM 900, 1800, 1900. Причем источником такого воздействия является не только штыревая антенна, но и гетеродин приемника и синтезатор, хотя двумя последними можно пренебречь из-за их маломощности. Влияние электромагнитных полей рассматриваемого диапазона двояко: влияние СВЧ теплового эффекта и собственно электромагнитное влияние. Наиболее чувствительна к волновому воздействию ЦНС – ухудшается память и сон, возможно проявление нейроциркуляторной дистонии. Учитывая приводимые Darius Leszczynski данные об изменении белка hsp27 можно предполагать нарушение иммунитета. Отмечено влияние мобильных телефонов и на половую сферу, где угнетается сперматогенез, увеличивается количество врожденных пороков развития и уродств.

В Европе и США в качестве характеристики электромагнитной энергии вместо плотности потока мощности используется показатель поглощенной мощности (SAR) в Ваттах излучаемой энергии на килограмм массы (Вт/кг). Согласно The Telecommunications Industry Association предельно допустимым значением SAR является 1,6 Вт/кг. Основные и распространенные модели трубок имеют этот показатель от 0,02 Вт/кг (Motorola StarTac70, Motorola v3688) до 1,59 (Bosch-908) и 1,52 (Philips Genie).

Изучая вопрос влияния воздействия электромагнитного поля на человека необходимо помнить, что в реальной жизни имеет место не одно только облучение, а играет роль комплекс причин: облучение плюс возраст, плюс общее состояние организма на данный момент. Именно поэтому особенно опасно пользоваться сотовой связью детям до 7 лет (еще растет мозг и сама черепная коробка будучи тонкой не обеспечивает ослабление волновой энергии; пожилым людям, у которых и так уже имеется предрасположенность к развитию злокачественных образований. Обязательно выполнение следующих условий при пользовании мобильным телефоном: при выборе трубок необходимо отдавать предпочтение телефонам с более низким SAR; ограничить время разговора и чаще использовать SMS; не носить телефон близко от жиз-

ненно важных органов (головной мозг, сердце, половые железы); не пользоваться мобильниками при управлении автомобилем и во время грозы.

Экспериментальные исследования теплообмена ограждающих конструкций помещения при пожаре в условиях работы противодымной вентиляции

Исследования развития пожара в безоконном (бесфонарном) помещении проводилось на фрагменте многоэтажного здания, расположенного на полигоне ВНИИПО. Помещение с очагом пожара имело размеры в X Ш X Г=3 X 4X 5 м. Стены помещения были выполнены из шамотного кирпича на цементно-песчаном растворе с добавлением шамотной глины. Перекрытие над одноэтажной частью выполнено из монолитного жаростойкого железобетона, пол составлен из железобетонных плит. Измерение температур на внутренних поверхностях ограждений помещения проводилось в 62 точках: 45 на стенах (в трёх уровнях), 8 на полу, 9 на потолке.

Зависимость плотности потока теплоты в ограждающие конструкции помещения получена в виде безразмерного комплекса

$$\frac{q_i}{q_{\max,i}} = 1,646 \cdot \left(\frac{\tau}{\tau_{\max}} \right)^{0,5} \exp \left(-0,5 \frac{\tau}{\tau_{\max}} \right), \quad (1)$$

где q_i – плотность потока теплоты в момент времени τ , Вт/м²;

$q_{\max,i}$ – максимальная плотность потока теплоты во время развития пожара в i -ю конструкцию помещения, Вт/м²;

τ_{\max} – время достижения максимальной плотности потока теплоты, с.

Максимальные тепловые потоки в конструкции стен, перекрытия помещения представлены следующими выражениями:

$$\text{для стен} \quad q_{\max \text{ ст}} = 180g_w^{0,7}, \quad (2)$$

$$\text{перекрытия} \quad q_{\max \text{ пот}} = \left(5,17 \cdot 10^{-3} g_w^{-0,75} - 6,67 \cdot 10^{-4} g_w^{4,25} \exp(-1,6g_w) \right)^{-1} \quad (3)$$

$$\text{или} \quad q_{\max \text{ пот}} = \frac{193g_w^{0,75}}{1 - 0,13g_w^5 \exp(-1,6g_w)}, \quad (4)$$

где g_w – безразмерный комплекс приведённой тепловой нагрузки помещения эквивалентной древесине.

Максимальный тепловой поток в конструкции пола составляет примерно 0,7 от $q_{\max \text{ ст}}$. На рис.1. приведено сравнение экспериментальных данных и результата расчёта по зависимости (1).

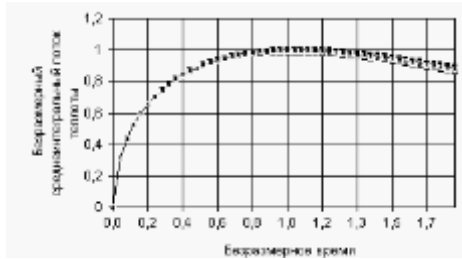


Рис. 1. Поток теплоты в конструкции помещения

УДК 621.311.22

Р.Г. МИНУЛЛИН, д.ф.-м.н., проф. (КГЭУ),
 И.Ш. ФАРДИЕВ, д.ф. ГУБАЕВ, О.И. КАРПЕНКО, Е.В. ЗАКАМСКИЙ
 (ОАО «Татэнерго»)

Импульсные реакции неоднородностей распределительных электрических сетей при локационном зондировании

Среди многих методов определения места повреждения наиболее интересен локационный метод, который является дистанционным (зондирование линии из одной точки без ее обхода), оперативным (быстродействие исчисляется микросекундами), универсальным (определяются короткие замыкания и обрывы проводов, неоднородности линии, уменьшения и изменения вида нагрузок и т.д.).

При локационном зондировании электролиний с древовидной топологией, каковыми являются распределительные сети, на рефлектограммах наряду с импульсами, свидетельствующими об аварии, присутствуют импульсы, отраженные от мест присоединения ответвлений, от их концов, от кабельных вставок, муфт и других неоднородностей линии. Выделить импульсы, соответствующие повреждениям, среди этой массы отраженных импульсов – это весьма сложная задача, которую можно решить только в том случае, если знать импульсную реакцию и закономерности ее изменения для каждого вида неоднородности линии.

В лабораторных и полевых условиях с использованием рефлектометра РЕЙС-105Р были исследованы импульсные реакции реальных неоднородностей кабельных и воздушных электролиний, каковыми являются короткие замыкания и обрывы проводов, кабельные вставки, муфты, ответвления, обмотки трансформаторов. Определены закономерности в изменениях полярности и формы отраженных импульсов в зависимости от характера и величины неоднородностей.

Получены графики изменения коэффициента отражения в зависимости от изменения величины резистивной, емкостной и индуктивной нагрузки на конце кабельной и воздушной линий.

Определены условия оптимального согласования рефлектометра с линией. Установлена оптимальная длительность зондирующих импульсов в зависимости от длины линии и ее конфигурации.

Полученный словарь импульсных реакций, обусловленных неоднородностями линий с ответвлениями, необходим для однозначного распознавания рефлектограмм электролиний с древовидной топологией.

Установленные диагностические признаки применимы также к связным и телекоммуникационным линиям.

УДК 614.7

В.Н. ЛАРИОНОВ, к.т.н., доц., А.Н. КОКОУЛИН, студ.
(ИГЭУ)

Электротехническая экспертиза загораний в электроустановках

Необходимость проведения пожарной электротехнической экспертизы возникает в тех случаях, когда при осмотре места пожара будут обнаружены следы, свидетельствующие о существовании аварийных режимов в электрооборудовании объекта, в которых произошел пожар. К ним могут относиться: локальные оплавления на токоведущих частях;

срабатывание электрической защиты; ненормальная работа электроустановок до пожара (мигание света).

Источниками пожароопасного выделения тепловой энергии могут быть электроустановки с большими переходными сопротивлениями в местах контактных соединения токоведущих частей. Особенно повышается нагрев этих соединений при перегрузке этих соединений по току. В этих случаях возможно тепловое разрушение изоляции между проводами и короткое замыкание в электрической сети. В месте короткого замыкания, как правило выделяется тепловая энергия достаточная для воспламенения предметов способных гореть.

Место возникновения пожара (очаг пожара) пространственно совпадает с местом расположения электроустановки (электросветильника, электроплитки). Тепловая энергия аварийной электроустановки должна быть достаточной для воспламенения окружающей среды. Однако следует учесть, что процессы, происходящие при пожаре в значительной степени уничтожают следы в месте первичного загорания окружающей среды. При определении причастности электроустановки к возникновению пожара необходимо знать признаки предполагаемой причины пожара, причем связь признаков и причин пожара должна быть достаточно сильной.

В методическую программу экспертизы входят следующие задачи:

- а) определение причин пожара;
- б) определение обстоятельств пожара;
- в) определение факторов, обусловивших тяжесть пожара.

В задачи определения причин пожара входят определение совокупности нарушения правил и норм пожаробезопасности.

В задачи определения обстоятельств пожара входят определение совокупности событий, обусловивших возникновение пожароопасной ситуации, а также ее реализацию. Обстоятельства представляют собой ту качественную взаимосвязь, которая позволяет установить процесс возникновения и развитие пожара. Поэтому каждый отдельный пожар необходимо расследовать индивидуально со всеми подробностями.

При выполнении электротехнической экспертизы пожара, как правило, требуется выявить причины пожара, т.е. нарушения правил и норм. Для установления причины требуется установить место возникновения пожара (очаг загорания). В этом месте определяются возможные источники выделения тепловой энергии, возникшие в результате неправильного выбора или использования электрооборудования с нарушением нормативно-технической документации.

УДК 140.033

О.В. КУЛИГИН, д.м.н, проф.
Ю.А. КУХТЕЙ, врач по организации здравоохранения
Ал.В. СЛЫШАЛОВ, врач психофизиолог
(ГОО ВПО «Ивановская государственная медицинская академия»)

Этапность отбора специалистов для деятельности в экстремальных условиях

Деятельность, связанная с повышенным уровнем психоэмоциональной напряженности, обусловленной сложностью и ответственностью решаемых задач, наличием реального риска для жизни, здоровья и социального благополучия, предъявляет повышенные требования, как к состоянию здоровья, так и психосоматическим характеристикам человека.

В связи с этим нами разработана экспериментальная модель этапности проводимых медико-психологических мероприятий с указанной категорией лиц:

1 этап: Предварительная оценка психофизиологического и соматического состояния здоровья до приема на работу.

2 этап: Проведение медико-психологической работы с кандидатами попавшими в группу рекомендуемых и рекомендуемых условно (длительность этапа 1–2 года).

3 этап: По результатам 1–2 этапа, лица, рекомендуемые к деятельности в экстремальных условиях, принимаются на работу.

4 этап: Лица, принятые на работу, зачисляются в резерв на 1 год. В этот период с ними проводится: социально-правовая подготовка; специальная подготовка; физическая подготовка; медицинская подготовка; психологическая подготовка.

5 этап: Через 1 год проводится комплексное медико-психологическое обследование непосредственно перед допуском к работе и вынесение официального заключения о возможности использовать в условиях экстремальной деятельности или нет.

6 этап: Ежегодное медико-психологическое обследование сотрудников. По результатам обследования выносится заключение об отсуствии или необходимости проведения реабилитационных мероприятий.

7 этап: При проведении реабилитационных мероприятий проводится повторное комплексное медико-психологическое обследование.

8 этап: Реализуется постоянно и предназначен для контроля эффективности проводимой работы на всех этапах.

Результаты экспериментальной апробации разработанной и внедренной системы медико-психологического сопровождения лиц указанной категории показали ее эффективность: так, если в 2000 году не рекомендовались к работе в экстремальных условиях 28% человек, то в 2002 году – 12%, в 2003 году – 9,5 % и в 2004 году – 0 %.

УДК 140.033

О.В. КУЛИГИН, д.м.н., проф.
Ю.А. КУХТЕЙ, врач по организации здравоохранения
Ал.В. СЛЫШАЛОВ, врач психофизиолог
(ГОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия»)

Проблемы психо-соматической дезадаптации лиц, чья деятельность протекает в экстремальных условиях

Для изучения проблемы психо-соматической дезадаптации лиц, чья деятельность протекает в экстремальных условиях была разработана поэтапная программа исследования, включающая в себя: социологическое исследование коллективов, анкетирование исследуемого контингента, выкопировку данных из амбулаторных медицинских карт, контроль клинко-психологического состояния и медико-психологической реабилитации путем психологического тестирования, а также сравнительный анализ состояния здоровья и успешности профессиональной адаптации за пятилетний период.

Предварительный анализ исследований по данной проблеме показал, что: Наличие неблагоприятных факторов на работе отметили 61,8% обследованных. Имели хронические заболевания – 18,2%. На диспансерном учете у врачей находилось 20,0% респондентов. На вопрос «Что Вы испытывали при нахождении в экстремальных ситуациях» варианты

предложенных ответов распределились следующим образом: сильную грусть, печаль испытывали – 45,5% респондентов, раздражение и плохое настроение – 40%, трудность засыпания, ухудшение сна – 38,2%, неспособность расслабиться (напряженность) – 36,4%; сильную усталость, недостаток энергии – 34,5%; вторжение в сознание неприятных образов или воспоминаний об инциденте – 32,7%, стремление избегать всего, что напоминает об инциденте или травмирующем событии – 21,8%, снижение интереса к жизни, к привычной деятельности, в том числе – профессиональной – 14,5%, рассеянность, плохое сосредоточение внимания – 5,5%. При этом, на вопрос, сохранялись ли эти симптомы в дальнейшем (хотя бы как единичные) в течение трех месяцев, утвердительно ответили 20,0% опрошенных, у 7,3% респондентов эти симптомы сохранялись до шести месяцев, у 5,5% – до одного года, и у 1,8% – свыше одного года. Тест на выявление невротической симптоматики, на основе обобщения опыта людей, принимавших участие в экстремальных ситуациях выявил соответствующую симптоматику у 23,6% обследованных при 32,7% отказавшихся отвечать. По данным выкопировки из амбулаторных карт, основными группами заболеваний, по которым нуждались в медико-психологической реабилитации являются (впервые выявленные на 100 обследованных): пограничные психические расстройства – 33,3%, заболевания глаз – 22,2 %, заболевания сердечно-сосудистой системы – 16,7 %, заболевания мочевыводящей системы – 16,7%, заболевания желчевыводящей системы – 11,1%.

СЕКЦИЯ 14. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ НТП

УДК 323.329

Т.А. АБАКШИНА, С.П. БОБРОВА, д.и.н., проф., Г.А. БУДНИК, к.и.н., доц.,
О.Е. БОГОРОДСКАЯ, доц., И.В. КУЛИКОВА, асп.
(ИГЭУ)

В.И. Вернадский о высшем образовании

При определении приоритетов в деятельности современной высшей школы необходимо учитывать концептуальные положения, сформулированные в начале XX века известным российским ученым В.И. Вернадским. В своей статье «Письма о высшем образовании» он писал, что высшая школа начала XX века «...находится в подвижном состоянии, в эпохе быстрого роста, который обуславливается главным образом тремя общими для всего человечества обстоятельствами: 1) развитием знания и его научной организации; 2) демократизацией общественной и государственной жизни и 3) распространением единой культуры на весь земной шар».

Касаясь первого положения, ученый подчеркивал, что в начале XX века роль научного знания значительно изменилась. Для него стало характерно не только расширение области познаваемого, но, что более важно – усиление скорости научного развития. В связи с этим изменилась роль высшей школы. «Первой, основной ее задачей, – писал В.И. Вернадский, – является быстрая и полная передача завоеваний науки и техники широким слоям населения». Касаясь второй черты эпохи, а именно демократизации общественной и государственной жизни, необходимо отметить, что высшая школа не просто воспринимает влияния времени, но активно влияет на их формирование. Профессиональная деятельность научно-педагогической интеллигенции делает общество более гуманным, демократичным и стабильным. Это связано с тем, что «по самым своим основам наука является глубоко демократичной, так как она имеет своим источником только силу ума и глубину вдохновения человеческой личности...» (В.И. Вернадский). Актуальным является и утверждение В.И. Вернадского о распространении единой культуры на весь земной шар и повышение в связи с этим роли высшей школы как основного центра ее распространения в массы населения.

Современный вуз – сложный, многофункциональный комплекс. Для его слаженного функционирования требуются особые организационные формы и управленческие решения. Повышению качества образования и воспитания студентов способствует и деятельность одного из подразделений ИГЭУ – УИЦ ГП. Формированию творчески активных, самостоятельно мыслящих, гуманных и эрудированных студентов способствуют, в частности, такие формы работы гуманитарного центра ИГЭУ, как студенческие конференции и круглые столы по гуманитарной проблематике, встречи с известными учеными, писателями, художниками, музыкантами нашего края, выставки картин ивановских живописцев, тематические циклы видеосюжетов и т.д.

Методы планирования распределительными сетевыми компаниями закупок на рынке электрической энергии

В результате организационного разграничения генерации, передачи, сбыта электрической энергии созданные в процессе реструктуризации электроэнергетической отрасли распределительные сетевые компании могут столкнуться с проблемой определения потерь электрической энергии, поставляемой от конкретного поставщика. Это приведет к дополнительным расходам самих распределительных сетевых компаний на закупку и внедрение приборов учёта АСКУЭ для определения потерь электрической энергии. В свою очередь увеличение инвестиционных затрат распределительных сетевых компаний может привести к увеличению платы за передачу электрической энергии по электрическим сетям этих компаний.

В процессе планирования распределительными сетевыми компаниями закупок электрической энергии на оптовом рынке руководство этих компаний может стремиться к достижению одновременно двух целей: минимизировать затраты на закупку электроэнергии и минимизировать потери электроэнергии в распределительных сетях.

Рекомендуется использовать вместо двух критериев один составной, отражающий суммарные затраты распределительной сетевой компании на покупку у поставщиков и передачу электроэнергии по электрическим сетям, который позволит планировать объём закупаемой электрической энергии от разных поставщиков с меньшими затратами на закупку и передачу электрической энергии, чем раздельное решение двух задач: а) планирование закупок электроэнергии при стремлении снизить затраты на покупку электроэнергии; б) распределение приобретённой на оптовом рынке электрической энергии по сетям распределительной сетевой компании с целью снизить потери электроэнергии в сетях.

Зависимость суммарных затрат на покупку электрической энергии от количества покупаемой электроэнергии может быть как линейной (принятой в качестве допущения для большей наглядности модели), так и нелинейной. Учёт нелинейности в модели планирования закупок изменяет формулировку составного критерия и принятых ограничений модели.

Литература

1. **Постановления** Правительства Российской Федерации от 27.12.2004 г. № 861, от 28.10.2003 № 648, от 21.12.2001 № 881.
2. **Федеральный закон** № 35-ФЗ от 26 марта 2003 г. «Об электроэнергетике».

Использование концепции сетевых организаций в энергоремонте

В настоящее время рынок энергоремонтных услуг в РАО "ЕЭС России" оценивается около 2-х млрд. долларов в год и в связи со старением основного энергетического оборудования имеет устойчивую тенденцию к росту. Реформирование энергоремонта предполагает существенные организационно-структурные изменения, связанные с созданием новых субъектов рынка. По мнению специалистов РАО «ЕЭС России» /1/ одним из направлений формирования таких организаций является интеграция выделенных (выделяемых) из состава АО-энерго вновь образованных компаний. При этом в независимости от возможных принципов интеграции в качестве организационной формы предлагается использовать иерархические холдинговые структуры реализующие эффекты от масштаба деятельности и специализации отдельных функций.

Учитывая специфику энергоремонтного бизнеса более эффективным является использование сетевых принципов организации предприятий /2/. Применительно к рассматриваемой проблеме возможно использование следующих сетевых организационных моделей:

1. Сетевой структуры крупной компании, которая собирает вокруг себя фирмы меньшего размера, поручая им выполнение различных специальных задач.

2. Сети предприятий, близких по размеру, большинство которых самостоятельны (юридически), но поддерживают устойчивость друг друга (в хозяйственном плане).

Учитывая то, что затраты на ремонт весьма существенны и их доля составляет 15-20 % издержек энергетических предприятий, при выборе наиболее эффективной организационной модели необходимо учитывать возможности минимизации затрат на ремонт энергетического оборудования. Представляется, что сеть самостоятельных предприятий, специализирующихся на определенном виде работ, позволит в большей мере чем другие структуры, реализовать конкурентную модель на рынке энергоремонта и обеспечить реальное снижение затрат с обеспечением необходимого уровня надежности.

Литература

1. Вагнер А.А., Горин С.Н. Реформирование энергоремонтного производства// Электрические станции, 2004, №7, с. 2-7.
2. Й. Рюге-Штюрм, Л. Ахтенхаген. Сетевые организационно-управленческие формы – мода или необходимость? // Проблемы теории и практики управления. 2000, №6.

О проблеме оценки эффективности распределения производственных ресурсов в экономике

Предприятия используют экономически наиболее эффективные технологии, конкретный выбор которых определяется ценами на ресурсы и их предельной производительностью. Однако далеко не все технические эффективные технологии являются экономически эффективными, поэтому актуальной является проблема выработки динамического критерия эффективности, характеризующего совершенствование распределения производственных ресурсов в экономике.

