ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЭИ

Администрация города Волжского

Филиал Московского энергетического института (технического университета) в г. Волжском

Волжский гуманитарный институт (филиал) ВолГУ

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Волжский институт строительства и технологий ВолгГАСУ

ПЯТНАДЦАТАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

г. Волжский
25-29 мая 2009 г.

АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ВОЛЖСКОГО

ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
(ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА) В Г. ВОЛЖСКОМ

ВОЛЖСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ВОЛГУ

ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ВОЛГГТУ

ВОЛЖСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬСТВА И ТЕХНОЛОГИЙ ВОЛГГАСУ

ПЯТНАДЦАТАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

г. Волжский
25-29 мая 2009 года

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Том 1

ВОЛЖСКИЙ МЭИ 2009

УДК 621.3+621.37[(043.2)]

Организационный комитет:
Штеменко Л.Т. (председатель), Кузеванов В.С.,
Гузеев М.М., Каблов В.Ф., Шумячер В.М.

Пятнадцатая межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов. г. Волжский, 25-29 мая 2009 г.: Тезисы докладов. В 4 т. Т. 1. – Волжский: Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском, 2009. – 108 с.

Тезисы докладов Пятнадцатой межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов города Волжского освещают актуальные проблемы в области машиностроения, химии, строительства и энергетики. Сборник предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей вузов и инженеров, интересующихся указанными выше направлениями науки и техники.

Тексты тезисов представлены авторами в виде файлов, сверстаны и, при необходимости, сокращены. Как правило, сохранена авторская редакция.

УДК 621.3+621.37[(043.2)]

© Авторы, 2009
© Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)»
в г. Волжском, 2009

СЕКЦИЯ № 1

АЛГОРИТМЫ, МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Председатель: ***Кузеванов В.С.*** – д-р техн. наук, профессор
Секретарь: ***Глущенко Е.А.*** − инженер кафедры ТЭС филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК С КОТЛАМИ-УТИЛИЗАТОРАМИ

Беликов А.А. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А.Д.*** – д-р техн. наук, профессор

Преобладающей тенденцией мирового развития современной энергетики являются высокоэффективные парогазовые технологии, ключевое звено которых – высокотемпературные энергетические газотурбинные установки (ГТУ).

Мировой технический уровень ГТУ в начале XXI века характеризуется следующими показателями: их собственный КПД вплотную приблизился к 40 %, КПД парогазовых установок (ПГУ) – к 60 %, а единичная мощность ГТУ превысила 300 МВт.

Основными направлениями развития ГТУ являются: увеличение температуры газа перед турбиной (до 1 500 °С), степень повышения давления в компрессоре (до 40), широкое внедрение новых материалов (монокристаллических − для лопаток турбины, хромистых − для дисков, высокопрочного чугуна с шаровидным графитом − для корпусов компрессора) и прогрессивных технологий охлаждения.

Наиболее перспективными и широко распространенными в энергетике стали ПГУ с котлами-утилизаторами (КУ), которые отличаются простотой и высокой эффективностью производства электрической энергии.

Главной задачей при проектировании и производстве КУ является наиболее полное использование теплоты уходящих газов. Опираясь на этот факт, разрабатывают КУ разных конструкций.

На сегодняшний день на рынке представлены КУ одного, двух и трех давлений.

В котлах-утилизаторах одного давления газы охлаждаются до температуры 150 °С. Значение КПД производства электроэнергии, как следствие, невысокое. Вместе с тем, тепловая схема такой установки проста в эксплуатации и характеризуется низкими удельными капиталовложениями. Выбор данного типа ПГУ экономически обоснован в тех случаях, когда применяется дешевое топливо.

Для дальнейшего повышения экономичности ПГУ с КУ приходится усложнять тепловую схему КУ увеличением числа контуров генерации пара

(до двух-трех) и введением промежуточного перегрева пара. В КУ двух и трех давлений уходящие газы удается охладить до 95 °С.

Следует отметить, что с дальнейшим ростом количества контуров давления в КУ рост эффективности ПГУ существенно замедляется. С каждым увеличением контуров схема КУ усложняется, добавляется новое оборудование: насосы, трубопроводы и т.д. Вследствие этого увеличиваются капитальные затраты и уменьшается надежность установки в целом. Главной задачей при проектировании тепловой схемы ПГУ является оптимальный подбор КУ для выбранной ГТУ, характеристики которой служат исходными данными, с целью полного использования теплоты уходящих газов. При этом стремятся обеспечить максимальные параметры пара с минимальными капиталовложениями.

Основываясь на анализе отечественного рынка в области ПГУ можно отметить следующий фактор: российское энергомашиностроение отстает от зарубежных производителей в части внедрения перспективных разработок − ГТУ современных конструкций с КПД выше 37 % большой мощности (свыше 170 МВт). В настоящее время в РФ производятся энергетические ГТУ устаревших типов. При строительстве ПГУ в России используются двухконтурные котлы-утилизаторы, в то время как на Западе уже производят трехконтурные.

Отсутствие современных технологий в отечественном энергомашиностроении вынуждает делать выбор в пользу зарубежного оборудования, что приводит к увеличению капитальных вложений (за счет таможенных пошлин, транспортных затрат и т.п.).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА ПО ОБЪЁМУ КАМЕРЫ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

Канцедалов А.А. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Костин В.Е.*** − канд. техн. наук, доцент

Вихревой эффект, заключающийся в снижении температуры в центральных слоях закрученного потока газа, был обнаружен инженером Ж. Ранком в 1931 году. Однако всестороннее изучение этого явления было начато после Второй мировой войны. В 1946 году физик Р. Хильш опубликовал результаты исследования вихревой трубы, а также рекомендации по ее изготовлению и эксплуатации. С начала 50-х годов и до настоящего времени ежегодно публикуются десятки работ, посвященных углубленному исследованию вихревого эффекта и его практическому использованию в различных отраслях техники.

Простота конструкции, надежность и долговечность вихревых аппаратов являются теми качествами, которые определили область применения вихревого эффекта в технике (выделение целевых продуктов из продувочных газов, осушка воздуха и других газовых смесей, генерация холода/тепла на любой газовой смеси и т.д.). Однако низкий КПД существенно ограничивает область их

рационального применения. В связи с этим повышение эффективности – одна из главных задач почти всех исследовательских работ.

Цель данной работы заключается в определении закономерностей распределения полной скорости вихревого потока по длине камеры при постоянном значении радиуса.

В соответствии с этой целью проводилось экспериментальное исследование по распределению параметров сильно закрученного газа по объёму камеры энергетического разделения вихревой трубы при различных степенях расширения.

Исследование проводилось на цилиндрической вихревой трубе диаметром 20 мм и длиной 30 калибров, с установленным в районе дросселя развихрителем (рис. 1). Было проведено две серии опытов: при степени расширения $\pi = 2$ и $\pi = 2{,}5$.

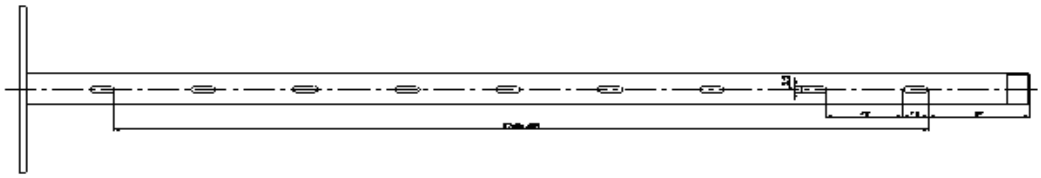


Рис. 1. Схематичный чертёж цилиндрической вихревой трубы

На основании полученных в ходе эксперимента опытных данных были построены графические зависимости распределения температуры и полной скорости потока по радиусам поперечных сечений вихревой трубы (рис. 2).

Таблица 1

Экспериментальные данные (для первого сечения)

№ п/п	$X_х$,дел	$X_г$,дел	$T_{сж}$, C	$T_х$, C	$T_г$, C	$\Delta T_х$	$\Delta T_г$	$G_х$	$G_г$	$G_{сж}$	μ	$\eta_т$	η
1.	60,00	78	26,8	-1	45,5	27,80	18,7	31,62875	37,28972	68,91847	0,45893	0,402584	0,184758

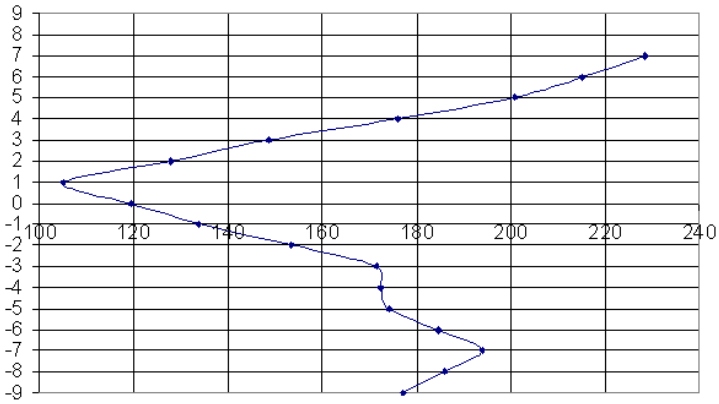


Рис. 2. Распределение полной скорости по радиусу вихревой трубы (для первого сечения)

Анализируя данные (по девяти сечениям трубы), получили закономерности, которые в большой мере дают наглядное представление о процессах, происходящих

с потоком газа в камере энергетического разделения, в частности, о распределении полной скорости потока по длине камеры при постоянном значении радиуса (рис. 3).

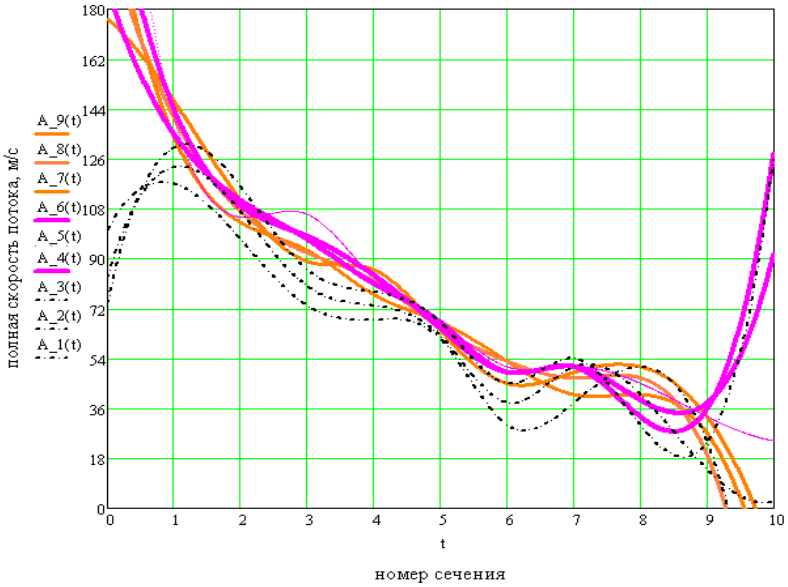


Рис. 3. Распределение полной скорости по длине вихревой трубы при r = const

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС ПЛАВКИ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Закожурников С.С. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Староверова Г.С. – аспирантка МЭИ (ТУ)
Науч. рук. ***Грошев А.И.*** − канд. техн. наук, доцент

Механизм образования карбида кремния в производственных печах изучен недостаточно, так как он принадлежит к числу сложных процессов, при которых протекают различные по физико-химической природе явления: диффузия, адсорбция, десорбция, химические реакции, кристаллохимические превращения.

Сущность процесса образования карбида кремния сводится к тому, что в результате взаимодействия двух исходных твердых продуктов SiO_2 и C образуется фаза SiC. Химическая реакция сопровождается перестройкой одной структуры в другую.

В зависимости от сорта углеродистого материала реакция образования карбида кремния происходит в широком диапазоне температур.

Также известно, что количество примесей, вносимых в печь, зависит от состава сырья. Наибольший приток примесей дает возвратная шихта. Применение возвратных материалов снижает удельный расход электроэнергии и сырьевых материалов, и в результате неоднократного их применения они все более загрязняются примесями.

Соотношение между SiO_2 и C является важнейшим в составе шихты, определяющим как качество продукта, так и показатели процесса.

При этом надо подчеркнуть, что понятие «недостатки и избытки углерода» относится к каждой точке реакционной зоны, так как испарение кремниевой кислоты делает соотношение между SiO_2 и C подвижным, и общее расчетное соотношение этих компонентов в реакционной шихте не всегда определяет его в каждой данной точке печи. Действительно, большая или меньшая крупность и реакционная способность углеродистого материала, накопление примесей, понижающих скорость испарения кремниевой кислоты, и другие факторы, зависящие от теплового режима, длительности процесса, могут резко менять это соотношение в процессе работы печи.

Избыток углерода способствует увеличению выхода продукта, но в большей степени мелкокристаллического, чем крупнокристаллического. При достижении определенного избытка углерода рост выхода крупнокристаллического продукта прекращается и наступает его падение, а затем и падение общего выхода.

Следует подчеркнуть, что оптимальная степень «гетерогенности» шихты, то есть количество кварцевого сырья, подаваемого к керну, а также изменение соотношений между SiO_2 и C во внутренней и наружной зонах печи (шихта реакционная и наполнительная или подовая), зависят от соотношений скоростей двух основных процессов в печи: испарения SiO_2 и реагирования его с углеродом, то есть от крупности и реакционной способности углеродистого материала, а также факторов, влияющих на скорость испарения (примеси, газопроницаемость).

Анализ эксплуатационных режимов печекампаний при производстве черного карбида кремния показал, что потребляемая средняя активная мощность за электротермический цикл и геометрические размеры керна также являются параметрами, влияющими на валовый и часовой выход печекампаний, которые в свою очередь отражаются на основных технико-экономических показателях процесса: удельные расходы электроэнергии и сырьевых материалов, производительность агрегатов.

Экономический эффект от внедрения наивыгоднейшей активной мощности выражается в повышении валового выхода печекампании, снижении удельных расходов электроэнергии и основных сырьевых материалов, а также в повышении производительности цеха.

Для определения оптимальных режимов процесса плавки, а также для определения влияния различных параметров, влияющих на процесс синтеза карбида кремния, необходимо провести численное моделирование теплофизических процессов и провести сравнение с имеющимися экспериментальными данными.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Юсупова А.Э. – студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Носенко В.А.*** − д-р техн. наук, профессор

Долговечность и надежность машин в технологически развитом современном машиностроении в большой мере обусловлены безотказностью работы их подвижных сочленений. Общеизвестно, что одним из наиболее ярких показателей, характеризующих нормальный режим работы машины, является шероховатость поверхности.

Шероховатость поверхности дает информацию о режиме эксплуатации и об условиях нарушения этого режима, она является «зеркалом», отражающим условия эксплуатации.

Поскольку выбор определенного вида технологической обработки в зависимости от целей применения данного объекта (детали, поверхности) осуществляется скорее на основе имеющегося опыта, то необходимо исследовать данную область для описания связей между геометрическими характеристиками поверхности и эксплуатационными показателями с помощью математического аппарата. Для выявления зависимостей необходимо проанализировать статистическую информацию параметров шероховатости поверхности, что и является целью данного исследования.

Для сбора статистической информации необходимо разработать программное обеспечение, которое позволит, имея лишь значения профиля, решить ряд задач, определяющих:

− семнадцать основных параметров шероховатости, согласно ГОСТу, и дополнительные параметры;

− законы распределения не только результирующих, но и промежуточных параметров,

и рассчитать статистические показатели.

Шероховатость поверхности определяется следующими параметрами, схематично изображенными на графике (см. рисунок):

l − базовая длина; m − средняя линия профиля; S_{mi} − средний шаг неровностей профиля; S_i − средний шаг местных выступов профиля; $H_{i\max}$ − отклонение пяти наибольших максимумов профиля; $H_{i\min}$ − отклонение пяти наибольших минимумов профиля; $h_{i\max}$ − расстояние от высших точек пяти наибольших максимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль; $h_{i\min}$ − расстояние от низших точек пяти наибольших минимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль; $R_{\max}$ − наибольшая высота профиля; y_i − отклонения профиля от линии m; p − уровень сечения профиля; b_n − длина отрезков, отсекаемых на уровне p.

При анализе полученных прибором данных, определяющих «высоту» неровностей поверхности, самым важным является нахождение базовых линий, относительно которых идет расчет всех остальных параметров. Зная уровни базовых линий, можно просчитать все параметры и сравнить законы, по которым они изменяются. Получив данные о законах распределения, можно анализировать изменение параметров шероховатости в различных условиях эксплуатации объекта (детали, поверхности), что даст необходимый материал для разработки математического аппарата.

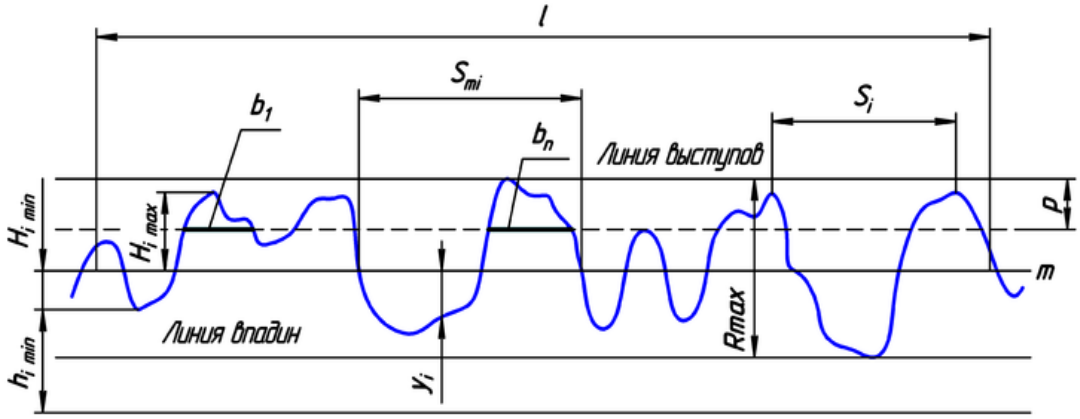


Рис. Нормальный профиль и параметры шероховатости поверхности

В качестве предполагаемых исследований можно рассмотреть возможность сбора статистической информации и последующий ее анализ на разработанном программном обеспечении.

СЕКЦИЯ № 2

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Председатель: ***Шевчук В.П.*** – д-р техн. наук, профессор
Секретарь: ***Кирсанова С.С.*** – инженер кафедры АТП филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ

Усманова С.Х. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Шевчук В.П.*** – д-р техн. наук, профессор

В настоящее время большое значение приобретают проблемы повышения эффективности управления процессом кристаллизации. Объектом исследования в данной работе является кристаллизатор МНРС.

Кристаллизатор – медная, открытая с обоих концов, изложница с полыми водоохлаждаемыми стенками, имеет высоту около 1,5 метра.

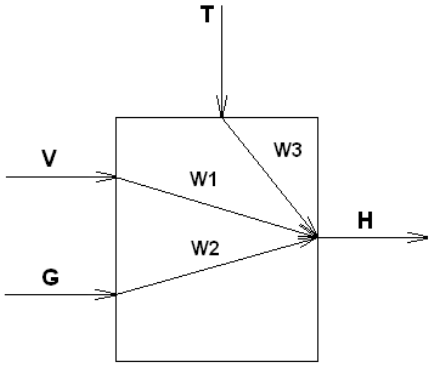


Рис. 1. Схема причинно-следственных связей

При изучении технологического процесса непрерывного розлива стали было выявлено, что для повышения качества заготовки необходимо поддерживать постоянным уровень металла (H) в кристаллизаторе, что способствует уменьшению количества неметаллических примесей и провалов металла под кристаллизатором. Уровень металла (H) поддерживается постоянным с помощью двух основных регулирующих величин – скорости вытяжки (V) заготовки и расхода металла (G). Также, на объект управления – кристаллизатор, действует возмущение в виде температуры (T).

На основе эксперимента, а также аналитическим путём были получены модели по основным управляющим каналам и соответствующие им переходные характеристики:

по каналу «скорость металла – уровень металла в кристаллизаторе»:

$$W(p) = \frac{0{,}324}{4{,}995p+1} e^{-26{,}302};$$

по каналу «расход металла − уровень металла в кристаллизаторе»:

$$W(p) = \frac{0{,}811}{6{,}994p+1} e^{-20{,}917}.$$

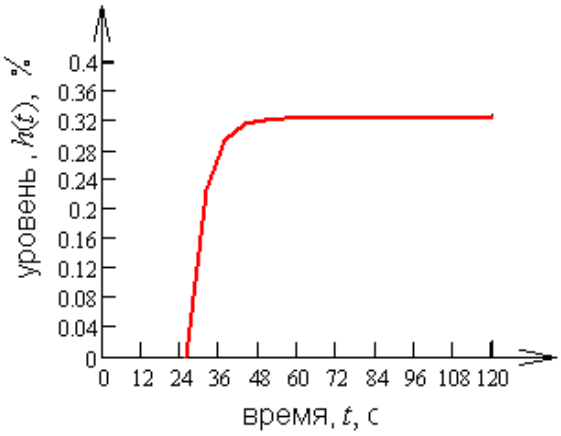


Рис. 2. Переходная характеристика с учетом запаздывания по каналу «скорость металла – уровень металла в кристаллизаторе»

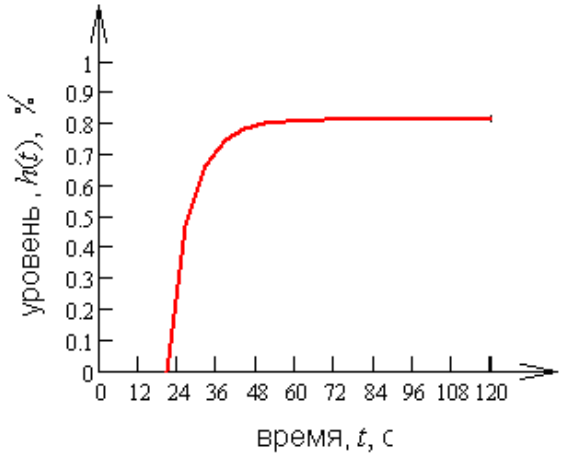


Рис. 3. Переходная характеристика с учетом запаздывания по каналу «расход металла − уровень металла в кристаллизаторе»

На основе анализа технологического процесса была разработана структурная схема автоматизации.

С помощью программы MathCad были рассчитаны настроечные коэффициенты регуляторов:

$$W_{ПИ1}(p) = 30{,}242 \cdot \left(1 + \frac{1}{0{,}578p}\right); \quad W_{ПИ2}(p) = 15{,}484 \cdot \left(1 + \frac{1}{0{,}659p}\right).$$

На основе значений передаточных функций объекта управления по основным управляющим каналам и передаточных функций ПИ-регуляторов была получена передаточная функция компенсатора в виде реально дифференцирующего звена:

$$W_k(p) = \frac{0{,}2p}{179{,}8p + 14}.$$

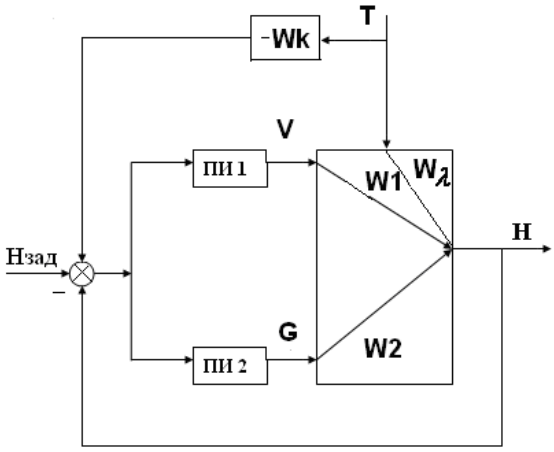


Рис. 4. Структурная схема автоматизации

В процессе имитационного моделирования, которое проводилось с помощью программы VisSim, были получены переходные характеристики.

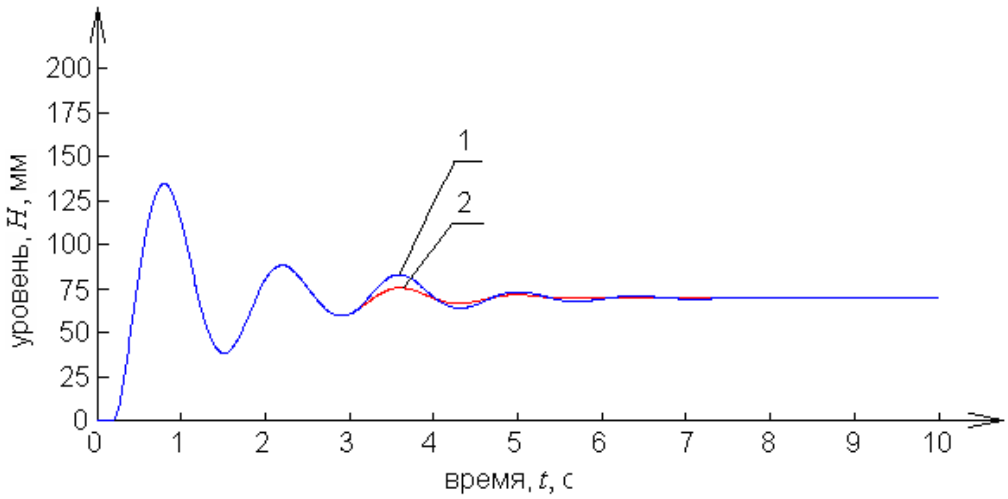


Рис. 5. График переходных процессов:

1 – без компенсации возмущения; 2 – с компенсацией возмущения

Таким образом, анализируя полученные переходные характеристики, можно сделать вывод, что эффективность управления с компенсацией возмущения выше, чем эффективность управления без компенсации возмущения. Следовательно, применение компенсатора в схеме автоматизации является необходимым.

РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ НАСОСАМИ

Филатова С.О., Гайдержий Д.С. − студенты
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Севастьянов Б.Г.*** – канд. техн. наук, доцент

Сегодня практически в каждом технологическом процессе используются центробежные насосы в комплексе с задвижками, служащими для перекачки продуктов в разные резервуары.

Была рассмотрена задача, когда разные продукты (допустим, жидкости) должны поступать в разные емкости, причем не смешиваясь. Имеются два основных и один резервный насосы и четырнадцать задвижек. Учитывается только один параметр – давление нагнетания. Были рассмотрены все возможные маршруты поступления и откачки продуктов в резервуары и из них − в нормальном и аварийном режимах (всего двадцать четыре комбинации).

Программа была реализована с помощью кросс-средств Редитор на языке FBD. Число алгоблоков – порядка 135. Также используется сеть «Транзит», в которую передаются данные из первого во второй контроллер, служащий дополнительной памятью.

В программе реализованы: сигнализация выхода регулируемой величины за установленные границы, ее сброс, ПИ-закон регулирования по каждому контуру, пуск, останов и авария насосов, открытие и закрытие задвижек, а также защита сигнала от дребезга. Предусматривается ручное и внешнее задание.

Была также осуществлена связь с верхним уровнем на базе программной платформы TraceMode 5.0, где предусматривается имитация работы системы, настройка параметров и архивирование данных, а также разграничение прав пользователей (паролирование).

Проверка программы осуществлялась на контроллерах серии Ремиконт Р-130 и ЭВМ с операционной системы Windows’98 на базе ВФ МЭИ (ТУ) в г. Волжском.

На рисунке представлена часть программы, осуществляющая аналоговое регулирование с имитацией объекта управления первого порядка.

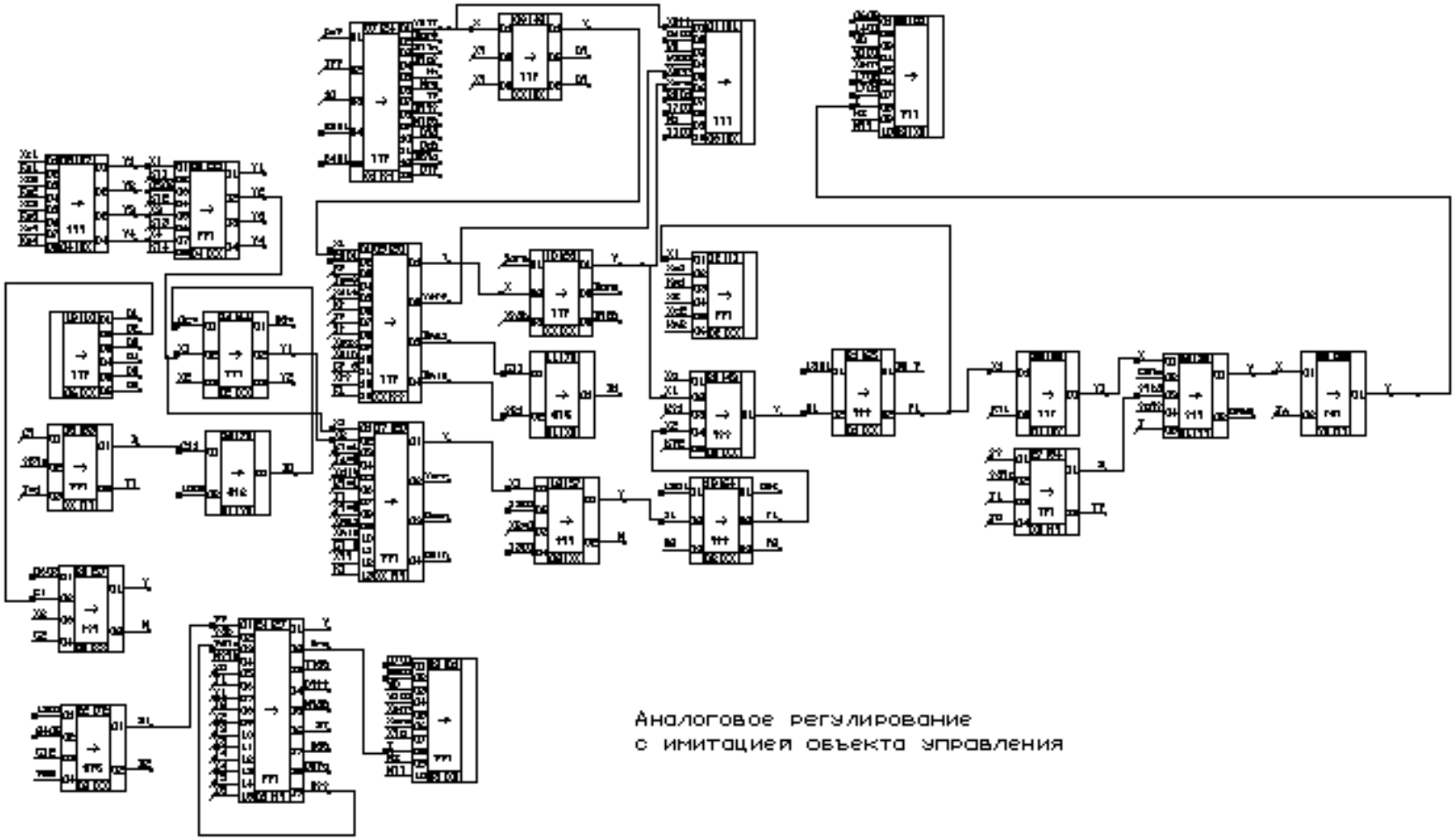


Рис. Программа, осуществляющая аналоговое регулирование с имитацией объекта управления первого порядка

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ПО СЕРИИ ДВУХМЕРНЫХ СНИМКОВ

Вдовин В.В. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Макушкин И.А.*** − ассистент

Введение

Одним из самых сложных направлений трехмерного моделирования является построение трехмерных моделей объектов по каким-либо двухмерным данным (фотоснимкам, картам, видеосъемкам), называемое фотограмметрией. Данная работа представляет собой анализ методов построения трехмерной модели объекта по серии двухмерных снимков. В работе ставится задача исследования существующих методов, программных и аппаратных средств этой технологии.