Разработка этих критериев представлена в таких направлениях экономической науки, как экономика благосостояния и экономика развития. Первое направление основное внимание акцентировало на формулировке того, какие изменения в распределении неизменного объема производственных ресурсов могут считаться улучшением и каковы должны быть основные функции государства, направленные на повышение эффективности распределения производственных ресурсов. К числу таких критериев относятся критерии В. Парето, Н. Калдора, А. Бергсона. В рамках теории экономики благосостояния предполагается, что все предприятия, максимизирующие прибыль, используют эффективные в экономическом отношении технологии. В теории экономического развития первостепенная роль отводится НТП как источнику роста благосостояния, поэтому в данной теории осуществляется не только динамизация критерия эффективности, но и противопоставление статической аллокационной эффективности, анализируемой в неоклассических экономических теориях, динамической эффективности, экономическое содержание которой заключается в увеличении степени потребительской удовлетворенности на основе внедрения организационных и научно-технических инноваций. В неоклассических концепциях, анализирующих условия формирования статической аллокационной эффективности, рынок рассматривается как совокупность связей производителей и потребителей в процессе обмена, а НТП определяется как фактор, внешний по отношению к рынку, обуславливающий изменение совокупного предложения и спроса. В теории экономического развития рыночный механизм представлен как система конкурентных отношений между предпринимателями по поводу ограниченных производственных ресурсов и рынков сбыта. Такой подход позволяет рассматривать рыночную экономику как саморазвивающуюся систему, движущей силой которой выступает НТП.

УДК 350.59.

В.В.БОРИСОВ, д.э.н., проф., О.А. ЛЕБЕДЕВА, препод.
(ИГЭУ)

К вопросу о стимулировании вузовских работников

Социальный облик преподавателя вуза составляют три главных функционально взаимосвязанных компонента: общекультурный, психолого-педагогический и предметно-технический. Общекультурная компетентность характеризует преподавателя как носителя общечеловеческих ценностей, национальной культуры, нравственных принципов, и от того, насколько он заинтересован в своей работе, зависит передача интеллектуального наследия учащимся. Психолого-педагогическая компетентность предполагает понимание преподавателем себя и других, знание закономерностей общего и профессионального развития личности в процессе образования, способностей к организации межличностного взаимодействия и общения. Предметно-техническая компетентность означает уровень владения преподавателем содержанием обучения и эффективными педагогическими технологиями. Однако всего этого недостаточно для достижения целей организации. Каким бы квалифицированным ни был сотрудник, его производительность зависит от желания работать. Только сочетание сильной трудовой мотивации и профессионального мастерства обеспечивает достижение искомого результата.

Труд специалиста высшей школы включает два компонента: педагогический и научный. Бесспорно, относясь к высокоинтеллектуальным видам деятельности, научно-педагогический труд не может стимулироваться на основе простой схемы оплаты. Требуются моральные, психологические и социальные стимулы. Проблема состоит в том, что в нашей стране преподаватель высшей школы не входит в состав высокооплачиваемых профессий. Таким образом, возникает противоречие между интеллектуальным потенциалом и существующими условиями труда. Ориентированные на вторичные социальные потребности, преподаватели сталкиваются с отсутствием удовлетворения первичных потребностей. Возникает внутриличностный конфликт между потребностями в творчестве и необходимостью искать источники средств существования. И поскольку деятельность педагога соотносится не с одним мотивом, а с целым рядом мотивов, объединенных в относительно устойчивую организационную мотивационную структуру, то стимулирование такого работника представляется делом сложным. Одностороннее влияние нематериальных стимулов не приведет к положительным результатам. В сложившейся ситуации необходимо пересмотреть и реорганизовать систему оплаты труда вузовских работников, а затем построить целостную систему стимулирования, основанную на рациональном сочетании материальных и духовных стимулов.

УДК 378.37.01133

А.К. КАЛИНИН, асп.
(ИвГУ)

**К вопросу о внеучебных формах воспитания студентов
в первой половине 1980-х годов
(по страницам многотиражки ИГЭУ «За энергетические кадры»)**

Становление инженера-специалиста является сложным процессом, тем более, если речь идёт о формировании у него черт интеллигентности. Советская высшая школа кроме традиционной учебной программы предлагала различные формы внеучебной организации рабочего времени учащихся, которые были направлены либо на развитие их трудовых навыков, либо «подтягивали» отстающих студентов.

Особое место в системе внеучебных форм воспитания студентов занимали студенческие строительные отряды (ССО). ССО предполагали создание специализированных трудовых коллективов с постоянным составом. Деятельность ССО проходила в летние каникулы, в так называемый третий трудовой семестр. Исследователь Г.А. Будник отмечает, что совместный труд помогал выявить истинные черты характера сокурсников, формировать трудолюбие, выдержку, коллективизм (Будник Г.А. Высшее инженерно-техническое образование России в 1946-1970 годы. Иваново, 2001. С.134). Опыт ССО был настолько эффективен, что в начале восьмидесятых стали организовывать круглогодичные и педагогические студенческие отряды.

Под круглогодичным студенческим отрядом (КСО) понималось добровольное объединение студентов, пожелавших совмещать учёбу с общественно-полезным трудом. В КСО руководители были из студенческой среды. КСО должно было способствовать развитию у будущих специалистов трудовых и профессиональных навыков (Знакомьтесь – КСО // ЗЭК №22 (1038) от 17 июня 1983 года).

Интересной была деятельность студентов, которые входили в педагогические отряды. Главной формой работы педагогических отрядов являлось шефство над школами и профессионально-техническими училищами. Так, члены педагогического отряда ИЭИ осуществляли шефство над школами Фрунзенского района (Ответственная миссия ребячьих комиссаров // ЗЭК №2 (977) от 15 января 1982 года).

Таким образом, указанные формы организации внеучебного времени студентов развивали чувство коллективизма, долга перед обществом и уважение к труду. Воспитание у будущих инженеров-энергетиков этих черт личности являлось важнейшим звеном в процессе формирования советской инженерно-технической интеллигенции.

Интеллигенция и власть: к вопросу о типологии взаимоотношений в модернизирующемся обществе

Историческое развитие России в XVIII – XX вв. проходило под знаком модернизации «догоняющего развития». В этих условиях, когда отсутствовали институты гражданского общества и консолидированное третье сословие – будущий средний класс, политическая роль интеллигенции приобрела гипертрофированное значение. Именно ей пришлось стать создателем и носителем идеологии модернизации, выступить главным проводником политических реформ. Данные обстоятельства делают актуальным изучение проблемы взаимоотношений интеллигенции и власти. (Под последней понимается правящая элита, институционализированная в легальных и неформальных политических организациях). Автор в качестве гипотезы предлагает следующую типологию форм этих взаимоотношений в период догоняющей модернизации.

1. **Патерналистский** тип взаимоотношений предполагает тесную генетическую связь «образованного общества» и правящей элиты. Интеллигенция в этом случае генерируется государством, экономически от него зависима и призвана удовлетворять государственные потребности. В России такой тип господствовал в XVIII столетии.

2. **Дисперсионный** тип озаглаживает начало «брожения в умах». Изначально понятие «дисперсия» означало «рассеяние» или «разложение». При такой форме взаимоотношений интеллигенция сохраняет генетическое, социальное и ментальное единство с правящим классом. Однако на уровне отдельных личностей проявляется тенденция к ревизии официальной идеологии, поиску новых путей общественного развития, инициируется общественно-политический дискурс. Кульминацией этого процесса в России стало декабристское движение.

3. **Дифференцированный** тип связан с численным ростом интеллигенции, началом процесса выраженного профессионального расслоения. В большом количестве появляются люди т.н. «свободных профессий», которые материально независимы от государства. Профессиональная дифференциация провоцирует и идейное размежевание, возникновение различных консолидированных групп, являющихся носителями противоположных идеологий, различных парадигм отношения с властью. В нашей стране это ярко проявляется после реформ 1860-х гг.

4. **Конфронтационный** тип означает переход большей части интеллигенции в оппозицию власти. Эта оппозиционность не обязательно носит революционный характер. Она может проявляться и с консервативных позиций, и просто в критике отдельных действий чиновников, без отрицания политической системы в целом.

Н.Н.Бенардос и Ивановский край

Россия извечно была богата людьми, чей ум и труд приносил большую пользу нашей стране. Трудно найти в прошлом такого ученого изобретателя, как Николай Николаевич Бенардос. Он автор свыше двухсот открытий, среди которых одно признано выдающимся – метод электросварки металлов. Дав ему жизнь, «Бенардос, – по словам академика Б.Е.Патона, – совершил научный подвиг, который нельзя переоценить». Без электросварки не было бы современных кораблей и самолетов, спутников и электростанций, высотных зданий и мостов, нефтепроводов и много другого.

Его жизнь и бурная деятельность тесно связана с ивановским краем местечком Привольным Лухского района. Именно здесь многие из его удивительных открытий увидели свет.

Его энергичность и фантазия в деле изобретательства была неистощима. Вот некоторые из его достижений в области сельского хозяйства: упряжка для волов, чудо-плуг, «снаряд» для перевозки тяжестей, хитромный замок, сеялка, железные бороны и многое другое.

В 1873 году у изобретателя возникла идея построить пароход, который мог бы преодолевать речные перекаты, мели, обходить мельничные плотины и подобные препятствия по сухопутью. Над этим проектом он работал более трех лет. Об удачном испытании первого в мире вездехода сообщили отечественные и зарубежные газеты.

В 1876 г. Бенардос из Луха уехал в Лондон на Всемирную выставку физических приборов. Здесь он встретился с русским электротехником П.Н.Яблочковым, который демонстрировал свою знаменитую дуговую электrolампу, названную позднее «свечой Яблочкова».

После отъезда из полюбившегося ему ивановского края Бенардос был вынужден поступить на работу в электротехническую компанию, принадлежавшую П.Н.Яблочкову. В результате напряженного труда изобретателю удалось разработать технологию сварки стали и чугуна, успешно провести испытания и запатентовать своё изобретение, которое он назвал «Электрогефестом».

В 1885 г. Бенардос получает патенты на изобретение электродуговой сварки металлов во Франции, Бельгии, Англии, Германии и Швеции. Менее чем через два года способ Бенардоса получил широкое распространение по всему миру. В России впервые его применили на Куваевской мануфактуре и заводе Пономарева в Иваново-Вознесенске.

В январе 1892 г. на Всероссийской электротехнической выставке в Петербурге демонстрировалось более 30 различных изобретений Бенардоса, оформленных в отдельную экспозицию. В том же году Н.Н.Бенардосу была присуждена высшая награда Русского электротехнического общества – золотая медаль.

Проблемы развития теплоснабжения региона

В сфере теплоснабжения образовался комплекс взаимосвязанных проблем. Основными из них являются:

- Низкие надежность и качество систем теплоснабжения, гидравлическое регулирование системы.
- Изношенное оборудование теплоисточников, тепловых сетей и отсутствие инвестиций на их модернизацию.
- Рост тарифов и вслед за ним увеличение объема неплатежей за теплоэнергию.
- Сложные отношения между производителями и потребителями тепла при взаиморасчетах, возникающие при определении фактического объема теплопотребления и потерь в тепловых сетях, обусловленные отсутствием приборов учета тепла и горячей воды, а также отсутствием законодательной базы, определяющей взаимоотношения сторон.
- Отсутствие надлежащего контроля за правильностью формирования тарифов на теплоэнергию.
- Социальная напряженность из-за отключения тепла.

Для эффективного решения существующих проблем необходимо сочетание рыночных механизмов функционирования отрасли с централизованным государственным регулированием данной сферы. За государством должны остаться разработка стратегии, мониторинг и анализ текущей ситуации, государственная экспертиза новых технических решений, координация работы по развитию системы фирменного обслуживания, управление теплоснабжением организаций федеральной собственности, контроль за выполнением крупных межрегиональных проектов и технический надзор. Также за государством остаются важные функции выработки и принятия законодательных актов, регулирующих данную сферу. Существующее законодательство в такой сложной области, как теплоснабжение, освещает только некоторые вопросы ценообразования.

Необходима разработка закона «О теплоснабжении» и внесение дополнений в другие законодательные акты для определения: функций государственных и региональных органов управления; понятия локальной естественной монополии в теплоснабжении; порядка взаимоотношений с другими естественными монополиями; системы тарифов; методов стимулирования энергоэффективности и ответственности за энергорасточительность; условий присоединения к централизованным системам потребителей и производителей тепла; требований по резервированию; порядка банкротства и т.д.

Религиозно-философские взгляды В.С. Соловьева в философской традиции

Многие исследователи русской философской мысли различают в ней две традиции философствования, определяя первую как самобытную и связывая ее с православием, и вторую – рационалистическую, заимствованную с Запада.

В.С. Соловьев сам выразил свою принадлежность к западной традиции философии и богословия, когда заявил, что Россия была чужда сколь-нибудь глубокой мысли, тогда как Запад, напротив, был всегда богат умозрением. Необходимо, считал философ, сделать понятным содержание христианства и продолжать его развивать: разрабатывать прежние положения, формулировать новые – и именно, спекулятивная философия приобретает в этом процессе первостепенную роль – она позволяет вере человека перейти от бессознательно-отрицательного состояния к состоянию разумной веры, обоснованной разумом и осуществленной в опытной действительности.

Философствование В.С. Соловьева реализовалось в западно-европейской религиозно-философской традиции. Современник философа И.Сперанский считал, что В.С. Соловьев является лишь продолжателем религиозного направления в философии, которое возникло и развилось на Западе.

В.Н. Акулинин в работе «Философия всеединства» пишет: В.С. Соловьев стремился выйти из рамок, которыми православное богословие традиционно ограничивало философию, отводя ей лишь пропедевтическую роль. В этом пункте философ объективно сближается с католическими толкователями соотношения философии и богословия, разделяющими богословие на «естественное» и «богооткровенное». Л.Е. Шапошников также высказывает мнение, что многостороннее раскрытие христианских истин понимается философом скорее в духе католической, чем православной традиции, И.И. Евлампиев, по мнению которого В.С. Соловьев продолжает западную гностико-мистическую традицию – и если Е.Н. Трубецкой, в свое время оценивал крайне негативно этот момент в творчестве философа и считал, что будь Соловьев более последователен и аккуратен в изложении своих идей, он бы избежал сближения с гностицизмом, то И.И. Евлампиев убежден в том, что элемент гностического мировоззрения во взглядах В.С. Соловьева органичен и неустраним.

УДК. 314.174.

Е.С. РЕВЯКИН, к.и.н., доц.
(ИГЭУ)

Демографические факторы повышения производительности труда и эффективности производства

Первым демографическим фактором, влияющим на динамику эффективности производства и производительности труда, является доля нетрудоспособного населения в общей его численности. Эта доля определяет требования к уровню производительности труда и степени эффективности экономики, которые необходимы для роста или поддержания нормального уровня благосостояния населения. Содержание пожилых людей и детей является функцией трудоспособного населения. Варианты ее выполнения могут быть различными. Однако в любом случае успешность решения этой проблемы определяется достигнутым уровнем эффективности производства.

Вторым демографическим фактором, воздействующим на производительность труда, является качество населения. Это – уровень образования и интеллекта, профессиональное мастерство людей. При этом соответствующие возможности населения должны быть востребованы. В противном случае неизбежен отток из данного региона людей, которые не находят там возможностей для применения своих способностей.

Третьим важным фактором являются миграционные процессы. Миграция может способствовать росту численности континентов населения, «предъявляющих требования» к эффективности экономики, или ослаблять воздействие демографических факторов, если она, в противном случае, уменьшает «нагрузку» на экономику.

При этом динамика производительности труда и эффективности производства, в свою очередь, оказывает обратное воздействие на ход демографических процессов. Так, снижение эффективности производства и уровня благосостояния населения уменьшают рождаемость, откладывают рождение в семьях второго и третьего ребенка. Это неизбежно ведет к сокращению средств, выделяемых на развитие социальной сферы, укрепление здоровья населения. Кроме того, снижение производительности труда влияет также на направленность и интенсивность миграционных потоков. Если это снижение связано с нехваткой трудовых ресурсов, можно ожидать приток в данный регион работников и членов их семей для заполнения имеющихся вакансий. Если же снижение производительности труда вызвано другими причинами, то, наоборот, возможен отток населения из соответствующих регионов и стран. Рост эффективности производства, сопровождающийся ростом доходов населения и уровня его благосостояния, положительно воздействует на рождаемость, способствует более полному удовлетворению потребности в детях. Это создает также реальные возможности для увеличения продолжительности жизни населения, повышения ее качества и качества самого населения.

УДК. 316. 3/4:331

С.С. СПАНОВСКИЙ, к.с.н., доц., В.П. БИТКИН, инж. УИЦ ГП (ИГЭУ)

Социальная дифференциация как показатель социального развития и исключения молодежи

Одна из основных характеристик социального расслоения общества указывает на стабильность или рискогенность его общественно-экономического развития.

Существуют дифференцирующие факторы, которые выражаются в специализации, открытой стратификационной системе, высоком уровне мобильности, ослаблении традиционных ценностей, росте индивидуализма и, в итоге, способствуют образованию определенных форм интеграции (см. Российская социологическая энциклопедия / Под ред. Т.В. Осипова. М., 1998. С. 552-553). Однако конструктивные показатели диверсификации как признаки дифференциации имеют и негативное проявление, отмеченное как углубление социального расслоения, обострение конфликтов, нарастание общей социальной напряженности. В результате негативные тенденции приобретает расслоение социального состава молодежи. Эмпирические признаки негативной дифференциации проявляются в темпах перераспределения занятости молодежи из госсектора экономики в частный, в неравномерности ее распределения по сферам производства. Ситуация сегодня такова, что молодежь с большей охотой идет в бизнес, в сферу обслуживания и торговли, чем посвящает себя материальному сектору производства. По данным статистики в 2002/2003 гг. на госпредприятиях было занято меньше половины от общей численности работающей молодежи. Таким образом, за 10 лет произошло почти двойное сокращение молодежи в госсекторе экономики, в основном, из-за вынужденной потери рабочих мест. Процесс усиления социального расслоения продолжает оставаться признаком тревожного показателя роста разрыва между богатым меньшинством и остальной частью молодежи. Децильный показатель этого разрыва в среднем по обществу составил на начало 2005 года 15-кратный уровень. Важнейшая проблема социального исключения молодежи по-прежнему остается причиной ограничения ее доступа к средствам жизнеобеспечения и возможностей самореализации, нарушения прав и социальных гарантий, усиления кризиса идентичности и разрушения гражданского самосознания молодого поколения. Более того, эти негативные явления имеют устойчивую тенденцию к воспроизводству, создавая предпосылки дезинтеграции общества. Характерно, что основу этой тенденции составляет в немалой степени эскалация ряда субъективных элементов, выраженных в изменениях мотивации в сторону сверхиндивидуализма, в деформации правосознания и социальных идентификаций, девиации образцов поведения молодых людей.

Концепция мотивации инженеров в современных условиях

Инженерный труд (ИТ) сложно нормировать, контролировать, им сложно управлять. Учитывая общественную значимость данного вида труда, его ключевую роль в инновационной экономике и, при этом, отсутствии в обществе должного внимания к вопросам мотивации инженерных работников, актуальной проблемой является выработка общих методологических подходов к формированию системы мотивации инженерного труда в современных условиях. Предлагаемая нами модель системы мотивации построена с учетом его сущности, социально-экономического содержания и социально-экономической формы.

Так, опосредованность ИТ включенностью в состав труда совокупного технического работника предполагает мотивацию инженеров посредством создания и развития таких организационных форм как НПО, МНТК, ИЦ, технополисы, внутренние венчурные отделы, целевые творческие группы (команды) с применением коллективных форм оплаты труда. Инженерное творчество может быть мотивировано путем предоставления (и защиты) государством творческим личностям юридических и экономических прав свободного ассоциирования, свободной самоорганизации при государственной адресной финансовой поддержке.

Социально-экономическое содержание ИТ, состоящее в обеспечении им экономии живого и овеществленного труда, детерминирует целевую функцию системы его мотивации – максимизацию экономии труда во всех ее формах (в форме прибыли, экономии времени, облегчения труда в сфере материального и нематериального производства, в быту), на микроуровне - максимизацию экономии труда в форме прибыли и, следовательно, использование последней в качестве одного из источников оплаты ИТ.

Социально-экономическая форма ИТ характеризуется тем, что последний выступает в действительном производстве как производительный труд, как способ существования капитала, как его особая функция и особый фактор при наличии дихотомии отношений между ИТ и капиталом. Эта дихотомия может быть преодолена посредством долевого распределения прибыли предприятия при четком выделении в контракте доли инженерного работника.

Предлагаемый нами подход к формированию системы мотивации ИТ позволяет, на наш взгляд, наиболее полно определить систему потребностей инженерного работника, удовлетворением которых он может быть мотивирован к высокопроизводительному, творческому, новаторскому труду.

УДК 338.2: 621.316.1

В.А. ШАЛАНДА, к.э.н., доц.
(ПЭИпк)

Управление производственным процессом электросетевого предприятия

Исследование потоков отказов в распределительных сетях среднего напряжения позволило найти уравнение регрессии и определить силу связи между факторами, влияющими на устойчивую работу электросетевого предприятия. Под y мы понимаем уровень состояния распределительных электрических сетей среднего напряжения, выраженный в процентах, а под x соответствующее количество отказов в электроснабжении, отнесенное к 100 км протяженности линий среднего напряжения в течение года:

1. Удельное количество аварийных отключений описывается уравнением регрессии: $\overline{y_x^{oa}} = -0,11x + 21,84$ с коэффициентом корреляции $-0,47$, что характеризует слабую отрицательную связь. Удельное количество аварийных отключений по отдельным сетевым предприятиям варьируется в пределах от 4,0 до 36,6 отключений в год, приходящихся на 100 км линий.