Практическая значимость работы определяется тем, что исследованные и реализованные в ней фотограмметрические методы могут быть использованы для построения трехмерных моделей объекта в различных отраслях, в том числе в учебном процессе, имитационном моделировании.

Цель исследования

Целью работы является разработка алгоритма построения трехмерной модели объекта по серии двухмерных снимков и создание соответствующего программного средства, реализующего данную технологию, для последующего анализа и сравнения с существующими программными разработками.

Базовые положения исследования

Существует множество различных фотограмметрических методов и алгоритмов. Однако основными из них являются: контурный метод; метод, использующий информацию о цвете пикселя и марочный метод.

Промежуточные результаты

Проведен анализ следующих программных средств:

− ArcView 3D Analyst;
− Image Sculpturer;
− Система POOMA;
− Polar Rose;
− Strata Foto 3D;
− ImageModeler;
− CorelDRAW 11.

Проведен информационно-аналитический обзор уже существующих программных средств, обеспечивающих технологию построения трехмерной модели объекта по серии двухмерных снимков, их сравнительный анализ, и выявлены плюсы и недостатки.

Разработана математическая модель контурного метода построения трехмерной модели объекта по серии двухмерных снимков.

Решены следующие задачи:

1) исследованы существующие программные средства и основные фотограмметрические методы;

2) разработан алгоритм построения трехмерной модели объекта по серии двухмерных снимков;

3) создано программное средство, реализующее данный алгоритм;

4) протестировано программное средство на объектах различной формы, проведен сравнительный анализ с аналогичными разработками.

Основной результат

В результате исследования был разработан алгоритм, использующий контурный метод. На основе этого алгоритма реализовано программное средство для построения трехмерной модели объекта по серии двухмерных снимков.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ БАНКОВ ДАННЫХ

Антипцев Д.А. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** − канд. техн. наук, доцент

Введение

Эффективность работы информационной системы любого предприятия, вне зависимости от его размера и сложности решаемых внутри него задач, в первую очередь зависит от организации и эксплуатации этой системы. В связи с этим возникает проблема построения оптимальной структуры обслуживания задач эксплуатации, которая позволит минимизировать расходы на развитие информационной системы и при этом максимально задействовать предоставляемые системой ресурсы. Однако даже самая эффективная информационная система нуждается в постоянном квалифицированном техническом обслуживании. В первую очередь это связано с выходом из строя системы и затратами в течение времени её ремонта, то есть простоем системы и неоптимальным использованием её возможностей.

Цель работы

Определить, какие потери несёт фирма вследствие выхода из строя информационной системы, а также составить рекомендации для сокращения этих потерь.

Причиной прямых и косвенные расходов компании, как правило, является нарушение заданного ритма работы. Это напрямую связано с работоспособностью информационной системы. Можно выделить как минимум две проблемы, влияющие на затраты компании: простой системы и недостаток ресурсов.

Размеры убытков, связанных с простоем информационной системы, зависят, главным образом, от специфики компании и решаемых ею задач. Реальные цифры потерь, обусловленные простоем информационной системы, посчитать достаточно сложно из-за большого числа факторов, влияющих на систему, и

засекреченности данных со стороны компании. Однако согласно данным, публикуемым специализированными исследовательскими компаниями, среднее время простоя информационной системы среднего размера составляет примерно 6 % времени её работы. Иногда потери от простоев информационной системы только за один год могут быть сопоставимы со стоимостью самой системы. Для решения проблем с простаиванием системы необходимо на основании статистики простоя системы вкладывать часть средств в обеспечение квалифицированного технического обслуживания, проводить своевременную диагностику системы и тем самым сокращать возможность появления неожиданного простоя системы, а также время, необходимое для устранения простоя.

Убытки, связанные с недостатком ресурсов, прежде всего выражаются в замедлении исполняемых задач. Однако решение по расширению возможности системы путём приобретения нового оборудования порой не оправдывает себя. В этом случае повышение производительности может быть достигнуто лишь действиями квалифицированного рабочего персонала.

Полученные в результате исследования данные позволят составить отчет, отражающий наиболее рациональные затраты компаний для обеспечения надёжности информационных систем.

В итоге работы по исследованию выхода из строя элементов информационной системы основной проблемой для решения является прогнозирование надёжности информационных систем.

ПРОБЛЕМА ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ПО УЗЛАМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Жуков В.С. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** − канд. техн. наук, доцент

Несомненно, в нынешний век информационных технологий базы данных используются практически во всех организациях. Важной задачей является возможность доступа к базе данных из различных точек земного шара, поэтому всё большую значимость приобретает процесс проектирования распределенной базы данных (РБД). В большинстве источников под проектированием РБД подразумевают фрагментацию и размещение базы данных (разбиение базы данных на фрагменты и принятие решения о том, где будут храниться эти фрагменты).

Для решения задачи фрагментации и размещения необходимо заранее знать способы и методы использования РБД, а также стратегию исполнения запросов, то есть проектирование фрагментации, размещения и стратегии исполнения запросов необходимо выполнять одновременно. Следовательно, эту задачу можно перефразировать так: для заданной схемы базы данных, множества типовых запросов и модели вычислительной сети (топологии) задать схему фрагментации, схему размещения фрагментов по узлам вычислительной

сети и схему выполнения каждого запроса таким образом, чтобы оптимизировать целевую функцию. В качестве целевой функции в данной задаче может выступать скорость выполнения запросов в системе, общая стоимость трафика и т.п.

В предметной области существуют две основные концепции РБД:

1. База данных размещена на нескольких серверах, взаимодействующих друг с другом. Запросы к серверам приходят от клиентских машин, на которых не могут храниться фрагменты РБД. Эта архитектура получила название *много-клиентов/много-серверов*.

2. В истинно распределенной базе данных нет различия между серверными и клиентскими машинами. Каждый узел сети может выступать и как клиент, и как сервер. Такой тип архитектуры РБД, получивший название *равный-к-равному* (peer-to-peer), требует сложных протоколов управления данными.

Большинство систем управления распределенными базами данных представлено первым типом из-за сложности необходимого для реализации peer-to-peer СУБД программного обеспечения.

Несмотря на многообразие программных средств по управлению РБД, до сих пор не существует программного продукта, позволяющего оценить оптимальность размещения базы данных по узлам сети, и поставленная задача часто решается с привлечением человеческих ресурсов, либо не решается вовсе. Кроме того, изначальная оптимальная структура может нарушиться при изменении стратегии исполнения запросов организации. Очевидно, что нарушение оптимальной структуры в конечном итоге скажется на доходах организации.

Предполагается исследовать статистическую информацию сети, в узлах которой уже размещены фрагменты распределенной базы данных: интенсивность обращения к каждому фрагменту, количество типов запросов, объемы запросов определенного типа и т.п.

На основе собранных статистических сведений необходимо сделать вывод об оптимальности по заданному критерию текущей конфигурации вычислительной сети и возможностях ее улучшения.

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Конюхов Д.В. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** − канд. техн. наук, доцент

Широкая информатизация общества, внедрение компьютерной технологии в сферу управления привели к необходимости обеспечения безопасности информации, циркулирующей в автоматизированных системах управления (АСУ). Поэтому в настоящее время резко повысился спрос на перспективные аппаратные средства криптографической защиты информации (АСКЗИ). Они позволяют

оперативно и достаточно просто закрыть конфиденциальную информацию, циркулирующую в АСУ, при наличии аппаратуры и комплекта ключевой документации.

К перспективным АСКЗИ, как элементу АСУ, предъявляют повышенные требования по безопасности, надежности и быстродействию обработки циркулирующей в системе информации. Безопасность обеспечивается гарантированной стойкостью шифрования и выполнением специальных требований, выбор которых обусловлен криптографическими стандартами, поэтому их можно считать заданными априори и опустить из рассмотрения.

Надежность и быстродействие обработки информации зависят от выбранной структуры АСКЗИ и, следовательно, поддаются оптимизации. Перспективная АСКЗИ включает в себя ряд функционально завершенных узлов и блоков, обеспечивающих заданную надежность и быстродействие. В зависимости от уровня управления соответствующий набор типовых блоков может быть расширен или продублирован для обеспечения заданных количественных критериев надежности и быстродействия. К таким функционально законченным узлам и блокам необходимо отнести:

− входные устройства, предназначенные для ввода информации в АСКЗИ;

− устройства преобразования информации, предназначенные для передачи информации от входных устройств на устройства вывода в зашифрованном, расшифрованном или открытом виде;

− устройства вывода, предназначенные для вывода информации на соответствующие носители (бумажный бланк, перфолента, дискета, дисплей и т.д.).

Разобьём перспективную АСКЗИ, как сложную систему, на три уровня иерархии:

1. Подсистема вывода.
2. Подсистема обработки информации.
3. Подсистема ввода.

Подсистема вывода включает в себя устройства отображения, печати и перфорации. Следовательно, на этом уровне в качестве целевой установки, с точки зрения интересов системы управления, будет выступать быстрота обработки входящих криптограмм.

Подсистема обработки информации включает в себя тракты печати и перфорации, шифратор и систему управления и распределения потока информации. На этом уровне в качестве обобщенного критерия целесообразно выбрать пропускную способность λ_1, которая позволяет оценить оптимальность подсистемы с точки зрения оперативности обработки информации и дает возможность выработать соответствующие требования к АСКЗИ.

Подсистема ввода включает в себя клавиатуру, трансмиттер или дисковод, а также входные адаптеры, предназначенные для согласования их с выходами сетевого компьютера. Как и ранее в качестве обобщенного критерия на этом уровне целесообразно выбрать пропускную способность λ_2 подсистемы.

Для оптимизации структуры АСКЗИ целесообразно общее время обработки криптограмм для наглядности разбить по следующим этапам:

1. Ввод криптограммы в АСКЗИ.
2. Расшифровывание криптограмм.
3. Считывание и корректировка расшифрованного текста.
4. Распечатка расшифрованного и откорректированного текста.

Таким образом, согласно методологии системного подхода, любую АСКЗИ можно разбить на уровни, представляющие собой классические СМО (системы массового обслуживания), определить для них частные критерии оптимальности, а затем найти общий критерий оптимальности для всей АСКЗИ.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРОСОВ К БАЗАМ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Микрюков С.А. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** − канд. техн. наук, доцент

Введение

Корпоративные сети охватывают даже самые отдаленные производственные участки предприятия. Пропускная способность каналов связи до некоторых структурных подразделений недостаточна для корректной и адекватной работы части программных продуктов, построенных на технологии «клиент-сервер». В большинстве случаев эти программные продукты так или иначе касаются баз данных информационных систем. Информационные системы нашли широкое применение в системах, решающих производственные, экономические, технологические и другие задачи самого разного профиля. Эффективность таких систем зависит от нескольких факторов: технического обеспечения, структуры хранения данных, структуры запросов.

Цель работы

Определить способы и пути повышения эффективности информационных систем.

Проблема может быть решена либо за счет установки дополнительного сервера в удаленном структурном подразделении (и пользователь работает именно с этим сервером), либо за счет увеличения пропускной способности канала передачи данных, что не всегда экономически и технологически оправдано. Проблему можно решить и другим способом. Во-первых, вместо дополнительного сервера в удаленном структурном подразделении ставится рабочая станция – буфер, которая хранит результаты последних запросов. Во-вторых, оптимизируется запрос к базе данных информационной системы. Можно выделить два основных метода оптимизации запросов – статистический и алгебраический. Статистический метод базируется на системе оценок, статистике базы данных и допущения модели. Применение эвристик сужает пространство поиска, и выбирается оптимальный

план выполнения запроса. Алгебраический метод основан на применении к запросу операций реляционной алгебры и математической логики, благодаря чему на выходе получается эквивалентный канонический запрос.

В качестве предполагаемых исследований можно рассмотреть возможности вывода текущего запроса из предыдущих запросов, хранящихся в буфере и обработанных за данное время, а также разработку программной надстройки для формирования оптимальных запросов.

На основании исследования получения текущего запроса из предыдущих, применения операций реляционной алгебры и математической логики к запросам основной проблемой является прогнозирование эффективности информационных систем.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СИНХРОНИЗАЦИИ ОБЛЕГЧЕННЫХ ПОТОКОВ В СРЕДЕ WIN32

Королёв И.А. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Лясин Д.Н.*** − канд. техн. наук, доцент

Одной из тенденций современного этапа развития программных средств для ЭВМ является увеличение быстродействия выполняемых процессов. С течением времени росла мощность ЭВМ, вместе с этим росла и сложность различного рода программ, что привело к созданию большого количества программных продуктов.

В данной работе проводится исследование методов синхронизации облегченных потоков в среде WIN32. При выборе методики синхронизации постоянно приходится учитывать особенности решаемой задачи, соблюдать баланс между качеством вычислений и возможностью осуществлять их в реальном времени. В настоящее время работа с облегченными потоками не получила широкого распространения. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы, связанные с внедрением облегченных потоков для распараллеливания вычислений. Целью работы является повышение эффективности параллельных вычислений.

Для исследования был выбран способ жесткой синхронизации облегченных потоков и конвейерная модель распараллеливания вычислений. У такого метода синхронизации есть один существенный недостаток – эффективность выбранной модели зависит от деталей реализации распараллеливания вычислений.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1) исследованы существующие методы синхронизации потоков;

2) разработана математическая модель синхронизации облегченных потоков и распараллеливания вычислений;

3) проведен анализ разработанной модели.

Практическая ценность работы заключается в повышении эффективности программ. Выводы, сделанные в данной работе относительно облегченных потоков, могут использоваться разработчиками при создании новых или модификации существующих программ.

Научная новизна работы заключается в том, что был впервые проведен сравнительный анализ параллельных вычислений облегченных потоков.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Королёв Н.А. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Климова Е.В.*** – аспирантка ВолгГТУ

В настоящее время имитационное моделирование получило широкое распространение во многих сферах производственной деятельности. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы, связанные с автоматической разработкой имитационных моделей. Также не менее актуальным стал вопрос о моделировании в визуальных средах моделирования, так как в таких средах процесс создания моделей становится более понятным и простым.

Целью данной работы является разработка и экспериментальные исследования алгоритмов, ориентированных на решение задач имитационного моделирования производственных процессов с визуализацией результатов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие исследовательские задачи:

1) исследованы методы имитационного моделирования;

2) разработаны алгоритмы и программная реализация модели производственного процесса;

3) проведен сравнительный анализ эффективности методов имитационного моделирования.

Практическая ценность работы состоит в разработке компоненты моделирующей среды, которая позволяет решать практические задачи имитационного производственного процесса. Выводы, сделанные в данной работе, могут использоваться разработчиками при создании новых или модификации существующих программ, а также в учебном процессе.

Научная новизна работы заключается в том, что был проведен анализ разных подходов к построению решателей уравнений для моделирования динамических систем, что позволило оценить эффективность использования параллельных вычислительных ресурсов для комплексного решения задач моделирования, была экспериментально подтверждена работоспособность алгоритмов решения уравнений для моделей разнообразной сложности.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ВРЕДОНОСНОГО ТРАФИКА В ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

Тыртышный А.И. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Лясин Д.Н.*** – канд. техн. наук, доцент

Разработан алгоритм обнаружения SYN-flood атак на основе конечного автомата. Полученный алгоритм позволяет эффективно перекрывать уязвимость протокола TCP, а его программная реализация не требует модификации модулей операционной системы.

The algorithm of SYN-flood attacks detection has been developed. The developed algorithm allows effective overlaying of TCP protocol vulnerability and its implementation doesn't require any modification of operating system modules.

Под вредоносным понимается любой трафик, нарушающий принцип функционирования сети, определенный стандартами и вызывающий сбои в работе телекоммуникационной системы.

В условиях возрастающей нагрузки на локальную сеть растет число атак типа «отказ в обслуживании». В частности, SYN-flood атак. За август 2008 года в журнале сетевой активности ООО «ЛанКом» было зафиксировано более 200 попыток атаки данного типа.

Несмотря на обилие предлагаемых в Интернете средств защиты от подобного рода атак (Check Point, Snort, Bro, STAT, OSSEC, Prelude и др.), их применимость для решения конкретной задачи обеспечения безопасности сети, а также стоимость и эффективность реализации оказываются под сомнением и побуждают к отдельному исследованию.

За основу принят алгоритм, предложенный исследовательской группой факультета вычислительной техники университета Пердью (США, г. Лафайет, штат Индиана), основанный на конечном автомате. Исходный граф конечного автомата был модифицирован. Изменение дуг графа и условий перехода позволило улучшить стабильность работы алгоритма, исправить ряд тупиковых ситуаций и увеличить быстродействие.

Исследование показало, что применение разработанного алгоритма позволяет снизить нагрузку на атакуемый узел в среднем в 24 раза по сравнению с незащищенной системой.

В дальнейшем планируется интегрировать найденное решение в общую инфраструктуру системы безопасности локальной сети, что позволит повысить ее защищенность и увеличит эффективность межсетевого взаимодействия.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ

Пономаренко Р.М. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** – канд. техн. наук, доцент

Об Интернете сегодня знают даже те, кто вчера с трудом находил клавиши на клавиатуре. Многие пользователи до сих пор не понимают сути всемирной Сети, но уверены в том, что с помощью любимой поисковой системы найдут то, что им нужно. Множество поисковых машин и тематических каталогов делают поиск информации более доступным, но зачастую разобраться в тысячах найденных ресурсов просто невозможно.

Многие знакомы со статистикой популярности поисковых систем, она фигурирует в ряде статей на сайтах и в журналах. Просмотрим статистику популярности поисковых систем в России, предоставленную сервисом Spylog и рейтингом LiveInternet за 2008-2009 гг. (рис. 1).

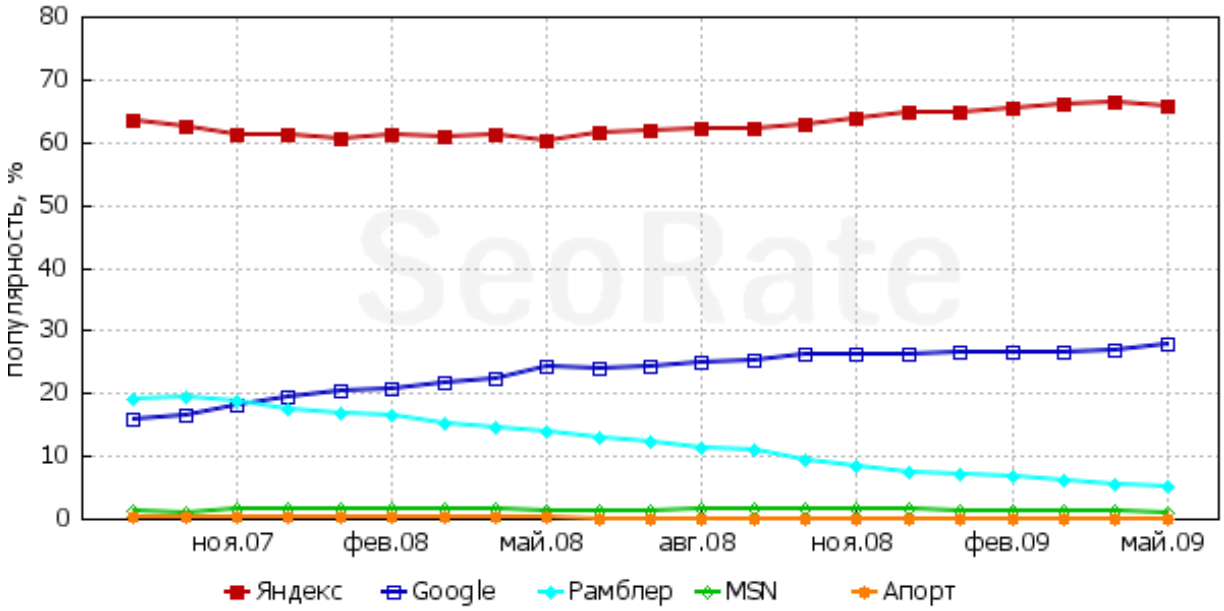


Рис. 1. Популярность поисковых систем

Основываясь на статье Никиты Миропольского и Алексея Никольникова «Исследование модели поведения пользователей при работе с поисковыми системами» (2007 г.), были получены графики распределения коэффициентов видимости, вероятности клика по позициям в результатах выдачи поисковых систем (рис. 2) и зависимость вероятности клика от сниппета (рис. 3). Какое количество запросов выводить на странице? В какие позиции помещать запросы с хорошим сниппетом? На эти и другие вопросы нам помогут ответить полученные нами ранее зависимости, которые можно использовать в улучшении интерфейса поисковых систем, которые являются неотъемлемой частью любой поисковой машины.

Также стоит учитывать модель пользователя, так как она помогает поисковой системе организовать эффективный диалог с пользователем, создает ему психологический комфорт.

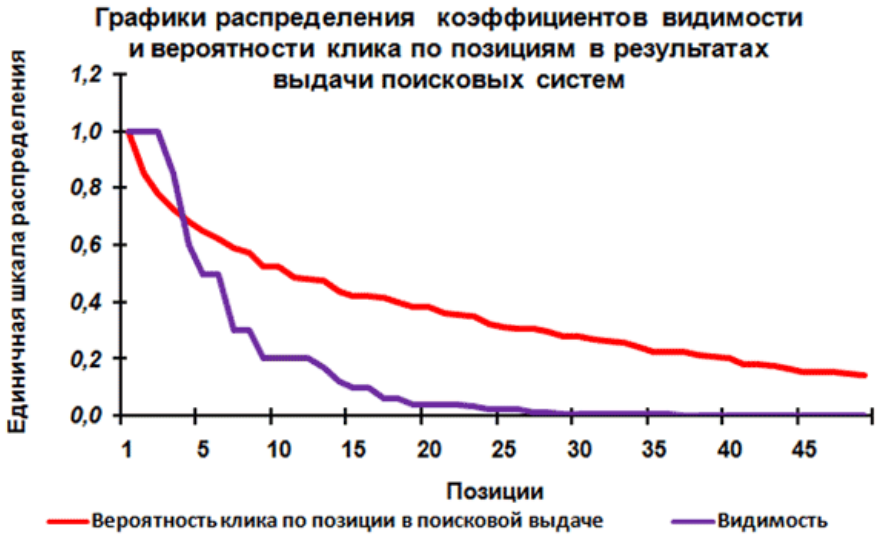


Рис. 2.

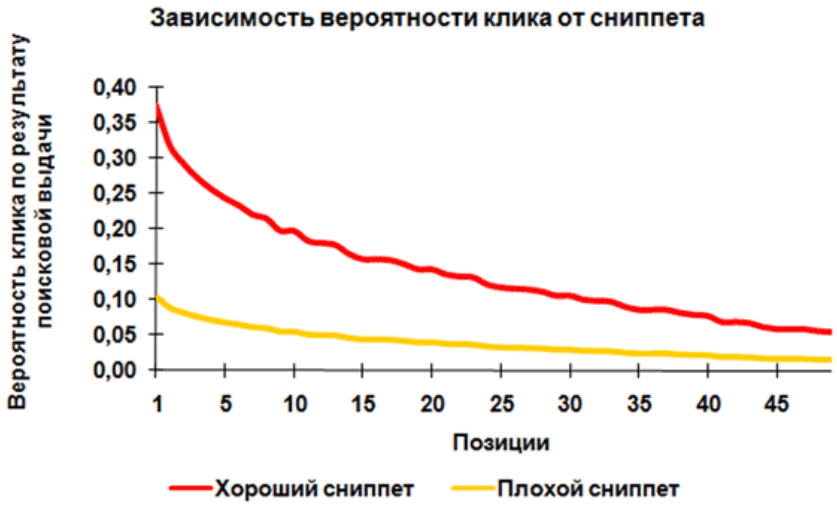


Рис. 3.

Модель пользователя – это совокупность знаний об особенностях работы пользователя с информационно-поисковой системой, его намерениях, целях и требованиях. Модель пользователя отражает взаимодействие пользователя и компьютера с позиций опыта взаимодействия в реальном мире, то есть с позиций:

– решаемых им задач;
– осуществляемых процессов;
– используемых инструментов;
– получаемых результатов.

Эта модель является фундаментом для выработки принципов и правил построения пользовательского интерфейса.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТАМИ ВОЛЖСКОЙ ГЭС

Браганец С.А.*, *Сложеникина Т.С. – студенты
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Гольцов А.С.*** – д-р техн. наук, профессор

В современных системах технологического управления гидроагрегатами ГЭС используются технические решения 40-60-х годов 20-го века. Общим недостатком всех известных способов регулирования мощности гидротурбин для многоагрегатных ГЭС является то, что для их осуществления используются одинаковые, заранее рассчитанные для всех агрегатов комбинаторные зависимости (зависимости угла разворота лопастей рабочего колеса от степени открытия направляющего аппарата). Они реализуются с помощью механических или электрических преобразователей.

В то же время каждый агрегат имеет свои отличительные особенности, не учитывающиеся в существующих системах, а также свою комбинаторную зависимость, не соответствующую зависимости, полученной на стенде завода-изготовителя, которые влияют как на саму величину КПД, так и на выбор оптимальных параметров регулирования. Проведенные эксперименты подтверждают, что при переходе на ручное регулирование на каждом агрегате за счет индивидуальной оптимизации параметров устраняется этот недостаток, и КПД агрегата повышается на 1-2 %.

Комбинаторная зависимость формируется из заводской характеристики $f_{зав}$, подаваемой на комбинатор, и дополнительной составляющей $\Delta\varphi$, которая учитывает индивидуальные особенности каждого гидроагрегата. Таким образом, для повышения КПД агрегата необходимо осуществить две основные задачи: выполнить аппроксимацию точечных значений заводской характеристики непрерывной функцией и определить дополнительную составляющую.

Однако указанный способ предполагает использовать метод подбора для нахождения комбинаторной зависимости и других параметров системы, что усложняет задачу и замедляет процесс модернизации системы. Эффективнее было бы применить методы и алгоритмы адаптивного управления, использующие обучаемые модели многомерных объектов управления (в том числе и нелинейные модели). На их базе уже созданы эффективные системы адаптивного управления объектами авиационно-космической техники, технологическими процессами химических производств и другими сложными системами [1].

Суть метода заключается в том, что в цепь обратной связи системы управления включают обучаемую математическую модель процессов формирования момента движущих сил турбины, активной мощности и опорных траекторий перехода переменных состояния гидроагрегата в требуемое состояние. Математическая модель содержит нелинейные уравнения, описывающие эти процессы, и учитывает неконтролируемые возмущающие воздействия на объект управления.

Обучение математической модели осуществляют в два этапа. На первом этапе − предварительного обучения, определяют (например, методом наименьших квадратов) параметры нескольких моделей анализируемых процессов и выбирают наилучшую модель.

Второй этап заключается в том, что в процессе управления оцениваются переменные состояния и параметры, а также возмущающие воздействия, используя значения текущих входных и выходных сигналов (например, с помощью реккурентного метода наименьших квадратов). Выходной сигнал обученной системы должен обращать в минимум регуляризованный функционал обобщенной работы (ФОР) [2].

Результаты, полученные после применения модели к различным пускам, показывают снижение гидравлических потерь, снижение вибраций, биений и, как следствие, увеличение межремонтного периода и улучшение качества энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гольцов А.С.* Адаптивные системы автоматического управления нелинейными объектами. – Орел: Академия ФАПСИ, 2001. – 156 с.

2. *Гольцов А.С.*, *Клименко А.В.*, *Лытиков О.Л.* Адаптивная система управления процессом пуска гидротурбины ГЭС // Авиационно-космическая техника и технология. − 2007. − № 26. − С. 145-151.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ СТЕПЕНИ НАСЫЩЕНИЯ АБСОРБЕНТА

Болдырев И.А. – аспирант МЭИ (ТУ)

Критерием качества управления технологическим процессом абсорбции выбирают текущее значение степени насыщения абсорбента. Информационно-измерительная система (ИИС) для определения текущих значений степени насыщения абсорбента $\psi(t)$ по уравнению измерения (1) имеет два измерительных канала (ИИК) с дробно-нелинейным взаимодействием. Структура ИИК является типовой [1] и содержит следующие основные операции обработки измерительной информации: преобразование значения измеряемой переменной в соответствующий ему электрический сигнал; нормирование сигнала; аналого-цифровое преобразование нормированного сигнала; обработка результатов измерений и вычисление текущего значения измеряемого параметра; цифро-аналоговое преобразование результата.

Основной отличительной чертой измерительных каналов рассматриваемой ИИС является наличие в них компенсации инерционности процесса абсорбции (1).

$$\psi(t)=\left(\sum_{i=0}^{n}x(i\cdot Ts)\cdot h_x(n\cdot Ts-i\cdot Ts)+\sum_{i=0}^{n}F(i\cdot Ts)\cdot h_F(n\cdot Ts-i\cdot Ts)-x(t)\right)\Big/\big(x^*-x(t)\big),\quad (1)$$

где $x(t)$ – концентрация абсорбируемого компонента в абсорбенте на входе в абсорбер; $F(t)$ – расход абсорбента; $x*$ – максимально возможная концентрация абсорбируемого компонента в абсорбенте при температуре абсорбции; $h_x(i \cdot Ts)$ – весовая функция абсорбера по каналу «концентрация абсорбируемого компонента на входе в абсорбер – концентрация абсорбируемого компонента на выходе из абсорбера» без учета времени запаздывания; $h_F(i \cdot Ts)$ – весовая функция абсорбера по каналу «расход абсорбента – концентрация абсорбируемого компонента на выходе из абсорбера» без учета времени запаздывания; Ts – период опроса датчиков; $t = n \cdot Ts$ – текущий момент времени.

Два измерительных канала содержат четырнадцать параметров (параметры сигналов на входе в ИИК, динамические характеристики первичных и вторичных преобразователей, коэффициенты настройки цифровых фильтров, параметры динамических компенсаторов, период опроса датчиков), влияющих на итоговую погрешность измерения, поэтому особенно остро встает проблема выбора оптимальных параметров настройки измерительной системы. Для этого необходимо создание математических моделей метрологических характеристик ИИС (методической статической и динамической составляющих погрешности) измерения текущего значения степени насыщения абсорбента и исследование зависимости составляющих погрешности от настроечных коэффициентов измерительной системы.

После линеаризации уравнения измерения (1), получения математических моделей измеряемых сигналов и помех, а также выбора моделей функциональных блоков, входящих в состав измерительных каналов [2], были получены математические модели методической статической и динамической составляющих погрешности измерения для случая воздействия на систему помехи типа «белый шум» и коррелированной помехи. Показано, что статическая методическая погрешность отсутствует, а методическая динамическая погрешность является центрированной случайной функцией. Дисперсия динамической погрешности представлена как функция параметров ИИС, таких, как: период опроса датчиков, параметры настройки цифровых фильтров, постоянные времени динамических компенсаторов.

Полученные математические модели позволяют количественно оценить метрологические характеристики ИИС измерения степени насыщения абсорбента и могут быть использованы для поиска оптимальных параметров настройки системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шевчук В.П.* Расчет динамических погрешностей интеллектуальных измерительных систем. − М.: Физматлит, 2008. − 228 с.