2. Удельное количество плановых отключений описывается уравнением регрессии: $\overline{y_x^{op}} = +0,7x - 42,56$ с коэффициентом корреляции $0,4$, что характеризует слабую положительную связь. Удельное количество плановых отключений по отдельным электросетевым предприятиям варьируется в пределах от 4,7 до 33,4 отключения в год, приходящихся на 100 км линий.

Уровень технического состояния электрических сетей представляет собой долю протяженности электрических сетей, находящихся в удовлетворительном состоянии и определяется по формуле

$$H_{уд.с.} = \frac{L_{общ.} - L_{рек.} - L_{восст.} - L_{кап.рем.}}{L_{общ.}}$$

где $L_{общ.}$ – общая протяженность электрических сетей предприятия;
 $L_{рек.}$ – протяженность электрических сетей, требующая реконструкции;
 $L_{восст.}$ – протяженность электрических сетей, требующая восстановления;
 $L_{кап. рем.}$ – протяженность электрических сетей, требующая капитального ремонта.

Уравнения регрессии позволяют составить таблицу расчета вероятностей аварийных и плановых перерывов в электроснабжении.

Литература

1. С.Е. Барыкин, С.Е. Герасимов, А.И. Таджикибаев, В.А. Шаланда. Проблемы производственно-хозяйственной деятельности предприятий электрических распределительных сетей. – СПб: ПЭИпк, 2005 г.

Логистическая концепция управления ветроэлектрическими станциями

Логистическая концепция управления использует для повышения эффективности деятельности сложных экономических систем оптимизацию потоковых процессов. Рассмотрение этих процессов в системе электро-снабжения даст возможность оценить ее потенциальную эффективность и управлять функционированием системы электроснабжения, сравнивая параметры своей действительной работы с заданными показателями.

С точки зрения логистической теории эффективность функционирования сложной искусственной системы определяется отношением фактического эффекта к оптимальному эффекту. $K_{эф} = \Phi_f / \Phi_o$

Оптимизируя логистические потоки на стадии проектирования различных вариантов построения системы электроснабжения, можно сравнить наиболее эффективные альтернативы, основанные на различных технологиях движения энергетических потоков.

Поскольку потребность в энергоресурсах предприятия задана, осуществлять оптимизацию энергетических и финансовых потоков в рассматриваемой системе можно лишь путем снижения суммарных издержек I_{Σ} , представляющих собой издержки на производство необходимого количества электроэнергии $I_{п.}$ и возможный ущерб потребителя при возникновении дефицита электроэнергии $У$. Тогда показатель эффективности функционирования можно записать следующим образом $K_{эф} = I_{o\Sigma} / I_{\Sigma}$.

$I_{o\Sigma} = I_{од} + I_{ои}$, где $I_{од}$ – оптимальные издержки движения энергетического потока и $I_{ои}$ – оптимальные издержки использования энергетического потока. Издержки движения энергетического потока представляют собой ущерб потребителя при возникновении дефицита и низкого качества электроснабжения. Основной задачей управления системой электро-снабжения в процессе ее функционирования является предотвращение или снижение указанного ущерба.

Издержки использования энергетического потока связаны с преобразованием энергии ветрового потока в электрическую энергию. Оптимизация использования заключается в снижении затрат на производство электроэнергии, в частности, уменьшении потерь энергии в процессе ее преобразования.

Таким образом, логистический подход к исследованию сложных искусственных систем позволяет создать эффективную систему управления ветроэлектрическими станциями.

Российский лизинг: быть или не быть

Развитие лизинга в России происходило не согласно, а вопреки экономическим условиям, которые существовали как в советское время, так и сейчас. Впервые Россия столкнулась с лизингом в годы Второй Мировой войны, когда осуществлялась поставка американской техники. Данная операция именовалась как «ленд-лиз». Так, в основном лизинг применялся для приобретения и реализации военных машин и другого оборудования внешнеторговыми организациями по международным контрактам. При заключении договоров лизинга во внешнеторговых отношениях речь шла о сделках, близких к аренде. Первые лизинговые компании стали появляться в 90-х гг.

Несмотря на то, что Оттавская конвенция о международном финансовом лизинге 1988 года разрабатывалась с участием представителей СССР, регулирование лизинга в России начинается в 1994 году с принятием Указа Президента РФ №1929 «О развитии финансового лизинга в инвестиционной деятельности», который не регулирует лизинговые отношения, а поручает Правительству «разработать в месячный срок и утвердить Временное положение о лизинге». Так принимается Постановление Правительства РФ от 29.07.95 №633 и утвержденное им Временное положение о лизинге, в котором лизинг понимался как «вид предпринимательской деятельности, направленной на инвестирование временно свободных или привлеченных финансовых средств».

1 марта 1996 г. введена в действие вторая часть Гражданского кодекса РФ, глава 34 ГК РФ содержит нормы о договоре финансовой аренды (лизинга). Несмотря на небольшое количество норм (статьи 665-670), непосредственно регулирующих лизинговые отношения, ГК РФ не предусматривает принятия дополнительного закона. Это объясняется тем, что законодатель рассматривает договор финансовой аренды в качестве отдельного вида договора аренды.

Однако 11.09.98. был принят Федеральный закон «О лизинге», при принятии которого исходили из того, что в правовом мире отсутствуют какие-либо нормы, регулирующие договор лизинга. Только этим можно объяснить наличие в данном Федеральном законе большого числа положений, противоречащих не только нормам ГК РФ, но и Конвенции о международном финансовом лизинге». 29 января 2002 г. были приняты существенные изменения к Федеральному закону «О лизинге». Законодатели попытались максимально приблизить закон к нормам, содержащимся в ГК РФ. Таким образом, только сейчас начинают реально действовать те правовые механизмы, которые заложены в нормативных актах, хотя многое еще надо дорабатывать.

УДК 621. 311

В.П. ГОЛОВ, к.т.н., доц., Е.В. КУТУМОВА, к.т.н., доц.,
А.Ю. КОСТЕРИН, ст. препод., А.В. ГРИБАЛКО, инж.
(ИГЭУ)

Программное обеспечение стимулирования реализации эффективных энергосберегающих проектов в учреждениях образования

Несмотря на принятый в последние годы ряд федеральных законов и постановлений Правительства РФ эффективность работ в области энергосбережения остается достаточно низкой.

Для повышения эффективности работ в области энергосбережения Центром энергосбережения ИГЭУ в 2004 году разработано программное обеспечение, которое включает в себя два программных продукта: **StimEsp** – стимулирование внедрения эффективных энергосберегающих проектов и **StimPers** – стимулирование персонала к внедрению эффективных энергосберегающих проектов.

Основная цель программных продуктов «**StimEsp**», «**StimPers**» – отбор к реализации в учреждениях образования эффективных энергосберегающих проектов и стимулирование персонала.

«**StimEsp**» – позволяет определить капитальные вложения, эксплуатационные расходы, экономический эффект и поступления денежных средств от реализации энергосберегающего проекта, экологический эффект, показатели экономической эффективности – срок окупаемости проекта простой и дисконтированный, чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности, разработать технико-экономическое обоснование проектов с выводом результатов в формате «Word» и др.

StimPers – проводит анализ эффективности использования энергоресурсов в соответствии с ГОСТ Р 51541-99, в качестве отчетного периода рассматривается: «год», «квартал», «месяц»; выделяются объекты, в которых произошло снижение (повышение) эффективности энергоиспользования за отчетный период и по видам энергоресурсов; стимулирование персонала к внедрению эффективных энергосберегающих проектов (материальное стимулирование) доходит до конкретных подразделений и исполнителей; позволяет формировать отчет об эффективности энергоиспользования после реализации энергосберегающих проектов в формате «Word» и др.

Представленный Центром энергосбережения ИГЭУ программный комплекс стимулирует учреждения образования и его персонал к внедрению эффективных энергосберегающих проектов и является базой для реализации процессов энергетического мониторинга и мониторинга эффекта в учреждениях образования.

Экономические показатели оценки качества продукции (работ, услуг)

Традиционно уровень качества продукции и, прежде всего изделий, как наиболее сложных из нее, определяют на основе соответствующих критериев: технические показатели уровня качества продукции, стандарты, устойчивые требования потребителей и др.

Однако все эти критерии практически не учитывают эффективности производства и использования более качественной продукции. Между тем необходимость экономической оценки качества продукции существует. Это обусловлено прежде всего тем, что в соответствии с законом Тагучи /1/ совокупные затраты на производство и использование (эксплуатацию) продукции снижаются по мере снижения допустимых отклонений ее основных параметров от соответствующих номинальных значений.

Такое положение вызывает необходимость комплексного учета затрат (расходов) на производство и использование продукции.

Экономическая оценка повышения (поддержания) качества продукции может быть установлена с помощью показателя, который определяется отношением эффекта, обусловленного разработкой и использованием более качественной продукции, и затрат производителя и потребителя этой продукции.

Эффект от применения более качественной продукции (изделий) проявляется прежде всего у ее потребителей в виде уменьшения расходов на эксплуатацию, снижения ущерба от использования более надежного оборудования, снижения брака и повышения качества продукции, производимой на нем и др.

В качестве затрат у производителя следует принять основные, связанные с обеспечением и поддержанием запланированного качества продукции (себестоимость производства и реализации продукции), и дополнительные, обеспечивающие непрерывное повышение качества продукции (НИОКР, дополнительные маркетинговые исследования и др.). У потребителей к таким затратам следует отнести затраты на обоснование и разработку применения у него более качественной продукции (изделия), на ее приобретение и эксплуатацию. В качестве критериев оценки эффективности производства и использования такой продукции (экономической оценки ее качества) могут служить ставки рефинансирования, дисконтирования и (или) банковского процента.

Литература

1. Яно Х., Тагучи Г. и др. Что такое методы Тагучи//Хедзюка то хенсицу канри (Япония). – 1988, №5. – С.4 -15.

Логистическое видение категории «время». Экономический аспект времени

Время как количественная мера есть продукт мыслительного процесса человека, а измерение времени оказалось возможным благодаря наличию в неживой природе направленных и упорядоченных, равномерно повторяющихся форм движения материи.

Время материально и основу этой «материальности» составляет энергия, формирующая направленное и упорядоченное движение материи, её вещественной структуры (солнечное время). Продуктом трат этой энергии являются «цифры счёта» числа периодов постоянного, равномерно повторяющегося движения материи.

Феномен рассматриваемого явления состоит в том, что, имея в качестве материальной основы энергию, время измеряется не в единицах энергии, а в единицах последовательно проводимого счёта числа периодов постоянного, равномерно повторяющегося движения материи, её вещественной структуры. Здесь энергия «переходит» в другой важнейший параметр материи – время и тем самым приобретает другую систему измерения, отличную от материальной природы времени.

Время – производная от движения материи категория и проявляется в форме длительности движения или, что – то же, длительности трат энергии.

Время имеет тройственную потоковую природу: поток времени; поток сведений о времени; потоки информационного ресурса времени.

В жизнедеятельности человека в качестве всеобщего, единого и независимого от человека потока всегда выступает поток сведений о времени. Но сведения о времени – это ещё не информация о нем. Чтобы перевести сведения о времени в виде «цифр счёта» в информационный ресурс времени, необходимы дополнительные траты интеллектуальной энергии индивида.

Поскольку поток сведений о времени независим от человека, а человек, напротив, зависим от времени, то эта зависимость человека от времени делает время ограничением.

Из раскрытой природы времени следует важный вывод, а именно: один из парадоксов современной экономической науки состоит в том, что затраты труда измеряются временем, то есть ресурсом, который человек не тратит.

Литература

1. **Кузнецов Б.Л.** Введение в экономическую синергетику. Самоорганизация в неживой природе. Учебное пособие. – Наб. Челны: Кам.ПИ, 1997.
2. **Сидоров И.И.** Логистическая концепция управления предприятием. – СПб.: ДНТП общества «Знание», ИВЭСЭП, 2001.

УДК 332:621.3

А.М. КАРЯКИН, д.э.н., проф., А.Н. ГОРБУНОВ, к.э.н., С.В. РАЧКОВ
(ИГЭУ)

Развитие экономических отношений в теплоэнергетике в рыночных условиях

С переходом к рыночной экономике в сфере теплоснабжения появились новые проблемы:

- отсутствуют средства на развитие теплоснабжения и модернизацию его объектов, что обусловлено прекращением государственного финансирования теплоснабжения, бедностью местных бюджетов и социальной тарифной политикой;
- низкие доходы населения и рост тарифов на тепловую энергию тормозят переход к 100%-ной оплате населением услуг по теплоснабжению и увеличивают нагрузку на местные бюджеты;
- слабая экономическая основа организационно-правовой базы в сфере теплоснабжения, старая система одноставочных тарифов, не выполняющая необходимые регулирующие и стимулирующие функции, и неразрешенность организационных вопросов управления теплоснабжением в целом не обеспечивают эффективного управления теплоснабжением;
- нарушен процесс принятия и реализации решений по развитию теплоснабжения, скорректированные планы развития теплоснабжения городов отсутствуют;
- в условиях многообразия форм собственности обострились проблемы, связанные с недостаточным уровнем первичных измерений и с отсутствием достоверных данных о потребности и затратах топлива и тепловой энергии.

Одним из наиболее эффективных вариантов взаимоотношений между обслуживающими предприятиями и гражданами является заключение договоров между теплоснабжающими организациями и жителями. Однако известно, что в ряде регионов попытки заключения подобных договоров закончилась провалом из-за резко возросшего числа претензий и судебных исков от граждан, узнавших о своих правах. Несомненно, что такой подход связан с решением целого ряда проблем.

Жители платят не за конкретную услугу – обеспечение теплового и санитарно – гигиенического комфорта, а за абстрактные Гигакалории, количество которых никак не определяет качество проживания.

С другой стороны, с точки зрения общегосударственных интересов, необходимо создать нормальных рыночных покупателей, заинтересованных в уменьшении теплопотребления. Необходим прозрачный механизм финансового поощрения предприятий из сезонных средств. Обратная связь по качеству теплоснабжения должна осуществляться через договора обслуживающих предприятий с каждой квартирой. Необходимы действенные мероприятия по внедрению энергосберегающих технологий.

УДК 332:621

А.М. КАРЯКИН, д.э.н., проф., В.И. РЯСИН, к.э.н.
(ИГЭУ)

Угрозы энергетической безопасности региона в условиях реформирования электроэнергетики

Одним из определяющих в теории энергетической безопасности является понятие «угроза». Под угрозой энергетической безопасности региона далее будем понимать совокупность условий и факторов, которые могут привести к прекращению или существенному ограничению предоставления услуг по топливо- и энергоснабжению региона: промышленных предприятий, организаций и служб, жилого сектора.

Исследование различных аспектов, связанных с энергетической безопасностью, анализ практики работы энергетики в различных регионах, изучение научных работ, посвященных энергетической безопасности, как страны в целом, так и отдельных регионов, позволили условно выделить несколько принципиальных групп угроз: политические угрозы; угрозы в правовой сфере; криминальные угрозы; угрозы в сфере управления; угрозы в сфере экономики и финансов; технические угрозы; природные угрозы; угрозы, вызванные человеческим фактором; сырьевые угрозы.

К основным «новым» угрозам, связанным с реформированием электроэнергетики следует отнести:

1. Возможность появления региональных монополий в энергетике.
2. Отсутствие отработанных механизмов взаимодействия региональных органов власти и энергетических предприятий, что может привести к необоснованной тарифной политике.
3. Конфликт интересов в сферах производства, транспорта, распределения и потребления энергии.
4. Нежелание энергосистем и администрации «отпускать» промышленных потребителей на оптовый рынок.
5. Несвершенство правовой базы в регионах.
6. Несвоевременность решения важных проблем в связи с выделением отдельных служб.
7. Низкий уровень автоматизации процессов принятия решений по управлению объектами энергетики и низкое качество информации в условиях рыночной экономики.
8. Колебание цен, колебание объемов потребления, динамика оптовых цен.
9. Отсутствие специалистов по управлению режимами электропотребления, способствующее сглаживанию суточного графика нагрузки предприятия;
10. Неготовность служб главного энергетика большинства предприятий к принятию управленческих решений в условиях рынка и к эффективному управлению инструментами.

УДК 330.101.542: 621.31

П.М. ШЕВКОПЛЯСОВ, д.э.н., проф.
(ПЭИпк)
Г.Г. ОСИКА, к.э.н., проф.
(СПбГАУ)

Социально-экономические аспекты ценообразования по спросу и предложению

Закон «Об электроэнергетике» и другие нормативные акты по формированию отрасли предусматривают переход на свободное ценообразование по спросу и предложению. Однако реальной, адекватной методики ценообразования нет ни в нормативных документах, ни в научных или прикладных работах электроэнергетической отрасли.

Авторами разработаны методология, методика и компьютерная программа оперативного ценообразования по спросу и предложению на основе ценности товара – энергии для потребителя. Она применима для регулируемого государственным органом и свободного ценообразования на ФОРЭМе для РЭК и для торговли по прямым договорам поставок энергии в коммерческом секторе рынка на любой мгновенный или краткосрочный период времени, при любой форме организации рыночных отношений участников торгов, с целью выбора оптимального состава генерирующих мощностей, для оперативного экономического анализа и управления производственно-коммерческой деятельностью энергокомпаний.

Методика базируется на математической модели функции спроса на мощность (энергию): $D_N = \frac{(N_{раб} + N_{огр})P_{пост}}{P_{пост} + p} - N_{огр}$, где $N_{раб}$ – рабочая

мощность электростанции, $N_{огр}$ – мощность ограничений, $p_{пост}$ – условно-постоянная часть цены, p – условно-переменная часть цены.

Методика противозатратного оперативного ценообразования открывает возможности разрешения ряда проблем хозяйствования: операционального решения проблемы включения рыночной составляющей (спрос) в отношения сторон коммерческих сделок; математической идентификации формы, местоположения и взаимосвязи функций спроса, дохода, издержек в области безубыточной работы в соответствии с графиком нагрузок энергокомпании; формирования максимального экономического результата производственно-коммерческой деятельности энергокомпании; решения социально-ориентированных задач на базе формирования экономического результата участников производственно-коммерческой деятельности; стимулирования личной заинтересованности штатного персонала энергокомпаний в конечных результатах своего труда; формирования надежного источника инвестиций для социально-экономического развития электроэнергетической отрасли.

УДК У92(29):004

И.А. АСТРАХАНЦЕВА, к.э.н., доц.
О.К. ВОРОБЬЕВА, асп.
(ИГЭУ)

Оценка эффективности внедрения компьютерных тренажеров по оперативным переключениям в энергетических сетевых предприятиях

В настоящее время в связи с реструктуризацией отрасли и развитием рыночных отношений энергетические сетевые предприятия достигают самостоятельного уровня управления производством. Основной задачей сетевых предприятий для повышения уровня рентабельности производства является снижения издержек и сокращение незапланированных расходов. К последним расходам можно отнести финансовые потери от влияния «человеческого фактора» на объекты электроэнергетики. Уровень аварийности по вине оперативного персонала в России очень высокий и в отдельных регионах достигает 50 %.

Одним из путей снижения аварийности по вине человека-оператора является тренажерная подготовка. Тренажеры для обучения оперативного персонала можно выделить в два основных типа: комплексный всережимный тренажер, компьютерный тренажер.

Комплексный всережимный тренажер состоит из полномасштабной имитации реальных щитов управления всего энергообъекта, позволяющий закрепить полученные на предыдущих уровнях обучения знания, навыки и умения. Компьютерный тренажер на базе персональных ЭВМ представляет собой автоматизированное средство визуальной иллюстрации щитов управления со сценарием аварийных ситуаций, с контролем и оценкой знаний. Для сетевых предприятий целесообразно использовать компьютерные тренажеры, т.к. по сравнению с комплексным всережимным тренажером они значительно дешевле и проще в эксплуатации.

В работе рассматриваются проблемы разработки методики оценки эффективности внедрения компьютерных тренажеров и предлагается учитывать следующие экономические показатели:

- стоимость недоотпущенной электроэнергии в период аварийной ситуации;
- затраты на ремонт и восстановление оборудования;
- стоимость последствий возможного травматизма персонала;
- стоимость штрафных санкций за недоотпуск электроэнергии перед потребителями;
- снижение финансовых показателей предприятия (прибыль, рентабельность, фондоотдача, оборачиваемость и т. д.);
- снижение инвестиционной привлекательности предприятия.

Таким образом, методика оценки эффективности внедрения компьютерных тренажеров является в настоящее время актуальной и востребованной.

УДК 316.728

Т.Б. КОТЛОВА, д.и.н., проф., А.М. ДОБРЫНИНА, к.и.н., доц.
(ИГЭУ)

Модели успешного человека в российском обществе: гендерный аспект

Успех – понятие конкретно-историческое. У каждой эпохи свои представления об успехе, своя модель успешного человека. Но в любом сообществе будут существенные различия в определении критериев успеха для мужчин и для женщин.

В период господства традиционной культуры модель «успеха» женщин всех сословий была связана с благополучным замужеством и созданием семьи, где она только и могла самореализоваться. Составляющими её успеха являлись наличие мужа, детей, особенно сыновей, хорошо налаженное домохозяйство. В традиционном обществе понятие «успех» для женщины имело во многом аскриптивный характер. Оно зависело от сословной принадлежности, материального положения родителей и предписаний общества. В то же время мужской сферой считалась общественная. В ней господствовали такие приоритеты, как политика, война, труд как средство обеспечения семьи. Соответственно и модель «успеха» была связана с достижениями в первую очередь в профессиональной области.

В конце XIX – начале XX века в период формирования культуры индустриального типа получили широкое распространение женские профессиональный труд, образование и общественная деятельность. Для россиянок нового типа символом успеха стал выход в публичную сферу, то есть событие, которое было невозможным для большинства их матерей, бабушек. Шёл процесс коррекции модели успешной женской судьбы. В высказываниях девушек-гимназисток, которые сохранились в документах, отсутствуют элементы традиционной женской стратегии, им на смену пришли новые социально значимые идеи, имеющие ярко выраженную моральную окраску.

Таким образом, можно утверждать, что в начале XX столетия существовали как минимум две модели женского успеха, соответствовавшие традиционной культуре и культуре индустриального общества. Впервые в российской истории мы фиксируем плюрализм в моделях «успеха» женщин. Однако эти трансформации произошли на уровне сознания наиболее передовой части российского общества, как мужчин, так и женщин. На макроуровне до революции никаких изменений не наблюдалось. Государство и церковь фактически препятствовали утверждению новой модели. Такая политика способствовала обострению женского вопроса в начале XX века, росту женского движения и включению россиянок в радикальные политические организации.

Управленческий учет в системе финансового менеджмента

Финансовый менеджмент представляет собой систему принципов и методов разработки и реализации управленческих решений, связанных с формированием, распределением и использованием финансовых ресурсов предприятия и организацией оборота его денежных средств.

Главной целью финансового менеджмента является максимизация благосостояния собственников предприятия в текущем и перспективном периоде, обеспечиваемая путем максимизации его рыночной стоимости.

В системе финансового менеджмента выделяют следующие области управления:

- управление активами;
- управление капиталом;
- управление инвестициями;
- управление денежными потоками;
- управление финансовыми рисками.

На момент основания предприятия, а также в первые годы его функционирования приоритетное значение имеет инвестиционный аспект управления финансами; в дальнейшем относительно большее значение приобретают вопросы оптимизации финансирования текущей деятельности, в частности, анализ и прогнозирование денежных потоков, эффективное управление финансовой структурой компании и организация финансовых потоков.

При увеличении скорости изменения экономической, финансовой и производственной информации возрастает частота предоставления руководству предприятия информации о состоянии дел на предприятии. Повышаются требования к оперативности и достоверности управленческой информации.

Информация для принятия управленческих решений должна быть сформирована как на основе внутрифирменных данных (издержки, номенклатура, параметры качества выпускаемой продукции, финансовые потоки), так и на основе анализа внешней информации (цены, уровень конкуренции, состояние товарного и финансовых рынков). Учет финансовым менеджером всех составляющих микросреды и макросреды предприятия является необходимым условием успешной деятельности по инвестированию средств и извлечению более высоких доходов (прибыли) для предприятия.

Управленческий учет – это система ведения учета операций предприятия на всех стадиях финансового цикла в разрезе основных видов деятельности, выделенных в самостоятельный объект бюджетного планирования.

Необходимым условием ведения управленческого учета в компании является наличие единого информационного пространства. Данные сводной финансовой и производственной отчетности, предоставляемые бухгалтерией, должны быть соизмеримы с данными оперативного учета других управленческих служб и структурных подразделений. Состав и степень детализации управленческой отчетности зависят от того, кому предоставляется информация. Наиболее общие данные предназначены для корпоративного уровня, более детализированные данные о состоянии предприятия поступают к топ-менеджерам, максимально подробная информация предоставляется руководителям функциональных подразделений.

Управленческий учет является важным инструментом для управления организацией, позволяющим повысить качество и оперативность принимаемых управленческих решений, максимизировать ожидаемый результат и эффективно контролировать риски хозяйственной деятельности.

УДК 33(043.2)

И.Г. КУКУКИНА, проф., Т.Б. МАЛКОВА, асп., Т.В., МАКАРОВА, студ.
(ИГЭУ)

К вопросу об оценке инвестиционной активности предприятия

Повышение конкурентоспособности предприятия достигается посредством разработки и реализации долгосрочной финансово-инвестиционной стратегии, учитывающей приоритеты развития маркетинговой, производственной и дивидендной политики. В условиях жесткой конкуренции именно взаимодействие всех направлений деятельности, отвечающих поставленным целям и задачам, является залогом эффективной реализации долгосрочной стратегии развития предприятия. Усиление рыночной позиции предприятия отражает эффективность проводимой инвестиционной политики. Мероприятия, применяемые в области маркетинга и производства, связанные с внедрением новых технологий, расширением ассортимента, повышением качества продукции, организацией эффективного продвижения товара на рынке, позитивным образом влияют на уровень конкурентоспособности предприятия.

Увеличение износа активной части основных производственных фондов уменьшает возможности предприятия с точки зрения использования резерва свободных мощностей для кратковременного маневра по запросам рынка; с другой стороны, содержание свободных мощностей продуктивно объективной необходимостью – освоением новых видов продукции. Еще одним аспектом негативного влияния высокого износа оборудования является рост удельных расходов сырья, материалов, электроэнергии, снижение качества товара, повышение его себестоимости. Все вышеперечисленные факторы, если не принимать адекватных мер, естественно, приведут со временем к существенному снижению кон-

курентоспособности предприятия и, как следствие, к потере доли рынка. Таким образом, износ основных фондов и уровень рыночной активности предприятия выступают в качестве ключевых показателей конкурентоспособности.

При оценке показателей конкурентоспособности и принятии решения об их приемлемом уровне необходимо учесть все существенные факторы. Можно отметить некоторые из них: отраслевая специфика, уровень развития технологического прогресса в области функционирования предприятия (т.е. оценка уровня риска морального износа), необходимость и частота модернизации производственного процесса, усовершенствования продукции, диктуемые рынком; характер спроса (сезонный, жесткий и т.п.).

Инвестиционная активность нами рассматривается как инвестиционная деятельность, направленная на сохранение и рост рыночной стоимости предприятия.

Уровень инвестиционной активности – мера реализации инвестиционной деятельности, необходимая для поддержания конкурентоспособности предприятия в длительном периоде его жизнедеятельности.

Для оценки инвестиционной активности предприятия можно воспользоваться вышеперечисленными показателями, характеризующими те или иные стороны его инвестиционной политики. Однако локальные показатели, характеризующие различные стороны инвестиционной деятельности, не дают целостной картины.

Для интегральной оценки инвестиционной деятельности предприятия и степени потребности в ее осуществлении можно воспользоваться расчетом и анализом коэффициента инвестиционной активности, который аккумулирует все значимые направления в области инвестиционной политики фирмы.

Предлагаемая модель расчета уровня инвестиционной активности включает внутренний темп роста экономического потенциала предприятия, который выступает в качестве ограничителя, определяющего оптимальный темп развития предприятия, коэффициент спроса, коэффициент износа. В модель также включены коэффициент оборачиваемости активов и коэффициент обновления продукции.

Расчетная формула выглядит следующим образом:

$$K_{\text{инв. активности}} = \frac{\text{ВТР} \cdot K_{\text{спроса}} \cdot K_{\text{об. активов}} \cdot (1 - K_{\text{обновл. прод.}})}{(1 - K_{\text{износа}})},$$

где ВТР – внутренний темп роста экономического потенциала предприятия;

$K_{\text{спроса}}$ – коэффициент, характеризующий рыночную активность предприятия, состояние спроса на продукцию, работы или услуги. При отсутствии стабильного спроса или сезонного характера его можно рассматривать как отношение средней загрузки мощности к номинальной;

$K_{\text{об. активов}}$ – коэффициент оборачиваемости активов, который характеризует результат маркетинговой и производственной политики предприятия;

$K_{\text{обновл. прод.}}$ – коэффициент обновления продукции;

$K_{\text{износа}}$ – коэффициент износа. Представляет собой отношение накопленного износа к первоначальной (восстановительной) стоимости основных средств.

Внутренний темп роста экономического потенциала предприятия, в свою очередь представляет мультипликативную модель следующего вида:

$$ВТР = ROE * K_{\text{нак.}}$$

где ROE – рентабельность собственного капитала; представляет отношение чистой прибыли к величине собственного капитала. Показатель помогает оценить отдачу собственного капитала и рыночную позицию предприятия. В рассматриваемой модели рентабельность собственного капитала вычисляется по источникам самофинансирования, т.е. помимо чистой прибыли учитываются амортизационные отчисления;

$K_{\text{нак.}}$ – коэффициент накопления, вычисляемый отношением нераспределенной прибыли к чистой прибыли плюс отчисления на амортизацию.

Оптимизировать модель можно посредством определения нормативных величин показателей, включенных в нее. Оптимальным значением ВТР считается величина, равная 50 % рентабельности оборотного капитала. Коэффициент спроса должен находиться в пределах 0,6-0,8; приемлемым диапазоном колебаний коэффициента износа считается 0,3-0,5. Коэффициент оборачиваемости активов должен быть выше единицы.

УДК 51.7
658.26

П.Д. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доц., Р.Н. ТАКТАШЕВ, ассист.
(Филиал МЭИ(ТУ) в г. Волжском)

К вопросу о методах планирования при проведении инструментального энергоаудита

Одним из мероприятий, способствующих снижению непроизводительного расхода энергоносителей является проведение комплексного энергоаудита, составной частью которого является инструментальный аудит (ИА).

Традиционное инструментальное обследование выбирает наиболее энергоемкий цех, промышленную установку с максимальной мощностью, на которых в дальнейшем применяют метод углубленного инструментального обследования. При этом множество маломощных потребителей остаются вне энергетического обследования.

В ИА с использованием методов планирования эксперимента на основании определенных влияющих переменных обследуются установки всех уровней энергопотребления (независимо от мощности потребителей), разделенных на группы с некоторым набором факторов, что обеспе-

чивает получение информации для анализа энергохозяйства предприятия в целом.

Для снижения количества измерений также возможно применение метода математического планирования инструментального энергоаудита.

В период 2003-2004 г. проводился эксперимент по анализу объемов потребления горячей воды жителями города Волжского, в котором определяющими факторами признаны: этажность здания ($x_1=1,2,\dots,n$), наличие малолетних детей ($x_2= -1$ – отсутствие, $x_2=+1$ – наличие), преимущественный пол проживающих (в процентах женского населения), способ подключения ($x_4= -1$ – без циркуляции, $x_4= +1$ – наличие циркуляции). По результатам эксперимента построена регрессионная зависимость, представляющая собой четырехфакторное уравнение:

$$Y=88,28+5,75x_1+9,77x_2+8,31x_3-6,82x_4+5,75x_1x_2+10,17x_1x_3-7,16x_1x_4.$$

В 2003 году в квартирах были установлены счетчики горячей воды, что повлияло на уровень потребления, но практически не изменило вид зависимости:

$$Y=104,58+3,233x_1+2,903x_2+3,162x_3-4,998x_4+16,85x_1x_2+10,359x_1x_3-5,251x_1x_4$$

Анализ полученной информации показывает, что установка приборов учета приводит к снижению среднедушевого уровня потребления горячей воды на 16,3 л/сутки всеми категориями потребителей и снижению неравномерности потребления энергоносителей.

УДК 677.1

А.В. МАЛКОВ, асп., А.А.ФИЛАТОВ, студ.
(ИЭГУ)

Оценка экономической эффективности автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии бытовых потребителей (АСКУЭБП)

Увеличение бытового электропотребления, выравнивание тарифов между бытовым и промышленным сектором приводит к значительному росту доли платежей бытового сектора. Это в свою очередь способствует увеличению коммерческих потерь энергии в электрических сетях от несанкционированного потребления и хищений электроэнергии. Снижение коммерческих потерь может быть достигнуто внедрением систем АСКУЭБП.

В настоящей работе проведен анализ экономической эффективности использования АСКУЭ в г. Иваново.

Система АСКУЭ обеспечивает:

- снижение расходов на сбор и обработку информации о потреблении электроэнергии;
- автоматическое выявление и фиксацию незарегистрированных пользователей;
- снижение коммерческих потерь;
- реализацию гибкой тарифной политики – расчет за потребляемую электроэнергию по дифференцированным тарифам;
- формирование, анализ и прогнозирование видов нагрузки;
- объективную систему расчетов между потребителями и поставщиками электроэнергии.

Экономический эффект достигается за счет:

- установки счетчиков более высокого класса точности;
- оперативного и достоверного учета электропотребления, уменьшения уровня недоплат;
- возможности выравнивания нагрузки в сети в течение суток.

В МУП «Ивгорэлектросеть» экономический эффект от внедрения АСКУЭ составит порядка 200 млн. руб. ежегодно. Срок окупаемости проекта составит 7-7,5 лет. Внедрение АСКУЭ осуществляется поэтапно. В первую очередь она внедряется в жилых многоквартирных домах, в центрах общественного питания. На последнем этапе формируется корпоративная информационно-интегрированная система управления предприятием электроснабжения города.

Мероприятия, обеспечивающие финансовое оздоровление предприятий теплоснабжения

Известно, что системы теплоснабжения во многих регионах устарели, их функционирование сопровождается большими энергетическими потерями. Все это происходит на фоне значительного дефицита денежных средств, сопровождается деградацией основных фондов, прекращением строительства новых и модернизации существующих объектов теплоэнергетики. Сложившаяся ситуация требует принятия мер, нацеленных на улучшение финансового состояния предприятий теплоснабжения.

В работе обоснованы мероприятия, позволяющие улучшить экономическое состояние предприятий теплоснабжения.

Высокую эффективность в процессе финансового оздоровления можно ожидать от следующих мероприятий:

- Внедрение концессионных форм в теплоснабжение. Это позволит сохранить контроль муниципалитета за работой концессионера, т.к. тепловые сети передаются лишь в доверительное управление.
- Реализация нормативного подхода к формированию тарифов, что будет стимулировать модернизацию оборудования и снижение издержек у предприятия.
- Переход к двум или многоставочным тарифам. Это позволит сравнивать экономические показатели разных систем теплоснабжения, а также закрепить положительные результаты от мероприятий по повышению качества и надежности теплоснабжения.

Важная роль отводится и не затратным способам решения экономических проблем, таким как:

- внедрение новых прогрессивных форм и методов управления;
- сокращение дебиторской задолженности;
- повышение доли собственных средств в оборотных активах;
- преобразование краткосрочных задолженностей в долгосрочные ссуды;
- внедрение энергоаудита, обеспечивающего уточнение тепловых нагрузок;
- разработка и внедрение энергосберегающих проектов.

Особенности превращения частной компании в открытую акционерную компанию

В работе рассмотрен механизм трансформации частных компаний в открытые акционерные компании. Причиной перехода от частной компании к открытой может быть попытка минимизации облагаемой налогами прибыли. К тому же зарплата и другие расходы на многих семейных предприятиях могут превышать уровень, допустимый для открытых компаний. Кроме того, изменение в структуре компании поставит ее в лучшее финансовое положение. Такое превращение состоит из нескольких этапов.

Этап планирования включает разработку трехгодичного бизнес-плана. В зависимости от размера и сложности структуры компании необходимо составить также план ее деления по отделениям с предметно-производственной специализацией.

Этап формирования руководящего аппарата начинается задолго до первичного размещения акций. Решающим в вопросе найма руководителей является оценка возможностей претендентов помочь росту прибыли компании.

На следующем этапе осуществляется подготовка финансовой отчетности компании за 4-5 лет и выбор аудиторов. Выбор аудиторской компании осуществляется с учетом перспективы инвестиций со стороны банков, которые будут сотрудничать во время первичного размещения акций. В регистрационные документы необходимо включить финансовую отчетность за период не менее 4-5 лет.

Весьма важное место в деятельности такой компании отводится Совету директоров. Он должен давать не только полезные советы команде руководителей, но и должен быть гарантом компании. Не меньше половины совета директоров должны быть независимыми. Для компании, которая стремится стать открытой, важно определить направление деятельности и заранее готовиться к первичному размещению акций.

УДК 658.811

М.Г. ПОЛИКАРПОВА
(Магнитогорский государственный технический университета Г.И.Носова)

Применение экономико-математических моделей объема реализации для прогнозирования при наличии сезонной компоненты

В настоящее время перед РФ стоит задача удвоения ВВП, решение которой многие аналитики связывают с развитием малого бизнеса. Однако это возможно, лишь при продуманной финансово – хозяйственной политике со стороны малых форм бизнеса, которая в современных условиях базируется на тщательном изучении динамики потребительского спроса с применением математического аппарата.

В данной работе для анализа и прогнозирования использовался временной ряд, уровнями которого являются выручка от реализации продукции фирмы «Элли» г. Магнитогорска за период с августа 2002 г. по январь 2005 г. Путем использования критерия, основанного на ранговой корреляции, и анализа дисперсий для различных месяцев и дисперсии остатка было выявлено наличие неслучайной составляющей и сезонных эффектов в разложении. Для аппроксимации временного ряда использовались аддитивные модели видов:

$$а) x(t) = f(t) + \varphi(t) + \varepsilon(t), t = \overline{1,26} \quad (1)$$

$f(t) = a+b*t$ – функция, отражающая тенденцию;

$$\varphi(t) = a_0 + \sum_{\psi=1}^T (a_i * \cos(w_i * t) + b_i * \sin(w_i * t)) \text{ – функция, отражающая сезонные колебания;}$$

ные колебания;

$\varepsilon(t)$ – случайная составляющая;

$$б) x(t) = s(t) + x_1(t) + \varepsilon(t), t = \overline{1,26} \quad (2)$$

$s(t)$ – абсолютный показатель сезонности;

$x_1(t) = c+kt$ – функция, отражающая тенденцию;

$\varepsilon(t)$ – случайная составляющая.

Получены следующие модели:

$$а) x(t) = 8457,20t + 364355,19 + 54343,20\cos(t-2,638) + 56370,25\cos(t-2,475) + 49991,99\cos(t-0,035) + 49204,15\cos(t-0,054) + \varepsilon(t)$$

$$б) x(t) = 357197,09 + 8786,33*t + s(t) + \varepsilon(t),$$

где $s(t) = (35540,30; 137000,66; -30123,80; -7019,87; -133397,29)$

Модель (1) объясняет порядка 80% общей вариации уровней временного ряда по доходу от продаж, модель (2) объясняет 77% общей вариации. Исходя из модели (1), рассчитаны прогнозируемые значения объема реализации на февраль, март, апрель, что позволяет глубоко и системно исследовать факторы изменения результатов деятельности, и как следствие, снизить скопление товара на складе и увеличить оборот средств.

УДК 331.101.262:51.003.12

А.М. КАРЯКИН, д.э.н., проф., М.А. ШАШЕНКОВА, ассист.
(ИГЭУ)

Значение интеллектуальной составляющей в развитии организации

В современных условиях жесткой конкуренции и постоянно изменяющейся социально-экономической и политической ситуации в обществе традиционная парадигма организации совместной деятельности людей, хотя и дополненная определенными нововведениями, не позволяет фирмам, функционирующим в рамках этой парадигмы, быстро адаптироваться к условиям внешней среды. В связи с этим возникла и получает все большее развитие так называемая синергетическая парадигма организаций, основанная на процессах самоорганизации внутри самой фирмы, направленных на установление равновесия между ней и ее внешней средой. Наличие таких процессов в корне меняет представления об условиях достижения максимальной эффективности функционирования фирмы. Если в рамках традиционной парадигмы подобным условием считалась рациональная организация всех протекающих в фирме процессов (как производственных, так и административных) и последующим закреплением их в соответствующих организационных документах (инструкциях, положениях и т.п.), то в рамках новой парадигмы основным условием достижения равновесия со стремительно изменяющейся средой является высокий интеллектуальный уровень работников фирмы, являющихся непосредственными «участниками» процесса самоорганизации.

Интеллект человека, представленный как форма организации его ментального опыта (памяти), является определяющим фактором его способности адаптироваться к изменениям внешней среды. При введении в практику фирмы процессов самоорганизации в принятии решений, реализуемых в настоящее время внедрением «рабочих команд», необходимо, прежде всего, (несомненно, принимая во внимание совместимость личностных качеств участников команд) учитывать их так называемую интеллектуальную совместимость. Она позволит им более эффективно справиться с возложенной на них задачей и сформировать своего рода коллективный интеллект команды, который в последующем может стать частью интеллектуального капитала фирмы, являющегося в настоящее время важнейшей составляющей капитала вообще.

Оценку подобной интеллектуальной совместимости возможно проводить при помощи метода иерархических понятийных структур для оценки знаний (интеллекта), позволяющем не только оценить интеллектуальный уровень отдельного работника, но и определить предполагаемую эффективность его совместной работы с другими сотрудниками фирмы.

Эксклюзивный отдел продаж как главный инструмент продвижения товаров на рынок

В период совершенствования в нашей стране рыночной экономики, когда многие предприятия были приватизированы и стали независимыми, успешное их функционирование стало практически невозможным без хорошо организованной комплексной маркетинговой деятельности. Продвижение товаров, включающее в себя рекламу, стимулирование сбыта, персональную продажу и формирование общественного мнения – это важнейшая составная часть комплекса маркетинговых мероприятий, своеобразный информационный выход на потребителя.

В последнее время главную роль в продвижении товаров на рынках стали играть эксклюзивные отделы продаж. Такие отделы существуют как у западных компаний (Gillette, Unilever, Colgate, Procter @ Gamble), так и у российских (Концерн Калина, Свобода).