2. *Болдырев И.А.*, *Качегин Д.А.*, *Шевчук В.П.* − Прибор для измерения степени насыщения абсорбента. − Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. − № 2, 2008. – С. 30-34.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОСОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Курьянов В.Н. – аспирант МЭИ (ТУ)

При современных темпах удорожания ископаемых топливных ресурсов и повышении требований к охране окружающей среды использование энергии ветра и солнца является наиболее перспективным направлением производства энергии. В России возможности солнечной и ветроэнергетики остаются практически нереализованными.

Необходимость разработки и применения ветросолнечной электростанции обуславливается также следующими факторами:

− необходимостью выполнения международных обязательств России по сохранению окружающей среды и установленных государством энергосберегающих, природоохранных и экологических нормативов;

− высокой экономической и экологической конкурентоспособностью ВЭС и солнечных электростанций в сравнении с ТЭЦ и АЭС, доказанной мировым опытом эксплуатации;

− высоким ветроэнергетическим потенциалом России, превышающим 50 000 млрд. кВт-час в год;

− высоким гелиоэнергетическим потенциалом большинства регионов России: в среднем без ориентации на Солнце – 1 433 кВтч/м^2, с ориентацией – 1 895 кВтч/м^2;

− наличием многолетних метеорологических данных Росгидромета по ветровым характеристикам практически всех регионов России для оптимального определения номинальных мощностей ВЭС.

В научной литературе по данной тематике постоянно публикуются статьи, однако в основной своей массе они содержат сведения о создании какой-либо установки в отдельности, либо совместно, а информации по их мониторингу и диагностике состояния с целью управления не приводится, либо не имеется в настоящее время.

Существует патент за № RU2285209 от 13.04.2005 г. «Способ размещения панелей солнечных батарей». Однако в данном способе панели располагают рядами и ориентируют на солнечные лучи вручную. В нашей работе предполагается автоматическое ориентирование солнечной батареи.

Также имеется множество патентов на ветроэнергетические установки, но патентов по управлению качеством получаемой электроэнергии не обнаружено.

Поскольку создание ветросолнечных электростанций относится к критическим технологиям в России, то тема является весьма актуальной. Кроме того, из всей гаммы технических средств автоматизации, которые применяются для создания измерительных и управляющих систем, наибольшую значимость имеют исполнительные механизмы − двигатели различных конструкций и назначений для ориентации панелей на солнце и генераторы ветроустановок. Поэтому

в общей структуре информационно-измерительной системы, предназначенной для управления ветросолнечными электростанциями, на первое место выдвигаются задачи мониторинга текущего состояния работоспособности электротехнического оборудования. А среди этих задач главной является создание эффективных алгоритмов диагностики работоспособности электротехнического оборудования электростанции.

Данная тема – важная. Имеется много научных работ, серийных изделий во многих станах. Но вопросы мониторинга и диагностирования их состояния в процессе постоянной роботы, построения математических моделей двигателей при управлении положением элементов и узлов установки, построения ИИС для автоматизации процессов управления и диагностирования исследованы и описаны недостаточно полно (по крайней мере, в доступной литературе), что препятствует появлению изделий, отвечающих растущим потребностям науки и техники.

Таким образом, проблема создания информационно-измерительных и управляющих систем для ветросолнечных электростанций является весьма актуальной.

Целью работы является создание информационно-измерительной системы для диагностики текущего состояния электрооборудования ветросолнечной электростанции.

Можно выделить несколько задач научного исследования:

− создание экспериментальной установки, предназначенной для оперативного контроля качества электроэнергии, вырабатываемой генератором ветроколеса, и диагностики качества ориентации (управления) панелей гелиоустановки с помощью шаговых двигателей;

− разработка структуры каналов обработки измерительной информации для управления положением элементов и узлов ветросолнечной электростанции;

− разработка алгоритмов диагностики текущей эффективности работы электротехнического оборудования ветросолнечной электростанции.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФИЛЬТРАЦИИ

Усманова С.Х.*, *Соколова Е.Ю. − студенты
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Севастьянов Б.Г.*** – канд. техн. наук, доцент

Система оборотного водоснабжения является неотъемлемой частью любого предприятия. Цель данной системы – уменьшить количество потребления воды извне и максимально использовать воду по замкнутому циклу.

В частности, в системе оборотного водоснабжения для очистки воды используются фильтры. Обычно работа фильтров предусматривается в двух режимах: автоматическом и ручном.

Основная задача заключается в разработке системы автоматического управления группой фильтров на примере двух фильтров. За основу взят один из алгоритмов управления фильтрами.

Основными алгоритмами являются – алгоритм фильтрации и алгоритм промывки. Для того чтобы сохранить надёжность работы системы, фильтры должны выводиться по очереди. Промывка состоит из следующих операций: продувка воздухом и промывка горячей водой.

Работу алгоритма отражает временная диаграмма, представленная на рис. 1.

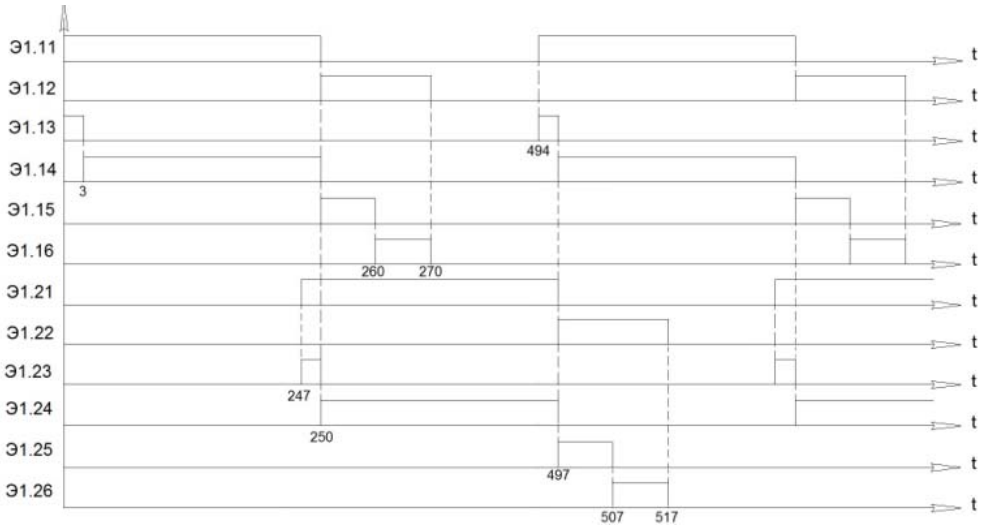


Рис. 1. Временная диаграмма

Программа была реализована с помощью кросс-средств Редитор на языке FBD.

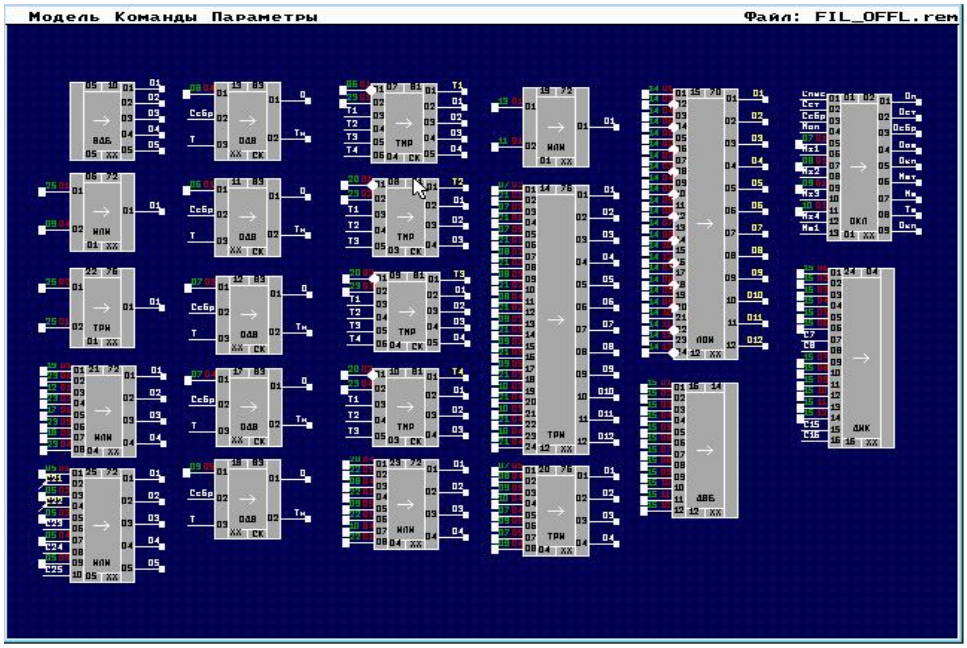


Рис. 2. FBD-программа

Была также осуществлена связь с верхним уровнем на базе программной платформы TraceMode 5.0.

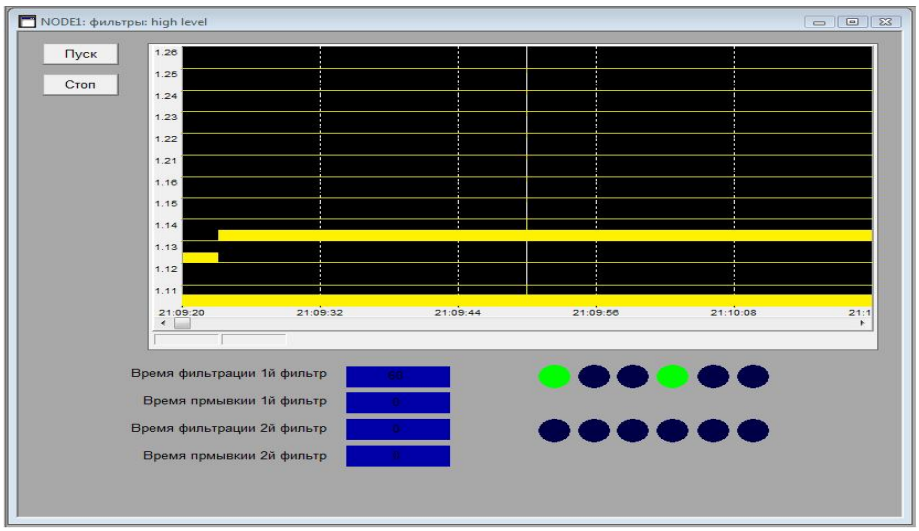


Рис. 3. Связь с верхним уровнем

Данная разработка может быть использована в дальнейшем для выполнения лабораторных и курсовых работ по данной тематике.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКОЙ 6ВМ16-140/200М1

Климов М.А. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Мокичева Ю.В.*** − ст. преподаватель

Машины, предназначенные для сжатия и перемещения газов, называются компрессорами. Они являются основным технологическим оборудованием и непосредственно участвуют в изготовлении продукта в химической, нефтехимической, газовой промышленности. Компрессоры используются в производстве минеральных удобрений, пластмасс, при добыче, транспортировке и переработке природного газа, нефти, искусственных жидких топлив.

Существует большое разнообразие классификаций компрессоров, основные из которых:

• по принципу действия − объемные, динамические и струйные;

• по создаваемым ими давлениям нагнетания − компрессоры низкого, среднего, высокого и сверхвысокого давления;

• по величине производительности − микрокомпрессоры, мини-компрессоры, компрессоры средней и большой производительности;

• по виду сжимаемого газа − воздушные, азотно-водородные, этиленовые, азотные, кислородные, гелиевые, водородные, хлорные;

• по расположению осей цилиндров в пространстве − вертикальные, горизонтальные и угловые.

Компрессорная установка 6ВМ16-140/200М1 предназначена для сжатия атмосферного воздуха в установках его разделения. Компрессорная установка состоит из поршневого горизонтального шестиступенчатого шестирядного компрессора с ограниченной смазкой цилиндров и сальников, главного электродвигателя и вспомогательного оборудования.

Работа компрессора: атмосферный воздух поступает в первую ступень с начальным давлением и температурой, сжимается в ней и выталкивается из цилиндра в полость нагнетательных клапанов и затем поступает в межступенчатую коммуникацию с более высоким давлением и температурой. Двигаясь по межступенчатой коммуникации, воздух охлаждается, главным образом, в межступенчатом газоохладителе, давление его снижается из-за газодинамических потерь в коммуникации. Затем воздух засасывается в следующую ступень, и вышеизложенный процесс повторяется. Шестиступенчатое сжатие заключается в последовательном повышении давления в ступенях. В шестой ступени воздух сжимается до конечного давления 20 МПа. В качестве составляющей части компрессорной установки рассмотрен газоохладитель, который представляет собой кожухотрубный теплообменник. На основе уравнения динамики теплового баланса определена передаточная функция объекта по каналу «расход воздуха – температура воды на выходе» и построена переходная характеристика (см. рис.).

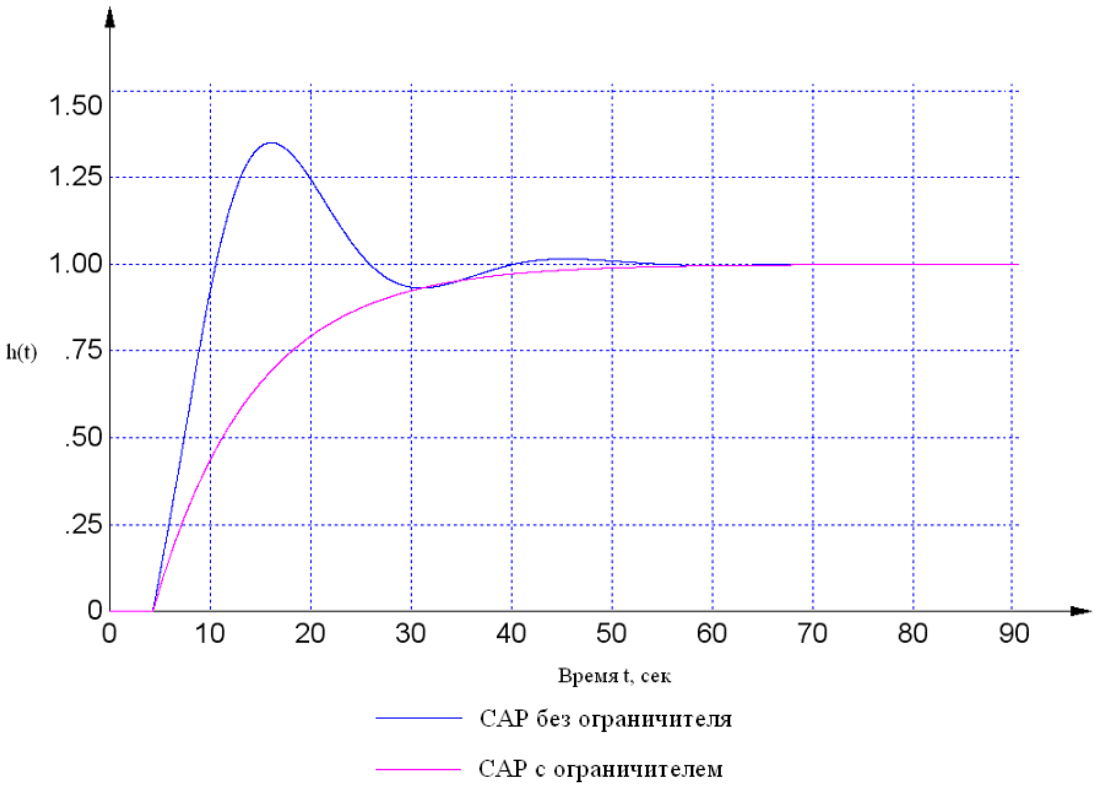


Рис. Переходная характеристика системы автоматического регулирования (САР) с ограничителем по расходу воздуха и без него

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ АБСОРБЦИИ

Тырина А.В. − студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Агринская С.А.*** − ассистент

Повышение качества процесса абсорбции при производстве азотной кислоты является важной задачей. На качество процесса абсорбции влияет множество факторов: расход нитрозных газов; концентрация кислоты, подаваемой на орошение колонны; давление; температура; концентрация нитрозных газов.

В данной работе рассматривался процесс абсорбции оксидов азота. Объектом управления являлась абсорбционная колонна. Она представляет собой насадочную абсорбционную колонну из нержавеющей стали. Колонна состоит из сварного корпуса, заполненного кольцами Рашига, колосниковой решетки и разбрызгивающего устройства. Входной величиной является расход газа, поступающего в колонну. Возмущающим воздействием является концентрация кислоты, подаваемой на орошение в абсорбционную колонну. Выходной величиной является концентрация полученной кислоты. Передаточные функции по каналам «расход газа – концентрация полученной кислоты» и «концентрация кислоты, подаваемая на орошение в абсорбционную колонну, − концентрация полученной кислоты» получены путем обработки данных пассивного эксперимента.

Также в данной работе были рассмотрены три системы автоматического регулирования концентрации азотной кислоты: одноконтурная (1, рис.), с компенсацией возмущений (2, рис.), двухконтурная (3, рис.). Для трех систем были построены графики переходных процессов (рис.).

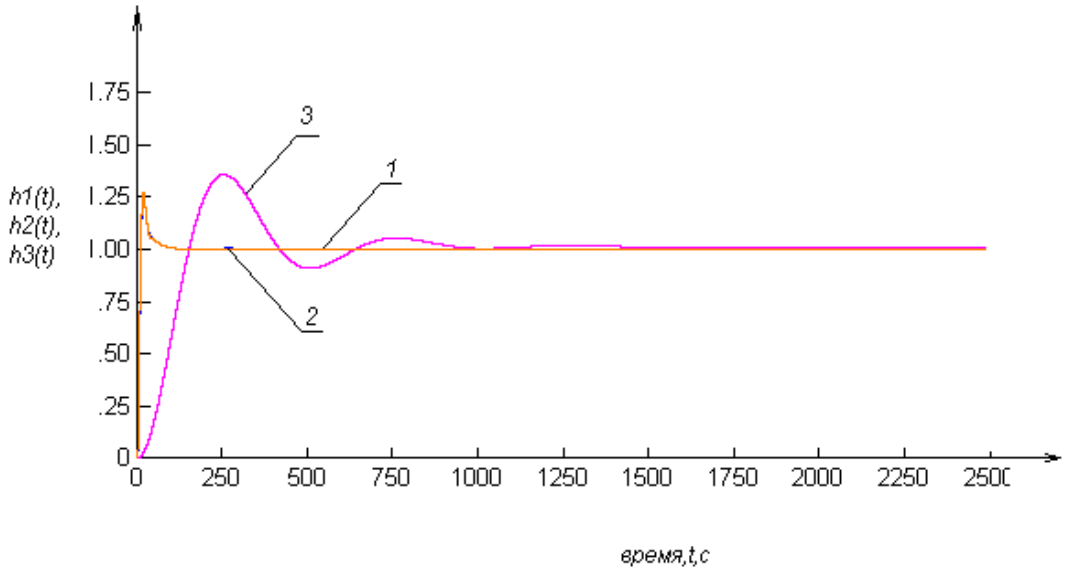


Рис. Переходные процессы систем автоматического регулирования

концентрации азотной кислоты

Проанализировав графики переходных процессов, можно сделать следующие выводы:

− с точки зрения перерегулирования наиболее эффективной системой является система с компенсаций возмущений;

− с точки зрения времени переходного процесса, скорости регулирования наиболее эффективной системой является система управления с компенсаций возмущений.

Таким образом, система автоматического регулирования с компенсацией возмущений является наиболее эффективной.

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Королева М.И.*, *Немировская А.А. – студенты
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Агринская С.А.*** − ассистент

В настоящее время большое значение приобретают проблемы повышения эффективности работы ректификационных установок, применяемых для разделения жидких смесей на чистые компоненты.

Рассмотрим ректификационную установку для очистки метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ) от примеси изобутана, где достижение заданного качества разделения исходной смеси по исчерпывающей части колонны (содержание примесей в МТБЭ не более 0,9 процента) является определяющим.

Эффективность работы ректификационной колонны определяется текущим профилем распределения концентраций по высоте колонны, зависящим от текущего профиля изменения температур по высоте колонны.

Поэтому целью работы является составление аналитической математической модели колонны, функционирующей в реальном масштабе времени, и проверка ее адекватности.

Математическое описание колонны содержит уравнения статики и динамики.

Совокупность математических выражений, характеризующих установившийся во времени текущий профиль распределения концентраций по высоте колонны, представляет собой математическое описание ее статики по концентрации:

$$c_{xi} = \frac{1}{G_{xi}}(G_{y(i-1)}c_{y(i-1)} + G_w c_{x0}) \qquad (i = 1,2...28);$$

$$c_{xi} = \frac{1}{G_{xi}}(G_{y(i-1)}c_{y(i-1)} + G_w c_{x0} - G_F c_{xF}) \qquad (i = 28,29...45);$$

$$c_{y_0} = c_{x0}.$$

Совокупность математических выражений, описывающих изменение концентрации на тарелках колонны во времени, представляет собой математическое описание ее динамики по концентрации:

$$\frac{d}{dt}(H_i \cdot c_{xi}) = G_{x(i+1)} \cdot c_{x(i+1)} + G_{y(i-1)} \cdot c_{y(i-1)} - G_{xi} \cdot c_{xi} - G_{yi} \cdot c_{yi} \quad (i = 1...27,29...45);$$

$$\frac{d}{dt}(H_{28} \cdot c_{x28}) = G_{x29} \cdot c_{x29} + G_{y27} \cdot c_{y27} - G_{x28} \cdot c_{x28} - G_{y28} \cdot c_{y28} + G_F \cdot c_{xF}.$$

Совокупность математических выражений, характеризующих установившийся во времени текущий профиль распределения температур в исчерпывающей и укрепляющей частях колонны, представляет собой математическое описание ее статики по температуре:

$$G_{гр} \cdot r_{гр} + G_{x(i+1)} \cdot C_{px(i+1)} \cdot \theta_{x(i+1)} = G_{y0} \cdot r_k - G_k \cdot C_{pk} \cdot \theta_i \quad (i = 0,1...28);$$

$$G_{y(i-1)} \cdot C_{py(i-1)} \cdot \theta_{y(i-1)} + G_{фл} \cdot C_{pфф} \cdot \theta_{фл} = G_{yi} \cdot C_{pyi} \cdot \theta_i - G_{xi} \cdot C_{pxi} \cdot \theta_i \quad (i = 28...45).$$

Совокупность математических выражений, описывающих изменение температуры на тарелках исчерпывающей и укрепляющей частей колонны во времени, представляет собой математическое описание ее динамики по температуре:

$$\rho_k \cdot V_k \cdot C_{pk} \cdot \frac{d\theta_i}{dt} = G_{гр} \cdot r_{гр} + G_{xi+1} \cdot C_{pxi+1} \cdot \theta_{xi+1} - G_{y0} \cdot r_k - G_i \cdot C_{pk} \cdot \theta_i \quad (i = 0...28);$$

$$M_{xi} \cdot C_{pxi} \cdot \frac{d\theta_i}{dt} = G_{y(i-1)} \cdot C_{py(i-1)} \cdot \theta_{y(i-1)} - G_{yi} \cdot C_{pyi} \cdot \theta_i +$$
$$+ G_{фл} \cdot C_{pфф} \cdot \theta_{фл} - G_{xi} \cdot C_{pxi} \cdot \theta_i \quad (i = 28...45).$$

В результате анализа полученных графиков был сделан вывод, что ряд допущений, принятых при выводе этих уравнений, а также сложность теоретического определения коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи поверхностей нагрева (тарелок) и теплоемкости теплоносителя привели к дополнительным погрешностям аналитической модели ректификационной колонны.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗВЕРТЫВАНИЯ СКЛАДНОГО ТРЕХЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА

Кажичкина Е.А. − студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Капля Е.В.*** – канд. физ.-мат. наук, доцент

Начиная с создания первых роботов и вплоть до сегодняшнего дня, образцом для этих роботов служат физические возможности человека. Стремление заменить человека на тяжелых работах и породило сначала идею робота, затем − первые попытки ее реализации (в средние века) и, наконец, обусловило возникновение и развитие современной робототехники и роботостроения.

В данной работе рассматривается процесс развертывания трехзвенного плоского манипулятора.

Манипуляторы представляют собой пространственные механизмы в виде разомкнутых, реже замкнутых кинематических цепей из звеньев, образующих кинематические пары с одной, реже двумя степенями подвижности, с угловым или поступательным относительным движением и системой приводов (электрические, пневматические, гидравлические), обычно раздельных для каждой степени подвижности, заканчивающихся рабочими органами (одностороннего, двустороннего и многостороннего действия). Под кинематической парой понимают соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение. В конструкциях механизмов обычно используются кинематические пары вращательные и поступательные, реже − винтовые.

Манипулятор характеризуется количеством степеней свободы. Увеличение числа степеней подвижности манипулятора придает ему свойство маневренности.

При исследовании движений манипуляторов необходимо знать положение различных точек его звеньев в обычном трехмерном пространстве. При этом особый интерес представляет собой положение его рабочего органа. Общепринятым при описании роботов является использование обобщенных координат. С каждым i-м звеном манипулятора связывается ортогональная система координат 0, x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}. При таком выборе системы координат звеньев i_1-ю систему координат можно привести в i-ю с помощью различных комбинаций поворотов и переносов. В итоге можно получить декартовы координаты некоторой точки манипулятора, связанной с основанием. Такие преобразования осуществляются перемножением особого вида матриц.

Для вращательного соединения в общем случае такая матрица принимает вид:

$$A_i = \begin{bmatrix} cosq_i & -sinq_i & 0 & L_i \cdot cosq_i \\ sinq_i & cosq_i & 0 & L_i \cdot sinq_i \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Одной из важнейших характеристик манипулятора является область достижимости – множество точек пространства, в которых может находиться рабочий орган манипулятора.

При заданных конечных координатах положения манипулятора, постоянной длине звеньев и угла ориентации рабочего органа возможны два варианта положения манипулятора. В общем случае положение трехзвенного манипулятора можно считать однозначно определяемым с помощью формул:

$$q_1 = arctg\frac{x_2}{z_2} \pm arccos\frac{L_1 - L_2 \cdot cosq_2}{\sqrt{x_2^2 + z_2^2}}$$

$$q_2 = \pm arccos\frac{x_2^2 + z_2^2 - L_1^2 - L_2^2}{2 \cdot L_1 \cdot L_2}$$

$$q_3 = \varphi_3 - q_1 - q_2$$

Аналогичным образом можно осуществлять и синтез траектории движения манипуляторов, состоящий в том, чтобы по заданному перемещению рабочего органа манипулятора в рабочей зоне определить, как следует изменять во времени обобщенные координаты, чтобы осуществить это перемещение.

Очевидно, что в процессе развертывания ни одно из звеньев не должно касаться соседнего препятствия и части платформы, на которой он закреплен.

Следующей характеристикой манипулятора является положение его центра масс, которое определяет устойчивость манипулятора. Центр масс в механике − это геометрическая точка, характеризующая движение тела или системы частиц как целого.

$$r_c = \sum_{i=1}^{n} \frac{r_i m_i}{m_i},$$

где r − координата центра масс; r_i − координата i-й точки системы; m_i − масса i-й точки.

При пересечении центром масс границ устойчивого положения может произойти опрокидывание манипулятора и его поломка.

МОДЕЛЬ КВАРЦЕВОГО ГЕНЕРАТОРА И ЧАСОВ

Кашинцев П.В. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Капля Е.В.*** – канд. физ.-мат. наук, доцент

Кварцевые генераторы (КГ) широко применяют в современной радиоэлектронике. Они используются в технике радиосвязи, радиолокации, измерительной и вычислительной технике, телеметрии, в бытовых приборах, таких, как: наручные электронные часы, магнитофоны, телевизоры и др. Использование КГ позволяет создать надежную радиоаппаратуру высокой точности, простую в эксплуатации, малых габаритов и с малой потребляемой мощностью.

Следует отметить очень большой диапазон частот, на которых используются КГ − от нескольких килогерц до сотен мегагерц. Наряду с традиционным применением кварцевых генераторов для стабилизации частоты возбудителей, гетеродинов и синтезаторов частоты, в последнее время их начали использовать для измерения (с весьма высокой точностью) давления, деформации, ускорения, температуры, влажности и большого числа других параметров.

Кварцевый резонатор представляет собой электромеханическое устройство, основой которого является пьезоэлектрический элемент, изготовленный из кристаллов кварца (кристалл двуокиси кремния). Кристаллы имеют три кристаллографические оси, вдоль которых электрические свойства кварца одинаковы: x − электрическая, y − механическая и z − оптическая. Кристаллы кварца обладают прямым пьезоэффектом (возникновение зарядов под действием механического

напряжения) и обратным (появление механических напряжений при электрической поляризации).

В данной работе рассматривается принцип работы кварцевого генератора и часов, а также структурные и принципиальные схемы электрических часов.

В основу построения электронных часов положен способ измерения и индикации времени, который заключается в пересчете импульсов, формируемых высокостабильным генератором, и отображении результатов пересчета электронным индикатором.

Индикатор электронных часов представляет собой либо совокупность электросветовых приборов, число которых определяет разрядность индикатора, либо выполнен в виде единого многоразрядного прибора (плоский индикатор).

Электронные часы при необходимости могут быть дополнены программируемым сигнальным устройством (будильником).

Рассмотренная математическая модель кварцевого генератора и часов позволяет, с одной стороны, существенно повысить уровень информационного обеспечения системы, а с другой – упростить синтез оптимального алгоритма управления.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДИНАМИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКИ ПИ-РЕГУЛЯТОРОВ НА БАЗЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ

Солодовников А.С. – аспирант МЭИ (ТУ)
Науч. рук. ***Зверьков В.П.*** – канд. техн. наук, доцент

Известные в настоящее время алгоритмы автоматизированной динамической настройки систем управления, реализованные как в современных промышленных контроллерах и регуляторах, так и в виде специализированного программного обеспечения для их настройки, используют параметрические модели объектов управления, определяемые в виде передаточных функций, коэффициенты которых находятся с помощью активного эксперимента с подачей тестового идентифицирующего воздействия в разомкнутый или замкнутый контур регулирования. При этом в качестве модели наиболее часто используется совокупность апериодического звена и звена запаздывания, с помощью которой оказывается сложным достаточно точно описать многие технологические процессы. Однако использование звеньев более высокого порядка не гарантирует успешности процесса настройки, ввиду существования «системного парадокса оценки модели объекта» [2], состоящего в том, что критерий приближения модели к объекту зависит не только от свойств действительного технологического объекта, но и от свойств самой системы (для настройки которой и требуется модель).

Разрешением подобного «парадокса» может, например, служить использование итерационной процедуры оценки модели объекта регулирования в рамках процедуры «идентификации – оптимизации» [1].

Рассмотренных недостатков параметрических моделей лишены непараметрические модели, которые представляют собой совокупность значений реакции объекта управления на идентифицирующее воздействие во временной или частотной области. В связи с преимущественным использованием частотных характеристик для расчета параметров настройки регуляторов и сложностью их практической оценки целесообразным представляется получение непараметрической модели в виде значений переходной характеристики во временной области с последующим ее пересчетом в комплексную частотную характеристику.

В процессе исследования был реализован алгоритм пересчета переходной характеристики в комплексную частотную на основе методики, предложенной в [3]. Было произведено изучение влияния на результат пересчета следующих параметров алгоритма: количества расчетных точек в пределах полупериода и количества полупериодов.

В связи с тем, что для настройки системы автоматического регулирования необходимо знание частотных характеристик объекта не на всем частотном диапазоне, а лишь в области существенных для системы частот, была предложена методика приближенной оценки резонансной частоты системы. На основе данной методики посредством вычислительного эксперимента для широкого круга объектов с различной динамикой были выработаны рекомендации по заданию границ существенного частотного диапазона.

Для расчета настроек ПИ-регулятора на основе значений амплитудной и фазовой характеристик в существенном для системы диапазоне частот были предложены две методики: метод вспомогательной функции [2], методика на основе расчета границы области заданного запаса устойчивости по частотному показателю колебательности.

Настройки, полученные данными методами на основе непараметрической математической модели при условии минимизации линейного интегрального критерия оптимальности, показали достаточную близость к настройкам, рассчитанным аналитически.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация настройки систем управления / *В.Я. Ротач*, *В.Ф. Кузищин*, *А.С. Клюев* и др. / Под ред. В.Я. Ротача. – М.: Энергоатомиздат, 1984. − 272 с.

2. *Ротач В.Я.* Теория автоматического управления: Учебник для вузов. − М.: Издательство МЭИ, 2004. – 400 с.

3. *Ротач В.Я.* Расчет настройки промышленных систем регулирования. − М.: Госэнергоиздат, 1961. – 344 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Терлянский А.В. – и.о. нач. лаборатории, зам. начальника ОТК
по производственным вопросам и вопросам охраны труда
и техники безопасности филиала ОАО «ЗАП» г. Волжский
Мокичева Ю.В. – ст. преподаватель

При изучении любых объектов (технических систем, процессов, явлений) основной задачей является построение их моделей. Как результат познания модель представляет собой отображение в той или иной форме свойств, закономерностей, физических и других характеристик, присущих исследуемому объекту. Характер модели определяется поставленными целями и может быть различным в зависимости от ее назначения. Модели разделяют на два основных класса: символические (словесные описания, схемы, чертежи, математические уравнения и т.д.) и вещественные (макеты, разного рода физические аналоги и электронные моделирующие устройства, имитирующие процессы в объектах).

При исследовании объектов, предназначенных для управления, применяют математические модели, входящие в класс символических, и вещественные. К математическим моделям относится такое математическое описание, которое адекватно отражает как статические, так и динамические связи между входными и выходными переменными объекта. Математическая модель может быть получена и аналитически (закономерности протекающих в объекте процессов полностью известны), и по результатам экспериментального исследования входных и выходных переменных объекта без изучения его физической сущности. Последний подход особенно широко используется на практике, так как позволяет обойтись минимумом априорных сведений об объекте при построении его модели.

Для управления объектом необходимо иметь модель в виде математического описания, устанавливающего связь между входными и выходными переменными в форме, на основе которой может быть выбран закон управления, обеспечивающий заданное функционирование объекта. Процесс получения математического описания очень сложный, требует объемных математических вычислений. Вследствие чего возникает вопрос о создании виртуального прибора, позволяющего производить идентификацию объектов управления и определять их математические модели.

Под виртуальным прибором обычно подразумевают измерительно-вычислительный комплекс, как правило, включающий в себя:

– нормализатор входных сигналов;

– устройства аналогового и цифрового ввода/вывода;

– носимый или настольный персональный компьютер;

– программное обеспечение, управляющее приемом, обработкой и хранением данных;

– программное обеспечение – интерфейс пользователя, позволяющее в удобной форме отображать результаты измерений, управлять процессом измерений, запускать

различные алгоритмы обработки данных, сопоставлять и анализировать полученные результаты.

В основу алгоритма работы виртуального прибора для идентификации объектов управления заложен способ построения моделей, непосредственно использующий экспериментальные данные. В данном случае ведётся регистрация входных и выходных сигналов системы. При этом объект находится в нормальном режиме функционирования (то есть в обстановке случайных возмущений и помех). В результате обработки данных формируется оптимальная, в некотором смысле, модель объекта. То есть, другими словами, идентификация объекта управления производится с использованием результатов пассивного эксперимента. При пассивном эксперименте существуют только факторы в виде входных контролируемых, но неуправляемых переменных, и экспериментатор находится в положении пассивного наблюдателя. Задача планирования в этом случае сводится к оптимальной организации сбора информации и решению таких вопросов, как выбор количества и частоты измерений, выбор метода обработки результатов измерений. Наиболее часто целью пассивного эксперимента является построение математической модели объекта, которая может рассматриваться либо как хорошо, либо как плохо организованный объект. В хорошо организованном объекте имеют место определенные процессы, в которых взаимосвязи входных и выходных параметров устанавливаются в виде детерминированных функций. Поэтому такие объекты называют детерминированными. Плохо организованные или диффузные объекты представляют собой статистические модели. Методы исследования с использованием таких моделей не требуют детального изучения механизма процессов и явлений, протекающих в объекте. Примером пассивного эксперимента может быть анализ работы схемы, которая не имеет входов, только выходы, и повлиять на ее работу невозможно. Хорошим примером пассивного эксперимента с диффузным объектом являются измерения метеорологических параметров (температуры, скорости ветра и т.д.) при природных катаклизмах.

Задача идентификации объекта с использованием результатов пассивного эксперимента разбивается при этом на два этапа:

– определение статистических характеристик случайных процессов на входе и выходе объекта;

– вычисление по ним характеристики исследуемого объекта.

Полученные реализации массивов данных входных и выходных сигналов обрабатываются статистическими методами. Статистические характеристики случайного процесса определяются посредством усреднения значений случайных величин, зависящих от ординат процесса. Такое усреднение может быть проведено по времени, если имеется лишь одна реализация процесса, и по множеству для фиксированного момента времени, когда в распоряжении исследователя имеется множество независимых реализаций. Случайный процесс, для которого результаты усреднения, проведенного тем и другим способом, оказываются одинаковыми, обладает свойством эргодичности. Описываемый статистический метод применим для идентификации каналов исследуемого объекта, по которым

имеются данные нормального функционирования, представляющие собой случайные реализации процессов на входе и выходе объектов.

Вся необходимая для расчетов линейных систем информация содержится в их автокорреляционной и взаимокорреляционной функциях:

$$Rxx(\tau) = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \cdot \int_0^T x(t) \cdot x(t+\tau) \cdot dt\,; \qquad (1)$$

$$Rxy(\tau) = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \cdot \int_0^T x(t) \cdot y(t+\tau) \cdot dt\,. \qquad (2)$$

где $x(t)$, $y(t)$ – центрированные значения реализаций входного и выходного параметров исследуемого канала; $Rxx(\tau)$, $Rxy(\tau)$ – автокорреляционная и взаимокорреляционная функции; T – период реализации.

Центрированные значения реализаций входного и выходного параметров достигаются вычитанием из текущих значений случайного процесса их математического ожидания, которое находится по стандартным формулам.

Воздействие произвольной формы представляется совокупностью δ-импульсов неединичной площади (рис.).

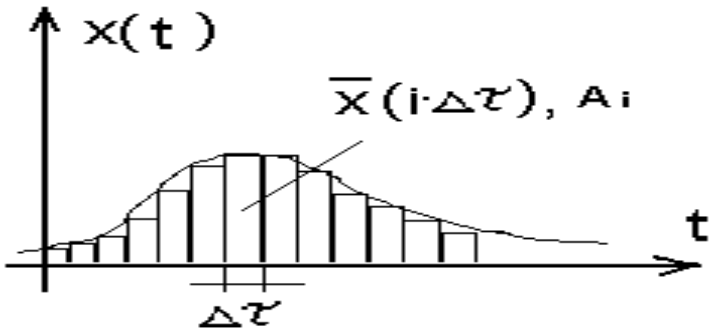


Рис. Переход от воздействия произвольной формы к совокупности неединичных δ-импульсов

Если промежуток времени $\Delta\tau$ выбрать достаточно малым, то совокупность прямоугольных импульсов $x(\tau)$ можно представить как совокупность δ-импульсов неединичной площади. В силу принципа суперпозиции реакция системы на импульс неединичной площади $A \cdot \delta(t)$ определится через весовую функцию $A \cdot w(t)$. Определяя площадь импульса через его длительность и амплитуду (рис.), можно представить реакцию системы на воздействие, состоящее из n-импульсов:

$$y(t) = \sum_{i=0}^{n} \bar{x}(i \cdot \Delta\tau) \cdot \Delta\tau \cdot w(t - i \cdot \Delta\tau)\,. \qquad (3)$$

При переходе от дискретной суммы к интегралу, получается

$$y(t) = \int_0^T x(\tau) \cdot w(t-\tau) \cdot d\tau \,. \tag{4}$$

Из теории автоматического управления известно, что последнее выражение для реакции системы на произвольное воздействие представляет собой интеграл Дюамеля. Существует аналогичная связь между статическими характеристиками сигналов (такими, как корреляционная функция) и импульсной характеристикой объекта, уравнение Винера − Хопфа:

$$Rxy(t) = \int_0^T Rxx(\tau) \cdot w(t-\tau) \cdot d\tau \,. \tag{5}$$

Искомую весовую функцию объекта можно найти, решая интегральное уравнение Винера – Хинчина, которое в матричном виде имеет вид

$$\overline{w(j)} = Rxx(j)^{-1} \cdot \overline{Rxy(j)}. \tag{6}$$

Матрица автокорреляционной функции формируется из значений вектора автокорреляционной функции в виде:

$$Rxx(j) = \begin{pmatrix} Rxx(0) & Rxx(1) & Rxx(2) & Rxx(3) & \cdot & Rxx(N) \\ Rxx(1) & Rxx(0) & Rxx(1) & Rxx(2) & \cdot & Rxx(N-1) \\ Rxx(2) & Rxx(1) & Rxx(0) & Rxx(1) & \cdot & Rxx(N-2) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ Rxx(N-1) & Rxx(N-2) & Rxx(N-3) & Rxx(N-4) & \cdot & Rxx(1) \\ Rxx(N) & Rxx(N-1) & Rxx(N-2) & Rxx(N-3) & \cdot & Rxx(0) \end{pmatrix}$$

Полученная в дискретных значениях импульсная переходная характеристика может быть аппроксимирована непрерывной зависимостью $w(t)$. Получив импульсную переходную характеристику, можно получить передаточную функцию объекта управления по каналу управления.

Таким образом, алгоритм работы виртуального прибора для идентификации объектов управления должен основываться на использовании результатов пассивного эксперимента, проведение которого не требует остановки технологического процесса. Сам алгоритм идентификации непростой, требует сложных математических вычислений, но, в отличие от обработки результатов активного эксперимента, довольно-таки точный − результат обработки не зависит от начальных значений параметров.

СЕКЦИЯ № 3

ГИДРОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССООБМЕН В КАНАЛАХ И ЭЛЕМЕНТАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Председатель: ***Грига А.Д.*** – д-р техн. наук, профессор
Секретарь: ***Приступа Ю.В.*** – инженер кафедры ПТЭ филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

ОСОБЕННОСТИ ПАРОВЫХ ТУРБИН АЭС

Степурин А.А. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А.Д.*** − д-р техн. наук, профессор

Большая часть турбин для АЭС работает на насыщенном паре. Процесс расширения пара в ЦВД и ЦСД заканчивается в области влажного пара, что существенно влияет на расчеты ступеней и конструкцию турбины.

Располагаемый теплоперепад турбин АЭС примерно в 2 раза меньше, чем в турбинах с высокими начальными параметрами пара. Например, в турбинах АЭС с внешней сепарацией при P_0 = 6,0 МПа располагаемый теплоперепад составляет менее 60 % располагаемого теплоперепада турбины со сверхкритическими параметрами P_0 = 23,0 МПа и T_0 = 550 °С. В большинстве влажно-паровых турбин АЭС отсутствует ЦСД. Влияние ЦНД на экономичность очень существенно, так как 50-60 % суммарной мощности приходится на ЦНД.

На экономические показатели турбины заметное влияние оказывают потери с выходной скоростью, потери в паровыпускных патрубках, потери от дросселирования пара на входе в турбину, потери в ресиверах, в проточной части внешнего сепаратора-перегревателя. Указанные особенности турбин АЭС приводят к тому, что объемные расходы пара на 60-90 % больше, чем в турбинах с высокими параметрами пара той же мощности.

Конструкция турбин для АЭС имеет следующие особенности:

− повышенные габариты паровпускных патрубков;

− двухпоточное исполнение ЦВД турбин мощностью выше 500 МВт;

− затруднено применение соплового парораспределения из-за длинных лопаток регулирующей ступени, так как величина изгибающих напряжений большая;

− первые ступени выполняют с переменным профилем лопаток по высоте;

− число цилиндров ЦНД: 4-5; ЦНД − двухпоточного типа, используется пониженная частота вращения, что вызвано большими расходами пара.

Особенно важна проблема влажного пара. Известны оценки: увеличение влажности пара на 1 % вызывает снижение КПД турбины также на 1 %. Влага в паре относительно высокой плотности вызывает ударную, межщелевую эрозию, эрозию вымывания в ресиверах, сепараторах и других элементах проточной

части, на которые воздействует влага в виде струй. Допустимая влажность после отдельных цилиндров турбины зависит от величины окружной скорости.

Расчеты на прочность показывают: для стальной лопатки длиной 1 500 мм, частотой вращения n = 25 с$^{-1}$ (1 500 об/мин) допустимая конечная влажность пара в конце процесса расширения составляет 13-14 %; для того же колеса при n = 50 с$^{-1}$ конечная влажность пара может иметь значение 7-8 %. Если длина лопаток при частоте вращения n = 50 с$^{-1}$ будет уменьшена до 780 мм, то допустимая величина влажности в конце процесса расширения может составить 13-14 %. Турбины насыщенного и слабо перегретого пара для АЭС мощностью 500-1 000 МВт рекомендуется выполнять тихоходными (n = 25 с$^{-1}$).

Из соотношения для предельной мощности турбины следует: переход от давления в конденсаторе $P_к$ = 3,5 кПа к давлению $P_к$ = 5 кПа при одинаковых размерах последней ступени турбины позволяет повысить мощность турбины на 43 %, но при этом КПД уменьшается на 0,9 %.

Для уменьшения металлоемкости турбины, габаритов паровых патрубков можно увеличить выходную скорость пара из ЦНД. Как показывают расчеты, увеличение потерь с выходной скоростью в 1,5 раза приводит к снижению КПД турбины на 1,3 %. Из соотношения для предельной мощности турбины следует, что при этих условиях мощность турбины может быть увеличена на 22 %.

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРУЮЩИХ СТУПЕНЕЙ ПАРОВЫХ ТУРБИН

Пилин Д.И. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А.Д.*** − д-р техн. наук, профессор

Для того чтобы сработать большой теплоперепад в первой регулирующей ступени турбины, необходимо увеличить скорость на выходе из соплового аппарата. Если обоснованы габариты турбины, то при частоте вращения ротора n = 50 с$^{-1}$ будет уменьшаться отношение скоростей $u/c_ф$. Здесь u − окружная скорость. Для одновенечной регулирующей ступени турбины $u/c_ф$ рекомендуется выбирать по значению более 0,33 из условия приемлемых значений относительного лопаточного КПД ступени $\eta_{о.л}$.

Для того чтобы уменьшить потери в ступени, работающей при $u/c_ф$ менее 0,33, переходят к двухвенечным ступеням. Такие ступени состоят из соплового аппарата, рабочих лопаток (первая ступень скорости), направляющих сопловых лопаток и второго ряда рабочих лопаток (вторая ступень скорости). Рабочие лопатки первой и второй ступеней скорости находятся на одном диске рабочего колеса. Поток пара после первой ступени скорости с помощью направляющих лопаток поворачивается и направляется в каналы рабочих лопаток второй ступени скорости. Таким образом, во втором ряду рабочих лопаток происходит преобразование большой кинетической энергии после направляющих лопаток в механическую энергию вращения ротора.

Треугольники скоростей на входе и выходе из каждой ступени скорости строятся из одного полюса. Угол выхода потока из направляющих лопаток $\alpha_1' = \alpha_2 - (5\ldots10°)$. Угол выхода потока из рабочих лопаток второй ступени скорости $\beta_2' = \beta_1' - (5\ldots30°)$. Профили лопаток второй ступени скорости образуют каналы, близкие к каналам активного типа, но имеют меньшие углы поворота, так как углы β_1' и β_2' больше соответствующих углов рабочих лопаток первой ступени скорости.

В результате пар из второй ступени скорости выходит с существенно меньшим значением, чем абсолютная скорость пара после первого ряда рабочих лопаток. Двухвенечная ступень обеспечивает малые потери с выходной скоростью при больших срабатываемых теплоперепадах и малом отношении $u/c_ф$. Значения скоростей потока на выходе из направляющих и рабочих лопаток двухвенечной ступени определяются по тем же соотношениям, что и для одновенечной ступени. Углы потока пара определяются из уравнения неразрывности. Значения степени реактивности для двух ступеней скорости невелики и составляют 0,02…0,06, что позволяет иметь каналы с небольшой конфузорностью и меньшими потерями энергии пара.

Характер изменения $\eta_{о.л}$ от отношения скоростей $u/c_ф$ для двухвенечной ступени, как и для одновенечной, определяется величинами коэффициентов потерь для соплового и направляющего аппаратов $\xi_с$, коэффициентами потерь в рабочих лопатках $\xi_р$ и потерями с выходной скоростью. Оптимальное отношение $u/c_ф$ для двухвенечной ступени оказывается в два раза меньшим по значению, чем для одновенечной ступени. Двухвенечная ступень позволяет сработать располагаемый теплоперепад в 4 раза больший, чем одновенечная ступень. Область использования двухвенечных ступеней по $u/c_ф$ от 0,17 до 0,33. При $(u/c_ф)_{опт}$ двухвенечной ступени равном 0,25 выигрыш в КПД против одновенечной ступени достигает 10 %.

Двухвенечная ступень имеет сравнительно малые осевые габариты, менее металлоемкая, имеет меньшую стоимость, чем одновенечные ступени с таким же теплоперепадом. Эти свойства предопределили ее широкое применение в качестве регулирующих ступеней паровых турбин.

ПОТЕРИ УТЕЧЕК В СТУПЕНЯХ ПАРОВЫХ ТУРБИН

Куценко М.С. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А.Д.*** − д-р техн. наук, профессор

Утечки пара из проточной части снижают КПД турбины, так как не все количество пара совершает полезную работу на рабочих лопатках, часть пара попадает в рабочую решетку с меньшей скоростью основного потока и с нерасчетным углом входа. Это нарушает расчетную схему обтекания рабочих каналов.

Потери утечек в ступени турбины можно условно разделить на три разновидности:

− в диафрагменном уплотнении с валом турбины ($\xi_{ду}$);

− в корневом зазоре между диафрагмой и диском рабочего колеса ($\xi_{ку}$);

− в радиальном зазоре на периферии колеса ($\xi_{пу}$) − в ступенях с бандажной полкой и без нее.

Потери утечек в диафрагменном уплотнении $\xi_{ду}$ вызваны тем, что часть пара не проходит через сопловые и рабочие решетки, направляется в лабиринт диафрагменного уплотнения. Эти потери пропорциональны доле расхода утечек, относительному лопаточному КПД ступени турбины. Расход утечек пропорционален диаметру вала, где установлено лабиринтовое уплотнение, величине зазора между валом и гребешками лабиринтового уплотнения; зависит от конструкции лабиринтового уплотнения (гладкий вал или ступенчатый), числа камер лабиринтового уплотнения, коэффициентов расхода в сопловой решетке и зазоре уплотнения.

Потери утечек в корневом зазоре $\xi_{ку}$ между диафрагмой и диском рабочего колеса в большой мере зависят от конструкции ступени: имеются или не имеются разгрузочные отверстия в диске рабочего колеса. Эти потери зависят от аэродинамических параметров корневого сечения рабочих лопаток (значения степени реактивности корневых сечений). В каждом случае, с учетом относительного лопаточного КПД ступени турбины, баланса утечек, рассчитывается коэффициент сопротивления данного вида потерь.

Наконец, потери утечек в радиальном зазоре $\xi_{пу}$ на периферии рабочего колеса существенно различаются для ступеней с бандажной полкой и для ступеней без бандажных полок. Бандажные полки позволяют уменьшить долю концевых потерь, связанных с перетеканиями в радиальном зазоре; рекомендуются к использованию в ступенях с короткими лопатками (ступени турбины цилиндра высокого давления). Ступени турбины с длинными лопатками не имеют бандажных полок.

Для ступеней с бандажными полками для расчета потерь вводится понятие «эквивалентный радиальный зазор», который учитывает величину осевого зазора между сопловым аппаратом и рабочим колесом и радиальный зазор между гребешками уплотнений на бандаже и статором турбины, коэффициенты расхода пара в зазорах. Потери утечек пропорциональны периферийному диаметру ступени, зависят от значения степени реактивности и относительного лопаточного КПД ступени.

Для ступеней без бандажа потери энергии от перетекания пара в радиальном зазоре зависят от относительной величины радиального зазора и аэродинамических характеристик конкретной ступени. Относительная величина радиального зазора определяется как отношение зазора к длине рабочей лопатки.

Следует заметить, все виды указанных потерь оказывают взаимное влияние друг на друга. Реальная картина течения пара в ступени турбины имеет очень сложную пространственную структуру. Для оценки суммарных потерь утечек принято их условно подразделять на три составляющие и суммировать:

$$\xi_{у} = \xi_{ду} + \xi_{ку} + \xi_{пу}.$$

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Гриценко Н.А. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гриценко А.Н.*** − канд. техн. наук, доцент

Актуальность и основная задача применения систем вентиляции и кондиционирования воздуха (КВ) в объектах длительного пребывания людей определяется условиями комфортности для человека и повышением производительности труда на производстве. Применение систем КВ особенно эффективно в южных и северных регионах нашей страны. Независимо от времени года и состояния окружающей среды внутри обслуживаемых помещений должны поддерживаться определённые параметры воздуха, которые регламентированы санитарно-гигиеническими и строительными нормами и правилами − СанПиНом 2.2.4.548-96 и СНиПом 2.04.05-91. В перечень основных нормативных параметров воздуха входят его температура, относительная влажность или его влагосодержание, скорость циркуляции воздуха в рабочей зоне, кратность воздухообмена и доля содержания углекислого газа в составе воздуха.

Системы КВ, как известно, подразделяются на местные и центральные. Местные системы КВ автономны и применимы, как правило, для отдельных помещений небольшой площади, представляют собой современные сплит-системы «тепло-холод». В их состав входит наружный компрессорно-конденсаторный блок, расположенный на уличной стороне, и внутренний вентиляторно-испарительный блок, расположенный внутри помещения. Основным параметром автоматической настройки в них является температура воздуха в помещении, задаваемая потребителем, в то время, как остальные параметры воздуха не контролируются данной системой. Преимущество местных сплит-систем КВ определяется в возможности поддержания разных температурных режимов в отдельно взятых помещениях одного здания, а также в мобильности его изменения.

При кондиционирования воздуха в зданиях с большими площадями и помещениями с однотипным воздухоснабжением применяют центральные системы КВ. Современные системы центрального КВ позволяют расширить манипуляции обработки воздуха и автоматически контролировать его температуру и влагосодержание d, обеспечить свежий приток и рециркуляцию воздуха в помещении, произвести необходимую доводку его параметров. При необходимости

возможно дополнительно осуществить операции парфюмеризации и гигиенической обработки воздуха – озонирование и ионизацию.

Каждая из данных современных систем в своей области применения должна оправдывать себя по режимным требованиям для помещений и энергозатратам применения в целом по зданию. Последнее в условиях тотального энергосбережения весьма актуально. Известный факт меньших энергозатрат на единицу обрабатываемой площади в схемах центральной системы КВ даёт преимущество к применению её в типовых или больших помещениях: торговых центрах, выставочных павильонах, театрах, производственных цехах и т.д. Все возможности центральной системы КВ обеспечиваются секционным составом монтажа, размещаемого в отдельном помещении здания. В основной состав включаются секции первичного и вторичного подогрева промывочной камеры, вентиляторная установка, секция фильтра-сепаратора и вспомогательное оборудование, в котором обязательно присутствует холодильная установка.

Величину параметров и характерный путь процессов обработки воздуха показывают на *h-d* диаграмме влажного воздуха. По данным теплопритока Q и влагопритока W в помещении вычисляется угловой коэффициент (масштаб) $\varepsilon = Q/W$ луча тепло-влажностного процесса. Данный луч углового масштаба наносится в *h-d* диаграмме из точки, характеризующей параметры удаляемого воздуха, и продлевается до точки состояния приточного воздуха нормативных параметров. По выявляемому изменению параметров воздуха рассчитываются и задаются режимы работы отдельных секций кондиционера. В качестве примера в докладе приведены режимы обработки воздуха в летний и зимний периоды. Большое значение в эффективности кондиционирования имеет выбор способа подачи и удаления воздуха в помещении. Исходя из геометрических параметров и назначения помещений, производится выбор схем циркуляции воздуха и систем его разводки. В докладе приведены различные системы КВ и структура распределения воздуха в помещении.

Несмотря на отдельные недостатки центрального КВ, в настоящее время они находят всё большее применение в общественной и производственной сферах.

СЕКЦИЯ № 4

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Председатель: ***Грошев А.И.*** – канд. техн. наук, доцент
Секретарь: ***Приступа Ю.В.*** – инженер кафедры ПТЭ филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РАЗМЕЩЕНИЯ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ

Родионов Д.С. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** – канд. техн. наук, доцент

Одной из важных задач при эксплуатации информационных систем ВУЗов является обеспечение целостности и сохранности данных. Поэтому необходимо иметь механизм для быстрого восстановления потерянных данных. Это может быть обеспечено путем построения развитой системы резервного копирования.

Современные технологии резервного копирования достаточно сложны и отличаются значительным разнообразием применяемых форматов. В основном в качестве внешнего носителя в современных системах резервного копирования применяются магнитные ленты. Это обусловлено, в первую очередь, их низкой удельной стоимостью информации, то есть отношением объема вмещаемых данных к полной стоимости носителя.

Однако у магнитных лент имеются и свои недостатки, а именно − низкая скорость резервного копирования/восстановления, вследствие чего процесс восстановления данных может занимать достаточно длительное время.

Повышения эффективности процесса резервного восстановления и копирования данных в системах резервного копирования можно достичь за счет оптимизации процесса размещения информации на внешнем носителе.

Система резервного копирования − специальный программно-аппаратный комплекс, предназначенный для создания избыточных копий файлов и каталогов для быстрого восстановления работоспособности информационной системы в случае возникновения аварийной ситуации, повлекшей за собой повреждение или утрату данных. Подобные копии хранятся на сменных носителях в течение определенного срока, после чего вновь перезаписываются. Системы резервного копирования создаются для проведения регулярного автоматического копирования как системных данных, так и данных, создаваемых пользователями, на специально предназначенные для этого накопители, а также для оперативного восстановления данных.

Сформулированы следующие требования к системам резервного копирования:
− функционирование по технологии «клиент-сервер»;
− обеспечение автоматизации работ резервного копирования;
− использование адекватного носителя резервной копии;
− выполнение верификации и сжатия информации;
− быстрое восстановление серверов сети после аварии;
− резервное копирование баз данных прикладных систем в оперативном режиме;
− поддержка гетерогенной среды;
− развитые средства управления и мониторинга.

Проведен информационно-аналитический обзор уже существующих программных средств, обеспечивающих процесс резервного копирования. Проведен сравнительный анализ основных внешних накопителей, использующихся в современных системах резервного копирования. Также рассмотрены основные стратегии резервного копирования.

В результате исследования была разработана математическая модель процесса оптимального размещения данных на внешнем носителе и количественных критериев восстановления информации.

Также разработана утилита, отслеживающая операции открытия файлов в операционной системе и вычисляющая оптимальный порядок размещения файлов на внешнем носителе.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ НА НАЛИЧИЕ ЗАИМСТВОВАНИЯ ИЗ СТОРОННИХ ИСТОЧНИКОВ

Киреева Л.А. – студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Лясин Д.Н.*** – канд. техн. наук, доцент

Написание учащимися сочинений, рефератов, курсовых работ или дипломов является неотъемлемой частью любого учебного процесса и требует работы с большим количеством литературы (текстовой информацией). Анализ содержания отчета позволяет преподавателю оценить уровень понимания учащимися предмета и степень использования в отчете литературных первоисточников. Появление Интернета изменило характер использования текстовой информации при подготовке учащимися такого рода работ и существенно усложнило работу преподавателя.

Содержащееся в Интернете «сырье» для быстрого изготовления сочинений, рефератов, дипломов провоцирует учащихся на компиляцию – формальное (бездумное) конструирование своих учебных отчетов, а преподавателям мешает объективно оценивать такие работы. Мало просто отслеживать заимствования, необходимо определить количество и размер вставленных фрагментов текста, а также по каждому фрагменту указать его источник. Только в этом случае результат будет наглядным и доказательным. Проделать такую работу со многими

рефератами без автоматизации преподавателю невозможно. Следовательно, проблема создания системы, которая бы отслеживала заимствования информации в текстовых документах, является актуальной.

Целью исследования является повышение эффективности процесса поиска заимствований за счет алгоритма, использующего вычисление хэш-функции.

Для достижения поставленной цели были решены следующие исследовательские задачи:

1) осуществлен обзор алгоритмов обнаружения заимствования информации в текстовых документах;

2) разработана математическая модель оценки степени заимствования информации в документе;

3) разработана программная реализация оценки степени заимствования информации в документе;

4) осуществлен сравнительный анализ эффективности разработанных моделей и алгоритмов.

Практическая ценность данного исследования заключается в повышении качества оценки степени заимствования информации в документе.

В работе достигнуто повышение эффективности процесса оценки степени заимствования информации в документе из внешних источников, о чем говорят следующие результаты:

1) проведен анализ моделей и методов обнаружения заимствования информации в текстовых документах, который позволил полагать, что не существует программных продуктов, оценивающих степень заимствования информации;

2) была разработана математическая модель оценки степени заимствования информации в документе из внешних источников;

3) создана схема базы данных, которая обеспечит хранение информации и даст возможность быстрого и удобного доступа к ней;

4) разработана программная реализация алгоритма, который оценивает степень заимствования информации в документе.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ КРИПТОАНАЛИЗА АСИММЕТРИЧНЫХ ШИФРОВ

Ананьева Н.А. – студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Лясин Д.Н.*** – канд. техн. наук, доцент

В настоящее время огромную значимость имеет безопасность хранимой информации, и определяющим критерием информационной безопасности является используемый ключ шифрования. Именно его криптостойкость определяет степень доступности информации.

Существует множество методов и алгоритмов криптоанализа информации, и на сегодняшний день алгоритмы решета числового поля и квадратичное

решето Померанца являются наиболее быстрыми. Однако же существующих вычислительных мощностей современных ПК недостаточно для использования этих методов. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы создания новых или усовершенствования уже существующих методов криптоанализа.

Целью работы является повышение криптостойкости существующих асимметричных алгоритмов шифрования.

Для исследования выбран метод Диксона. У данного метода есть один существенный недостаток – поиск гладких чисел осуществляется на основе случайной выборки из факторной базы. Именно из-за этого недостатка метод Диксона редко применяется на практике.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Исследованы существующие методы криптоанализа асимметричного шифрования.

2. Разработана и усовершенствована математическая модель криптоанализа асимметричных шифров, использующая факторизацию сверхбольших чисел.