Организация эффективного комплекса маркетинговых коммуникаций через эксклюзивные отделы продаж – это весьма сложная задача, для реализации которой требуется четкая и слаженная работа квалифицированных специалистов торговых-сбытовых подразделений предприятий. Немалую роль также играют маркетинговые подразделения предприятий, получающие обратную связь от сотрудников эксклюзивных отделов продаж. В упрощенной схеме отдел продаж состоит из регионального менеджера, территориального менеджера, супервайзера, эксклюзивных торговых представителей и мерчендайзеров. Эта структура четко организована и функционирует по определенным правилам. В каждой компании правила отличаются друг от друга, но главная цель ради чего работает каждый эксклюзивный отдел продаж – это удовлетворение потребностей покупателей и торговых партнеров быстрее, лучше и более полно, чем конкуренты. При правильной организации продвижение через эксклюзивные отделы продаж очень эффективно и способствует быстрой бесперебойной реализации производимой продукции. При этом ускоряется возврат оборотных денежных средств предприятий, устанавливаются деловые контакты производителей с потребителями продукции, спрос возрастает, что является объективной основой расширения производства и повышения эффективности хозяйственной деятельности.

Сегодня актуальность работы эксклюзивных отделов не вызывает сомнения, так как они играют ключевую роль в развитии рыночной экономики и являются её важным элементом. В работе отдела продаж мы видим заинтересованность в конечном результате – увеличении спроса на конкретный товар своей компании.

СЕКЦИЯ 16. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 681.351

А.В. АФАНАСЬЕВ, С.В. ГРЕБНОВ, Д.Ш. АЮПОВ, студ.
(ИГЭУ)

Разработка программы для компьютерного обучения по курсу «Теоретические основы электротехники»

EILabWork – это многофункциональный электронный контрольно-обучающий программный продукт, предназначенный для обучения и контроля знаний студентов по курсу ТОЭ.

EILabWork был создан для проведения текущего и промежуточного контроля студентов ИГЭУ, а также для обучения в процессе самостоятельного выполнения типовых заданий с подсказками и гипертекстовыми ссылками к электронному учебнику по каждому вопросу.

EILabWork работает в нескольких режимах: режим Экзамена / Тестирования, режим Обучения. Кроме этого включает комплекс программ, призванных облегчить создание контрольных вопросов и уроков для системы.

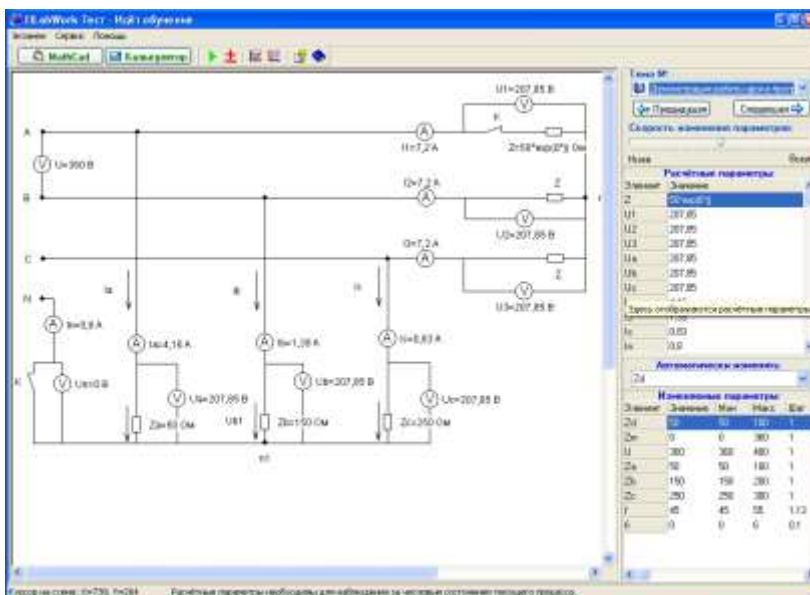


Рис.1. Интерфейс программы EILabWork в режиме обучения

Режим обучения программы EILabWork (рис. 1) моделирует процессы, протекающие в электрической схеме, позволяя наблюдать за

варьируемыми параметрами цепи в разные промежутки времени и при их различных значениях.

Данный режим может заменить громоздкие и дорогостоящие стенды, используемые в лабораториях ТООЭ, благодаря возможности задания исследуемых схем с необходимыми параметрами. Возможность наблюдения за изменениями параметров позволяет судить, как о работе отдельных участков цепи, так и о работе цепи в целом.

Наблюдение за изменениями параметров процесса при моделировании происходит в реальном времени. Наглядность проходящих процессов можно наблюдать при помощи графика синусоид, который играет роль электронного осциллографа (рис. 2), а также топографической диаграммы, отображающей топологию векторов токов и напряжений на заданном участке цепи (рис. 3).

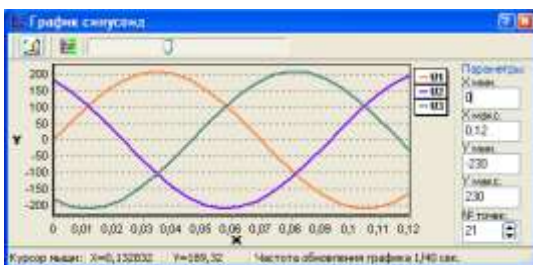


Рис.2. График синусоид

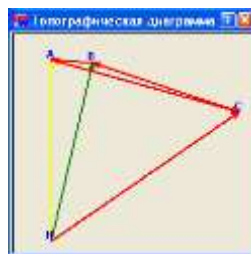


Рис. 3. График топографических диаграмм

Изменение числовых характеристик элементов схемы может изменяться как в ручном, позволяя задавать требуемое значение из допустимого диапазона, так и в автоматическом, позволяя наблюдать за процессами в динамике, режиме. Из меню программы возможен вызов вспомогательных программ (таких как MathCad, Калькулятор) для помощи при вычислительных операциях.

Возможность подключения Электронного учебника к системе существенно расширяет обучающие возможности программы. В качестве учебника возможно использование: файла справки (chm), html-страницы, flash-учебника, видео и аудиороликов, текстового файла и т.д.

К программе в режиме Обучения реализована возможность создания и добавления новых уроков при помощи Мастера создания уроков EILabWork.

Таким образом, программа EILabWork призвана освободить преподавателей от части рутинной работы по проведению контроля и оценки знаний студентов, благодаря созданию различных вариантов заданий, для проведения контроля, и уроков, а также для проведения лабораторных работ и обучения.

УДК 378:658.652

М.Н. ВОРОЖЕЙКИН, начальник ОМ и ОКО ЦМКО
(ИГЭУ)

Концепция проектирования системы оценки результатов обучения

Многолетняя история существования системы РИТМ в Ивановском государственном энергетическом университете показала, что хотя большинство студентов и не слишком рады частым контрольным, периодические проверки знаний в течение семестра существенно повышают успешность обучения студентов.

При помощи частой оценки знаний, полученных студентами, преподаватели определяют:

- действительно ли их студенты «включились» в процесс обучения;
- темы и концепции, которые вызывают трудности у студентов, чтобы разработать обучающие стратегии, которые представляют эти темы такими способами, которые студенты лучше всего понимают.

В идеале контрольные задания определяют достижение студентами образовательных целей курса. Студентам обычно задаются вопросы по материалу, который является наиболее существенным для дисциплины.

Изучение науки – совокупный процесс; каждый новый кусочек информации добавляется к тому, что студенты уже знают. Если у студентов есть хорошая база, то новые части легче совмещаются. Однако если в подготовке студентов есть белые пятна или она не завершена, то им тяжелее понять новый материал. Предлагается следующее:

– В начале каждого курса можно попробовать определить наличие предшествующих знаний предмета студентами. Каковы предпосылки вашего курса, и все ли студенты приняли Ваши предпосылки? Существует несколько способов определения того, что студенты уже знают (Дэвис, 1993; Анджело и Кросс, 1993); один из самых простых – назвать тему и затем задать вопрос, который обнаружит их знания, такой как «Что здесь происходит? Как мы узнаем про это?» Если ответы студентов записываются то, те же самые вопросы могут быть заданы снова в конце темы или семестра, чтобы оценить прогресс в знаниях студентов.

– Более обстоятельный способ узнать о предшествующем знании студентов – дать краткий диагностический тест. Диагностический тест мог бы включать список ключевых понятий, фактов и цифр или законов.

– В течение семестра, частые диагностические мини-контрольные опросы могут помочь определить, какие студенты справляются с программой обучения, а какие нуждаются в помощи. Эти контрольные опросы также помогают студентам определить области, над которыми им нужно поработать.

Некоторые цели и методы тестирования, таковы:

- Для того, чтобы измерить *знание* (воспроизведение общих терминов, фактов, принципов и процедур), попросите студентов определить, описать, идентифицировать, написать список, выделить или выбрать.
- Чтобы измерить *применение* (решение проблем, применение концепций и принципов к новым ситуациям), попросите студентов продемонстрировать, изменить, подготовить, решить или использовать.
- Чтобы измерить способность анализировать (распознавание незаявленных предположений или логических ошибок, способность различать факты и предположения), попросите студентов изобразить схематически, дифференцировать, сделать вывод, соотнести, сравнить или выбрать.
- Чтобы измерить *понимание* (понимание фактов и принципов, интерпретация материала), попросите студентов преобразовать, различить, оценить, объяснить, сделать вывод, определить пределы, дать примеры, сделать заключение, предсказать или суммировать.
- Чтобы измерить способность к *синтезу* (интеграция изученного из различных областей или решение проблем при помощи креативного мышления), попросите студентов категоризировать, объединить, изобрести, спроектировать, объяснить или произвести.
- Чтобы измерить способность к *оценке* (суждению и определению), попросите студентов оценить, сравнить, сделать заключение, различить, объяснить, мотивировать или интерпретировать.

Существует ограниченное число форматов для проверочных вопросов:

- Вопросы с предложенными вариантами ответов могут определить усвоение студентами деталей (=подробностей). Поскольку на вопросы теста с вариантами можно ответить быстро, это позволяет оценить понимание студентами многих тем на контрольной в течение часа.

- Вопросы с кратким ответом требуют написания одного или двух предложений. Такие задания проще подготовить, чем тесты с вариантами ответов, но их проверка займет больше времени.

- Для определения глубины понимания студентом изучаемой проблемы более полезными могут быть экзаменационные сочинения (=эссе). Вопросы сочинения (=эссе) исследуют понимание студентами широких проблем и общих концепций. С их помощью можно определить, насколько хорошо студенты способны организовать, объединять и синтезировать материал и применять информацию к новым ситуациям. Но в отличие от тестов с вариантами ответов, Вы можете задать только несколько таких вопросов в течение часа. Кроме того, такого рода задания гораздо более трудно оценить.

При подготовке заданий для контроля очень важным моментом является проектирование системы оценивания результатов. Прежде всего, необходимо решить, заключается ли цель в том, чтобы увидеть, что знают студенты, и что они узнали или идентифицировать вещи, которых они не знают или не могут сделать. Задачи теста должны быть скрыты в его конструкции и рубрике оценки. В любом случае, необходимо определиться со стратегией подсчета результата (получение очков за сделанные вещи или вычитание очков за отсутствующие правильные ответы).

УДК 378.14

В.Ф. ГЛАЗУНОВ, д.т.н., проф. В.Т. ФИЛИЧЕВ, к.т.н., проф,
В.И. ШАПИН, к.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Некоторые результаты организации входного и выходного тестирований

В соответствии со стратегией и тактикой управления качеством образования традиционная технологическая циклограмма обучения, которая включает зарекомендовавшие себя многолетним опытом модули текущих и промежуточных контролей системы РИТМ (развитие индивидуального творческого мышления), дополнена: реперной точкой, входным тестированием, выходным предметным тестированием и контрольными точками мониторинга качества обучения. После каждой контрольной точки мониторинга качества обучения на основе построения контрольных диаграмм используются известные циклы PDSA и SDCA для планирования усовершенствований и построения корректирующих звеньев управления учебным процессом [1].

Следует отметить, что анализ уровня начальной подготовки и входное тестирование особенно актуально в стратегии изложения нового курса.

На кафедре ЭП и АПУ на основе подготовленных тестовых заданий было проведено входное тестирование для студентов третьего курса 31 и 32 групп в весенних семестрах 2003/2004 и 2004/2005 учебных годов, а затем выходное тестирование студентов четвертого курса в осеннем семестре 2004/2005 учебного года.

В весеннем семестре третьего курса в качестве потребителей выступали следующие дисциплины: электропривод, моделирование электромеханических систем, ТАУ и электрические и электронные аппараты. Поставщиками были: математика, физика, электрические машины, математические основы ТАУ, теоретическая механика, ТОЭ и ФОЭ.

Опыт проведения выходного тестирования позволяет определить удовлетворительный уровень подготовки студентов и, по мнению авторов, считать его достаточным для оформления зачета по таким дисциплинам.

Тестовая диагностика качества обучения позволяет уменьшить эмоционально-стрессовое напряжение студентов во время учебы. До принятия и внедрения системы РИТМ студент, независимо от уровня его подготовки, оказывался в условиях психологического дискомфорта в период зачетной недели и экзаменационной сессии. Переход на систему РИТМ, по мнению студентов, снизил в целом стрессовую нагрузку к дискретным внутрисеместровым ее распределением.

Литература

1. **Филичев В.Т., Шапин В.И.** Опыт организации входного тестирования в тестово-функциональной диагностике качества обучения. Материалы X международной конференции «Современные технологии обучения» - Санкт-Петербург, 2004.

УДК 378.147

А.Н. ГОЛУБЕВ, д.т.н., проф., А.В. МАКАРОВ, к.т.н., доц.,
В.А. МАРТЫНОВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Некоторые аспекты формирования среды обучения при преподавании курса теоретических основ электротехники

Информатизация, как одно из прогрессивных направлений развития общества, создает и имеет определенные проблемы. Широкое внедрение компьютеров в преподавание технических дисциплин создало педагогическую проблему рационального сочетания вычислительных средств с традиционными технологиями преподавания, от решения которой во многом зависит качество образовательного процесса.

Использование компьютерных средств в курсе «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ) на первых этапах их внедрения показало, что вычислительный процесс, конечно же, ускоряется, студент освобождается от, казалось бы, рутинных расчетов. Однако при этом значительно теряется или вообще исчезает логическая структура самого расчета, имеющая первостепенное значение в процессе обучения. Характерной особенностью современного этапа использования вычислительных средств является частая сменяемость программного обеспечения, приводящая к необходимости затрат времени на его освоение, заслоняющих методику решения основной задачи. Все это указывает на необходимость системного подхода к информатизации образовательного процесса, повышения роли педагога, как организатора этого процесса, особенно на этапах постановки задачи и анализа выполненного расчета и сделанных при этом ошибок.

При разработке комплекса организационно-методических средств активной среды обучения курса ТОЭ очень важную роль приобретает проблема взаимодействия обучаемого с составными частями этого комплекса. Наряду с решением задачи оптимального содержания комплекса, особую роль играет форма и средства представления информации.

Основной аспект формирования среды обучения заключается, во-первых, в оптимизации форм представления информации по критериям эффективности ее освоения, во-вторых, в реализации свободы выбора этих форм на основе индивидуальных особенностей обучаемых и, в-третьих, в последовательном организационном укреплении потребности в более прогрессивных средствах и методах работы с информацией. При этом безусловным приоритетом является эффективность освоения курса ТОЭ.

Оптимизация форм представления информации при разработке учебно-методического комплекса на кафедре ТОЭЭ ИГЭУ осуществляется на основе педагогических исследований по ее восприятию и освоению. С этой целью проверялась рабочая гипотеза о пре-

имуществах матричного представления информации. При этом группе обучаемых студентов предлагалось расположить логически сопоставимую информацию, характеризующую элементы электрической цепи, в компактном виде. В результате большинство участников эксперимента расположило информацию в виде матриц при построчной логической связи элементов. Это дало возможность сделать вывод об эффективности использования в учебном процессе информационно-сопоставительных матриц.

Информационно-сопоставительные матрицы формируются следующим образом: по строкам даны характеристики рассматриваемых объектов исследования, по столбцам – виды объектов. Такой подход позволяет не только представить обучаемому необходимую информацию в компактном и последовательном виде, но и проследить логику изменения характеристик объекта исследования при изменении его вида. Это дает возможность более широко и основательно рассматривать объект изучения, развивать логическое мышление студента в области ТОЭ, закреплять в виде мини-модулей фундаментальные понятия курса.

При подготовке информации для предъявления ее обучаемым особенно важно учесть индивидуальные особенности памяти и внимания обучаемых, методики (способы) восприятия и переработки материала.

К представлению теоретического материала, предшествующего, как правило, практической и контролирующим частям учебных пособий, предъявляются следующие требования: компактность (сжатая форма, отсутствие подробностей в доказательствах) при сохранении доходчивости; логичность (следование от простого к сложному, от понятий, определений, физических законов до соответствующих методов расчета); усвояемость (возможно быстрое понимание, запоминание, выработка навыков. Для этого используются сравнительные структуры, способствующие ассоциативному мышлению.

Одной из целей такого (пакетного) формирования теоретического материала является обеспечение легкости повторного обращения к нему в процессе дальнейшего обучения. Особое место в процессе познания принадлежит вниманию как динамической строке сознания, характеризующей его направленность на объект и сосредоточения на нем. Внимание проявляется в избирательном отражении объектов в соответствии с целями и задачами деятельности субъекта. В ряде студенческих групп было проведено исследование направленности «вектора внимания» обучаемого при обработке теоретической информации. Были предложены два теста электротехнического содержания на темы: «Активные и пассивные двухполюсники синусоидального тока» и «Пассивные элементы линейной электрической цепи синусоидального тока». Студентам было предложено разместить информацию таким образом, чтобы она с точки зрения студента могла быть им легко усвоена.

Проведенные исследования показали, что преимущественное направление «вектора внимания» – по горизонтали. Это учитывалось при формировании теоретических модулей. В частности, широко использовалось параллельное изложение некоторых вопросов, например, о резонансе напряжений и резонансе токов. При этом сопоставляются параметры цепей, векторные диаграммы, частотные характеристики, добротности и другие свойства колебательных контуров и, таким образом, формируется информационно-сопоставительная матрица, своего рода блок информации.

При восприятии такой информации обучаемый не только получает ее, но и сопоставляет, прослеживает динамику изменения свойств, характеристик, методов анализа и расчета при изменении физической сущности элементов и схем их соединения. Сопоставляя отдельные элементы информационных матриц, отмечая их общие закономерности и различия, обучаемый лучше осознает логику перехода от одного элемента к другому и, тем самым, запоминает и закрепляет имеющуюся базовую информацию.

Свобода выбора форм представления информации является одним из важных аспектов процесса обучения. Традиционные учебники и учебные пособия ни в коем случае не должны исключаться из учебного процесса, не смотря на мобильность психологии молодых людей. Переход к более прогрессивным средствам и методам работы с информацией должен базироваться на совместимости форм представления информации в различных источниках при регулируемом укреплении потребности в использовании компьютеризированной среды. Это связано с тем, что все более значительная часть информации предлагается в виде аудиовизуального содержания через локальную сеть, интернет и на других носителях информации. Обучение с использованием компьютерных средств должно быть комфортным. Это определяется социальными, эргономическими факторами, а также во многом качеством программного обеспечения. Необходим также учет психологических аспектов. Для этого требуется построение моделей психологической деятельности обучаемого и процессов обработки им предоставляемой информации. Опыт использования компьютеров при изучении курса ТОЭ показывает, что простой перенос текста учебника на экран дисплея несколько не повышает обучающий эффект. Построение информационной модели по древовидной схеме с использованием ключевых слов позволяет учесть индивидуальность обучаемого. Однако освоение нового материала без предварительной подготовки часто приводит к бесполезным затратам времени.

Учет указанных аспектов при формировании активной среды обучения определяет эффективность и качество разрабатываемых курсов и должен строиться на научной основе.

УДК 378.146

А.К. ГРОМОВ, к.т.н., проф., М.Н. ШУРЫГИН, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Тестовый контроль знаний в становлении развивающего образования

Развивающее образование предполагает диагностику возможностей обучающихся на различных этапах процесса обучения. Результаты образования в оценках являются одной из характеристик деятельности преподавателей, кафедры, а также учебного заведения в целом.

Сказанное предполагает возможность и необходимость выделения основополагающих дидактических проблем, устанавливающих оценку качества образования и имеющих важный методологический характер. Среди них наиболее интересными для организации управления качеством образования являются:

- организация процесса дидактического диагностирования;
- построение системы обратных связей – от результата к началу управления процессом.

Процесс дидактического диагностирования включает:

- проверку и контроль знаний;
- оценку знаний;
- создание базы статистических данных и анализ данных.

Результат действия системы обратных связей – определение оценки динамики процесса на основе анализа данных и прогноз на результат последующих управляющих воздействий.

Процесс диагностирования по трем обозначенным позициям в форме входного тестирования опробован на ряде профилирующих дисциплин специальности 180100 – Электромеханика. Цель – оценивание состояния образовательного процесса и определение результатов предыдущих ступеней образования. Анализ результатов показал неблагоприятное состояние обученности студентов в значительной части дисциплин.

Оценка динамики процесса должна помочь выстроить необходимые административные, в первую очередь, меры – развитие образовательного процесса через определение последовательности действий и видов ресурсов (кадровых, материальных, временных).