3. Проведен анализ эффективности усовершенствованного метода, использующего факторизацию сверхбольших чисел с существующим.

Практическая ценность работы заключается в составлении оценки криптостойкости методов шифрования, основанных на сложности факторизации чисел и выборе оптимальной длины ключа для защиты от взлома.

Научная новизна работы заключается в том, что в усовершенствованном методе криптоанализа, по сравнению с оригинальным методом, числа выбираются не случайно, а формируются на основе знаний о необходимых для вычислений классах вычетов.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА НА ОГРАНИЧЕННОМ ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ В ОБЛАСТИ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ

Нехаев С.А. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Макушкина Л.А.*** – ст. преподаватель

Современные системы тестирования знаний используют различные методы построения тестовых вопросов, в том числе и открытую форму, когда тестируемому студенту предлагается самостоятельно ввести ответ на естественном языке.

Проведен анализ существующих систем контроля знаний. Предлагается свой вариант системы анализа ответов на ограниченном естественном языке в области тестирования знаний. Результаты проведенного литературного обзора показали существование ряда недоработок: отсутствует возможность замены слов на синонимы для увеличения вероятности правильной интерпретации ответа, а также не предусмотрена расширяемость словарной базы.

Для осуществления анализа предложена трехуровневая система: модуль морфологического анализа, модуль синтаксического анализа и модуль оценки правильности ответов. В основе работы морфологического анализатора заложен метод

разбора со словарем основ и окончаний, а на выходе получается массив структур грамматических лексем. Модуль синтаксического анализа основан на методе выделения именных групп, на выходе получается дерево связанных между собой лексем.

Практическим итогом стала разработка программного модуля тестирования знаний по задаваемым администратором дисциплинам, в котором производится анализ вводимого на ограниченном естественном языке ответа.

Проведенная проверка эффективности использованных алгоритмов показала, что поставленная задача выполнена. Актуальность работы заключается в обеспечении расширяемости словарной базы данных. Это позволит пополнять имеющуюся базу новыми терминами из различных предметных областей.

Научная новизна состоит в использовании дополнительной базы, связывающей синонимичные слова и выражения.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА НА ОГРАНИЧЕННОМ ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ В ОБЛАСТИ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ: ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ПАРОЛЬНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Нехаев С.А. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Макушкина Л.А.*** – ст. преподаватель

Современные системы тестирования знаний используют различные методы построения тестовых вопросов, в том числе и открытую форму, когда тестируемому предлагается самостоятельно ввести ответ на естественном языке.

В данной работе рассматривается реализация графического метода парольной аутентификации. Система предоставляет возможность ввода пароля при помощи графического интерфейса с использованием только мыши. Такая система позволяет производить аутентификацию, основываясь на действиях, уникальных для каждого пользователя. Для прохождения аутентификации пользователю предоставляется изображение. Он выбирает некоторое количество точек на представленном изображении и отмечает их при помощи мыши. Пользователь считается авторизованным, если последовательность, количество и принцип выбора точек совпали с шаблонными действиями, выполненными на этапе инициализации системы. Для повышения криптостойкости при каждом сеансе авторизации над исходным изображением выполняется некоторая последовательность аффинных преобразований. В системе задается допустимая погрешность выбора координаты точки внутри области.

Существующие методы атак системы аутентификации основаны на пассивном перехвате и повторе введенных данных пользователем или на переборе вводимой информации. В предлагаемом методе используются аффинные преобразования перед каждым сеансом авторизации пользователя, что существенно затрудняет перехват и повтор данных. Увеличение полного набора общего количества ключей позволяет усложнить задачу перебора.

Практическим итогом стала разработка программного модуля парольной аутентификации, который может использоваться в программном обеспечении систем защиты компьютерной информации.

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ШЕЙПИНГА В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО КАНАЛА

Савельев Д.В. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Макушкина Л.А.*** – ст. преподаватель

Современное развитие интернет-технологий и распространенность компьютерных сетей позволяют пользователям получать огромный спектр интернет-услуг. В последнее время возрастает тенденция абонентов пользоваться для доступа в глобальную сеть недорогими безлимитными тарифами. В такой ситуации компании-провайдеры должны сохранять для своих пользователей высокое качество доступа в Интернет. При этом резко возрастают расходы предприятия на покупку трафика, а прибыль, получаемая от абонентов, несопоставима с расходами предприятия при покупке той же скорости.

В условиях, когда множеству пользователей сети необходим неограниченный доступ к интернет-ресурсам, а стоимость трафика для предприятия превышает аналогичную стоимость для обычного пользователя, компаниям-провайдерам, для сохранения прибыли, необходимы алгоритмы динамического шейпинга, эффективно распределяющие ограниченный интернет-канал среди пользователей, сохраняя высокое качество работы.

Для повышения прибыльности предприятия, обеспечивая при этом справедливое распределение трафика среди абонентов, необходимо разработать математическую модель процесса распределения трафика.

Технология, которая позволяет ограничивать скорость и качество доступа в Интернет, называется «шейпинг-технология придания некой формы графику загрузки канала».

Шейпер − это алгоритм, который, помимо управления очередностью пакетов, позволяет отбрасывать неудовлетворяющие условиям дисциплины очереди алгоритмам, которые захватывают пакеты и точно определяют в каком порядке и каким образом они будут двигаться.

При выполнении работы получены промежуточные результаты и сформулированы следующие требования к динамическому шейпингу:

− равномерное разделение канала между пользователями;
− снижение нагрузки серверов;
− снижение загруженности общего канала;
− поддержание стабильной скорости доступа пользователей;
− повышение производительности рабочих станций.

При описании математической модели системы динамического шейпинга с помощью систем массового обслуживания были исследованы дифференциальные уравнения процессов, происходящих при разделении интернет-трафика среди пользователей. В результате исследований математических моделей систем динамического шейпинга были выведены критерии эффективности работы шейпера, которые будут использованы для оценки алгоритмов решения.

Создав новую систему динамического шейпинга, можно будет решать современные задачи предоставления интернет-ресурсов, полностью удовлетворяя потребности пользователей и сохраняя высокий доход предприятия.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ БАЗ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Кирин А.А. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук***. Рыбанов А.А.*** − канд. техн. наук, доцент

В настоящее время существует много способов защиты баз тестовых заданий от проникновения или доступа к ним, но часто наблюдается картина, когда тестируемые «копируют» тестовые задания с экрана и затем обмениваются вопросами. После передачи тестовых заданий от одного тестированного к другому корректность оценки тестирования снижается. Таким образом, тестовое задание становится доступным и повышается вероятность правильного вывода на тестовое суждение. В случаях узнаваемости базы тестовых заданий в автоматизированных системах контроля знаний полностью дискредитируется сама идея проверки знаний и соответственно завышается реальный результат степени обученности тестируемых. В связи с этим данная работа служит повышением конфиденциальности баз тестовых заданий в автоматизированных системах контроля знаний.

Для того чтобы решить проблему конфиденциальности баз тестовых заданий, необходимо разработать математическую модель эффективности эксплуатации базы тестовых заданий в автоматизированных системах контроля знаний [1, стр. 3].

Расчетные данные позволят оценить степень защищенности базы тестовых заданий в автоматизированной системе контроля знаний и произвести расчеты, позволяющие создать оптимальную базу тестовых заданий в автоматизированных системах контроля знаний. Произведено расчетное моделирование с помощью математической модели эффективности эксплуатации базы тестовых заданий в автоматизированных системах контроля знаний, которое позволяет получить ряд расчетов, например:

1. Преподавателю необходимо получить количественную оценку знаний группы студентов средствами автоматизированного тестового контроля. При этом известны следующие исходные данные: количество тестируемых (m), коэффициент агрессивности среды (k) и длина теста (L).

2. Преподавателю необходимо получить количественную оценку знаний группы студентов средствами автоматизированного тестового контроля. При этом известны следующие исходные данные: количество тестируемых (m), коэффициент агрессивности среды (k) и объем базы тестовых заданий (N). Найти оптимальную длину теста (L), при котором после проведения автоматизированного тестового контроля группы студентов вероятность (r) того, что все тестовые задания из базы тестовых заданий станут известны.

3. Преподавателю необходимо получить количественную оценку знаний группы студентов средствами автоматизированного тестового контроля. При этом известны следующие исходные данные: объем базы тестовых заданий (N), коэффициент агрессивности среды (k) и длина теста (L). Найти количество сеансов тестирования (m), при котором после проведения автоматизированного тестового контроля группы студентов вероятность (r) того, что все тестовые задания из базы тестовых заданий станут известны.

4. Преподавателю необходимо получить количественную оценку знаний группы студентов средствами автоматизированного тестового контроля. При этом известны следующие исходные данные: объем базы тестовых заданий (N), коэффициент агрессивности среды (k), длина теста (L) и количество сеансов тестирования (m). Найти вероятность (r) того, что все тестовые задания из базы тестовых заданий станут известными.

Для оценки практических расчетов и анализа степени погрешности проведено имитационное моделирование. Проведенные эксперименты показали, что данные, полученные в результате имитационного моделирования, отличаются от расчетных данных, как правило, в третьем десятичном знаке. Разница между практическими и экспериментальными данными является незначительной. Разработанные математические модели можно применять на практике. С помощью программной реализации можно рассчитать количество сеансов тестирования, минимальный объем базы тестовых заданий, оптимальную длину теста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Попов Д.И.*, *Попова Е.Д.* Качественные характеристики банков тестовых заданий. − Журнал: Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. www.ast-centr.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ИЕРАРХИЙ

Архипов А.А. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Лясин Д.Н.*** − канд. техн. наук, доцент

По мере совершенствования компьютеров развиваются и усложняются программные средства для работы с ними. Современные сложные системы чаще всего разработаны на объектно-ориентированных (ОО) языках программирования.

При разработке таких систем необходимо заранее проектировать модель программы, которая в данном случае представлена иерархиями классов, методов и свойств объектов, связанных между собой. Очень важно иметь возможность оценить качество проектируемой системы. Это позволит обнаружить недостатки и внести коррективы на раннем этапе создания программного продукта и тем самым повысить надежность, увеличить скорость, упростить работу и снизить время работы в целом.

Целью работы является повышение качества ОО иерархий и, как следствие, повышение надежности, качества и быстродействия самой проектируемой системы.

Анализ существующих программных средств показал, что программного обеспечения, производящего качественную оценку ОО иерархий сложных программных систем не существует, так как рассмотренные программные средства позволяют лишь проектировать будущую структуру приложения без возможности оценки ее качества.

При рассмотрении методов оценки качества ОО иерархий было выявлено, что для того чтобы дать общую качественную оценку всей системе, необходимо сначала измерить отдельные ее параметры. Для этого используются метрики − количественные критерии оценки, которые должны использовать понятия объектно-ориентированных языков программирования. Совокупность метрик, позволяющих дать общую оценку всей системы, называется набором.

На основе существующих наборов метрик, каждый из которых использует свои характеристики объектно-ориентированных иерархий, был создан новый универсальный набор. Он содержит как метрики других наборов, так и новые метрики, введенные для измерения параметров современных систем с учетом их сложности. Это позволит охватить все характеристики проектируемой системы и автоматизировать процесс выставления оценки качества и предложения замечаний по совершенствованию проектируемой системы.

Разработанный метод может быть использован при разработке сложных программных продуктов, имеющих ОО структуру, в которых важно максимально оптимизировать разрабатываемую систему еще на этапе проектирования. Применение данного метода при тестировании ОО иерархий таких продуктов позволит выявить недостатки и сбалансировать проектируемую систему.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАЗРАБОТКИ ДИНАМИЧЕСКОГО АДАПТИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Петров А.Б. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Макушкина Л.А.*** – ст. преподаватель

В наше время, когда компьютерами и, соответственно, программным обеспечением, пользуется огромное количество людей, остро встает вопрос о дружественности программного интерфейса. Интерфейс – это средство общения

пользователя с программой; это самый первый критерий, по которому пользователь оценивает программу. Однако при неудачном исполнении он может оказаться и последним. Вот почему разработка именно адаптивного, подстраивающегося под пользователя интерфейса так актуальна сегодня.

Для повышения эффективности взаимодействия пользователя с программой необходимо разработать программное средство для постройки интерфейса программы, учитывающее индивидуальные характеристики пользователя.

В данной предметной области существует некоторый набор средств адаптации интерфейса:

− создание механизма внесения изменений в модель системы и интерфейса независимо от исходного содержания;

− динамическое построение интерфейса на основе заданных правил или исходя из предпочтений пользователя;

− сквозная аутентификация и идентификация пользователей;

− модульное построение системы;

− возможность активного изменения свойств копии системы пользователем;

− сохранение адаптированных индивидуальных особенностей системы для каждого отдельного пользователя;

− задание дополнительных правил адаптации и поведения.

Как видно, эти средства основаны на формировании интерфейса в процессе работы пользователя с программой, либо на выборе пользователем желаемых элементов интерфейса. Но такой подход не учитывает одной важной детали, а именно – психологического портрета пользователя.

В данной работе предполагается провести четыре теста для выявления психологических характеристик пользователей:

− тест Климова для определения типа высшей нервной деятельности;

− тест «Стрелки» для определения уровня логического мышления;

− тест сложной сенсомоторной реакции выбора для определения уровня выносливости нервной системы;

− тест оценки динамического внимания для определения допустимого уровня нагрузки на внимание.

Для корректного решения проблемы, то есть построения адаптивного интерфейса программному средству требуется база данных, которая содержит группы пользователей с похожими психологическими характеристиками, полученными в результате тестов. Для ее создания проведен эксперимент, заключающийся в прохождении пользователями-тестерами описанных выше тестов и выборе ими же элементов интерфейса самостоятельно.

Для проверки эффективности разработки был проведен эксперимент, заключающийся в выполнении пользователями из одинаковых групп определенной последовательности действий при условии, что одна часть из испытуемых будет выполнять это задание на адаптированном интерфейсе, а другая – на стандартном. Результаты эксперимента представлены на графике 1.

Первые три столбца гистограммы – время выполнения задания на стандартном интерфейсе, вторые три столбца – на адаптированном. Как видно из графика 1, время выполнения задания на адаптированном интерфейсе меньше времени выполнения того же задания на стандартном (следует сравнивать пользователей 2 и 3, 7 и 12, 9 и 10, так как они находятся попарно в одинаковых группах).

График 1

Таким образом, разрабатываемое программное средство позволит повысить эффективность взаимодействия пользователя с программой, привнеся новый метод в предметную область адаптации интерфейса.

МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ УЧЕБНЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Канцедалов И.Н. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** − канд. техн. наук, доцент

Введение

Для прогнозирования надёжности используемого программного комплекса могут применяться различные модели надёжности. В моделях надёжности программного комплекса используется информация о числе ошибок, вызывающих отказы, устранённые в процессе разработки программного комплекса. На основе такой информации определяются параметры модели, которая может затем использоваться для прогнозирования ожидаемого числа ошибок (отказов программного комплекса) или некоторого другого показателя надёжности. Показателем надёжности программного комплекса может служить вероятность отсутствия обнаружения программных ошибок в течение определённого промежутка времени при эксплуатации программы в расчётном режиме в информационной системе.

Цель работы

Оценка модели надежности программных комплексов.

Одна из моделей основана на следующих допущениях:

− общее число команд в программе на машинном языке постоянно;

− вначале компоновочных испытаний число ошибок равно некоторой постоянной величине, и по мере исправления ошибок их становится меньше. В ходе испытаний программы новые ошибки не вносятся;

− ошибки изначально различимы, по суммарному числу исправленных ошибок можно судить об оставшихся;

− интенсивность отказов программы пропорциональна числу остаточных ошибок.

Существуют доводы как за, так и против принятия допущения о том, что частота появления ошибок пропорциональна времени отладки программы.

Истинную ценность той или иной модели можно измерить по её прогнозирующей способности. В большинстве случаев обсуждение относительной ценности моделей обычно основывается на интуиции и проверке логической непротиворечивости. Тот факт, что число попыток экспериментально проверить эти модели невелико, объясняется отсутствием необходимых данных об ошибках в программах или противоречивостью имеющихся данных.

Из всех рассмотренных моделей наилучшие прогнозы остаточных ошибок для крупномасштабных разработок программ или проектов с продолжительным периодом отладки даёт третья модель.

Следует иметь в виду, что, хотя это сравнительное исследование позволило получить некоторые полезные результаты, необходимы новые исследования такого рода.

ПРИМЕНЕНИЕ В ВУЗЕ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПО ОТПЕЧАТКАМ ПАЛЬЦЕВ

Коровин Ю.К. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** − канд. техн. наук, доцент

Идентификация по отпечаткам пальцев − на сегодня самая распространенная биометрическая технология, получившая свое применение в системах доступа. Использовать много паролей, как минимум, неудобно. А один во всех приложениях − небезопасно. Конечно, можно частично решить проблему, если использовать систему на картах (бесконтактных, смарт или iButton). Но ведь карту можно потерять, ее могут украсть, а код, набираемый на клавиатуре, могут подсмотреть или подобрать. Широко используемые сегодня методы лишь частично решают проблему защиты от несанкционированного доступа в помещение или к компьютерной информации. Единственным бесспорно надежным и удобным идентификатором может быть только сам пользователь, его уникальные биометрические признаки − форма конечностей, отпечатки пальцев, лицо, глаза, голос и т.д.

Цель работы

Исследование аппаратной реализации методов идентификации по отпечаткам пальцев.

Во второй половине XX века в связи с появлением новых технических возможностей распознавание по отпечаткам пальцев начало выходить за рамки использования только в криминалистике и нашло свое применение в самых различных областях информационных технологий. В первую очередь такими областями стали:

− системы управления доступом (ксероксы);

− информационная безопасность (доступ в сеть, вход на ПК, защита учебной информации);

− учет рабочего времени и регистрация студентов и сотрудников;

− системы голосования (переизбрание сотрудников на вакантные должности в ВУЗе);

− аутентификация на Web-ресурсах ВУЗа;

− различные социальные проекты, где требуется идентификация людей (благотворительные акции и т.д.).

Все существующие сканеры отпечатков пальцев по используемым ими физическим принципам можно разделить на три группы: оптические, кремниевые, ультразвуковые.

Подводя итог, хотелось бы отметить бурный рост числа методов сканирования отпечатков пальцев. Еще недавно существовало всего две технологии: оптическая FTIR и полупроводниковая емкостная, со своими устойчивыми преимуществами и недостатками. Однако за последние десять лет технология распознавания настолько развилась, что сканеры последнего поколения не только преодолели практически все свои старые недостатки, но и приобрели ряд особо привлекательных черт, таких, как крайне малый размер и небольшая цена. Появилась возможность использовать ее не только в специфических структурах, но и в вузах, что облегчит задачи хранения информации и снизит риск несанкционированного доступа.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ

Пугачёва Л.М. − студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Макушкина Л.А.*** − ст. преподаватель

Прогноз − конкретное предсказание, суждение о состоянии какого-либо явления в будущем на основе специального научного исследования. Прогнозирование − процесс разработки прогнозов. Различают два вида прогнозирования: исследовательское (или поисковое) и нормативное.

Исследовательское прогнозирование основано на использовании принципа инерционности развития, при котором ориентация прогноза во времени происходит по схеме «от настоящего к будущему». Исследовательский прогноз − это

картина состояния объекта прогноза в определенный момент будущего, полученная в результате рассмотрения процесса развития как движения по инерции от настоящего времени до горизонта прогноза.

При нормативном прогнозировании ориентация прогноза происходит по схеме «от будущего к настоящему», прогнозируются тенденции развития объекта прогноза, которые должны обеспечивать достижение в установленный момент будущего определенных целей.

Метод прогнозирования – способ теоретического и практического действия, направленного на разработку прогнозов. Выделяют следующие методы прогнозирования:

1) экстраполяционные методы прогнозирования;
2) статистические методы;
3) экспертные методы;
4) метод эвристического прогнозирования;
5) прогнозирование на основе нейронных сетей.

Экстраполяционные методы прогнозирования. Рассматриваемый процесс изменения переменной представляет собой сочетание двух составляющих − регулярной и случайной. Регулярная составляющая $f(a, x)$ представляет собой гладкую функцию от аргумента (времени), описываемую конечномерным вектором параметров a, которые сохраняют свои значения на периоде упреждения прогноза. Случайная составляющая $n(x)$ обычно считается некоррелированным случайным процессом с нулевым математическим ожиданием. Ее оценки необходимы для дальнейшего определения точностных характеристик прогноза.

Статистические методы используются, в основном, для подготовки данных, приведения их к виду, пригодному для производства прогноза. Как правило, после их применения используется один из методов экстраполяции или интерполяции для получения непосредственно прогнозного результата. По степени комплексности статистические исследования можно разделить на двумерные и многомерные. Первые касаются рассмотрения парных взаимосвязей между переменными (парные корреляции и регрессии). Многомерные методы статистического анализа направлены, в основном, на решение задачи системного анализа многомерных стохастических объектов прогнозирования.

Экспертные методы. Методы экспертных оценок в прогнозировании и перспективном планировании научно-технического прогресса применяются в условиях отсутствия достаточно представительной и достоверной статистики характеристики объекта. Экспертная оценка необходима, когда нет надлежащей теоретической основы развития объекта. Степень достоверности экспертизы устанавливается по абсолютной частоте, с которой оценка эксперта в конечном итоге подтверждается последующими событиями.

Метод эвристического прогнозирования (МЭП). Методом эвристического прогнозирования называется метод получения и специализированной обработки прогнозных оценок объекта путем систематизированного

опроса высококвалифицированных специалистов (экспертов) в узкой области науки, техники или производства. Назначение метода эвристического прогнозирования − выявление объективизированного представления о перспективах развития узкой области науки и техники на основе систематизированной обработки прогнозных оценок репрезентативной группы экспертов.

Прогнозирование на основе нейронных сетей. На НС задача прогнозирования формализуется через задачу распознавания образов. Данные о прогнозируемой переменной за некоторый промежуток времени образуют образ, класс которого определяется значением прогнозируемой переменной в некоторый момент времени за пределами данного промежутка, то есть значением переменной через интервал прогнозирования.

В настоящее время наиболее популярной сферой применения методов прогнозирования является экономика. Для прогнозирования состояния обучающегося данные методы не были применимы.

ОБЗОР МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА НА ОСНОВАНИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОТПЕЧАТКОВ ПАЛЬЦЕВ

Садовский В.Д. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** − канд. техн. наук, доцент

Биометрическая идентификация − автоматизированный метод, с помощью которого путем проверки (исследования) уникальных физиологических особенностей или поведенческих характеристик человека осуществляется идентификация личности. Физиологические особенности, например такие, как папиллярный узор пальца, геометрия ладони или рисунок (модель) радужной оболочки глаза, являются постоянными физическими характеристиками человека. Данный тип измерений (проверки) практически неизменен так же, как и сами физиологические характеристики. В отличие от пароля или персонального идентификационного номера (PIN), биометрическая характеристика не может быть забыта, потеряна, или украдена. Биометрические системы идентификации, доступные в настоящее время или находящиеся в стадии разработки, включают в себя системы доступа по отпечатку пальца, ДНК, отпечатку ладони.

Цель работы

Исследование методов и алгоритмов идентификации по отпечаткам пальцев.

В настоящее время выделяют три класса алгоритмов сравнения отпечатков пальцев:

1. Корреляционное сравнение. Суть метода заключается в следующем. Полученный со сканера отпечаток пальца накладывается на каждый эталон из базы данных поочередно, после чего прямо по пикселям изображений осуществляется просчет различий между ними. Правда, при этом приходится учитывать

один момент. Дело в том, что человек каждый раз прикладывает палец под разными углами и не точно в одно и то же место рабочей области сканера. А это значит, что процесс сравнения отпечатка его пальца с эталонами должен включать в себя множество итераций, на каждой из которых изображение, полученное со сканера, поворачивается под небольшим углом или чуть-чуть смещается. Главным преимуществом этого рассматриваемого метода идентификации являются низкие требования к качеству изображения отпечатка пальца. Недостатком же остается большая длительность процедуры сравнения полученного папиллярного узора с эталонами. А это очень сильно ограничивает область применения корреляционного сравнения. Данный метод реализован в системах информационной безопасности (доступ в сеть, вход на ПК, доступ в помещения). Примеры систем: SACcat («SAC technologes»), Veriprint 2000 («Biometric ID»).

2. Сравнение по особым точкам. По одному или нескольким изображениям отпечатков пальцев со сканера формируется шаблон, представляющий собой двухмерную поверхность, на которой выделены конечные точки и точки ветвления. При сравнении на отсканированном изображении отпечатка также выделяются эти точки, карта этих точек сравнивается с шаблоном, и по количеству совпавших точек принимается решение по идентичности отпечатков. Главным преимуществом алгоритма сравнения отпечатков пальцев по особым точкам является быстрота его работы. Больше всего времени в процессе идентификации занимает перебор эталонов в поиске отпечатка, идентичного временному. Поэтому, в силу простоты реализации и скорости работы, алгоритмы данного класса являются наиболее распространенными. Правда, есть у метода сравнения по особым точкам и недостаток. Им являются относительно высокие требования к качеству изображения папиллярного узора. Для их удовлетворения сканер должен обеспечивать разрешение не меньше 300, а лучше − около 500 dpi. Данный метод используется для контроля доступа к компьютерной информации и в помещения, аутентификации на Web-ресурсах, учета рабочего времени и регистрации посетителей, проведения электронных платежей. Пример систем: U.are.U («Digital Persona»), FIO (SONY и I/O Software), BioMouse (ABC).

3. Сравнение по узору. В данном алгоритме сравнения используются непосредственно особенности строения папиллярного узора на поверхности пальцев. Полученное со сканера изображение отпечатка пальца разбивается на множество мелких ячеек (размер ячеек зависит от требуемой точности). Специальный модуль рассматривает папиллярные линии в квадратиках поочередно и каждую из них описывает уравнением синусоидальной волны, то есть устанавливает начальный сдвиг фазы, длину волны и направление ее распространения. Именно эти данные и используются для идентификации: в базе данных эталонов хранятся параметры всех отрезков бугорков в каждой области. И именно они сравниваются с данными, полученными при сканировании. Главными плюсами рассмотренного алгоритма являются достаточно высокая скорость его работы и низкие требования к качеству получаемого изображения. Метод сравнения по узору применяется в областях, где нужна высокая точность идентификации (криминалистика,

таможенный контроль, доступ к документам государственной важности, системы голосования). Пример систем: Finger Scan («Identix»), Veriprint 2100 («Biometric ID»).

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АДАПТАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

Китаева Т.В. − студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Макушкина Л.А.*** − ст. преподаватель

В настоящее время автоматизированные обучающие системы (АОС) активно используются в качестве среды взаимодействия преподавателя и обучающегося.

В рамках АОС решается следующий ряд задач обучения:

1) задачи проверки уровня знаний, умений и навыков учащихся до и после обучения, их индивидуальных способностей, склонностей и мотиваций, а также задачи анализа показателей работоспособности учащихся, что осуществляется путем регистрации таких психофизиологических показателей, как скорость реакции, уровень внимания и т.д.;

2) задачи, связанные с регистрацией и статистическим анализом показателей усвоения учебного материала: заведение индивидуальных разделов для каждого учащегося, определение времени решения задач, определение общего числа ошибок и т.д.;

3) задачи, связанные с решением вопросов подготовки и предъявления учебного материала адаптации материала по уровням сложности, подготовки динамических иллюстраций, контрольных заданий, лабораторных работ самостоятельных работ учащихся.

На сегодняшний день наиболее распространенным способом построения траектории является использование графов знаний, в качестве вершин которых используются единицы знания (ЕЗ). Единица знания – минимальное понятие для изучения. Существует два способа построения таких графов:

1) включение в граф тех понятий, которые обучаемый уже изучил в процессе обучения, соответственно ему предоставляются те темы, которые не вошли в этот граф;

2) включение в граф тех понятий, которые обучаемый не изучил в процессе обучения, соответственно ему предоставляются те темы, которые вошли в этот граф.

Для того чтобы правильно построить траекторию обучения, необходимо выяснить уровень знаний обучающегося и оценить сложность предоставляемого материала.

Для этого несколькими экспертами составляются различные варианты одной и той же темы, которые будут иметь разную сложность. Если обучаемый в ходе обучения достаточно усвоил один из средних по сложности вариантов

темы, то сложность последующих вариантов повышается, если не усвоил – понижается. Таким образом, если в процессе обучения обучаемый повысил свой низкий положительный настрой на более высокий, то возможен переход от одной траектории обучения к другой.

Описание модели обучаемого можно отобразить следующим образом:

$$МО = < ИС, М, ТО, КЦ >,$$

где ИС – исходное состояние обучаемого; М – мотивация; ТО – траектория обучения, КЦ – конечная цель.

Основной целью введения объекта «Мотивация» является определение психологического настроя обучаемого и поддержание положительного отношения к обучению.

Исходное состояние обучаемого характеризуется уровнем знаний, которые он имел до начала взаимодействия с системой.

Конечной целью обучения является усвоение заданного преподавателем количества единиц знаний.

Данную модель можно модифицировать и использовать в дальнейшем для реализации цели, которая состоит в том, чтобы разработать и реализовать модель адаптации траектории, учитывающей знания обучаемого и сложность представляемых тем.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДЕОУРОКОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Кузнецов С.М. − студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** − канд. техн. наук, доцент

Одним из развивающихся направлений мультимедиа являются видеоуроки − законченные мультимедийные продукты, позволяющие получить наглядные уроки по определённым темам. На сегодняшний день в сети Internet в свободном доступе представлено множество видеоуроков по разным направлениям.

Видеоурок может быть использован в следующих ситуациях:

− когда непосредственно прямой контакт между обучающей и обучаемой стороной не может быть организован, и обучение производится самостоятельно (заочное обучение);

− в качестве дополнительного инструмента для закрепления изучаемой темы (лабораторные работы);

− при изучении материала, который легко воспринимается в визуальной форме (изучение программных продуктов).

Вышесказанное подтверждает актуальность создания видеоуроков по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника».

Необходимо оценить преимущества и недостатки видеоуроков, а также рассмотреть методы и средства, оптимизирующие процесс их разработки.

Процесс разработки любого медиа-материала включает в себя следующие этапы:

1) формулировка задачи;

2) разработка содержания и подбор материала;

3) непосредственное создание видеоурока.

При таком подходе к процессу разработки видеоуроков на этапе определения содержания необходимо уделить большое внимание значимости тем, их степени сложности и в дальнейшем, на основе полученных данных, подобрать оптимальный материал.

Очевидно, что для создания видеоуроков понадобится не одна и не две, а сразу набор различных программ:

− аудиоредактор;

− программа для обработки видео;

− утилита для захвата экрана;

− программа для создания единой оболочки, наподобие меню с автозапуском на CD/DVD.

Возможно, по ходу работы понадобятся также другие инструменты.

Вместо всех перечисленных выше программ целесообразней использовать одну − Camtasia Studio, включающую в себя четыре утилиты, необходимые для создания видеоуроков. У программы нет достойных аналогов, поскольку кроме возможности захвата видео, она имеет массу достоинств: хорошее качество полученного материала, «приближение» определённой области экрана, возможность добавления голосовых пояснений и другие.

Использование Camtasia Studio при разработке курса видеоуроков по дисциплине «Базы данных», являющегося мультимедиа-пособием для лабораторных работ, во много раз упростило процесс создания медиа-материала и значительно уменьшило общие затраты ресурсов, ввиду специфики функций и возможностей программы.

При использовании стандартной методической литературы у студентов, как правило, всегда возникают вопросы по тем или иным аспектам лабораторных или практических работ. Разработанный курс видеоуроков по дисциплине «Базы данных» отлично показал себя на практике: у студентов, использующих рекомендованный им медиа-материал, не возникало проблем и вопросов в процессе выполнения предусмотренных учебным планом задач.

Исходя из базового алгоритма создания медиа-материала и учитывая набор программ, необходимых для этой цели, можно сказать, что процесс разработки видеоурока не только достаточно сложен и трудоёмок, но и довольно дорогостоящий. Вместе с тем, такие качества, как доступность, наглядность и эффективность делают их востребованными техническими средствами обучения.

Таким образом, при условии грамотного планирования, видеоурок является самой эффективной среди существующих форм занятия.

РОЛЬ АДАПТИВНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ»

Ферапонтова Н.С., Соловьева А.А., Клюгина Н.Н. − студенты
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

В последнее время тестирование привлекает очень большое внимание как преподавателей, так и самих учащихся. Тестирование, которое появилось в нашей стране около века назад, в настоящее время распространено как одна из наиболее эффективных форм объективной оценки знаний, навыков и умений учеников и студентов. Оно используется в учебных заведениях для тренировочного, промежуточного и итогового контроля знаний обучающихся.

Слово «тест» английского происхождения и на языке оригинала означает «испытание», «проверка». Тест обученности − это совокупность заданий, сориентированных на определение уровня (степени) усвоения определенных аспектов (частей) содержания обучения. Существует также так называемое адаптивное тестирование. Адаптивное тестирование − разновидность тестирования, при котором порядок предъявления заданий (или трудность заданий) зависит от ответов испытуемого на предыдущие задания.

В настоящее время адаптивное тестирование реализуется, в основном, в виде различных алгоритмов компьютерного тестирования. Суть его заключается в том, что тестовые задания необходимо адаптировать (подогнать) по трудности к уровню подготовленности испытуемых в тестируемой группе. Действительно, слабым испытуемым бесполезно давать трудные задания, так как с большой вероятностью они не сумеют их выполнить верно. Такие тесты бывают различных видов сложности: простой, средний и сложный, то есть для оценки студента это будет соответственно − «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Такое деление этих тестов по сложности помогает студенту выбрать тот тест, который подходит именно ему. Таким образом, если студент претендует на «5», то он должен справиться на 90 % с простым, средним и сложным тестом. Если на «4», то с простым и средним, и если на «3», то с простым.

Рассмотрим некоторые варианты использования адаптивных тестов.

Например, можно составить тест таким образом, чтобы в самом тесте происходило выяснение оценки, на которую может претендовать данный студент. То есть сначала идут простые вопросы. Если студент с ними справляется хотя бы на 80 %, то ему предложено будет перейти на следующий уровень, либо отказаться от продолжения теста. В таком случае его оценка будет «удовлетворительно». Далее, если студент справляется со средним уровнем сложности, более сложным по сравнению с первым уровнем, то он также может выбрать − продолжать ему тест или нет. Таким образом, если студент справляется со всеми тремя уровнями сложности хотя бы на 80 %, то его оценка − «отлично». Это первый вариант использования тестов с различным уровнем сложности.

Второй вариант использования адаптивных тестов. Студенту предлагаются на выбор тесты трех уровней сложности: простой, средний и сложный. Студент может начать со сложного теста. В этом случае, если студент справляется с данным тестом хотя бы на 30 %, ему можно поставить «3», если на 60 %, то − «4» , а если на 80 %, то − «5». Но и в случае, если студент справился с тестом меньше, чем на 30 %, ему можно предложить более легкий тест (средний), с которым, если он справится на 50 %, он заслуживает оценки «3», а 70 % − «4». В случае, если и с этим тестом студент справляется меньше чем на 50 %, то ему предлагается легкий тест, с которым ему необходимо справится на 70 % для того, чтобы получить удовлетворительную оценку.

Впрочем, оценки за тест могут выставляться и по 100-бальной шкале. Например, если тест проводить как итоговый зачетный тест, баллы каждого студента будут высчитываться в процентном отношении, в зависимости от количества вопросов. Разница между тестами в этом случае будет заключаться в том, что в случае правильно выполненного теста каждого вида сложности на 80 % за сложный тест студент может получить от 90 до 100 баллов, за средний − от 76 до 89 %, и за простой − от 61 до 75 %.

Разработка тестов очень трудоемкий процесс. Правильно составленные тесты обученности должны удовлетворять ряду требований. Они должны быть: относительно краткосрочными, то есть не требовать больших затрат времени; однозначными, то есть не допускать произвольного толкования тестового задания; правильными, то есть исключать возможность формулирования многозначных ответов; относительно краткими, требующими сжатых ответов; информационными, то есть такими, которые обеспечивают возможность соотнесения количественной оценки за выполнение теста с порядковой или даже интервальной шкалой измерений; удобными, то есть пригодными для быстрой математической обработки результатов; стандартными, то есть пригодными для широкого практического использования − измерения уровня обученности возможно более широких контингентов обучаемых, овладевающих одинаковым объемом знаний на одном и том же уровне обучения.

Вообще тестирование имеет ряд преимуществ. Во-первых, письменная форма тестирования, обеспечивая более высокую объективность, кроме того, способствует развитию логического мышления, целенаправленности: обучаемый при письменном тестировании более сосредоточен, он глубже вникает в сущность вопроса, обдумывает варианты решения и построения ответа. Письменное тестирование приучает к точности, связности изложения мыслей. Во-вторых, тестирование удобно тем, что позволяет с помощью компьютеров оценить уровень знаний достаточно большого количества студентов одновременно. Оно исключает при оценке знаний влияние личностного фактора, связанного с настроением и преподавателя, и студента: предвзятость, волнение.

Тестирование также имеет свои недостатки. Главный недостаток таких тестов, по мнению авторов, − это возможность угадывания правильного (наиболее подходящего), а иногда и единственно логичного ответа. В тестировании

присутствует элемент случайности. Например, учащийся, не ответивший на простой вопрос, может дать правильный ответ на более сложный. Причиной этого может быть как случайная ошибка в первом вопросе, так и угадывание ответа во втором. Это искажает результаты теста и приводит к необходимости учета вероятностной составляющей при их анализе. С помощью тестирования проверяются не все уровни обученности, а лишь способность тестируемого к адекватному выбору правильного ответа. По сути, тесты содержат подсказку, что очень далеко от проверки знаний и, особенно, умений и навыков, тем более, творческого уровня.

Таким образом, тесты нельзя делать единственным методом проверки знаний − они требуют параллельного использования письменных работ и устного собеседования. Только наряду с другими формами контроля тесты можно использовать с успехом. То есть, задача тестов − дополнять традиционные методы (устные ответы, сочинения в письменных формах и т.д.). В этом качестве тесты незаменимы, так как не имеют многих недостатков, свойственных традиционным методам.

Мировой опыт показывает, что достоинства компьютерного тестирования существенно перевешивают его недостатки. Совершенно очевидно, что и в российской высшей школе оно должно занять то место, которого уже давно заслуживает.

В ВПИ (филиал) ВолгГТУ были разработаны варианты адаптивных тестов для текущего контроля знаний студентов по дисциплинам «Программирование на языках высокого уровня» и «Информатика» (язык Паскаль) по пяти темам: 1) Подпрограммы; 2) Строковый тип данных; 3) Комбинированный тип данных – записи; 4) Текстовые файлы; 5) Типизированные файлы; а также тесты трех уровней сложности по дисциплине «Программирование и основы алгоритмизации» применительно к языку С++ по темам: 1) Типы данных, операторы, операции, простейшие алгоритмы (счетчик, нахождение min, max, суммы, произведения) и теория по алгоритмизации; 2) Алгоритмы (сортировка, поиск, удаление или вставка элемента в массив); 3) Указатели, динамические структуры данных, функции. Они были использованы для текущего контроля знаний студентов 1-го и 3-го курсов посредством разработанных программ Тестер V.1 и Тестер по алгоритмизации.

Внедрение программ компьютерного тестирования и совершенствование таких систем позволяет повысить качество учебного процесса в высшем учебном заведении.

СЕКЦИЯ № 5

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

Председатель: ***Васильев П.Д.*** – канд. техн. наук, доцент
Секретарь: ***Либина О.А.*** – инженер кафедры ЭОП филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

СВЧ СУШКА ДРЕВЕСИНЫ

Кругляков М.С. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** − канд. техн. наук, доцент

Когда встает вопрос о том, как быстро и качественно удалить излишек влаги из диэлектрика, к примеру, из древесины, следует обратить внимание на такой метод сушки, на сей день являющийся малоиспользуемым, как сушка с помощью СВЧ энергии.

СВЧ-установки более эффективны, чем другие типы сушек. При обычных методах сушки в камере вначале разогревается сушильный агент (воздух), который потом, в свою очередь, соприкасаясь с древесиной, передает ей тепло. И только когда древесина полностью прогреется, начинается интенсивный отбор влаги. При работе СВЧ-установки не нужно ждать нагрева всего воздуха в камере. Сушка начинается с первых же мгновений включения установки, разогрев происходит изнутри древесины, следовательно, скорость сушки и качество древесины повышается (нет пересыхания верхних слоев, а значит, и нет внутренних напряжений), то есть такая древесина может применяться для изготовления качественных и долговечных изделий.

Достоинствами СВЧ сушки также являются:

− способность СВЧ поля проникать в материал на значительную глубину (возможность сушить толстые заготовки);

− возможность выравнивания уровня влажности (наиболее влажные доски или участки досок имеют больший коэффициент потерь, и это приводит к быстрому повышению температуры в них, а повышение температуры, в свою очередь, − к снижению влагосодержания, следовательно, и коэффициента потерь, то есть поглощение мощности СВЧ избирательно связано с влажной частью материала);

− возможность высокой концентрации энергии в единице объема;

− возможность рассеивать и концентрировать энергию внутри материала;

− независимость времени нагрева до заданной температуры от объема и формы изделия.

Основные причины возникновения внутреннего нагрева в диэлектриках, помещенных в переменное электрическое поле, − дипольная поляризация. Молекулы диэлектрика размещаются в электрическом поле хаотично и имеют равные по величине, но противоположные по знаку электрические заряды (диполи).

При помещении диэлектрика в электрическое поле переменного тока на полярные молекулы воздействуют силы, стремящиеся перемещать молекулы в соответствии с изменением направления поля. В результате трения молекул при их перемещении выделяется тепло. Чем больше напряжение поля, тем больше угол поворота молекул; чем больше частота тока, тем чаще меняется направление поля, тем чаще молекулы меняют свое положение и тем интенсивнее нагревается диэлектрик (структурная поляризация).

Грамотное управление выделяемой теплотой в процессе нагрева и сушки древесины составляет основу технологического процесса, так как при некачественном управлении может не только увеличиться время сушки, но и снизиться качество материала до уровня более низкого, чем при традиционной конвективной сушке.

Выделяемая теплота расходуется на нагрев сырой древесины до температуры кипения воды в древесине и на испарение влаги. Так как влага внутри древесины находится в замкнутом пространстве, с началом кипения воды внутри древесины начинается повышение избыточного давления. С повышением избыточного давления в древесине соответственно повышается температура кипения воды. При СВЧ сушке древесины именно избыточное давление является двигателем влаги к поверхности древесины (эффект бародиффузии, который не может быть достигнут при других методах сушки). Если избыточное давление превышает предел прочности древесины при растяжении древесины поперек волокон, то в древесине образуются трещины.

Древесина имеет анизотропное строение, и проницаемость древесины газами (жидкостью) вдоль и поперек волокон сильно отличается. Для примера, у древесины березы коэффициент проницаемости вдоль волокон на 16 000 раз больше, чем поперек волокон. Поэтому при СВЧ сушке пиломатериалов под избыточным давлением основная масса влаги движется к торцам пиломатериала. При этом влага удаляется не только в виде пара, но и в жидкой фазе, что уменьшает затраты энергии на сушку. Избыточное давление в пиломатериале зависит от выделяемого в древесине тепла, от расстояния до поверхностей, от фазового состава влаги, движущейся по порам древесины, от вязкости влаги при данной температуре. Оно не должно превышать предел прочности древесины при растяжении древесины поперек волокон. Избыточное давление можно повысить сушкой древесины под прессом.

Скорость СВЧ сушки древесины зависит от длины пиломатериалов и коэффициента проницаемости древесины вдоль волокон. Для примера, березовые заготовки длиной 30-50 см были качественно высушены за 15 минут.

Таким образом, видно, что хоть этот метод имеет множество технологических нюансов, требует тщательного регулирования, более энергозатратен, чем конвективный метод, он во многих случаях не имеет видимых альтернатив. Иными словами, когда требуется в кратчайшие сроки получить заготовку высочайшего качества, пусть и при более высоких начальных затратах, следует воспользоваться методом СВЧ сушки древесины.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Нечаев Е.В. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** − канд. техн. наук, доцент

Теплообменные аппараты и устройства широко применяются в энергетике и во многих других областях техники. В настоящее время на производство теплообменного оборудования расходуется огромное количество легированных и цветных металлов. Следовательно, уменьшение массы и габаритов теплообменных аппаратов является актуальной проблемой. Наиболее перспективный путь решения этой проблемы − интенсификация теплообмена.

Рассмотрим турбулизацию потока кольцевыми диафрагмами. На наружной поверхности трубы накаткой наносятся периодически расположенные кольцевые канавки. При этом на внутренней стороне трубы образуются кольцевые диафрагмы с плавной конфигурацией. Кольцевые диафрагмы и канавки турбулизируют поток в пристеночном слое и обеспечивают интенсификацию теплообмена снаружи и внутри труб. Кроме того, для этих труб характерна пониженная загрязняемость.

Завихритель лопаточный − устройство, имеющее ряд изогнутых лопаток, установленных под углом к направлению набегающего потока, и служащее для закручивания проходящей через него части теплоносителя. В этих же целях применяются спиральные вставки, резьбы.

Спиральный теплообменник − устройство, в котором осуществляется передача теплоты от горячего теплоносителя холодному (нагреваемому). Направления векторов скоростей движения потоков постоянно претерпевают изменение. Геометрия каналов и разделительные шипы создают значительную турбулентность уже при низких скоростях потоков, при этом улучшается теплопередача и уменьшается загрязнение. Змеевиковый теплообменник состоит из цилиндрических змеевиков, характеризуется хорошей способностью к самокомпенсации температурных напряжений и низким гидравлическим сопротивлением.

В теплообменниках с витыми трубами можно получить большой экономический эффект за счет сокращения расхода металла на производство теплообменных аппаратов и уменьшения потребных для их размещения производственных площадей. При замене круглых труб витыми достигается интенсификация теплообмена и внутри труб, и в межтрубном пространстве. Важно отметить, что замена круглых труб на витые не усложняет производство теплообменников, так как изготовление витых труб осуществляется за одну операцию − протягиванием круглых труб через фильеру (вальцевание).

В технике ультразвуковые колебания находят применение для интенсификации технологических процессов − при чистке и обезжиривании деталей, механической обработке твердых и хрупких материалов, при сварке, пайке, лужении, для ускорения химических реакций в гальванотехнике, в дефектоскопии, при

очистке воздуха. Ультразвук вызывает кавитацию − образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных газом, паром или их смесью. Перемещаясь с потоком в область с более высоким давлением, кавитационный пузырек захлопывается, излучая при этом ударную волну. Применение ультразвука обеспечивает повышение производительности труда и высокое качество продукции.

В заключение необходимо заметить, что к настоящему времени предложены и исследованы разнообразные методы интенсификации теплообмена. Эффективность этих способов различна, в лучшем случае удается увеличить теплоотдачу в 2-3 раза, но для разных способов при существенно различных затратах энергии. При всем этом растут гидравлические потери (снижение давления ТН).

Исследования в данной области проводятся уже давно, но эта проблема остается актуальной и по сей день.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША

Реснянская А.А. − студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** − канд. техн. наук, доцент

Сталеразливочный ковш является частью системы по непрерывной разливке стали. Он предназначен для приема жидкого металла из сталеплавильных агрегатов и транспортирования его к месту разливки, далее − в промежуточный ковш и затем уже в катализатор. Подачу металла в кристаллизатор производят через разливочные стаканы с помощью регулирующих устройств стопора или шиберного затвора. Футеровка сталеразливочного ковша состоит из теплоизоляционного слоя, арматурного слоя, рабочего слоя, днища, гнездового блока, стакана-дозатора, стекловолокна.

Целью работы является обоснование проектируемой системы мониторинга за температурным состоянием промежуточного ковша, для чего необходимо на основе численных экспериментов получить температурные поля в элементах ковша, в частности в районе стакана дозатора.

В качестве метода дискретизации использовался метод контрольного объёма. Интегрирование по времени производилось по неявной схеме. Дискретный аналог решался с использованием алгоритма прогонки.

Математическая постановка задачи

• Уравнение теплопроводности в цилиндрических системах координат:

$$\rho c_p \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(\lambda \cdot r \frac{\partial t}{\partial r}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda \frac{\partial t}{\partial z}\right).$$

• Граничные условия:

$$r = 0 : \frac{\partial t}{\partial r} = 0$$

$$r = \infty : \frac{\partial t}{\partial r} = 0$$

$$z = 0 : \lambda \frac{\partial t}{\partial \mathrm{z}} = -\alpha_1 \left(t(r,0) - t_0 \right)$$

$$z = z_0 : \lambda \frac{\partial t}{\partial \mathrm{z}} = -\alpha_2 \left(t(r, \mathrm{z}_0) - t_f \right).$$

• Начальные условия $\tau = 0$:

$t(r, z) = \mathrm{const}$.

Геометрия расчетной области в цилиндрической системе координат представлена на рис. 1.

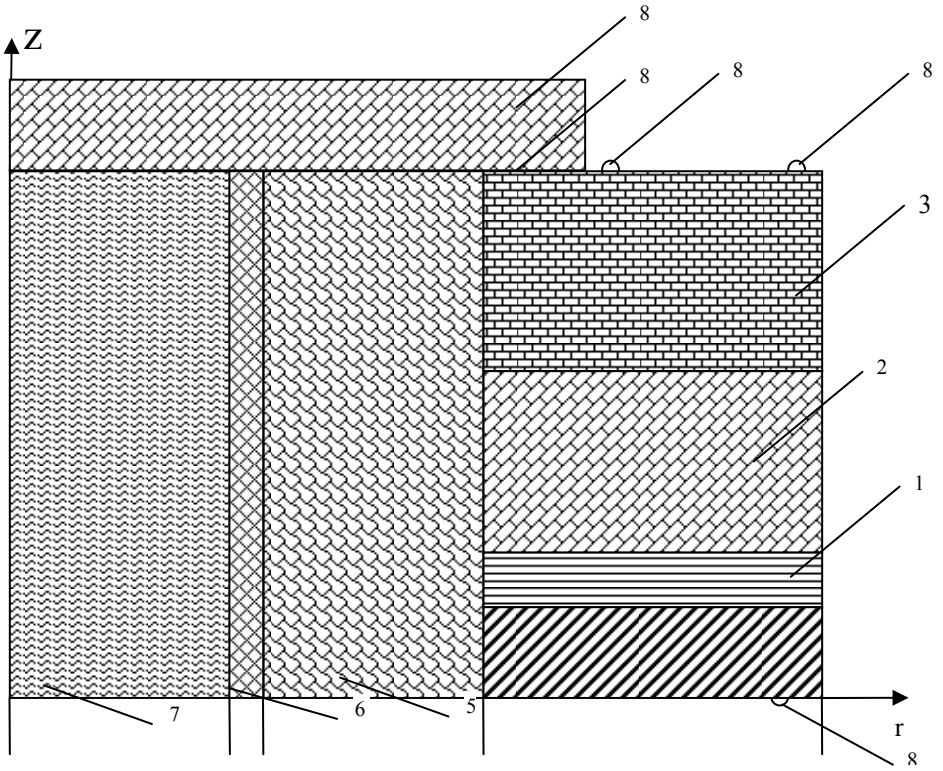


Рис. 1:

1 – теплоизоляционный слой; 2 – арматурный слой; 3 – рабочий слой; 4 – днище; 5 – гнездовой блок; 6 – стакан-дозатор; 7 – стекловолокно; 8 – контрольные точки

Полученные температурные поля, представленные на рис. 2, свидетельствуют о принципиальной возможности использования показаний датчиков температур, расположенных в районе стакана дозатора, для восстановления поля температур в футеровке промежуточного ковша.

Поле температур при $\Delta\tau = 20$ ч

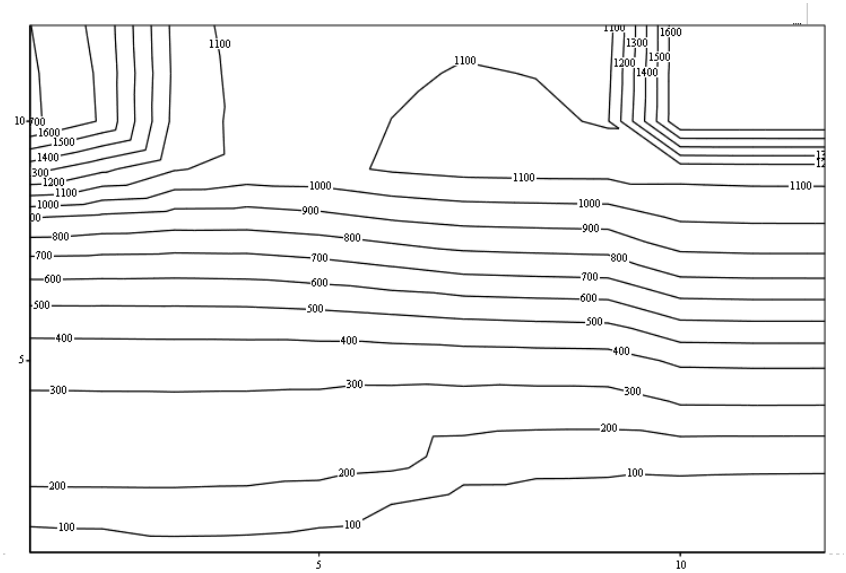


Рис. 2

Таким образом, результаты работы могут быть использованы в практических целях при проектировании систем мониторинга температурных режимов футеровки промежуточного ковша.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗОГРЕВА ТЯЖЕЛЫХ ТОПЛИВ В МАЗУТНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

Такташев Р.Н. − инженер
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** − канд. техн. наук, доцент

До 60 % расхода энергии на собственные нужды на тепловых электростанциях потребляет мазутное хозяйство. Бóльшая часть энергии потребляется мазутным хозяйством в виде тепловой энергии пара, нагревающего мазут.

Одним из вариантов путей снижения энергозатрат при поддержании температуры мазута является модернизация системы циркуляционного подогрева топлива. В работе проведено численное исследование процесса разогрева при распространении затопленной струи высоковязкой нагретой жидкости в резервуаре большой емкости, изучено влияние таких параметров, как расположение коллектора, углы наклона подающих насадок, скорость истечения и массовый расход на тепловую и гидравлическую эффективность процесса циркуляционного подогрева.

Целью работы является определение оптимальных геометрических параметров коллектора при различных расходах. В работе рассматривалась двумерная симметричная задача разогрева мазута на 10 градусов с температуры 343 К до температуры 353 К. Расчетная область состоит из следующих элементов: земляная подушка, минераловатная изоляция и резервуар. Левая граница расчетной области представляет собой ось симметрии.

Для такой постановки задачи составлена математическая модель, состоящая из уравнения движения в проекциях на оси OX и OY, уравнения энергии, уравнения неразрывности и замыкающего соотношения в виде зависимости кинематической вязкости от температуры.

Для выбора средства моделирования произведена верификация данных двух программных пакетов: Fluent и Phoenics. По полуэмпирическим зависимостям были вычислены значения некоторых параметров, характеризующих процессы теплообмена. Полученные данные позволили сделать вывод о применимости комплекса Fluent для решения задач подобного класса.

Алгоритм решения задачи в комплексе Fluent состоит из двух этапов: построения геометрии в препроцессоре Gambit и математического моделирования в постпроцессоре Fluent.

В модели приняты следующие допущения:

1) уровень топлива в резервуаре в процессе подогрева не изменяется;

2) влияние строительных конструкций и подающего коллектора на гидродинамику потока не учитывается.

Резервуар вертикальный стальной расположен в Волгоградской области, для которой СНиП регламентирует расчетную температуру и скорость ветра. Отстройка циркуляционного контура произведена таким образом, что на входе в резервуар температура мазута $T = 377$ К, а на выходе $T = 243$ К. На внешней стороне изоляции заданы граничные условия первого рода. Это связано с высоким числом Био. Число Bi, рассчитанное для рассматриваемых условий, изменяется в пределах 800-3210, поэтому можно принять, что $\mathrm{Bi} \to \infty$. На внешней стороне грунта также заданы граничные условия первого рода $T = 263$ К. На выходе из насадок задаются различные расходы. Кроме того, в работе рассмотрены различные варианты угла наклона насадок к оси коллектора и радиус коллектора.

Применение пакета Fluent позволило определить оптимальные геометрические характеристики коллектора. В результате анализа времени разогрева мазута определено, что оптимальный, с точки зрения скорости разогрева, угол наклона подающих насадок к горизонту составляет 60° при радиусе коллектора $R = 5$ м.

Снижение темпа разогрева при случаях $R = 3$ м и $R = 4$ м связано с увеличением температуры в объеме, ограниченном радиусом коллектора; таким образом, происходит крупнопорционный разогрев в резервуаре. Однако одновременно происходит недостаточный разогрев мазута в остальном объеме емкости. Перегрев в области коллектора приводит к увеличению теплопотерь через дно резервуара в грунт. Максимальные теплопотери имеют место при радиусе коллектора $R = 3$ м и угле наклона насадок $\Theta = 30°$. Последнее объясняется размывом мазута с малой, относительно грунта и стальной донной ограждающей конструкции, теплопроводностью (в области рассматриваемых температур $\lambda \approx 0{,}13$ Вт/(м^2·К)).

Обратная ситуация возникает при радиусе коллектора $R = 6$ м. При данных геометрических параметрах коллектора возникают участки боя струи об стенку резервуара. Максимальный бой струи о стенку происходит при максимальном

расходе G = 1,52 кг/с. Это приводит к увеличению потерь тепла в окружающую резервуар среду. Однако при расходе греющего мазута G = 1,52 кг/с наблюдается сокращение времени разогрева топлива. Это объясняется смывом неподвижного мазута со стенок ёмкости и соударением струи с боковой стенкой резервуара.

Увеличение времени разогрева при уменьшении расхода греющего мазута при прочих равных условиях очевидно. При этом функция имеет минимум. Это связано с взаимоисключающими факторами увеличения температуры и увеличения теплопотерь. Полученные данные могут быть использованы при проектировании новых резервуаров и реконструкции старых.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ТЕПЛООБМЕННИКОВ С ТРУБКАМИ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ FLUENT

Такташев Р.Н. − инженер
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** − канд. техн. наук, доцент

При решении практических задач часто невозможно определить аналитически необходимые параметры, поэтому для решения инженерных задач проектирования высокоэффективных теплообменных аппаратов широко используются программные комплексы на основе численных алгоритмов расчета.

В данной работе рассмотрен локальный участок теплообменного аппарата с эллиптическими трубками. При построении геометрической области границы рассматриваемой области смоделированы как стенки.

В работе приняты следующие упрощения:

1) трубки заменены телами эллиптического сечения с постоянной температурой по длине и по радиусу;

2) теплофизические свойства материалов не зависят от температуры;

3) рассмотрены только три первых ряда труб;

4) рассчитано только поперечное обтекание.

Граничные условия:

1) температура эллиптических тел T = 350 К;

2) температура набегающего потока T = 300 К;

3) скорость набегающего потока U = 1, 5 и 10 м/с.

Построение расчетной области и сетки проводилось в препроцессоре Gambit, непосредственно расчет – в постпроцессоре Fluent.

Ширина, длина и высота выбранного участка − по 0,5 м, эквивалентные диаметры эллиптических тел − 0,02 м. Высота первой ячейки моделируемого пограничного слоя вокруг эллиптических тел составляет 0,001 м, шаг разбиения объема – 0,03 м. Рассматривалась k-ε модель турбулентности, так как числа Рейнольдса позволяют принять именно эту модель. В ходе решения были получены значения $k \approx 0{,}03$ и $\varepsilon \approx 0{,}05$. Обработка полученных данных проводилась

с использованием математического комплекса MathCad13. Среднее число Нуссельта вычислялось как среднее арифметическое локальных значений с боковых (малая полуось), лобовой и тыльной сторон элемента относительно направления потока.

На рис. 1 показаны графики изменения числа Нуссельта в зависимости от ряда и от скорости набегающего потока. Принятая эллипсность составляла 0,7. Параметры шахматной сетки S_1 = 0,15 м, S_2 = 0,1 м. Эквивалентный диаметр во всех случаях имеет значение 0,059 м.

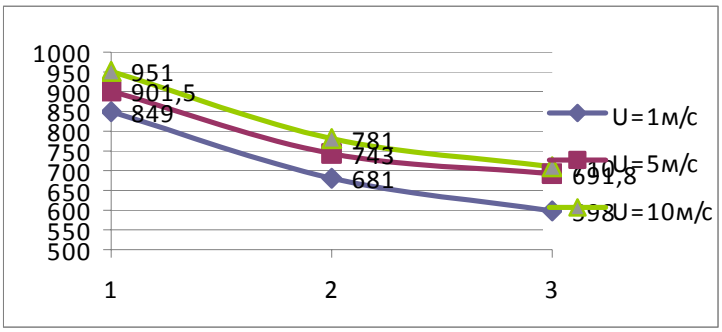


Рис. 1. Изменение среднего числа Нуссельта в шахматном пучке при различных скоростях набегающего потока и эллипсности 0,7

На рис. 2 представлены аналогичные зависимости. Эллипсность в последнем случае равнялась 0,5.

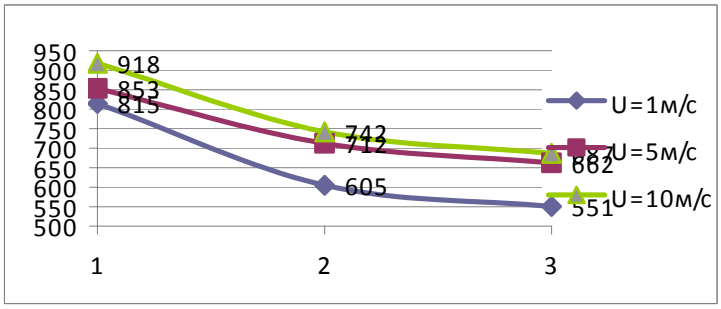


Рис. 2. Изменение среднего числа Нуссельта в шахматном пучке при различных скоростях набегающего потока и эллипсности 0,5

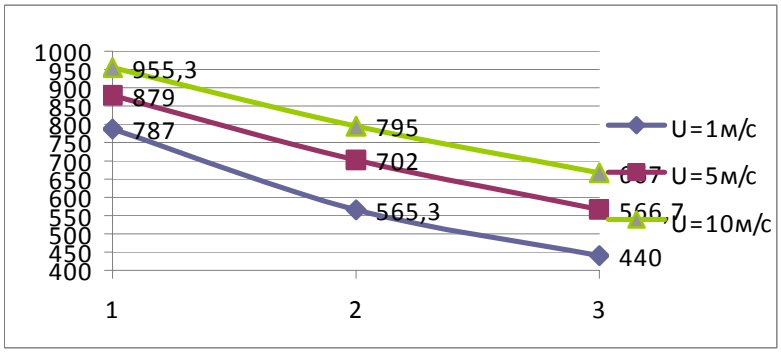


Рис. 3. Изменение среднего числа Нуссельта в коридорном пучке при различных скоростях набегающего потока и эллипсности 0,7

Полученные данные могут быть использованы другими исследователями при изучении теплообмена в пакетах труб эллиптического сечения.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УМНОГО ДОМА

Макаров А.А. − дипломник
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Ветлицын Ю.А.*** – ст. преподаватель

Под системой домашней автоматизации подразумевается набор взаимосвязанных компонентов, работающих под управлением центрального контроллера. Система домашней автоматизации позволяет решать следующие задачи:

– управление освещением;
– управление температурным режимом;
– управление системами полива;
– управление системами видеонаблюдения;
– управление любыми электрическими нагрузками;
– предупреждение протечек воды;
– обнаружение проникновения, возгорания;
– получение и обработка сигналов от любых датчиков: обнаружения протечки, дыма, движения, магнитных контактов, датчиков уровня жидкости;
– оповещение с помощью сирены, SMS сообщений.