Дидактическая составляющая диагностирования «прогноз» определяет как административные и методические действия, так и «отсроченные» результаты образования – самые важные и наиболее трудно устанавливаемые.

Получение, накопление и анализ входных, текущих и конечных результатов (выходной тест) по группе или потоку – дополнительная работа для преподавателя и администратора, но этой работе нет альтернативы, поскольку только она дает информацию о качестве образования.

УДК 658:004.738.5

О.А. КОЛОБКОВА, гл. редактор газеты «Всегда в движении»
(ИГЭУ)

О проблемах заполнения информационного контента сайта ИГЭУ

Стремительное развитие Интернета в России привело к тому что каждая более-менее уважающая себя организация имеет свой сайт. Обычно это так называемая визитная карточка, содержащая основную информацию о предприятии.

Однако вуз, особенно такой как Ивановский энергоуниверситет, в принципе не может себе позволить быть представленным двумя-тремя страничками. Хотя бы потому что примерно треть пользователей Интернета - молодые люди в возрасте от 15 до 23 лет, то есть потенциальные абитуриенты. Именно им, в первую очередь, должна быть адресована информация университетского сайта.

Как показывает опыт, будущим абитуриентам нужно дать необходимый минимум информации о вузе (поступление, обучение, студенческие сервисы). Большой объем информации, не представляющей интерес а сделанной скорее «для галочки» отпугнет потенциального клиента и даже станет антирекламой вузу.

Студентам необходимы электронные курсы лекций, учебников и лабораторных работ, расписание занятий (работа над ним будет начата в этом году), куда пойти развлечься в свободное время.

Преподаватели и научные сотрудники публикуют на сайте свои научные работы. В администрацию сайта не раз приходили письма с благодарностями и предложениями обмена опытом от ученых других вузов.

Однако не все подразделения ИГЭУ понимают необходимость заполнения своих страниц информацией. Отдельные подразделения вуза до сих пор так и не представили информацию о себе на сайт, информация на других – сильно устаревшая. Но итог один: решением администрации подобные странички удаляются чтобы не портить общей картины. Тем не менее информация о них востребована потребителем – об этом говорят письма с вопросами, приходящие в редакцию портала.

В настоящее время наиболее активно на портале обновляется и добавляется информация о факультете заочно-вечернего обучения, библиотеке, электронные конспекты лекций, учебники, и, конечно, новости на титульной странице.

Но для того чтобы портал наконец заработал в полную силу, необходимо чтобы каждое подразделение заполняло свои странички информацией и регулярно обновляло ее. Чем больше новой информации, тем больше посещаемость, выше интерес к сайту, и, следовательно, больше клиентов у вуза.

Использование программы Solid Works в курсовом проектировании

Современные методы проектирования механических систем все шире применяются на производстве и спрос на специалистов, владеющих программами оперативного машинного проектирования за последние годы многократно возрос.

Из многочисленных САД программ для курсового проектирования в курсе «Прикладная механика» выбор был сделан в пользу Solid Works по нескольким отличительным особенностям:

- стандартный для САД систем интерфейс,
- простота реализации твердотельных деталей в трехмерном изображении,
- простота осуществления сборок узлов из деталей,
- относительная простота завершающей компоновки из узлов,
- автоматическое создание чертежей и видов,
- поддержка большинства известных форматов САД систем и возможность экспорта-импорта в AvtoCAD.

Принципы проектирования в системе Solid Works достаточно доступны, что позволяет студентам приобрести уверенные навыки пользователя программы в течение одного семестра. Выполнение проектных работ проводится поэтапно от создания простых деталей к сборкам узлов и общему конструкционному решению задания. Отличительной особенностью Solid Works можно считать простоту внесения изменений и возможность оперативной коррекции ошибок ранних стадий проектирования при возникновении сложностей общей сборки и компоновки законченного вида.

Исполняя проект в системе Solid Works, студенты имеют возможность использовать данные собственных расчетов для построения моделей деталей, сборок, компоновок и получать совершенно новые сведения о нюансах конструирования и промышленного дизайна.

В качестве эксперимента студентам групп 32, 37 (ЭМФ) было предложено выполнить графическую часть курсового проекта в системе Solid Works. Обучаемые достаточно быстро освоили принципы и методы построения трехмерных моделей в программе, способы организации проектного пространства, взаимосвязи частей проекта и как результат получили интересный опыт визуализации расчетной части. Некоторые из них смогли применить полученные навыки в проектных отделах предприятий на производственной практике, что только подчеркивает актуальность проблемы.

УДК 378.146, 681.3.06:519.6

В.Н. НУЖДИН, д.т.н., проф., Т.Я. КРОЛЬ, к.т.н., И.Д. РАТМАНОВА, к.т.н., доц.,
В.П. ШИШКИН, к.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Многоаспектная оценка качества абитуриентов

Для того чтобы Российские ВУЗы смогли занимать ведущие позиции в ситуации не только внутренней, но и международной конкуренции при ограниченном ресурсном обеспечении необходимо повышать эффективность управления учебным процессом на основе менеджмента качества. В этой связи актуально создание автоматизированной системы оценки качества абитуриентов, являющейся стартовой точкой для комплексного анализа качества учебного процесса ИГЭУ.

В докладе представлена методика многоаспектной оценки качества абитуриентов, в которой как базовые параметры рассматриваются оценки знаний, индикаторы качества по документам, уровни предпочтения во внеучебной сфере и психологические данные. Схема агрегации индикаторов качества (Рис. 1) предусматривает формирование учебного, общественного, научного, спортивного, культурного и психологического рейтингов. Эти рейтинги являются стартовыми для студента, в ходе прохождения учебы каждый из рейтингов может изменяться при наличии или отсутствии соответствующих достижений.

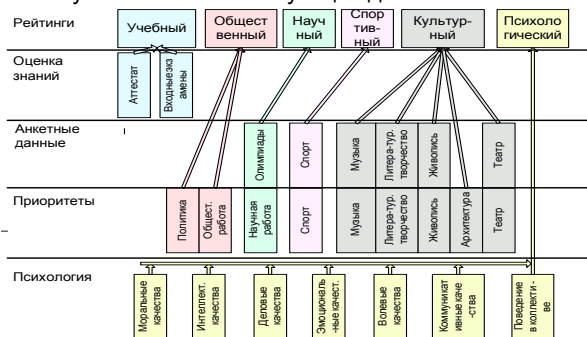


Рис. 1 Схема агрегации показателей качества абитуриентов

Внедрение подобной системы не возможно без применения современных информационных технологий. К настоящему моменту в ИГЭУ разработана технологическая основа системы менеджмента качества, состоящая из инструментальных комплексов РАДИУС (быстрая разработка и настройка АРМ менеджеров ВУЗа) и ИНФОВИЗОР (многомерный и интеллектуальный анализ данных). При помощи этих систем настроены клиентские места менеджеров качества абитуриентов и выполнена оценка качества абитуриентов 2004/2005 г. электромеханического факультета. Результаты этой работы освещаются в докладе.

УДК 140.033

О.В. КУЛИГИН, д.м.н., проф.,
Ал.В. СЛЫШАЛОВ, врач психофизиолог
(ГОО ВПО «Ивановская государственная медицинская академия»)

Использование психологических методик для прогноза качества образования.

Для предварительного прогноза успешности обучения в ВУЗе нами было обследовано 618 студентов 1–2 курса.

Обследование включало в себя психологическое тестирование тестами «ММИЛ», «16PF», «Интеллектуальный тест Равена», собеседование по результатам психологического тестирования. Дополнительно были соотнесены результаты психологического обследования с результатами учебы.

При оценке зависимости учебного рейтинга от психологических качеств студента была выделена следующая закономерность. Чем выше был среднеарифметический показатель психологических качеств оцененных по десятибалльной стеновой шкале, тем выше был учебный рейтинг студента. Из 115 оцениваемых психологических качеств было выделено 11 психологических характеристик, которые оказывают наибольшее влияние на показатели обучения. Прогнозируемое нами количество факторов, которые оказывают сильное влияние на обучение – около 60.

При этом, дополнительно выделено, что среди студентов, лиц имеющих признаки выраженной нервно-психической неустойчивости – 5%, предрасположенных к развитию психопатологических расстройств – 4%, предрасположенных к алкоголизму и наркомании – 6%, склонных к асоциальному и антисоциальному поведению – 8%. В целом это составило 23% от общего числа обследуемых.

При выделении контрольной группы заведомо непригодных к обучению студентов и контрольной группы перспективных студентов получены следующие результаты: число заведомо непригодных к обучению – 10%, переходная группа с сомнительной перспективностью – 15%, «средняя масса» – 35%, переходная группа от средней массы к высоко перспективным – 13%, наиболее способные и перспективные для обучения – 17%.

Опираясь на полученные данные, считаем целесообразным выработать тактику применения психологических методов диагностики и коррекции для улучшения психологических свойств личности, необходимых как для повышения качества образования, так и для дальнейшей работы.

УДК 621.3

К.В. КУЛИКОВ, к.т.н., доц., О.Б. КУЛИКОВА, к.ф.н., доц.
(ИГЭУ)

Методическая разработка электронного учебника по курсу «Общая электротехника»

Развитие современных информационных технологий и информационных сетей на их основе позволяют создавать соответствующие им обучающие системы и комплексы, предназначенные для применения в глобальной сети Internet, и в корпоративных (внутри вузовских) сетях.

В докладе рассматривается методическое построение электронного учебника по курсу «Общая электротехника».

Целями создания этого учебника является повышение качества изучения предмета, уменьшение нагрузки на преподавателя и возможность дистанционного (самостоятельного) изучения предмета.

Структура электронного учебника показана на рис. 1.

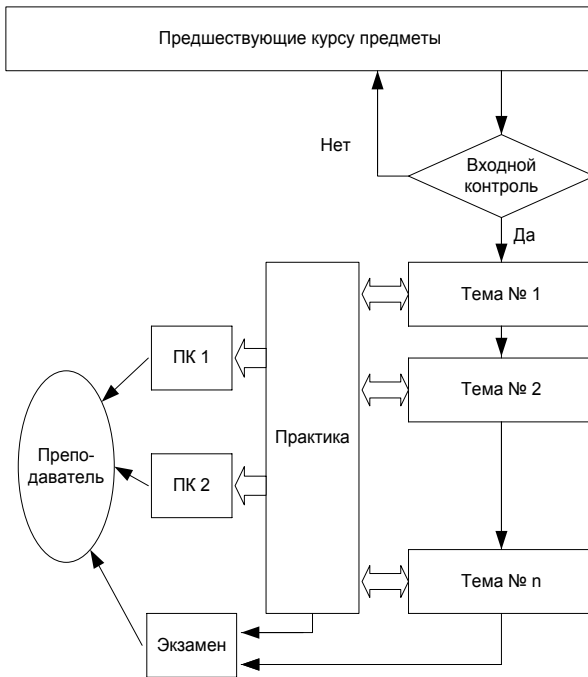


Рис. 1. Структура электронного курса «Общая электротехника».

В основу методологии предлагаемой разработки положен принцип непрерывности и единства образовательного процесса, востребованности полученных ранее знаний для решения электротехнических задач. В этом плане имеющиеся в ИГЭУ наработки по созданию электронных учебных пособий позволяют адресовать студентов по конкретным вопросам к базовым курсам, например, к курсам математики или физики, что дает возможность сделать текстовую часть учебника более компактной, обращая внимание только на аспекты «своего» предмета.

- Учебник включает в себя следующие разделы:
- Интерактивный учебник (курс лекций с гипертекстом);
- Интерактивный задачник (задачи по каждому разделу курса с гиперподсказками);
- Лабораторный курс на базе имитатора электронных схем Electronics Workbench;
- Задания по расчетно-графическим работам;
- Систему входных тестов по базовым предметам, необходимым для изучения курса электротехники;
- Систему тестового контроля успеваемости студентов.

Роль преподавателя в случае дистанционного обучения состоит в контроле выполнения учебного графика и текущей успеваемости. В отличие от классического заочного образования, когда преподаватель и студент встречаются только во время сессии, предложенная система позволяет поддерживать контакт со студентом в течение всего срока изучения предмета. Студент регулярно выполняет практические задания, лабораторные работы, проходит тестовые испытания по основным разделам курса. Этапным контролем является выполнение студентом расчетно-графических работ. Количество РГР может варьироваться в зависимости от объема курса и составляет, как правило, две или три за семестр. Этот раздел учебной работы выполняется студентом полностью самостоятельно и включает в себя применение знаний по нескольким основным темам.

В случае применения учебника во внутренней сети ВУЗа студент имеет возможность подготовиться к практическим и лабораторным занятиям и к экзамену, отработать задолженности по всем видам занятий. Преподаватель в этом случае помимо имеющегося у него методического инструментария получает систему автоматизированного контроля успеваемости в виде тестов.

Формат электронного учебника и технические средства исполнения допускают гибкое и оперативное изменение структуры курса, его методического наполнения, а так же позволяют вводить новые разделы в тестовую и лекционную части.

Система управления качеством – основа конкурентоспособности вуза

Система управления качеством должна охватывать все стороны жизни образовательного учреждения – от организации процесса приема студентов, проведения образовательного процесса до управления хозяйственной деятельностью. Проблема повышения качества подготовки специалистов существовала всегда. Но при существовавшей во времена СССР государственной монополии на образование, жестко регламентировавшей все стороны жизнедеятельности вуза, не было возможности творчески подходить к формированию учебного процесса. Подобная несвобода компенсировалась государством посредством гарантированной занятости выпускников через систему распределения. В условиях новых социально-экономических отношений задача подготовки специалистов высокой квалификации становится для образовательных учреждений вопросом «жизни и смерти». Проблема сбыта «продукции» особенно актуальна для негосударственных вузов. В то время как государственные вузы половину своих бюджетов вынуждены зарабатывать самостоятельно, негосударственные образовательные учреждения существуют целиком на основе хозяйственного самофинансирования.

Можно выделить следующие основные источники формирования активов образовательного учреждения:

- материально-техническая база, включающая в себя недвижимую собственность, землю, учебно-лабораторное оборудование, вспомогательные производства;
- кадровый потенциал;
- объекты интеллектуальной собственности, в том числе лицензионное программное обеспечение, права на использование изобретений.

Основной проблемой внедрения системы управления качеством образования в вузе является необходимость развития всех составляющих ресурсной базы, что требует значительных финансовых вложений. При решении данной проблемы необходим государственных подход, заключающийся в государственном патернализме системы образования через предоставления налоговых льгот, доступности финансовых ресурсов для укрепления материально-технической базы вузов посредством кредитных и лизинговых схем, в предоставлении льготных «образовательных» кредитов для студентов с обязательным государственным страхованием рисков по невозврату средств, в предоставлении государственных заказов всем аккредитованным учебным заведениям не зависимо от формы собственности, в снижении пенсионного возраста для преподавателей.

От Миссии Университета – к миссии кафедры (или о качестве современного философского образования)

Миссия Университета состоит в удержании общества в пространстве культуры. Эта идея совершенно не нова. Ее понимали и основатели первых европейских университетов Средневековья. В полной мере она согласуется и с позицией крупнейшего мыслителя XX века – Х.Ортеги-и-Гассета, автора знаменитой «Книги миссий». Указав в «Миссии университета» на его важнейшую функцию – преподавание культурно-значимых дисциплин, он включил в их довольно-таки краткий перечень и философию. И это не случайно. Как особая наука о последних целях человеческого разума, только она способна выявить значение для человека всех других видов знания, «подтолкнуть» его к обретению методологической и мировоззренческой культуры.

Возможно ли отрицать важность этого потенциала для человека, получающего современное университетское образование, каким бы оно ни было – техническим, гуманитарным, естественнонаучным? Очевидно, что и сегодня трудно оспорить значение философии. Она составляет основу культуры и ценностных ориентиров личности, способствует формированию интереса к фундаментальным смысложизненным проблемам, открывая человеку путь подлинной жизни, а не изживания ее. Философия призвана дать ответ на вопросы, сформулированные И. Кантом: «Что я могу знать?», «Что я должен делать?», «На что я могу надеяться?», «Что такое человек?».

Успешное решение всех этих задач, позволяющее человеку оставаться в поле культуры, предполагает освоение *культуры мышления*. Поэтому общеобразовательный курс философии должен быть обязательно дополнен курсом логики.

Целесообразность включения курса «Логика» в учебные планы обусловлена настоящей необходимостью формирования у студентов логической культуры мышления. Умение рассуждать правильно и в соответствии с законами логики не является врожденной способностью, этому, как и многому другому, приходится учиться. Знание логики значительно расширяет познавательные возможности человека. Она позволяет получать новые знания путем вывода их по известным правилам из уже известных истинных знаний, давать грамотные определения понятий, уточнять отношения между понятиями.

Не случайно в дореволюционной России логика в качестве обязательного предмета входила в гимназический курс. В конце 40-х – начале 50-х гг. она изучалась также и в советской школе. С начала 90-х гг. логика начинает снова преподаваться в средней и высшей школе, и это закономерно, так как в наши дни чрезвычайно возрастают требова-

ния к культуре мышления человека, к его способности быть готовым осваивать все более сложные виды человеческой деятельности – в науке, производственно-экономической и социальной сферах.

О важности формирования логической культуры студентов свидетельствует и зарубежный опыт. Как учебный курс логика является приоритетной дисциплиной в крупнейших университетах Европы и Америки.

Не менее важным в современных условиях острейшего кризиса культуры, духовно-нравственной сферы общества и господства сциентистской модели образования, вымывающей из образовательного процесса воспитательную составляющую, является обращение студентов к *нравственным ценностям*, рефлексии над нравственными основаниями жизни индивида и общества. В наиболее приемлемой для высшей школы форме это возможно через преподавание курса «Этики». Тем не менее, она оказалась вычеркнутой из учебных планов всех специальностей университета, как будто кем-то уже окончательно решены не только метафизические вопросы о природе добра и зла, свободы и ответственности, но и человеческие отношения утратили все свое многообразие и оказались сведенными до одного-единственного уровня – технико-технологического.

На наш взгляд существует еще один ресурс, в какой-то степени уникальный, но в полной мере не использующийся в учебном процессе. Речь идет о накопленном научном потенциале Центра соловьевских исследований, существующего в ИГЭУ с 1999 г. Он предоставляет замечательную возможность реализации важнейшего требования современного университетского образования – *соединения науки и образовательного процесса*. Разработанный на кафедре философии учебный курс «В.С.Соловьев и философия XIX-XX вв.» может быть, в качестве элективного курса, вполне органично вписан в учебные планы подготовки специалистов гуманитарного профиля – социологов, экономистов, работников сферы социальных коммуникаций. Ведь помимо познавательной и эвристической ценности он способен нести колоссальный воспитательный заряд – формировать высокие гражданские, нравственные и патриотические качества молодежи.

Миссия кафедры философии в системе университетского образования может быть успешно реализована при условии полноценного содержания преподаваемых дисциплин, использовании современных методик преподавания, и первостепенном внимании к межпредметным связям и организации самостоятельной работы студентов с философскими текстами. Только развитие способности к дискурсу и рефлексии позволит питомцам *Alma mater* выстоять перед агрессивным натиском современной дегуманизированной псевдокультуры, формирующей фрагментарное, «клиповое сознание».

УДК 681.351

А.Н. ГОЛУБЕВ, д.т.н., проф., А.Н. КОРОЛЕВ, к.т.н., проф.,
А.В. МАКАРОВ, к.т.н., доц., В.А. МАРТЫНОВ, д.т.н., проф.
(ИГЭУ)

Методические основы разработки программного обеспечения дисциплины ТОЭ

Лавинообразное развитие вычислительной техники, создание местных и глобальных сетей позволили считать компьютеризацию учебного процесса одним из важнейших стратегических направлений в повышении качества образовательных услуг, соответствующих индивидуальным запросам и особенностям обучаемых. Компьютеризация образования расширяет возможности обучаемого в плане выбора и скорости получения требуемой информации, ее представления в наиболее воспринимаемой форме. В то же время компьютеризация учебного процесса должна органично сочетаться с другими формами обучения, в том числе и традиционными. Главная ориентация такого комплекса – повышение роли самостоятельной работы студента в освоении учебного материала.

Статистика использования компьютеров в учебном процессе показывает, что до 20...30% студентов, имеющих дома компьютеры, с интересом и со знанием возможностей используют имеющееся программное обеспечение в учебном, чаще всего расчётном, процессе. Однако, значительная часть студентов, лишь поверхностно знакомых с компьютерной техникой, не имеют достаточно сильного мотивационно-го фактора к её интенсивному использованию. И если у первой группы студентов часто наблюдается фетишизация компьютера и безграничное доверие к полученному от него результату, то у второй группы основной и часто заслоняющей главную цель процесса обучения является проблема техники работы с компьютером. Очевидно, что организация учебного процесса в ВУЗе должна учитывать эти особенности учащихся и ориентироваться на преодоление указанных отрицательных психологических факторов.

Опыт компьютеризации учебного процесса на кафедре ТОЭЭ показывает, что эффективное освоение компьютеров и их эффективное использование возможно только на основе глубокого погружения обучаемых в решение задачи приобретения знаний на всех этапах учебного процесса – от различных форм знакомства с информацией и понимания её сущности до контроля качества учебного процесса в целом. При этом традиционное некомпьютерное методическое обеспечение может являться лишь начальным этапом изучения темы или раздела с безусловным последующим компьютерным развитием в виде источников информации с широким набором возможностей её представления и, особенно, при компьютерном контроле полученных знаний. Очевидно, что такое построение методического обеспечения учебного процес-

са психологически более комфортно для неподготовленных студентов и неизбежно вовлекает их в компьютеризацию своей последующей деятельности. В то же время, компьютерный контроль должен быть направлен не только методики расчётов, но и физики анализируемых процессов.