В основе всей системы находится контроллер, который отвечает за опрос и управление всеми модулями. Модули решают различные задачи от получения температуры до управления силовыми нагрузками. Передача данных между модулями и центральным контроллером происходит по кабелю.

Для реализации системы автоматизации домашнего освещения был выбран контроллер Alpha SE и исполнительные модули SER8OLight SE отечественного производства. Контроллер имеет высокую скорость опроса модулей – приблизительно 20 модулей в секунду. Вследствие работы только с шинными модулями, достигается максимальная скорость работы – в несколько раз выше, чем у аналога Ocelot AD производства США. Модуль SER8OLight SE – релейный модуль для подключения восьми групп освещения. К входам модуля подключаются настенные выключатели. Выходы представляют собой силовые реле 220В, 5А. Через выходные реле подключаются группы освещения.

В спроектированной системе автоматизации домашнего освещения будут реализованы следующие функции:

– управление освещением от настенных выключателей;
– кнопки «Выключить все» – используется несколько (в прихожей, спальне, гостиной, детской);
– кнопка «Я пришел». Функция «Я пришел» используется в тот момент, когда человек только вошел в дом. Нажатие одной кнопки позволит сразу включить несколько групп освещения и, например, стереосистему;
– функция «Имитация присутствия» реализуется с использованием освещения;
– функция «Паника» используется совместно с охранной сигнализацией и выглядит следующим образом – при срабатывании сигнализации все освещение в квартире начинает мигать с частотой один раз в секунду.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В КОТЕЛЬНОМ АГРЕГАТЕ БКЗ-420 ВОЛЖСКОЙ ТЭЦ-2

Макаров А.А. − дипломник
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Ветлицын Ю.А.*** – ст. преподаватель

При эксплуатации насосного оборудования тепловых электрических станций актуален вопрос о необходимости регулирования частоты вращения рабочего вала некоторых групп насосов. В данной работе эта проблема была рассмотрена на примере питательного насоса котельного агрегата БКЗ-420 Волжской ТЭЦ-2.

Целью работы является выработка конкретных предложений по выбору способа регулирования расхода питательного насоса котельного агрегата БКЗ-420 Волжской ТЭЦ-2. Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

– рассмотрение существующих требований к эксплуатации и режимам работы насосных агрегатов тепловых электростанций;

– рассмотрение основных способов регулирования частоты вращения рабочего вала;

– рассмотрение существующей системы питания котельного агрегата;

– построение модели гидравлической сети питательного трубопровода котельного агрегата в интегрированной программной системе «HydraNet»;

– анализ основных способов регулирования частоты вращения рабочего вала, с оценкой возможности использования на исследуемом объекте, и энергетической эффективности каждого из них;

– сравнение энергетической эффективности способов регулирования частоты вращения рабочего вала, реализация которых возможна на исследуемом объекте;

– выработка конкретных предложений по выбору оптимального, с точки зрения качества переходных порцессов и энергетической эффективности режимов, способа регулирования.

В работе было проведено моделирование работы схемы питательного трубопровода котельных агрегатов Волжской ТЭЦ-2 в интегрированной программной системе «HydraNet».

На основании данных моделирования был проведен анализ возможностей применения различных способов управления частотой вращения рабочего вала, оценена их энергетическая эффективность, произведен выбор наиболее подходящего для исследуемого объекта способа. На основании результатов анализа были определены величины мощности, потребляемой электродвигателем из сети для различных способов. С учетом полученных величин потребляемых мощностей был сделан вывод о том, что единственным способом регулирования частоты вращения рабочего вала, применение которого возможно и эффективно на исследуемом объекте, является регулирование изменением частоты питающей сети, то есть использование преобразователя частоты.

Результаты работы могут быть реализованы на исследуемом объекте – системе питания котельного агрегата БКЗ-420 Волжской ТЭЦ-2, и принципиально перенесены на работу системы подачи питательной воды любой тепловой электростанции. Результаты работы показывают необходимость продолжения исследований по расчету переходных процессов при регулировании частоты вращения, особенно способом изменения напряжения и определения максимально возможного коэффициента полезного действия асинхронных электродвигателей в различных режимах.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Леонов М.А. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** − канд. техн. наук, доцент

Электрические печи сопротивления имеют широкое распространение во многих отраслях промышленности. Практически нет такого производства, в котором не применялся бы электронагрев. На ряде предприятий электрические печи являются основными потребителями электроэнергии, а в целом около 15 % всей электрической энергии, потребляемой промышленностью, расходуется на цели электронагрева. Такое широкое распространение электрических печей вызывается их существенными преимуществами по сравнению с топливными печами. Печи делятся на печи *косвенного* действия, в которых тепло выделяется специальными нагревательными элементами и передается нагреваемым телам излучением, конвекцией, теплопроводностью, и на печи *прямого* действия, в которых ток протекает непосредственно через нагреваемые тела, тем самым обуславливая выделение в них джоулева тепла. Кроме того, печи сопротивления могут быть подразделены на *низкотемпературные* (это печи до 600-700 °С), среднетемпературные (от 700 до 1 200 °С) и высокотемпературные (рабочая температура лежит в пределах 1 200-1 250 °С). И, наконец, они могут быть подразделены на печи *периодического* и *непрерывного* действия (методические).

В печах периодического действия изделия загружаются в камеру печи и постепенно нагреваются в ней, оставаясь неподвижными. В каждый момент времени температуры всех точек печной камеры остаются примерно одинаковыми, меняясь, однако, во времени.

В печах непрерывного действия, или методических, изделия загружаются с одного конца печи и, перемещаясь постепенно по ее длине, прогреваются и выдаются с другого ее конца нагретыми до заданной температуры. В таких печах температура изменяется по длине печи, повышаясь от загрузочного конца к разгрузочному, но температуры отдельных точек камеры остаются неизменными по времени. Методические печи сложнее печей периодического действия, так как они должны быть снабжены тем или иным приспособлением для перемещения деталей, но зато они позволяют получить большую производительность при тех же габаритах и обеспечивают идентичность режима термообработки.

Электрические печи сопротивления состоят из следующих основных частей:

1) футеровка печи, состоящая из огнеупорной и теплоизоляционной части;

2) каркас печи;

3) жароупорные детали для поддержания или перемещения нагреваемых изделий в печи;

4) нагревательные элементы и их крепление.

Футеровка является весьма существенной частью всякой печи. В электрической печи используется один из наиболее дорогих видов энергии – электрическая, поэтому особенно важно, чтобы печь была хорошо сконструирована. Во всяком случае температура наружной поверхности кожуха печи не должна превосходить 60 °С, желательно, чтобы она была ограничена значением в 40 °С.

Печи периодического действия:

• *камерные* печи – универсальные печи, в которых механизация отсутствует. Бывают с боковой дверцей, через которую загружаются изделия, либо с выдвижным подом;

• *шахтные* печи выполняются в виде круглых, квадратных или прямоугольных шахт, открытых сверху и перекрываемых крышкой. Здесь загрузка и выгрузка изделий осуществляется через верхнее отверстие;

• *колпаковые* печи − в комплект входят несколько футерованных стендов, на которые может устанавливаться с помощью крана колпак (колокол) с нагревателями. Загрузка и выгрузка осуществляются с помощью мостового крана при снятом (установленном на другом стенде) колпаке;

• *элеваторные* печи представляют собой прямоугольную камеру, открытую книзу. Камера печи стоит на высоких колоннах, днище ее с загрузкой может подниматься в печь или опускаться вниз с помощью гидравлического подъемника.

Печи непрерывного действия:

• *конвейерные* печи − в камере печи на двух валах натянут цепной конвейер. При вращении ведущего (у стороны выгрузки) вала конвейер плавно перемещается, увлекая с собой загружаемые на него у загрузочного конца печи изделия. Конструкция конвейера может быть весьма различной;

• *толкательные* печи – это тот вид печей, когда изделия подаются не непрерывно, а толчками;

• *карусельные* печи − это, по существу, конвейерная печь, свернутая в кольцо. Стены ее и свод неподвижны, а под, с загруженными на него изделиями, вращается вокруг вертикальной оси;

• *печи с шагающим подом* − в днище печи по ее длине вмонтированы жароупорные балки, которые с помощью привода получают возвратно-поступательное движение. При этом балки перед движением от загрузочного конца печи приподнимаются из пазов днища, приподнимают лежащие на подине печи изделия и перемещают их вдоль печи;

• *протяжные* печи представляют собой камеру с нагревателями, через которую с большой скоростью (до 0,5 м/с) пропускаются изделия. У торцов печи

имеются барабаны, между которыми натянута проволока или лента; при вращении барабанов с одного из них лента сматывается, а на другой наматывается;

• *барабанные* печи представляют собой прямоугольную камеру. В камере печи расположен шнек − жароупорный барабан с архимедовой спиралью, приводимый во вращение при помощи электропривода. При вращении барабана изделия перекатываются в барабане, перемещаясь постепенно от его загрузочного конца к разгрузочному.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПИТАНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Усатый Р.Ю. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** − канд. техн. наук, доцент

Все широко применяемые в настоящее время источники света делятся на два класса: тепловые и газоразрядные. В отличие от тепловых, газоразрядные источники света не могут включаться в сеть непосредственно, а требуют для своей нормальной работы включения только со специальной аппаратурой, обеспечивающей их зажигание и горение. ПРА должны обеспечивать зажигание ламп и ограничивать ток через них на требуемом уровне. Очевидно, что для ограничения тока достаточно последовательно с лампой включить какую-то другую нагрузку, падение напряжения на которой при нормальной работе лампы в сумме с напряжением на лампе будет равно напряжению питающей электрической сети. Поскольку мощность в такой дополнительной нагрузке расходуется впустую, эта нагрузка является балластом, то есть бесполезным потребителем. Поэтому одно из требований к такой нагрузке – снизить до предела потребляемую ею «балластную» мощность. На практике индуктивный балласт – это катушка, намотанная изолированным проводом на сердечнике из материала с высокой магнитной проницаемостью, называемая дросселем. Если задача ограничения тока через газоразрядную лампу решается для всех типов ламп простым включением её последовательно с балластной нагрузкой, то проблема зажигания ламп является более сложной и решается по-разному для разных типов ламп. В газоразрядных лампах низкого давления напряжение зажигания превышает напряжение горения в несколько раз и при горячих электродах составляет от 400 до 1 000 Вольт. При холодных электродах это напряжение может быть значительно выше. Простейшим способом получения таких напряжений при одновременном прогреве электродов является включение параллельно лампе и последовательно с её электродами так называемых стартёров. В лампах высокого давления напряжение зажигания составляет 3-5 кВ и выше. Зажигание этих ламп всегда происходит при холодных электродах. Для таких ламп использование стартёра физически невозможно, поэтому для зажигания используются специальные импульсные зажигающие устройства.

К сожалению, до сих пор остались неразрешенными очень важные проблемы энергосбережения и значительных эксплуатационных расходов, связанных с использованием электромагнитных пускорегулирующих аппаратов. Детально эти проблемы выглядят так: высокие пусковые и рабочие токи; нелинейность характеристик дросселя; значительный вес светильника; недостаточное энергосбережение ($\cos\varphi \leq 0{,}85$); недостаточный ресурс лампы; отсутствие управления «световой» мощностью. Совершенствование на протяжении многих лет процессов управления горением, систем поджига лампы привело к созданию промышленного изделия, защищенного соответствующими патентами, – ЭПРА 400/600 Вт, преобразующего напряжение сети в другое напряжение с частотой несколько десятков кГц и одновременно обеспечивающее зажигание ламп. При использовании электронных балластов отсутствуют пусковые токи; рабочие токи за счет высокого $\cos\varphi = 0{,}98$ тоже значительно уменьшены, значительно уменьшается коэффициент загрузки питающего трансформатора. При использовании светильников с электронным балластом напряжение в сети может быть в диапазоне от 180 до 250 Вольт, причем мощность на лампе стабилизирована. Отсутствие пусковых токов при использовании электронных балластов значительно снижает нагрузку на горелку лампы в момент включения, соответственно из-за отсутствия стрессовой нагрузки на лампу ресурс ее работы продлевается. Кроме того, ресурс работы лампы также существенно увеличивается за счет постоянной стабилизации напряжения на горелке лампы. Таким образом, отсутствие пусковых токов и скачков напряжения на лампе увеличивает фактический ее ресурс не менее чем в два раза, что соответственно уменьшает стоимость эксплуатационных расходов, связанных с её заменой.

Решение проблемы недостаточного энергосбережения

При использовании ЭПРА за счет значительного увеличения коэффициента мощности ($\cos\varphi = 0{,}98$) дополнительная экономия электроэнергии составляет 10-15 %.

Решение проблемы веса

Вес ЭПРА600 не превышает 3 кг, а вес ПРА600 − около 10 кг.

Для зажигания разрядных ламп высокого давления необходимо напряжение от 800 до 5 000 Вольт, зависящее от типа и мощности ламп. Поэтому необходимо применение специальных устройств, обеспечивающих подачу на лампы напряжения, достаточного для возникновения дугового разряда. Импульсные зажигающие устройства – это генераторы высоковольтных импульсов, которые могут включаться либо параллельно, либо последовательно с лампой.

ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ СУШКИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЯ

Храмов И.В. − студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** − канд. техн. наук, доцент

В работе были рассмотрены инфракрасные установки для сушки лакокрасочных поверхностей автомобиля, а также отдельных его частей. Главный упор был сделан на три компании, выпускающие установки такого типа: Инфракрасные сушки «TiRed»; Инфракрасные сушки Eclipse, Англия; Инфракрасные сушки и нагрева ПИКСАН, Россия.

Первая компания − «TiRed»:

• Ручные сушки «ТИ-Р» представляют собой малогабаритное и недорогое инфракрасное оборудование, особенно эффективное при небольших объемах сушки, например, при точечном или частичном ремонте, а также при использовании в труднодоступных местах, даже в моторном отсеке. Дополнительным удобством является встроенный выключатель, возможность фиксирования излучателя относительно ручки, возможность изменения угла излучения относительно ручки в пределах 120°, съёмный сетевой кабель. Потребляемая мощность 1,6 кВт, напряжение питания 220 В.

• Установка инфракрасного коротковолнового излучения «ТИ-01-ТМ».

В излучателе установлены 4 кварцевые галогенные лампы инфракрасного диапазона излучения. Установка ТИ-01-ТМ оснащена механизмом перемещения излучателя в вертикальной плоскости, благодаря чему сушку ТИ-01-ТМ можно рекомендовать для работы с большими вертикальными панелями автомобиля. Установка также оснащена таймером с цифровой индикацией.

Основные достоинства:

− малое время сушки (5-10 мин.);

− высокое качество получаемых покрытий (улучшенная твердость, повышенный блеск).

Потребляемая мощность 2,6 кВт, напряжение питания 220 В.

Мобильные инфракрасные сушки системы Eclipse являются одним из самых эффективных и экономичных видов оборудования для сушки окрашенных поверхностей. В системах Eclipse используются коротковолновые лампы 'GC' Powerslim, что обеспечивает быструю, экономичную и удобную сушку различных видов ЛКП. Лампы закреплены в поворачивающихся кассетах, снабженных индивидуальными выключателями и позволяющих равномерно распределять энергию на контурных поверхностях. Электронная система управления обеспечивает программирование уровня мощности от 0 до 100 % на предварительном и основном режимах, а также контроль времени и температуры с автоматическим переходом на заранее выбранный режим.

В линейке Eclipse представлены следующие модели:

• Переносная установка HLP 1000 (1 кВт) с одной кассетой, предназначенная для ручной сушки при мелком ремонте.

• Передвижные установки HLP 3000 (3 кВт) и HLP 4500 (4,5 кВт) с площадью сушки 1×0,8 и 1×1,25 м соответственно.

Основные преимущества:

− срок службы лампы составляет около 6 000 часов, в среднем это 4-5 лет профессионального использования;

− блок управления позволяет контролировать прогрев поверхности в режимах Flash и Bake; с помощью двух 30-минутных таймеров определяется время прогрева;

− кассеты не требуют обслуживания и замены каких-либо вентиляторов или фильтров.

Инфракрасные сушки и нагрева ПИКСАН (Россия):

Сушильные установки портального типа ПИКСАН предназначены для инфракрасной сушки крупногабаритных изделий по частям, а также для зонной сушки. Портал может быть изготовлен для сушки самых разных изделий: легковых и грузовых автомобилей, локомотивов, железнодорожных цистерн и вагонов, трамваев, автобусов, труб. Инфракрасная сушка изделия производится путем его перемещения внутри портала или путем перемещения портала вдоль изделия. Производительность такой сушильной установки определяется ее глубиной (размер вдоль изделия, подлежащего сушке) и режимом сушки лакокрасочного покрытия. Выход на рабочий режим − 1...2 минуты.

Экономия электроэнергии обеспечивается:

− сокращенным временем сушки, по сравнению с конвективным способом;

− передачей энергии непосредственно изделию, без использования промежуточного теплоносителя;

− отсутствует инерционность. Панели инфракрасного излучения выходят на рабочий режим 0,5-1,5 минуты;

− высокое качество покрытия обусловлено физикой процесса − нагрев лакокрасочного покрытия происходит со стороны металла, растворитель удаляется в первую очередь из внутренних слоев, образуется прочное лакокрасочное покрытие.

Установка позволяет высушить 2 легковых автомобиля за час при установленной мощности 150 кВт и 1,5 автобуса за час − при мощности 540 КВт.

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗА СЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ МГЭС НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ Г. ВОЛЖСКОГО И МГЭС-ГАЭС НА ОТСЕЧЕННОМ ЗАЛИВЕ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Шевцова Е.В. − студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Каблов В.Ф.*** − д-р техн. наук, профессор
Саразов А.В. − ст. преподаватель

Основной идеей проекта является максимальное использование существующего гидроресурса Волгоградской области, не требующего значительных дополнительных капиталовложений.

Задачи, решаемые строительством: создание унифицированной схемы строительства мини-ГЭС на очистных сооружениях и отсеченных заливах с использованием ортогональной турбины; создание унифицированной схемы строительства мини-ГЭС, которая может быть применена на любых имеющихся малых водотоках; получение студентами практических навыков проектирования, строительства и эксплуатации гидроузла.

Целью проекта является получение возможности дополнительного автономного энергоснабжения муниципальных и сельскохозяйственных предприятий Волгоградской области.

Реализация проекта позволит значительно снизить затраты администрации городского округа города Волжского на работу ОС, позволит вырабатывать дополнительную электроэнергию для развития сельского хозяйства на ранее непригодных для этих целей территориях.

Целесообразность развития малой гидроэнергетики в Волгоградской области объясняется наличием конкретного потребителя вырабатываемой МГЭС электроэнергии, существованием инфраструктуры в районе строительства, топографическими и инженерно-геологическими условиями местности. Это, в свою очередь, приводит к значительным снижениям капитальных затрат на строительство и сокращению срока окупаемости проекта.

Технико-экономические показатели проекта: установленная мощность – 4,130 МВт; общие затраты на проект – 194,62 млн. рублей; срок окупаемости – 5-6 лет; выработка электроэнергии – 14 959 300 кВтч в год.

Велика значимость строительства МГЭС и как образовательной базы для подготовки специалистов гидроэнергетики. Реализация проекта предполагается за счет средств инвесторов. В качестве инвесторов могут выступать следующие организации: ОАО «РусГидро»; Администрация городского округа города Волжского; Администрация Волгоградской области; МУП «Водоканал»; инвесторы, заинтересованные в развитии сельскохозяйственной отрасли.

В качестве рисков для осуществления этого проекта следует рассмотреть труднопрогнозируемый, в связи с современным экономическим положением, уровень тарифов на электроэнергию. Однако проект предполагает достаточно высокий уровень финансовой прочности. По экспертной оценке возможно увеличение доходности от реализации проекта на 250-300 тыс. руб. в год за счет экологического и производственного туризма, что, в свою очередь, может привести к снижению срока окупаемости проекта приблизительно на 3 квартала. Увеличение прибыли и сокращение сроков окупаемости может быть достигнуто за счет увеличения отпускной стоимости электроэнергии за 1 кВт·ч.

Проведенные исследования говорят о рентабельности строительства малых ГЭС, показывают высокие показатели доходности от их эксплуатации; проект может быть успешно реализован на любых малых водотоках и отсеченных заливах, так как характеризуется «экономической многогранностью»: может использоваться в целях снижения себестоимости работы оборудования прилегающих предприятий, а также как коммерческий проект.

СЕКЦИЯ № 6

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ, ХИМИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ЭНЕРГЕТИКЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Председатель: ***Гончарова Л.К.*** – канд. хим. наук, доцент
Секретарь: ***Васильева Ю.В.*** – инженер кафедры ТВТ филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК ОБРАТНОГО ОСМОСА В СХЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ТЭС

Настоящева А.Ю. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Одоевцева М.В.*** – канд. техн. наук, доцент

Сегодня мембранные технологии – это наиболее перспективные методы очистки и предочистки воды, так как они позволяют заметно удешевить производство особо чистых вод за счет многократного сокращения количества вводимых реагентов, производственных площадей и числа сотрудников, обслуживающих водоподготовительные установки (ВПУ).

Мембранные методы очистки воды делят на микрофильтрацию, нанофильтрацию, ультрафильтрацию и обратный осмос.

Наиболее распространенная в России схема обессоливания природных вод включает стадию осветления воды, ионитные фильтры («Н» и «ОН») первой ступени обессоливания, декарбонизатор, ионитные фильтры второй ступени или фильтр смешенного действия. На электростанциях, как правило, установки обратного осмоса (УОО) используются вместо первой ступени обессоливания.

Для обеспечения глубокого обессоливания воды необходимо воду очистить от грубой взвеси (частицы до 10^{-3} мм), тонкой взвеси (частицы 10^{-3}-10^{-4} мм), коллоидно-дисперсных веществ (10^{-6}-10^{-4} мм), цветности, от тяжелых металлов и примесей ионов различных солей.

Механические фильтры с двухслойной загрузкой − антрацит и кварцевый песок, обеспечивают задержание взвешенных веществ при содержании их в исходной воде до 100 мг/л.

Коллоидно-дисперсные вещества, высокомолекулярные органические соединения задерживают ультрафильтрационные мембраны. Питательная вода перед обратноосмотическими мембранами должна быть хорошо подготовлена: мутность − не более 1 NTU, универсальный коллоидный индекс (Silt Density Index) − не более 5,0. Эти требования выполняются при использовании ультрафильтрации перед обратноосмотическими установками.

Обратный осмос применяется в энергетике и промышленности для обессоливания воды. Обратноосмотические мембраны позволяют обессоливать исходную воду на одной ступени на 98-99 %, а по некоторым ионам − до 99,7 %.

Показано, что конкретные объекты водоподготовки должны корректироваться с учетом уникальности состава исходной воды и требований, предъявляемых к обессоленной воде. Таким образом, задача проектирования ВПУ на основе мембранных технологий не может иметь тривиального решения. Внедрению мембранных технологий должны предшествовать исследования характеристик обрабатываемой воды на опытных стендах, а конструкция мембранных установок должна предусматривать наличие в своем составе мини-модулей для контроля за осадкообразованием и отработкой химического состава промывочных растворов.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕМБРАННЫХ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Глушкова А.В. − студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Растокина Ю.А. − инженер ФГУ Комбинат «МИР»
Науч. рук. ***Одоевцева М.В.*** – канд. техн. наук, доцент

С 2005 г. в г. Волжском работает водоподготовительная установка (ВПУ) на основе мембранных технологий производительностью 130 м^3/ч. Исходная вода поступает на ВПУ после коагуляции солями алюминия. Доочистка исходной воды производится на УУФ, где из воды удаляются взвешенные и, частично, органические вещества. УУФ состоит из двух параллельных модулей производительностью каждый 72,5 м^3/ч. Оба модуля постоянно находятся в работе. Периодически по одному модулю выводится на промывку.

Перед УОО в осветленную воду дозируются ингибитор отложений и дехлорант. Ингибитор отложений предназначен для предотвращения образования отложений на мембранах. Дехлорант − реагент для связывания свободного хлора, оказывающего отрицательное воздействие на мембраны. После этого вода поступает на УОО для обессоливания.

УОО состоит из двух параллельных модулей производительностью каждый 50 м^3/ч. Под воздействием давления на полупроницаемых мембранах происходит разделение потоков на более концентрированный (Концентрат) и менее концентрированный или очищенный от солей (Пермеат). Концентрат после первой секции мембранных фильтров, состоящей из 5 корпусов, направляется во вторую секцию, состоящую из трех корпусов фильтров. Концентрат из обоих модулей собирается в общий коллектор и сливается в промышленную канализацию. Пермеат из обоих модулей собирается в коллектор обессоленной воды и затем поступает в баки обессоленной воды, с помощью насосов насосной станции подаётся на котельную установку.

Многолетняя практика убедительно доказала, что для установок обратного осмоса одним из главных факторов, от которого зависят показатели надежности и уровень затрат при эксплуатации, является качество питательной воды. Вредное воздействие компонентов, содержащихся в воде, поступающей на установки обратного осмоса, проявляется в засорении активной поверхности мембранных элементов, образованию на них отложений.

В качестве основных показателей воды, поступающей на УОО, рассматривались SDI-индекс, а также солесодержание и содержание железа.

Были выбраны осенний и весенний периоды, поскольку в это время наблюдается самое нестабильное качество воды. Все показатели, которые представлены на первом графике весеннего периода, изменяются в 1,5 раза. На графике осеннего периода видно, что SDI после УФ изменяется в 1,75 раза, то есть больше, чем на первом. Это свидетельствует о том, что предочистка работает нестабильно. Солесодержание изменилось в 1,8 раз, Fe − в 1,4 раза, что соответствует установленным нормам.

Действующая схема характеризуется частыми химическими мойками. Сигналом к отключению схемы на этот процесс является величина перепада давления. Высокий перепад давления именно на первой стадии, перепад давления возрастает в 1,4 раза через каждые 20 дней, на второй стадии − в 1,1 раз. Несмотря на то, что вторая стадия работает на концентрате, изменения перепада давления практически не наблюдается. Следовательно, первая стадия работает в более жестком гидравлическом режиме. Это, вероятно, приводит к образованию отложений на поверхности мембраны.

В связи с этим исследовался характер отложений на поверхности мембран, использовавшихся на ОАО «Волжский Оргсинтез», изучалась возможность формирования отложений органических соединений, соединений Fe и Ca. Проводилась отмывка мембран щелочным раствором (гидроксид натрия) для удаления отложений органических соединений.

Для исследования было приготовлено по три пробы. Отработанные образцы мембран размером 40 см^2 замачивались на 13 мин, 1 час, сутки; образцы брались с верхних и внутренних слоев мембраны.

По данным таблицы можно сделать вывод, что в отмывочных растворах с 1 м^2 полотна мембраны содержатся органические примеси, соединения Fe^{3+}, Ca^{2+}.

Таким образом, в работе показано, что SDI после УФ меняется в 1,5-1,75 раза, что связано с сезонными изменениями качества воды; при анализе обессоленной воды после УОО качество воды за контролируемый период с сентября 2008 г. по май 2009 г. сохранилось на должном уровне; исследования мембран, работавших на ОАО «Волжский Оргсинтез» показали, что на поверхности мембран образуются органические отложения, отложения Fe^{3+} (вероятно гидроксид железа), соединения Ca^{2+}(вероятно $CaCO_3$).

Следует отметить, что для большей корректности необходимы данные по свежим мембранам.

ВЕРИФИКАЦИЯ ДАННЫХ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТАНОВОК ОБРАТНОГО ОСМОСА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММ «ROSA», «HYDRANAUTICS»

Питерская С.С. − студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Дылкина Н.Г. − инженер
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Одоевцева М.В.*** − канд. техн. наук, доцент

Обратный осмос − наиболее распространенная в России мембранная технология, применяемая в энергетике и промышленности для обессоливания воды.

Расширение использования мембранных технологий осуществляется за счет разработки компьютерных программ, позволяющих заранее спроектировать схему включения мембранных элементов.

Производители мембранного оборудования разработали программы, позволяющие провести расчет и проектирование мембранных водоочистных систем и правильно использовать характеристики используемых мембран. Примерами таких программ являются «ROSA», «Hydranautics».

В данной работе представлено сравнение результатов вычислений программы «ROSA» и «Hydranautics» с параметрами реально действующей установки, а также произведен сравнительный расчет количества аппаратов в УОО и секционирование.

Применение таких программ для проектирования УОО имеет ряд преимуществ. В одном расчете можно сделать сразу несколько конструкционных вариантов для одной и той же исходной воды. Рассчитываемая схема показывается на окне рядом с вводимыми конструкционными параметрами. Это позволяет более точно произвести расчет, изменять конструкционные параметры и одновременно следить за этими изменениями по схеме. Программа «ROSA» позволяет определить оптимальное количество мембранных модулей в аппарате.

Установлено, что программы «Hydranautics» и «ROSA» позволяют достаточно точно смоделировать конструкцию УОО.

Однако расчетные показатели качества воды отличаются от показателей реально действующей установки весьма существенно.

Также недостатком данных программ является то, что они позволяют использовать только мембраны конкретной фирмы.

Поэтому в настоящее время для проектирования УОО рекомендуется использовать пилотные установки, и достаточно активно проводится работа по совершенствованию уже имеющихся компьютерных программ и созданию новых.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Гордеева С.Е. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гончаров Ю.А.*** – канд. хим. наук, доцент

Одна из важных задач современной химии – надежный и точный анализ вод различного происхождения и назначения. Без этого невозможно проведение химических, биохимических и медицинских исследований, на этом в значительной степени базируются экологические методы анализа окружающей среды, криминалистическая экспертиза, а также химическая, нефтяная, газовая, пищевая, медицинская отрасли промышленности и многие другие отрасли народного хозяйства.

Каждое химическое вещество, содержащееся в воде, можно определить, используя определенные методы и методики аналитического контроля.

Требования к качеству вод, методы и методики их контроля нормируются ГОСТами, техническими условиями и САНиП.

С развитием науки и техники требования к качеству вод, как и к другим материалам, постоянно возрастают, что приводит к необходимости разрабатывать новые методы и методики их анализа.