Свобода выбора и получения требуемой информации может быть наиболее удачно реализована на основе компьютерных учебников, особенностью которых является построение информационной модели на базе древовидной структуры и маршрутизации подачи материала с использованием ключевых слов и перекрестных ссылок, что позволяет наиболее полно учесть индивидуальные особенности и уровень подготовки обучаемого. Опыт разработки отдельных разделов компьютерного учебника по теоретической электротехнике на кафедре ТОЭЭ, которые были в частности внедрены в учебный процесс Нанкинского электротехнического института (КНП), позволяет сделать вывод о том, что, помимо комплексного использования мультимедийных средств персонального компьютера для наглядного и многокурсного отражения реальных физических процессов с учетом предоставления обучаемому возможностей оперативного управления ими, обучающий комплекс должен включать в себя программные средства, реализующие современные машинные методы расчета сложных электротехнических устройств. При этом качество усвоения материала должно оцениваться с помощью поэтапного контроля на основе детального анализа ответов обучаемого на тестовые вопросы, многоуровневой системы помощи с исключением тупиковых ситуаций без вмешательства преподавателя. Участие последнего здесь заключается в анализе и систематизации информации о результатах оценки компьютером знаний студента на основе детализированного протокола, что обеспечивает возможность соответствующей коррекции изложения лекционного материала, а также акцентирования работы с обучаемым в плане устранения погрешностей в усвоении конкретных разделов дисциплины.

Важнейшим элементом универсального обучающего комплекса является имитационный лабораторный практикум. При этом компьютерные лабораторные работы могут быть использованы как в качестве органичного дополнения к исследованию процессов на реальных физических моделях на этапе анализа качества усвоения знаний, так и самостоятельно, обеспечивая расширение возможностей эксперимента в плане выбора режимов и состава варьируемых параметров. Опыт показывает, что компьютерные лабораторные работы должны включать в себя набор индивидуальных творческих заданий различного уровня сложности. Эти задания, не являющиеся в принципе обязательными для выполнения каждым студентом, должны способствовать проявлению творческих способностей студентов, заинтересованных в углублении своих знаний в области изучаемой дисциплины.

УДК 378.14 : 004.588

А.А. БОЙКОВ, Е.П. МИЛОСЕРДОВ, к.т.н., доц., А.М. ФЕДОТОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Разработка средств дистанционного обучения для графических дисциплин

В настоящее время все более актуальным становится создание средств дистанционного обучения, в том числе, по начертательной геометрии и инженерной графике. В ИГЭУ имеется ряд разработок в области дистанционного обучения, они касаются общей модели учебных курсов [1], а также предоставляют отработанную технологию создания тестов в виде: вопрос – вариант ответа. Данные разработки не позволяют создать средства дистанционного обучения для графических дисциплин, поэтому встал вопрос о создании системы, которая должна: 1) имитировать графические построения; 2) быть максимально приближенной к процессу реального обучения, решению практических задач.

На первом этапе был успешно опробован механизм представления задачи при помощи эквивалентной математической модели [2]. Графические построения были заменены эквивалентными математическими преобразованиями модели. Решение задачи было представлено последовательностью преобразований модели. Такой подход максимально точно имитирует процесс реального обучения.

Указанный механизм был реализован в виде web-сервера, который генерировал на каждом шаге Интернет-страницу с текущим состоянием задачи (gif-изображение) и доступными командами (html-формы). Апробация сервера выявила ряд недостатков подхода: малая гибкость системы, большой трафик и повышенная нагрузка на сервер.

Поэтому была разработана концепция трехуровневой системы дистанционного обучения. В ее состав входят ядро предметной области, предметно-независимый клиент и маршрутизатор, связывающий остальные звенья. Клиент отвечает за создание изображения и организацию диалога (ввод и первичная обработка), а сервер – за представление данных задачи в унифицированной форме и обработку полученных команд. Это позволяет создавать диалоговые системы для любой дисциплины путем разработки только ядра предметной области. В настоящий момент ведется активная доработка системы дистанционного обучения начертательной геометрии с учетом трехуровневой концепции. Такая система впоследствии легко может быть внедрена в состав общей дистанционной обучающей системы ИГЭУ.

Литература

1. **Пантелеев Е.Р.** Среда разработки программ дистанционного обучения и профильного тестирования ГИПЕРТЕСТ: логистическая модель и архитектура / Информационные технологии, №5, 2001, с. 30-36.
2. **Бойков А.А., Милосердов Е.П., Федотов А.М.** Средства компьютерного обучения графическим дисциплинам / Сборник трудов СГТУ. 2004.

УДК 681.351

М.А. НИКОЛАЕВА, К.А. ПОНОМАРЕВА, М.Ю. МАЛЫХИНА, студ.
(ИГЭУ)

Разработка компьютерных тестов для проведения текущего и промежуточного контроля по курсу «Теоретические основы электротехники»

Наиболее трудоемкой, ответственной и, нужно признаться, рутинной формой обучения является контроль знаний студентов. При проведении текущих и промежуточных контролей знаний студентов в рамках системы обучения в Ивановском государственном энергетическом университете преподаватель должен в ограниченный промежуток времени провести и качественно проверить огромное количество контрольных работ. Этот аспект работы преподавателя настоятельно требует широкого применения компьютерной техники и соответствующего программного обеспечения.

Особенностью курса «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ) является использование особых форм представления информации: векторные и топографические диаграммы, матричные формы, представление величин в комплексной форме и др. Это создает серьезные трудности как при создании контролирующих и обучающих программ, так и при реализации алгоритмов анализа и форм представления ответов студентов. Для решения сформулированных проблем на кафедре теоретических основ электротехники и электротехнологий (ТОЭЭ) ИГЭУ разработана электронная контрольно-обучающая программа EILabWork, предназначенная для обучения и контроля знаний студентов по курсу ТОЭ, в которой сделана попытка преодолеть указанные трудности. В режиме тестирования знаний студентов система предоставляет студенту наборы схем и вопросов, объединенных в рамках соответствующих тем. Имеется возможность отвечать на предлагаемые вопросы по порядку или выбирать их произвольно. Существует несколько типов вопросов: выбор из предложенных вариантов; ввод числовых данных или формул; построение векторных и топографических диаграмм; составление уравнений, описывающих электрическое состояние цепи.

По ключевым разделам курса ТОЭ для проведения текущего и промежуточного контроля разработаны различные варианты заданий, отличающиеся друг от друга схемами соединений, набором элементов и числовыми данными. В каждом варианте имеется библиотека различных схем и около 20 вопросов на расчеты символическим методом однофазных и трехфазных цепей при различных схемах соединения элементов, построение векторных и топографических диаграмм, включение приборов для измерения токов, напряжений и мощностей и определение их показаний. Общий вид программы EILabWork с заданием по раз-

делу «Трехфазные цепи» представлен на рис.1. На рис.2. приведено окно программы EILabWork для построения векторных диаграмм.

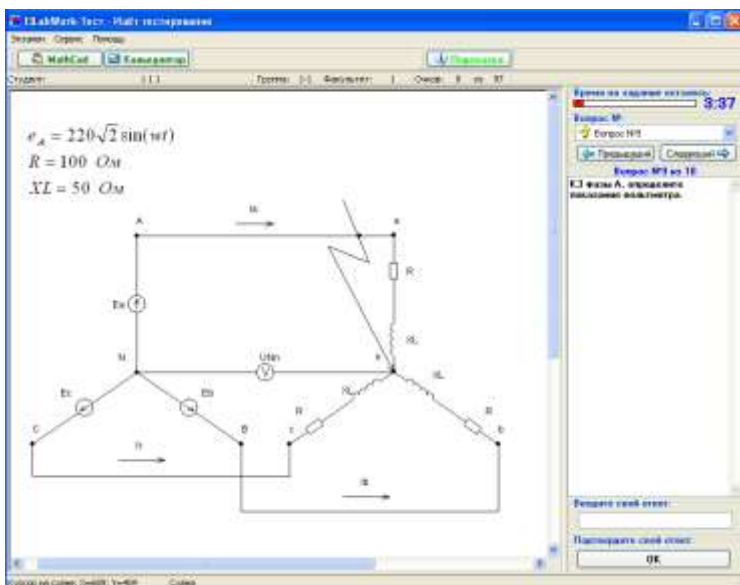


Рис.1. Интерфейс программы EILabWork в режиме тестирования

Программа хранит данные о студентах, пройденных ими тестах, выставляет оценки и предоставляет статистику пройденного теста.

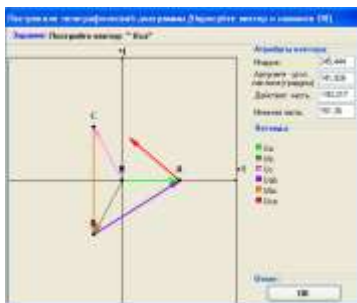


Рис.2. Окно построения векторных и топографических диаграмм.

Применение данной компьютерной программы существенно изменяет методику проведения текущего и промежуточного контроля, настраивая студентов на самостоятельное выполнение заданий и самооценку результатов тестирования. Преподаватель в определенной мере освобождается от контроля знаний, сосредотачивая свое внимание на объяснение

принципиальных ошибок, допущенных при анализе или в применении законов электротехники. Это особенно важно при массовых потоках студентов. Относительная легкость изменения вариантов позволяет существенно разнообразить задачи, не допуская их повторения.

УДК 378.14

М.А. НОЗДРИН, к.т.н., доц., В.И. ШАПИН, к.т.н., проф.,
З.В. ЗАРУБИН, ассист.
(ИГЭУ)

Компетентность как уровень образованности

Современный подход к определению сущности качества образования невозможен без рассмотрения профессиональной компетентности как определяющей характеристики выпускника высшего учебного заведения [1].

Компетентность включает не только когнитивную и операционно-технологическую составляющие, но и мотивационную, этическую, социальную и поведенческую. Понятие компетентности значительно шире понятий знания, умения, навыка и других результатов обучения и включает их в себя.

Определение сущности, выделение и изучение компонентов профессиональной компетентности, их качественное и количественное выражение позволяют оценивать состояние и результаты учебного процесса, осуществлять управление процессом обновления профессиональной подготовки будущего специалиста и принимать решения по модернизации образовательного процесса.

В рамках осуществления квалиметрического подхода к реализации мониторинга уровня компетентности при учете существующего опыта классификации и измерения параметров компетентности клиентов проведено определение формализуемых поддающихся количественной оценке параметров компетенции и разработаны новые инструменты и процедуры измерения этих параметров. В качестве базовых, взяты предложенные в [2] классификация и квалификационные признаки компетентности с оценкой в балльной системе от 0 до 100.

Следующие этапы работы предполагают усовершенствование существующих алгоритмов качественной и количественной оценки измерения параметров компетентности, разработку ситуационных сценариев, моделирующих востребованные признаки компетентности, реализацию программы автоматизации измерения параметров.

При реализации на практике разрабатываемые методики мониторинга обеспечивают обратную связь с образовательным процессом, позволяют получать информацию о его результатах, выявлять существующие недостатки и осуществлять их коррекцию.

Литература

1. **Ноздрин М.А., Шапин В.И.** Тензорное моделирование управления качеством обучения/ Современные технологии обучения «СТО – 2002»// Матер. VII междунар. конф. – СПб., 2002.
2. **Стратегия** и тактика управления качеством образования: Методическое пособие/ В. Н. Нурдин, Г. Г. Кадамцева, Е. Р. Пантелеев, А. И. Тихонов, Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2003.

УДК 070:659

И.А. ОРЕШНИКОВ, творческий редактор газеты ИГЭУ «Всегда в движении»
(ИГЭУ)

Роль корпоративного издания в формировании имиджа организации

Газета ИГЭУ «Всегда в движении» представляет собой средство развития коммуникационной связи внутри студенческо-преподавательского сообщества и служит помощником в решении общих задач и проблем, возникающих в ИГЭУ.

Когда вуз ведет открытую информационную политику, это вызывает уважение и поддерживает благоприятный имидж. Роль нашего издания в формировании внешнего имиджа ИГЭУ достаточно велика. Об этом говорит сам факт наличия у вуза собственной многотиражной газеты, организация специальных мероприятий, подготовка информационных материалов для ивановских СМИ.

Поддержание внутривузовских коммуникаций является одной из задач газеты. Мы пытаемся развивать двусторонние связи: в равной степени информируем читателей о внешней и внутренней политике руководства ИГЭУ и о проблемах, волнующих студентов и преподавателей.

«Всегда в движении» ведет борьбу с неблагоприятными слухами, которые могут негативно влиять на имидж вуза. Всегда публикуется достоверная и проверенная информация.

Стоит отметить тот факт, что мы предоставляем информацию не только о позитивных событиях, но и проблемах, что в свою очередь увеличивает степень доверия со стороны читателей к изданию, следовательно, и руководству ИГЭУ.

Регулярные публикации статей об известных людях и исторических фактах из жизни вуза положительно влияют на формирование внутренней культуры членов сообщества.

Редакция газеты занимается проведением конкурсов и акций. Все эти специальные события привлекают внимание преподавателей, сотрудников, студентов ИГЭУ, которые принимают в них непосредственное участие. Это объединяет людей и дает им ощущение своей включенности в вузовское сообщество.

В прошлом году был проведен анализ основных ивановских газет, с целью определения имиджа ИГЭУ. Работа показала, что нашему университету уделяется намного меньше внимания, чем другим вузам г. Иванова. Если сравнивать количество материалов о деятельности ИГЭУ и ИвГУ в крупных ивановских газетах, то внимания ИвГУ уделено в 1,5-2 раза больше. Статьи об ИГЭУ представлены в виде короткого обзора и подаются нерегулярно. Во многом это связано с тем, что ИГЭУ не гонится за всеобщей любовью, не пытается создать видимость благополучия, а стремится делами доказывать свое место в десятке лучших технических вузов РФ.

УДК 378.146.

Л.И. ПТУХА, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Входное тестирование – помощь в управлении качеством обучения

Любая программа подготовки специалиста схематично представляет собой комбинацию большого количества временных, экономических и информационных связей. Если перечисленные связи представить цепями, то замыкающими звеньями их будут соответственно: время и стоимость обучения, а также объем информации в виде знаний и навыков. Рассуждения справедливы как для всей программы подготовки (учебного плана) специалиста, так и для каждой дисциплины.

Процесс обучения является реализацией заложенных в программе подготовки специалиста всех трех видов связей. Затраты времени и средств на обучение оправдываются надлежащим качеством как самой информации так и ее освоения студентами.

За время подготовки инженера специальности 120100 студенту необходимо освоить материал 61 дисциплины, каждая из которых занимает свою временную нишу в учебном плане. В лавине информации «обрушивающейся» на студента, важно не упустить то самое главное, что является исходной информацией для успешного освоения следующих дисциплин. Объем и владение этой информацией и проверяет входное тестирование, которое выступает в роли датчика обратной связи. Информация, полученная на входном тестировании, помогает также определить место изучаемой дисциплины в учебном процессе и связь ее со смежными. Например, при введении входного тестирования на кафедре ТАМ, анализ частоты обращений дисциплин-потребителей к дисциплинам-поставщикам выявил неудачный перевод широковостребованной дисциплины в разряд дисциплин по выбору.

Вывод по результатам входного тестирования о том, что «багаж знаний студентов представляется набором методов, правил и алгоритмов, комплексное использование которых во взаимном сочетании представляет для студентов достаточно сложную задачу» заставил искать путь устранения этого серьезного пробела в подготовке специалистов.

Таким образом, информация, получаемая на входном тестировании позволяет подойти к объективной количественной оценке качества подготовки специалиста и управлению качеством подготовки специалиста, благодаря более четкому установлению междисциплинарных связей, совершенствовать и учебный план, и рабочие программы.

УДК 681.3.06

И.Д. ПАТМАНОВА, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

Подход к организации контроллинга качества в среде поддержки принятия решений

Контроллинг качества является неотъемлемой частью эффективного корпоративного управления. Контроллинг подразумевает организацию мониторинга (в рамках оценочных критериев), оценку состояния (фиксацию отклонений от планов), а также подготовку информации для принятия решений.

Используется принцип управления от данных. При этом информация о состоянии объекта управления посредством оценочных операций преобразуется в совокупность соответствующим образом организованных показателей качества, из которых в результате аналитической обработки извлекаются шаблоны знаний для принятия решений.

Рассматриваются модели и средства организации мониторинга и оценки эффективности функционирования корпорации в среде поддержки принятия решений. К основным этапам организации контроллинга относятся следующие.

1. Формирование системы оценочных показателей (индикаторов качества).
2. Моделирование методики оценки. Определение источников информации о состоянии объекта управления, организация информационных взаимодействий.
3. Разработка структуры хранилища данных (аналитической витрины) в виде совокупности информационных объектов типа «звезда». Определение направлений консолидации информации, структуры и информационного наполнения общесистемных справочников, формирование аналитических метаданных хранилища.
4. Создание системы сбора данных, формирование операционных метаданных загрузки.
5. Выбор методов интеллектуального анализа данных для проблемно-ориентированной аналитической обработки информации.
6. Формирование шаблонов регламентированных отчетов с соответствующим оформлением операционных метаданных анализа.
7. Создание информационной системы менеджеров качества на основе подготовленных шаблонов отчетов.

Предложенный подход рассматривается на примере двух информационно-аналитических систем: системы оценки состояния и условий эксплуатации электросетевого оборудования ОАО «ФСК ЕЭС» и системы управления качеством учебной системы ИГЭУ.

УДК 378:658.652

И.А. ТЕЙКОВЦЕВ, начальник ОСУКО ЦМКО
(ИГЭУ)

О необходимости создания обратной связи «преподаватель – студент» в системе управления каче- ством процесса обучения

Это обычная практика – подождать до конца семестра, чтобы спросить студентов о том, насколько успешным был курс. Альтернативный подход заключается в том, чтобы получить конструктивную критику в течение семестра, когда способы подачи информации, организация, темп и рабочая нагрузка могут быть отрегулированы. Преподаватели могут собрать информацию об эффективности своих действий, пользе учебных материалов и других атрибутах процесса обучения, которые могут быть изменены в течение семестра. Если преподаватель читает новый курс или существенно его переработал, то лучше получить «информацию-оценку» от студентов вскоре после начала занятий. Члены профессорско-преподавательского состава, ведущие занятия уже далеко не первый раз, могут подождать до середины семестра. Если же обратиться за информацией к студентам немедленно после экзамена, то большая часть комментариев будет относиться именно к экзамену.

Создание обратной связи преподаватель – студент имеет три цели. Обеспечить преподавателя информацией:

- о том, как студенты воспринимают предлагаемый им материал;
- для корректировки плана своего курса с учетом знаний и способностей данных студентов;
- для сравнения задач и целей, которые ставит студент при изучении данной дисциплины с задачами и целями, поставленными преподавателем.

Можно предложить два способа проведения оценки курса.

Первый удобен для очень небольших групп (20 минут). Студентам предлагают вопросы, которые можно отнести к трем категориям:

- Что тебе нравится больше всего в этом курсе?
- Что в курсе и/или обучении преподавателем нуждается в изменении или усовершенствовании?
- Какие советы Вы можете предложить, чтобы сделать этот курс лучшим?

Решение по всем вопросам должно быть принято коллегиально. После обсуждения всех трех вопросов студентов просят указать те пункты, которые наиболее важно услышать преподавателю.

Второй способ – индивидуальное анкетирование студентов (15-20 мин.). Этот подход позволяет каждому студенту выразить свое мнение путем заполнения анкеты, состоящей из 30 пунктов. Все вопросы анкеты можно разделить на три части: преподаватель, курс, место

курса в процессе обучения. Пример первой части анкеты (Преподаватель):

Какой вариант лучше всего описывает то, насколько часто каждое утверждение соответствует истине, принимая во внимание ВАШЕ-ГО преподавателя на ЭТОМ курсе.

5 почти всегда; **4** больше половины времени; **3** около половины времени; **2** меньше половины времени; **1** почти никогда или никогда; **0** пункт не применяется

1.	Сообщает цель(и) курса.	5-4-3-2-1-0
2.	Говорит четко и внятно при представлении информации.	5-4-3-2-1-
3.	Представляет информацию в удобном для меня темпе.	5-4-3-2-1-
4.	Указывает, какая информация является существенной, и какая незначительной.	5-4-3-2-1-
5.	Использует примеры и иллюстрации, которые помогают понять обсуждаемую тему.	5-4-3-2-1-0
6.	Внушает интерес к предмету.	5-4-3-2-1-
7.	Связывает материал курса с реальными ситуациям, когда возможно.	5-4-3-2-1-
8.	Задаёт вопросы, которые заставляют меня думать.	5-4-3-2-1-
9.	Поощряет меня задавать вопросы или делать комментарии.	5-4-3-2-1-0
10.	Относится ко мне с уважением.	5-4-3-2-1-
11.	Управляет процессами обсуждения в классе, поэтому они стали полезной частью моего опыта.	5-4-3-2-1-
12.	Проясняет непонятные для меня моменты.	5-4-3-2-1-
13.	Обеспечивает помощь индивидуально, вне урока, когда мне это необходимо.	5-4-3-2-1-0
14.	Информирует меня регулярной относительно того, как хорошо я справляюсь с курсом.	5-4-3-2-1-
15.	Заранее информирует, о структуре оценки знаний и умений.	5-4-3-2-1-
16.	Отдает экзаменационные работы и задания в срок.	5-4-3-2-1-
17.	Эффективно использует время урока.	5-4-3-2-1-
18.	Пунктуален/а.	5-4-3-2-1-
19.	Справедливо ставит оценки.	5-4-3-2-1-

Кроме таких глобальных мероприятий по диагностированию состояния процесса обучения преподаватели применяют другие различные, но необходимые методы создания обратной связи. Например, используют электронную почту и просят студентов отправлять вопросы, запрашивать комментарии по курсу, рекомендуют, студентам ответить в письменном виде на вопросы: «Как Вы справляетесь с этим курсом? Есть предложения?» Эта обратная связь произвольной формы, разного вида, может быть чрезвычайно ценна в диагностировании того, как идет процесс обучения.