Целью данной работы является рассмотрение современных методов анализа и их применения для контроля качества воды.

Для контроля качества воды используют следующие методы анализа:

− гравиметрия;
− титриметрия;
− потенциометрия;
− кондуктометрия;
− амперометрия;
− фотометрия.

В зависимости от назначения воды для ее анализа могут применяться и другие методы.

Приводятся сведения о достоинствах и недостатках методов анализа, перспективах их применения в теплоэнергетике для анализа вод.

Согласно проделанной работе были сделаны следующие выводы: в настоящий момент на предприятиях теплоэнергетики применяют для контроля качества воды традиционные методы анализа. По мнению автора, их необходимо заменить на современные инструментальные методы, такие, как: атомная абсорбция, атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой, хроматография и другие. Эти методы компьютезированы и могут быть автоматизированы, что снижает различные погрешности этих методов.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ: ВИДЫ, ПРИЧИНЫ, СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И ОЧИСТКИ

Кочетова А.С. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гончарова Л.К.*** – канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник

Многолетняя практика убедительно доказала, что для установок обратного осмоса одним из главных факторов, от которого зависят показатели надежности и уровень затрат при эксплуатации, является качество питательной воды. Вредное воздействие компонентов, содержащихся в воде, поступающей на установки обратного осмоса, проявляется в засорении активной поверхности мембранных элементов, образованию на них отложений, а также к химической деградации селективного барьерного слоя мембраны.

Основные технические требования к питательной воде, предъявляемые производителями тонкопленочных композитных мембран на основе полиамида: значение показателя коллоидного индекса (SDI) не более 5; мутность не более 0,1 NTU; температура от 4 до 45 °С; содержание свободного хлора (и других сильных окислителей) не более 0,1 мг/л; содержание органики по общему органическому углероду (TOC) не более 3 мг/л; содержание железа не более 0,1 мг/л; содержание марганца не более 0,1 мг/л; содержание масел и нефтепродуктов не более 0,1 мг/л; значение pH 2-12.

На работу мембранных элементов в обратноосмотических системах влияют следующие факторы: создаваемое давление; температура воды; солесодержание исходной воды; конверсия (выход пермеата); pH среды.

Чтобы уменьшить скорость загрязнения, разделяемые растворы перед подачей в мембранный аппарат подвергают предварительной обработке. Существует несколько способов предварительной подготовки питательной воды перед обратноосмотическими мембранами. Традиционный способ подготовки воды − коагуляция и фильтрование. Для данного способа обработки воды наиболее проблемными являются требования к допустимому остаточному значению мутности и индексу плотности осадка (коллоидному индексу SDI). Современной альтернативой традиционным способам предподготовки воды перед обратноосмотической установкой является технология ультрафильтрации (УФ). Качество УФ фильтрата значительно лучше, чем при использовании классических технологий.

Всё же со временем в процессе работы происходит загрязнение мембран осадками взвешенных частиц и плохо растворимых соединений. Это приводит к снижению удельной производительности и селективности. И рано или поздно приходится прибегать к очистке мембранных элементов. О необходимости очистки мембраны можно судить по снижению производительности или возрастанию гидравлического сопротивления модулей.

Наиболее широко применяются химические методы, поскольку зачастую они являются единственно эффективными. При химической очистке мембрана

обрабатывается растворами веществ, которые или полностью растворяют отложения, или делают их рыхлыми, что позволяет удалять их гидродинамическими методами.

Наличие в исходной воде веществ, образующих осадки на мембранах, не обязательно требует создания «многоступенчатых» схем предочистки. Ведутся разработки мембран с модифицированными поверхностями, «отторгающими» органические, коллоидные и бактериальные загрязнения, одновременно стойкие к воздействию хлора. Одним из путей совершенствования современных технологий водоподготовки с применением мембран является совершенствование самих мембранных процессов, делающее их с экономической и экологической точки зрения более эффективными. Это позволяет избежать сооружений и химикатов предочистки, сохранить химические промывки и т.д. Другим путем снижения эксплуатационных затрат является совершенствование полимерных мембран, в частности, модификация поверхностей, снижение способности к адгезии и сорбции коллоидных и органических загрязнений, а также бактерий.

Можно с уверенностью сказать, что новые системы подготовки питьевой воды, водоподготовки для энергетики только тогда окажутся эффективными с экономической и экологической точки зрения, когда мембранные аппараты окажутся стойкими к загрязнению, не требуя реагентов, позволяя добиться минимальных расходов на собственные нужды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Власова Г.* Решение проблем, возникающих при эксплуатации обратноосмотических установок, с помощью реагентных методов // Энергосбережение и водоподготовка, 2007 г., № 6. − С. 9-11.

2. *Громов С.Л.*, *Ковалев М.П.*, *Сидоров А.Р.*, *Лысенко С.Е.*, *Самодуров А.Н.*, *Пантелеев А.А.* Использование современных интегрированных мембранных технологий для улучшения качества питательной воды на предприятиях энергетики // Водоочистка, 2007 г., № 8.

3. *Свитцов А.А.* Основы проектирования производств, использующих мембранное разделение: Учебное пособие. – М: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ МАСШТАБАХ

Мулдагалиева А.А. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Проскурякова Р.Г.*** – доцент

В настоящее время на промышленных предприятиях весьма актуальна проблема поиска фильтрующего материала. Наиболее распространенным сорбентом в отечественной и зарубежной практике являются активированные угли. Их широкое использование на практике сдерживается высокой стоимостью и дефицитностью.

Исследования, выполненные рядом научных организаций, позволили установить, что кроме активированных углей сорбционными свойствами обладают природные цеолиты. Эти свойства у цеолитов проявляются не только в отношении органических загрязнений, придающих воде привкусы и запахи, но и в отношении ряда тяжелых металлов и радионуклидов.

Цеолиты нашли применение, в основном, в двух направлениях:

− за счет уникальной кристаллической решетки, характеризующейся наличием внутренних больших полостей, развитой внутренней поверхностью и строго определенным размером входных окон, цеолиты являются молекулярными ситами, способными избирательно адсорбировать молекулы как в газовой, так и в жидкой фазе;

− из-за своих уникальных катионообменных свойств цеолиты служат также для смягчения воды, связывая ионы кальция и магния.

На ряде предприятий используются фильтры с природными цеолитами. Результаты работ показали высокую эффективность цеолитов как фильтрующего материала. Загрузка фильтров цеолитом вместо кварцевого песка улучшает качество фильтрации на 30 % при одновременном увеличении скорости и продолжительности фильтрации на 20-50 %.

Применение цеолитов вместо песка дает возможность повысить объем фильтрации в 1,5-2 раза и повысить грязеемкость фильтра на 20-50 %.

Преимуществом цеолитовой загрузки, по сравнению с песчаной, является и то, что кажущаяся плотность цеолита в воде ниже кварца в 1,5-2 раза, что существенно улучшает промывку фильтра при меньших скоростях промывного раствора.

Природные цеолиты – относительно новый класс минерального сырья, используемого в технологических процессах очистки и доочистки сточных вод. Развитая удельная поверхность, хорошие адгезионные, адсорбционные и ионообменные свойства цеолитов дают возможность эффективно извлекать из очищаемой жидкости взвешенные, коллоидные и растворенные загрязняющие вещества органического и неорганического происхождения, в том числе ионы аммония, тяжелые металлы и радионуклиды.

ПРИМЕНЕНИЕ QFD-МЕТОДОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ИОНИТОВ

Бабакова Т.А., Селезнева И.Н. − студенты
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гончарова Л.К.*** − канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник

В настоящее время трудно представить, что такие отрасли промышленности, как гидрометаллургия, тонкий органический синтез, ядерная технология и такие процессы, как водоподготовка на тепловых и атомных станциях, очистка сточных вод и теплоносителя ядерных реакторов от радиоактивных примесей и др., могут существовать без применения ионитов.

Иониты образуют большой класс фильтрующих ионообменных материалов и применяются для умягчения, деминерализации, обескремнивания воды, выделения из водных растворов отдельных веществ и т.п.

Иониты – твердые, практически нерастворимые полиэлектролиты, природные, искусственные или синтетические. Состоят из каркаса (матрицы), несущего положительный или отрицательный заряд, и подвижных противоионов, которые компенсируют своими зарядами заряд каркаса и могут стехиометрически обмениваться на ионы того же заряда, содержащиеся в водном растворе.

Наиболее распространенными отечественными ионитами являются: катионит КУ-2-8 и анионит АВ-17-8.

Для управления качеством ионитов предложена QFD-методология. Развертывание функции качества или QFD (Quality Function Deployment) – это методология структурированного преобразования пожеланий потребителей в организационно-технические требования к управлению производством, а также к оборудованию для его осуществления. Структура данных, состоящая из четырех таблиц-матриц, называется «Домами качества».

В процессе создания каждой таблицы определяются причинно-следственные связи между различными факторами, которые могут проявляться на слабом, среднем или сильном уровне. Соответствующая информация по правилам QFD пересчитывается в баллы. При этом используются три числовых параметра, определяющих относительную силу связей. Слабой, средней и сильной связям отвечают соответственно значения 1, 3 и 9, используемые в качестве коэффициентов при вычислении баллов.

						Оценка 1					Оценка 2								
Характеристика технического процесса	Важность	Контроль за процессом синтеза	Контроль за транспортировкой	Приборы учета расхода	Контроль за качеством исх. воды	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Целевое значение	Степень улучшения	Весомость	Весомость, %
Условия синтеза	16,8	145														5,00	1,25	21,00	16,1
Прочность гранул	9,6	111	37													5,00	1,67	16,00	12,3
Процесс получ. гранул	11,8	82														5,00	1,00	11,81	9,06
С/С	2,5				22											5,00	1,25	3,16	2,43
Na/K,%	2,5				22											5,00	1,25	3,16	2,43
Температура растворов	4,8			4,6	14											5,00	1,25	5,99	4,60
Скорость потока	2,5			22	7,3											5,00	1,25	3,16	2,43
Общ. обменная емкость	16,4	16	16		16											5,00	1,25	20,56	15,8
Расход регенеранта	4,7			54	54											5,00	1,67	7,81	5,99
Концентрация регенеранта	11,7				134											5	1,7	19,46	15
Скорость пропуска регенер раствора	4,0			11	11											5	1,3	4,98	3,8
Вид регенеранта	9,7				7,4											5	1	9,68	7,4
Количество воды на отмывку	0,8			9,7												5	1,7	1,41	1,1
Скорость отмывки	2,1			15												5	1	2,15	1,6
Суммарная оценка		353	53	116	288													130,3	
Важность,%		44	6	14	36														

Таким образом, на выходе *четвертого «Дома качества»* самыми значимыми характеристиками (набравшими наибольшее количество процентов в ячейке «Важность, %») являются «контроль за процессом синтеза» и «контроль за качеством исходной воды». Наименее важными являются – «контроль за транспортировкой» и «приборы учета расхода».

Данная методика подтверждает общие представления о получении и эксплуатации на производстве ионообменных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабакова Т.А.*, *Селезнева И.Н.* Настройка нечетких параметров QFD-методологии управления качеством. − Радиоэлектроника, Электротехника и Энергетика / Пятнадцатая Международная науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. Тез. докл. в 3-х т. Т. 3. − М: Издательский дом МЭИ, 2009. − 420 с.

2. *Брызгалин Г.И.* Введение в теорию качеств. − Волгоград: ВПИ, 1988.

3. *Громогласов А.А.* Водоподготовка: процессы и аппараты – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.

4. *Тулупов П.Е.* Стойкость ионообменных материалов. – М.: Химик, 1984. − 232 с., ил.

5. *Rampersad H.K.* Total Quality Management: An Executive Guide to Continuous Improvement. − Berlin-Heidelberg: Springer Verlag, 2001.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИЛЬНОКИСЛОТНЫХ КАТИОНИТОВ К ДЕЙСТВИЮ КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ

Сучкова Е.С. − инженер
филиала « МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Трушникова Е.В. – химик-технолог ООО «ГРАСС»
Науч. рук. ***Гончарова Л.К.*** − канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник

Современная водоподготовка ведется, в основном, с использованием ионообменных смол.

Объектами исследований были выбраны девять партий сильнокислотных катионитов марок Amberlite IR 120 H производства Франции и Китая и КУ-2-8 производства России и Украины.

Кроме того, выбирались иониты как представленные при проведении конкурсов на поставки, так и позднее поставленные теми же фирмами непосредственно на тепловые электрические станции.

Условия работы смол в фильтрах довольно жесткие: рабочий цикл, взрыхление, регенерация, то есть чередование знакопеременных и механических нагрузок на зерна смол. При этом неизбежно происходит износ смол, потеря общей емкости, и от этих показателей зависит срок службы смол.

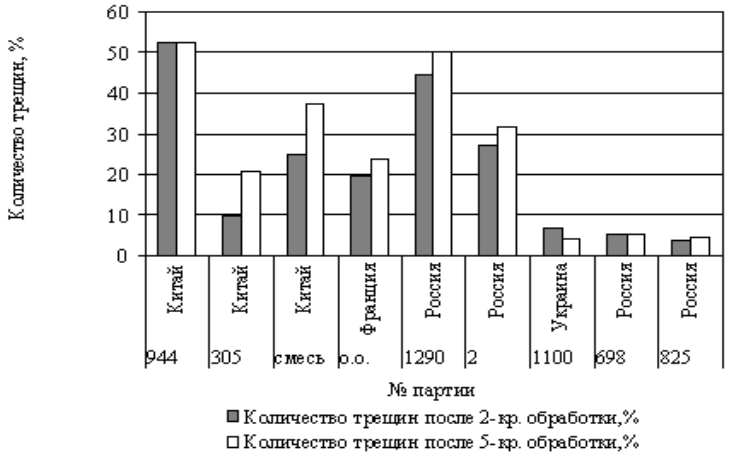
Устойчивость ионообменных смол зависит от условий синтеза и, в первую очередь, от процента сшивающего дивинилбензола и процесса введения функциональной группы. Любые отклонения от заданных норм могут приводить к дефектам зерен смол.

Для оценки качества ионообменных смол определялись следующие показатели качества: коэффициент однородности, влагосодержание, обменная емкость, удельный объем, осмотическая стабильность, а также внешний вид.

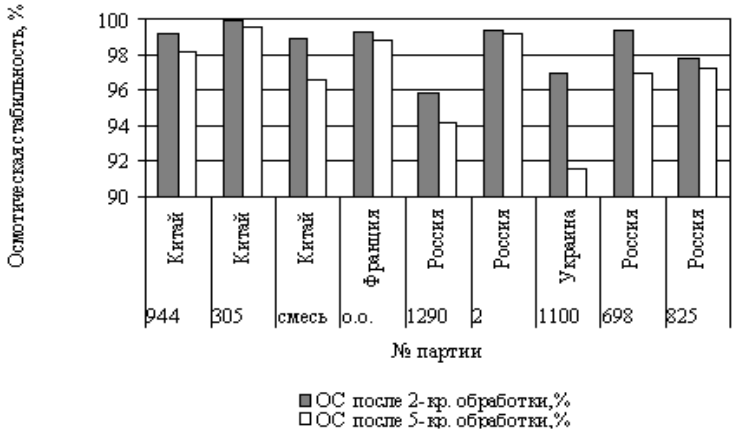
При нормируемых показателях качества иониты разных фирм различаются количеством зерен с трещинами после процесса определения осмотической стабильности.

Увеличение числа циклов обработки ведет для основного количества партий к увеличению количества трещин в зернах ионитов. При этом осмотическая стабильность может незначительно изменяться или уменьшаться, как для партий 1100 и 1290.

Количество зерен катионитов с трещинами



Осмотическая стабильность катионитов после двух- и пятикратной обработок



Таким образом, по результатам выполненной работы предлагается следующее:

− дополнить перечень показателей качества ионообменных смол, регламентированных ГОСТ 20298-74 «Смолы ионообменные. Катиониты», следующим показателем качества: «Количество зерен с трещинами в смоле в исходном состоянии и после определения осмотической стабильности»;

− определение количества зерен с трещинами проводить при определении осмотической стабильности по ГОСТ 17338-88 «Иониты. Методы определения осмотической стабильности» по методике с двумя циклами обработки;

− проводить входной контроль качества смол при поставках на предприятия.

Внедрение в практику выбора критерия «Количество зерен с трещинами» поможет предприятиям в выборе более качественных ионитов.

СХЕМА ХИМИЧЕСКОГО ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ С СОКРАЩЕННЫМИ РАСХОДАМИ РЕАГЕНТОВ БЕЗ ВНЕШНИХ СТОКОВ

Тимофеева В.Г. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гаврилов В.Н.*** – доцент

Высокие требования к охране окружающей среды и необходимость повышения эффективности работы водоподготовительных установок заставляют заново пересматривать существующие схемы химического обессоливания (химобессоливания) воды на ТЭС в целях их совершенствования.

Существующие схемы обессоливания воды характеризуются значительными избытками реагентов (при низких степенях использования обменных емкостей ионитов), сложной и дорогой обработкой жестких регенерационных стоков.

На основании теоретических и экспериментальных исследований, проведенных на кафедре теплоснабжения и теплотехники АзИСИ совместно с ВНИПИэнергопромом, разработаны новые технологические схемы химобессоливания воды с близкими к стехиометрическим расходам реагентов на регенерацию и сокращенными стоками. Кроме того, согласно новым разработкам, отсутствует необходимость в сложных «хвостовых» установках, поскольку отработавшие регенерационные растворы ионитных фильтров представляют собой нейтральные умягченные воды, которые, в зависимости от конкретных условий, могут быть направлены в закрытую систему теплоснабжения или без дополнительной обработки выпарены в серийно выпускаемых поверхностных испарителях с получением сухих солей натрия и утилизацией выпара.

Одной из таких схем является схема химического обессоливания воды с сокращенными расходами реагентов без внешних стоков (с предварительной известково-едконатровой обработкой).

В результате проведения научно-исследовательской работы автором была изучена работа данной схемы, произведен расчет ионного состава воды реки Волги после осветлителя в среднем за три зимних месяца, и на основании полученных расчетных данных сделаны выводы об эффективности применения данной схемы.

Использование двухпоточной конструкции фильтров и технологии развитой регенерации позволяет снизить удельный расход свежей щелочи на регенерацию анионитов практически до стехиометрического количества.

В катионитных фильтрах достижению практически стехиометрических расходов кислоты на регенерацию и повышению рабочих емкостей поглощения способствует, наряду с использованием двухпоточной конструкции Н-катионитных фильтров, включая H_2 - фильтр, применение технологии «голодной» регенерации для МН-фильтра. В этом случае стоки Н-катионитных фильтров естественным образом разделяются на жесткие стоки МН-фильтра, сбрасываемые в БЖС, и мягкие натриевые стоки H_1-H_2 - фильтров, направляемые в БМС.

Таким образом, подводя итог, было бы целесообразно сделать следующие выводы:

1. Предложенная схема дает возможность естественным образом разделить стоки химобессоливающей установки на жесткие, утилизируемые в процессе обработки воды на ВПУ (в осветлителе и сатураторе), и мягкие натриевые, используемые во внутреннем водном цикле станции.

2. Из компоновки ВПУ исключается сложный и дорогостоящий узел обработки сточных вод.

3. Сокращается объем потребления свежей речной воды.

4. В схеме используются только проектные реагенты: кислота, щелочь, сернокислое железо, известь; отсутствует сода, натриевые соли.

Обессоливающая часть ВПУ представляет практически типовую схему ХОУ, простую в расчете и обслуживании.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОРФОЛИНОВОГО ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ВОЛГОДОНСКОЙ (РОСТОВСКОЙ) АЭС

Попова Н.В. − студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Проскурякова Р.Г.*** − доцент

Высокий энергетический уровень технологических агрегатов, присущий атомным электростанциям, обусловливает высокие скорости и интенсивность коррозионно-эрозионных процессов (КЭП) конструкционных материалов. В борьбе за минимизацию коррозионно-эрозионного износа оборудования второго контура энергоблоков АЭС испытываются различные варианты ведения водно-химического режима (ВХР). Снижение скорости КЭП достигается введением в питательную воду второго контура гидразина − сильного восстановителя, который, взаимодействуя со следами окислителей, присутствующих в питательной воде, приводит к снижению скорости КЭП.

Для создания условий, способствующих реакции гидразина с окислителями, в питательную воду вводится также аммиак, создающий щелочную среду. При этом в силу того, что аммиак обладает высоким коэффициентом распределения между паром и водой в пароводяной смеси второго контура, создается его высокая концентрация в паровой фазе. В этих условиях даже следы кислорода

в паровой фазе второго контура вызывают коррозию медных сплавов, используемых в конденсаторах турбины и регенеративных водоподогревателях. В поисках исключения указанного недостатка в качестве реагента, корректирующего активную реакцию воды второго контура турбоагрегатов, взамен аммиака был предложен морфолин.

Была рассмотрена возможность проведения на энергоблоке № 1 Волгодонской (Ростовской) АЭС опытно-промышленных испытаний водного режима второго контура с дозированием морфолина вместо аммиака.

При гидразин-морфолиновом вводно-химическом режиме вынос шлама (в основном соединения железа) с продувочной водой из парогенератора сокращался до 20 кг/год, тогда как при гидразин-аммиачном ВХР он составлял 50 кг/год.

Расход гидразина при введении гидразин-морфолинового ВХР снижается в 3-4 раза за счет возможности снижения его концентрации в питательной воде парогенератора, а также экономии на промежуточных технологических операциях.

Замена гидразин-аммиачного ВХР на гидразин-морфолиновый не повлечет за собой выбросов и сбросов в окружающую среду новых загрязняющих веществ или иных дополнительных неблагоприятных воздействий на окружающую природную среду.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция № 1

Алгоритмы, модели и методы расчета технологических процессов

Беликов А.А., Грига А.Д. Оптимизация схем ПГУ с КУ……. 3
Канцедалов А.А., Костин В.Е. Распределение параметров потока по объему камеры вихревой трубы…… 4
Закожурников С.С., Староверова Г.С., Грошев А.И. Анализ влияния теплофизических параметров на процесс плавки карбида кремния……... 6
Юсупова А.Э., Носенко В.А. Определение и статистический анализ параметров шероховатости поверхности…….. 8

Секция № 2

Информационно-измерительные и управляющие системы

Усманова С.Х., Шевчук В.П. Математическое моделирование переходных процессов в кристаллизаторе…… 10
Филатова С.О., Гайдержий Д.С., Севастьянов Б.Г. Реализация АСУ центробежными насосами……... 13
Вдовин В.В., Макушкин И.А. Анализ методов построения трехмерной модели объекта по серии двухмерных снимков…… 15
Антипцев Д.А., Рыбанов А.А. Техническое обслуживание банков данных…. 16
Жуков В.С., Рыбанов А.А. Проблема оптимального распределения базы данных по узлам вычислительной сети…… 17
Конюхов Д.В., Рыбанов А.А. Методика оптимизации перспективных аппаратных средств криптографической защиты информации в автоматизированных системах управления…… 18
Микрюков С.А., Рыбанов А.А. Оптимизация запросов к базам данных информационных систем……. 20
Королёв И.А., Лясин Д.Н. Исследование методов синхронизации облегченных потоков в среде WIN32……. 21
Королёв Н.А., Климова Е.В. Исследование методов имитационного моделирования производственных процессов…….. 22
Тыртышный А.И., Лясин Д.Н. Исследование методов выявления вредоносного трафика в локальной сети…… 23
Пономаренко Р.М., Рыбанов А.А. Анализ показателей поисковых систем…… 24
Браганец С.А., Сложеникина Т.С., Гольцов А.С. Моделирование адаптивной системы управления гидроагрегатами Волжской ГЭС…… 26
Болдырев И.А. Метрологические характеристики информационно-измерительной системы для определения значения степени насыщения абсорбента…….. 27
Курьянов В.Н. Постановка задачи измерения параметров ветросолнечной электростанции……. 29

Усманова С.Х.*, *Соколова Е.Ю.*, *Севастьянов Б.Г. Разработка алгоритма управления процессом фильтрации…… 30
Климов М.А.*, *Мокичева Ю.В. Исследование системы управления компрессорной установкой 6ВМ16-140/200М1…… 32
Тырина А.В.*, *Агринская С.А. Исследование и разработка алгоритмов управления технологическим процессом абсорбции…… 34
Королева М.И.*, *Немировская А.А.*, *Агринская С.А. Разработка аналитической математической модели ректификационной колонны……... 35
Кажичкина Е.А.*, *Капля Е.В. Моделирование и оптимизация процесса развертывания складного трехзвенного манипулятора…… 36
Кашинцев П.В.*, *Капля Е.В. Модель кварцевого генератора и часов…… 38
Солодовников А.С.*, *Зверьков В.П. Разработка алгоритма динамической настройки Пи-регуляторов на базе непараметрических математических моделей объектов……. 39
Терлянский А.В.*, *Мокичева Ю.В. Разработка алгоритма работы виртуального прибора для идентификации объектов управления…….. 41

Секция № 3

Гидродинамика и тепломассообмен в каналах и элементах энергетических установок

Степурин А.А.*, *Грига А.Д. Особенности паровых турбин АЭС…… 45
Пилин Д.И.*, *Грига А.Д. Особенности регулирующих ступеней паровых турбин……. 46
Куценко М.С., Грига А.Д. Потери утечек в ступенях паровых турбин…….. 47
Гриценко Н.А. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха……... 49

Секция № 4

Информационное и программное обеспечение в учебном процессе

Родионов Д.С.*, *Рыбанов А.А. Исследование методов и алгоритмов размещения учебной информации в системах резервного копирования…… 51
Киреева Л.А.*, *Лясин Д.Н. Исследование алгоритмов анализа текстовых документов на наличие заимствования из сторонних источников……. 52
Ананьева Н.А.*, *Лясин Д.Н. Исследование методов и средств криптоанализа ассиметричных шифров……. 53
Нехаев С.А., Макушкина Л.А. Исследование методов анализа на ограниченном естественном языке в области тестирования знаний……. 54
Нехаев С.А.*, *Макушкина Л.А. Исследование методов анализа на ограниченном естественном языке в области тестирования знаний: графический метод парольной аутентификации……... 55
Савельев Д.В.*, *Макушкина Л.А. Анализ и разработка методов динамического шейпинга в условиях ограниченного канала…….. 56

Кирин А.А.*, *Рыбанов А.А. Исследование методов повышения

конфиденциальности баз тестовых заданий в автоматизированных системах контроля знаний……... 57
Архипов А.А.*, *Лясин Д.Н. Исследование методов оценки качества объектно-ориентированных иерархий……... 58
Петров А.Б.*, *Макушкина Л.А. Исследование методов разработки динамического адаптивного интерфейса……... 59
Канцедалов И.Н.*, *Рыбанов А.А. Модели надежности учебных программных комплексов…… 61
Коровин Ю.К.*, *Рыбанов А.А. Применение в вузе аппаратных средств идентификации по отпечаткам пальцев……. 62
Пугачёва Л.М.*, *Макушкина Л.А. Исследование методов прогнозирования состояния обучающегося в автоматизированной системе обучения…….. 63
Садовский В.Д.*, *Рыбанов А.А. Обзор методов и алгоритмов автоматизированных систем контроля доступа на основании распознавания отпечатков пальцев……. 65
Китаева Т.В.*, *Макушкина Л.А. Исследование методов адаптации траектории обучения, используемых в автоматизированных обучающих системах…… 67
Кузнецов С.М.*, *Рыбанов А.А. Использование видеоуроков в учебном процессе…….. 68
Ферапонтова Н.С.*, *Соловьева А.А.*, *Клюгина Н.Н. Роль адаптивного тестирования в повышении качества обучения по дисциплине «Программирование и основы алгоритмизации»……. 70

Секция № 5

Энергообеспечение предприятий

Кругляков М.С.*, *Васильев П.Д. СВЧ сушка древесины…….. 73
Нечаев Е.В.*, *Васильев П.Д. Интенсификация теплообмена трубчатых теплообменников…….. 75
Реснянская А.А.*, *Васильев П.Д. Численное моделирование температурных полей в элементах промежуточного ковша……... 76
Такташев Р.Н.*, *Васильев П.Д. Численное моделирование процессов разогрева тяжелых топлив в мазутных хозяйствах……... 78
Такташев Р.Н.*, *Васильев П.Д. Численное моделирование температурных режимов теплообменников с трубками эллиптического сечения в программном комплексе FLUENT…… 80
Макаров А.А.*, *Ветлицын Ю.А. Основы проектирования умного дома…… 82
Макаров А.А.*, *Ветлицын Ю.А. Исследование способов регулирования подачи питательной воды в котельном агрегате БКЗ-420 Волжской ТЭЦ-2….. 83
Леонов М.А.*, *Васильев П.Д. Электрические печи сопротивления……. 84
Усатый Р.Ю.*, *Васильев П.Д. Энергетическая эффективность питания и регулирования источников света…… 86

Храмов И.В.*, *Васильев П.Д. Обзор основных методов сушки

лакокрасочных поверхностей автомобиля……. 88
Шевцова Е.В., Каблов В.Ф., Саразов А.В. Энергообеспечение предприятий за счет электроэнергии, вырабатываемой МГЭС на очистных сооружениях г. Волжского и МГЭС-ГАЭС на отсеченном заливе Волгоградского водохранилища……... 89

Секция № 6

Технологические процессы в машиностроении, химии, строительстве, энергетике и их влияние на экологию и природопользование

Настоящева А.Ю., Одоевцева М.В. Опыт эксплуатации установок обратного осмоса в схемах водоподготовки на ТЭС…… 91
Глушкова А.В., Растокина Ю.А., Одоевцева М.В. Особенности эксплуатации мембранных водоподготовительных установок……... 92
Питерская С.С., Дылкина Н.Г., Одоевцева М.В. Верификация данных численного моделирования установок обратного осмоса с применением программ «ROSA», «Hydranautics»…….. 94
Гордеева С.Е., Гончаров Ю.А. Современные методы анализа и их применение для контроля качества воды…….. 95
Кочетова А.С., Гончарова Л.К. Загрязнение мембранных элементов: виды, причины, способы предотвращения и очистки…….. 96
Мулдагалиева А.А., Проскурякова Р.Г. Практическое использование природных цеолитов в промышленных масштабах…….. 97
Бабакова Т.А., Селезнева И.Н., Гончарова Л.К. Применение QFD-методологии для управления качеством ионитов…… 98
Сучкова Е.С., Трушникова Е.В., Гончарова Л.К. Исследование устойчивости сильнокислотных катионитов к действию кислот и оснований….. 100
Тимофеева В.Г., Гаврилов В.Н. Схема химического обессоливания воды с сокращенными расходами реагентов без внешних стоков…… 102
Попова Н.В., Проскурякова Р.Г. Результаты использования морфолинового водно-химического режима на Волгодонской (Ростовской) АЭС…….. 103

ПЯТНАДЦАТАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

г. Волжский, 25-29 мая 2009 года

Тезисы докладов

Том 1

Редакторы *Халдеева Г.П.*, *Юрина В.В.*

Подписано в печать 01.09.2009. Формат $60\times90_{1/16}$.
Печать ризографическая. Усл. печ. л. 6,8.
Тираж 75 экз. Заказ № 335.

Издатель Филиал ГОУ ВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
404110, г. Волжский, пр. Ленина, 69.

Отпечатано Филиал ГОУ ВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
404110, г. Волжский, пр. Ленина, 69.