Выпускающая кафедра, как элемент системы управления качеством образования

Особая ответственность перед потребителями услуг ВУЗа за качество процесса обучения лежит на выпускающих кафедрах. Именно здесь наиболее остро чувствуются потребности рынка труда, налажен тесный контакт с представителями предприятий – работодателей. В то же время ни одна из кафедр, ответственная за выпуск специалистов того или иного направления, не может не участвовать в процессе набора абитуриентов. Поэтому при построении системы управления качеством подготовки выпускающая кафедра может служить своеобразным «регулятором», «датчиками» – объективные показатели тестирования знаний различного уровня, мнения работодателей и самих студентов о недостатках в образовании, «обратными связями» – активное взаимодействие всех участников процесса обучения.

В зависимости от уровня значимости «контуры регулирования» можно подразделить на главный и местные.

Так, проведенное некоторое время назад анкетирование выпускников кафедры электроники и микропроцессорных систем разных лет позволило выявить новые потребности в образовании по специальности 200400. Это явилось отправной точкой существенной корректировки учебных планов и учебных программ, инициатором которых была кафедра Э и МС. Ведущими преподавателями общеобразовательных кафедр коренным образом переработан курс «Информатика», читаются новые разделы курса «Математика», проведена работа в совершенствовании курса «Инженерная и машинная графика».

Активно участвуя в организации входного тестирования студентов, удалось наладить работу между кафедрами по схеме «поставщик – потребитель», когда совершенствование учебного процесса уже не потребовало таких существенных корректировок. Выявленные недостатки ликвидировались подготовкой специальной методической литературы, электронных учебников, перестройкой программ семинаров и т.д. Одно из подобных направлений, в котором сейчас работает кафедра – пересмотр методики проведения итогового государственного экзамена по физико-математическому циклу.

Конечно, без совершенствования лабораторной базы и методического обеспечения указанные мероприятия не могут полностью решить проблему повышения качества подготовки специалистов, но позволяют оперативно выявить узкие места в подготовке студентов и корректировать ход учебного процесса, основываясь на достаточно объективных данных.

Использования ресурсов информационной образовательной сети для повышения качества обучения студентов с ограниченными возможностями здоровья

Основной причиной затруднения в обучении инвалидов по слуху следует признать слабоструктурированное модельное мышление. Из дополнительных причин, можно выделить более сильную утомляемость, а также потери информации в системе «преподаватель-студенты» или «преподаватель-сурдопереводчик-студенты».

Это ослабляет мотивационное обеспечение учебной деятельности студентов, что сказывается на ее результатах. Применение к слабослышащим студентам мер, в основе которых лежат так называемые отрицательные стимулы познавательной активности неизбежно приводит к угасанию познавательной деятельности.

Целью экспериментальной работы явилось управление познавательной деятельностью слабослышащих студентов в процессе обучения с использованием информационных образовательных ресурсов.

Основу учебно-методического комплекса составил типовой электронный практикум «Информационные технологии. Компьютерная графика».

На основании типовой технологической карты изучения порции материала [1] была разработана общая схема организации занятий. Студенты самостоятельно осваивали обучающие элементы темы, отвечали на вопросы, тестировались. Обучение каждого шло по персональной траектории, согласно индивидуальным особенностям обучающегося (темп продвижения по материалу, память, способы усвоения учебной информации, особенности организации учебного труда).

Результаты диагностики показали, что у всех участников экспериментальной группы наметились положительные сдвиги в развитии общих учебных умений, выражающееся в том, что знания и способы деятельности, усваиваемые обучающимся становятся средством развития познавательного потенциала личности.

Литература

1. **Троицкая Е.А., Моныхов М.Ю.** Формирование методической системы автоматизированного обучения в образовательной сети // В кн. Информационные образовательные сети. Основы теории и методика применения: Монография, Владим. Гос. Ун-т, Владимир, 2001, 147-167.

УДК 378.14: 514.18

А.М. ФЕДОТОВ, к.т.н., доц.
(ИГЭУ)

К вопросу о качестве графического образования

Знание и умение правильно и качественно выполнять графическую часть любого проекта является важной составляющей инженерного образования. Получение знаний по данной части инженерного образования (графическое образование) начинается на первом курсе на кафедре конструирования и графики и продолжается на последующих курсах, вплоть до дипломного проектирования, на других кафедрах. Таким образом, необходимо выделить два этапа, на которых ставятся различные задачи и имеются свои проблемы.

На первом курсе в первом семестре студенты изучают раздел «Начертательная геометрия». По данному разделу сдается экзамен, по которому успеваемость довольно низкая (50-70%). Во втором семестре изучается раздел «Инженерная графика». Успеваемость по данному разделу – 85-95%. В связи с этим, основное внимание в докладе уделяется рассмотрению проблем при изучении раздела «Начертательная геометрия».

В качестве основных факторов, оказывающих влияние на процесс обучения, были выбраны:

- знание необходимых теорем по школьному курсу «Стереометрия», которые проверялись путем входного тестирования;
- методическое обеспечение учебного процесса;
- квалификация преподавателей;
- психологические аспекты перехода от школьной системы образования к вузовской.

Анализ указанных факторов показал, что основной проблемой студентов в первом семестре является трудность перехода к вузовской системе образования. Следовательно, требуется в первом семестре поиск переходной системы преподавания.

При выполнении графической части любого проекта требуется, в соответствии с государственным стандартом, осуществление нормоконтроля, который проводится преподавателями той кафедры, на которой этот проект выполняется. Анализ графической подготовки инженеров по некоторым специальностям показал на недостаточную точность проведения нормоконтроля. Следовательно, для проведения сквозной графической подготовки студентов необходима разработка единой системы нормоконтроля.

Структура построения матрицы качества в задаче диагностики обучения

Рассматривая процесс обучения как сложившуюся и функционирующую среду, состоящую из трех классических подсистем по Джурану: кадры, база и сырье, предложен дискретный алгоритм локализации дефектов в системе обучения с точностью до зоны, адреса и имени в подсистемах на основе стандартной технологической циклограммы обучения в соответствии с моделями РИТМ, TQM и введением контрольных выборок оценки антикачества.

Алгоритм реализуется в три этапа. На первом этапе локализуется зона дефекта на основе контрольных диаграмм. На втором, – адрес дефекта посредством анализа девяти компонент контрольной матрицы (KM). KM содержит девять рейтинговых (Re) показателей. По главной диагонали расположены административные рейтинги диагностической модели: σ_k , σ_c , σ_b , σ_k – административный Re преподавателя. σ_c – административный Re клиента. σ_b – административный Re базы. Он устанавливается независимой экспертной комиссией. Вторую группу показателей составляют административно-касательные и касательные рейтинги. τ_{ck} – касательный Re оценки студентом преподавателя. Он характеризует оценку работы преподавателя с аудиторией. τ_{kc} – касательный Re оценки работы клиента преподавателем. Определяет оценки работы клиента преподавателем в конкретном предмете обучения. τ_{bk} – административно-касательный Re оценки компетентности преподавателя при использовании имеющейся базы. Дает представление о творческих возможностях и умении использовать предоставляемую базу. τ_{cb} – касательный Re оценки клиентом предоставляемой базы. Определяет оценку клиентом предоставляемой ему базы. τ_{kb} – касательный Re готовности базы для выполнения качественной творческой работы преподавателя и устанавливается конкретным преподавателем. τ_{bc} – административно-касательный Re оценки компетентности клиентов при использовании имеющейся базы. Характеризует творческие возможности, умение и способности клиента работать с предоставляемой базой. Реализуется административным тестированием. Все компоненты матрицы вычисляются путем социологического карт-опроса по пятибалльной шкале.

Имя дефекта диагностируется посредством повторного послыльного социологического опроса в соответствии с анализом компонент контрольно-рейтинговой матрицы на дихотомическом уровне. Метод прошел апробацию в проблемных кадровых и базовых областях кафедр теоретической и прикладной механики.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 7. МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ	4
СЕКЦИЯ 8. ТЕПЛООБМЕН В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВКАХ.....	333
СЕКЦИЯ 9. ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА И МЖУ	78
СЕКЦИЯ 10. ДИНАМИКА, НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	98
СЕКЦИЯ 11. МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ	122
СЕКЦИЯ 12. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ	132
СЕКЦИЯ 13. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	160
СЕКЦИЯ 14. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ НТП	184
СЕКЦИЯ 16. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ.....	219

АВТОРСКИЙ ИНДЕКС

Абакшина Т.А.	184	Ватлецов А.В.	175	Дорофеев В.Н.	57, 75
Авдониин Е.Г.	41, 42, 44, 58, 160	Верещагин В.Е.	81	Егорычева Е.В.	140
Аль Хамри С.С.	161	Верхорубова Е.О.	39	Ежова Е.В.	97
Ананьев С.С.	125, 135	Виноградова Л.В.	175	Елин Н.Н.	34, 35
Андруняк И.В.	52	Владимиров И.С.	56, 71	Ермолаев Л.Л.	56
Анисимов А.А.	11, 21	Волков А.В.	6	Ерофеев В.В.	102, 176
Анисимов В.М.	97	Волкова М.Ю.	143, 145	Ерофеев С.В.	102
Анисимов С.В.	18	Воробьева О.К.	206	Ефремов С.Ю.	45
Антипин А.В.	51	Ворожейкин М.Н.	221	Жбанова Е.В.	146
Арианов С.В.	107	Ворошин Д.А.	163, 175	Жуков В.П.	122, 123, 124, 130, 131
Аршиненко И.А.	62	Высоцкий В.Е.	81	Зайцев А.А.	142, 144
Астраханцева И.А.	206	Вялков А.В.	23, 25	Зайцев А.С.	121
Афанасьев А.В.	219	Гажур О.В.	199	Закамский Е.В.	179
Аюпов Д.Ш.	219	Галанин В.А.	23	Зарубин З.В.	101, 119, 242
Балмасов А.В.	31	Ганджа С.А.	82	Захаров В.М.	38, 49
Банников А.В.	38, 49	Герасимов С.М.	218	Зверев Ю.В.	86
Баранцева Е.А.	126, 127, 128	Гильмутдинов А.Ю.	44	Иванков В.А.	5, 16, 22
Барочкин Е.В.	123, 131	Глазов В.С.	39, 64	Игнатъев А.Г.	176
Барыкин С.Е.	185	Глазунов В.Ф.	223	Игнатъев Е.Б.	175
Белов И.А.	109	Гнездов Е.Н.	48, 50, 67, 68	Игнатъев Е.К.	155
Беляев А.В.	169	Гнездова О.М.	48	Иншакова П.И.	39
Беляков А.В.	108	Голенков В.П.	40	Казаков Ю.Б.	78, 90, 93, 94
Битераков Ю.Ф.	186	Голов В.П.	77, 200	Калимулина С.И.	59
Биткин В.П.	195	Голубев А.Н.	27, 224, 237	Калинин А.К.	189
Блинов В.Б.	133, 138	Горбачев А.Н.	108	Калинин С.А.	126
Боброва С.П.	184	Горбунов А.Н.	203	Капустин В.П.	76, 77
Богородская О.Е.	184	Горбунов В.А.	37, 46, 54	Капустин С.А.	167
Бойко Е.А.	53	Гордовский Р.П.	47, 55	Капустин С.Ю.	164
Бойков А.А.	239	Горинов О.И.	37, 54	Караулов В.Н.	84
Болотов А.Н.	96	Грачев П.Ю.	97	Карпенко О.И.	179
Борисов В.В.	188	Гребнов С.В.	219	Карцев А.В.	94
Борисов В.Н.	162	Грибалко А.В.	200	Карякин А.М.	203, 204, 217
Бочкарев В.И.	103	Гринь Е.А.	103	Каск А.М.	73
Будник Г.А.	184	Гришин А.П.	177	Кашин А.В.	149
Булдукян Г.А.	22	Громов А.К.	84, 227	Кирпичев И.В.	110
Бурков А.П.	4, 12, 13	Грошев В.М.	157	Климов Д.А.	165, 169
Бурков В.М.	32	Губаев Д.Ф.	179	Кожеников С.О.	148
Бухмиров В.В.	33, 48, 50, 51	Гусенкова Н.П.	64	Козырев В.В.	112
Быков А.А.	91, 187	Гушин С.Н.	60	Козырин Е.В.	117
Вавилкин Н.М.	33	Гуюмджян П.П.	141, 146	Коккоулин А.Н.	180
Варенцова М.В.	208	Деков С.В.	28	Колибаба О.Б.	64
Варков А.А.	4	Денисенко С.Г.	60	Колобкова О.А.	228
Варков Е.А.	7, 10	Депутатов В.П.	177	Колобов А.Б.	105
Васильев П.Д.	211	Добрынина А.М.	207	Комин В.Г.	12, 13, 14
Васин И.В.	116	Донцов М.Г.	31		

Комиссаров В.В.	190	Льготчиков В.В.	19	Ометова М.Ю.	34
Комков Е.Ю.	166, 167	Магницкий В.А.	42	Орешников И.А.	243
Копосов В.Н.	137	Макаров А.В.	224, 237	Орлов А.С.	153
Копылова Л.Г.	20	Макаров Б.Н.	127	Осика Г.Г.	205
Копырин В.С.	83	Макарова Т.В.	209	Павлюкова Н.Л.	136
Копырина Н.В.	83	Максимов М.В.	235	Паринов С.М.	112
Королев А.Н.	237	Малашенков Ю.А.	63	Пачковский С.В.	53
Коротков В.В.	78	Малинина Н.В.	121	Петров Е.В.	50
Корягин А.Н.	40	Малков А.В.	213	Петров К.В.	104
Костерин А.Ю.	200	Малкова Т.Б.	209, 214	Петровский С.Ф.	175
Котлова Т.Б.	207	Мальхина М.Ю.	240	Писарев В.В.	116
Котов В.Л.	30, 31	Мальшев В.С.	73	Подгорков В.В.	154
Кохова Л.А.	191	Мамедов Ф.А.	79	Полетаев В.А.	132, 136,
Кравченко А.В.	116	Марков В.В.	141, 146,		142, 144,
Красильникъянц Е.В.	5, 12, 13, 16, 23	Мартынов В.А.	148 224, 237		147, 153 156
Красновский С.Я.	106, 229	Маслов Л.Б.	113	Поликарпова М.Г.	216
Кроль Т.Я.	230	Махаев А.А.	24	Помельников А.Г.	215
Крупеников С.А.	59	Махов Н.М.	164	Помельникова А.С.	150, 152
Крупнов Е.И.	72	Махов О.Н.	69	Пономарев Д.А.	129
Крылов Н.И.	80	Межеумов Г.Г.	124, 130	Пономарева К.А.	240
Кукукина И.Г.	209	Мизонов В.Е.	122, 123,	Попов А.Н.	95
Кулигин О.В.	181, 182, 231	Миков И.Н.	124, 126, 129	Попов Г.В.	160, 161, 169, 172, 175
Куликов К.В.	232	Милосердов Е.П.	133, 138 239	Попов П.В.	162
Куликова И.В.	184	Минуллин Р.Г.	179	Приставко В.Е.	176
Куликова О.Б.	232	Миронов С.В.	17	Пронин В.Ю.	57, 75
Курзин Ю.Е.	168	Морозов Н.А.	85	Пронина Е.С.	193
Кутинов С.А.	186	Муницын А.И.	107	Птуха Л.И.	244
Кутняков А.Ю.	58	Муницына Н.В.	107	Пучков П.В.	154
Кутумова Е.В.	76, 200	Нагорная О.Ю.	37, 54	Пыжов В.К.	40, 66, 77
Кухтей Ю.А.	181, 182	Назаров Д.Е.	172	Пышненко Е.А.	170
Кучеров С.Ю.	92	Науменко И.А.	133, 138	Ракутина Д.В.	48, 50, 51
Ладаев Н.М.	146	Наумов В.Л.	128		
Лазарев А.А.	89, 93	Невский О.И.	31	Ратманова И.Д.	230, 245
Лазарев А.Г.	89	Нестерович Е.В.	8	Ратников С.В.	30
Лапин А.Н.	86	Нестерчук Е.С.	41	Рачков С.В.	203
Лапочкин А.И.	140	Никееенко Е.А.	173	Ревякин Е.С.	194
Лапишинов С.Б.	234	Никишов В.Ф.	57, 75	Рубахин А.В.	15, 26
Ларионов В.Н.	180	Николаева М.А.	240	Рубцов Д.В.	88
Латышев В.Н.	157	Новиков В.В.	96	Русин Д.В.	131
Лашманов И.М.	90	Новикова О.О.	96	Рыбкина Г.В.	35
Лебедева О.А.	188	Новичков И.А.	192	Рясин В.И.	204
Ледуховский Г.В.	123, 131	Новосельская О.И.	111	Сайфутдинов Р.Ф.	95
Лезнова Н.Р.	128	Новосельский А.Н.	111	Салахутдинов Н.В.	15
Ликсонов Д.В.	115	Ноздрин М.А.	101, 119, 242	Самок Г.С.	132, 151
Логинов И.В.	27			Саркисова Л.А.	17
Лосева М.В.	141	Нуждин В.Н.	230	Сафонов А.С.	79
Лутков А.Н.	8	Овсянников М.Ю.	178	Севальнев А.Т.	201
Лхамсуренгийн Т.	175	Огурцов А.В.	130	Севрюгин Д.П.	156
Львов С.Е.	99, 110, 117	Огурцов Ф.Б.	105		

Сеницкий И.А.	111	Тарасенко В.И.	75	Цветков М.В.	56
Сенников В.В.	66, 71	Тейковцев И.А.	246	Цыкарев Ю.Б.	86
Сенников В.К.	40	Темлянцев М.В.	61	Чекмарев С.Ю.	198
Сенюшкин С.А.	46	Теплова Т.Б.	158	Черепанов О.В.	60
Сербин В.А.	33	Терехов А.И.	18, 248	Чернов К.В.	174
Сергеев А.В.	160	Терехов В.Г.	24	Чернов Ю.В.	21
Сибирко А.В.	102, 176	Терехова Н.Р.	196	Чиров В.Г.	36
Сидоров И.И.	202	Тимошин Е.Л.	55, 70,	Шабалин А.Н.	147
Сизов О.Н.	166, 167		72	Шавельзон Б.М.	60
Силуянов Б.П.	28	Тимошин Л.И.	47, 72,	Шаланда В.А.	197
Силуянов Д.Б.	28		74	Шапин В.И.	98, 99,
Слышалов Ал.В.	181, 182,	Тихомиров С.Л.	112		119, 223,
	231	Тихонов А.И.	87, 88		242, 251
Смирнов А.А.	14		90, 92	Шарафиев Р.Г.	102, 176
Смирнов Д.В.	118	Троицкая Е.А.	249	Шашенкова М.А.	217
Смирнов Д.С.	114	Тулупов П.В.	81	Шварев Е.А.	157
Смирнов Н.Н.	38, 49	Тухватчина Л.Т.	173	Швецов А.В.	161
Созинов В.П.	65	Тютиков В.В.	7, 8, 9,	Шевкоплясов П.М.	205
Соколов А.К.	172		10	Шипко Г.А.	155
Соколова Е.М.	83	Удалов В.В.	55, 70	Шипко М.Н.	150, 152
Сорвачев А.В.	162	Фалеев М.В.	135, 149	Шишканов О.Г.	52
Спановский С.С.	195	Фардиев И.Ш.	179	Шишкин В.П.	88, 230
Ставров Г.П.	76	Федотов А.М.	239, 250	Шурыгин А.М.	169
Страдомский Ю.И.	85	Федотов О.В.	112	Шурыгин М.Н.	80, 227
Строев В.П.	173	Филатов А.А.	213	Целькалов Ю.Я.	80, 85,
Субботин В.И.	47, 69,	Филатов Ю.Е.	120		90
	70, 72,	Филичев В.Т.	223	Ярунина Н.Н.	74
	74	Филичев П.В.	129	Berthiaux Н.	122
Сулейманов Ф.Н.	176	Фисенко В.Г.	95	Otwinovski Н.	130
Такташев Р.Н.	211	Фокин А.А.	108		
Тарарыкин С.В.	6, 7, 10,	Фоломеев Д.Ю.	72		
	20, 23	Фролов А.Н.	29		

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Международной научно-технической конференции
**«СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ»**
(XII Бенардосовские чтения)

1-3 июня

II том

Печатаются в авторской редакции.

Лицензия ИД № 05285 от 4 июля 2001 г.

Подписано в печать 28.04.2005. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 14,89. Уч.-изд. л. 18,49. Тираж 300 экз. Заказ .

Ивановский государственный энергетический университет
153003, Иваново, ул. Рабфаковская, 34.