

Министерство образования и науки Российской Федерации

Новомосковский институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

Первичная организация Российского химического общества
им. Д.И. Менделеева

Совет молодых ученых НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева

*Конференция посвящена 120-летию
РХТУ им. Д.И. Менделеева*

XX НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ, СТУДЕНТОВ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Технические науки



Новомосковск,
2018

УДК 378:082.2(043.2)

ББК 74.58

Д 259

Д 259 XX научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов, студентов. Тезисы докладов. Технические науки / ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал). Новомосковск, 2018. – 119 с.

Работа конференции проводилась в шести секциях, на которых обсуждались вопросы инженерной механики и материаловедения, кибернетики технологических процессов и технических систем, энергетики, химии и технологии неорганических веществ, органической химии и полимерных композиционных материалов, гуманитарных наук, экологии, экономики и управления.

Сборник содержит доклады и сообщения студентов, аспирантов и молодых ученых.

Текст репродуцирован с оригиналов авторов.

УДК 378:082.2(043.2)

ББК 74.58

Редакционная коллегия:

директор В.Л. Первухин - *председатель*

доцент, кандидат экономических наук А.В. Овчаров – *зам. председателя*

профессор, доктор химических наук Е.Н. Голубина – *отв. секретарь*

профессор, доктор философских наук Э.А. Бирюкова

профессор, доктор технических наук В.М. Логачева

доцент, кандидат химических наук В.И. Журавлев

доцент, кандидат экономических наук Ю.В. Кулакова

доцент, кандидат технических наук Н.В. Маслова

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ, ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ	10
<i>Кузнецов А.Ю., Бегова А.В.</i> Разработка конструкции ректификационной колонны.....	10
<i>Скоблицов А.Ю., Хордигов А.Э., Суменков А.Л.</i> Влияние дисперсности высокодисперсных порошков на их слипаемость....	11
<i>Сафонов Б.П., Калугин И.А.</i> Восстановление осевой геометрии вышедшего из строя плунжера дозировочных насосов.....	12
<i>Лобанов А.В., Зимин А.И., Суменков А.Л., Бегова А.В.</i> Динамика относительного движения материальной точки.....	13
<i>Нджа О.Р., Савкина Н. Е., Сафонов Б.П.</i> Оценка оптимального числа ходов по трубам КТТ.....	14
<i>Хрипченко Д.Р., Лобанов Н.Ф.</i> Ремонтпригодный плазмотрон-распылитель.....	15
<i>Скоблицов А.Ю., Козлов А.М.</i> Модернизация двигателя внутреннего сгорания.....	16
<i>Поляков П.Г., Лобанов А.В., Каменский М.Н.</i> Анализ конструкций козловых кранов.....	17
<i>Подорванов В.М., Бегова А.В.</i> Разработка конструкции мостового крана.....	18
<i>Матюшин Д.С., Сафонов Б.П.</i> Материаловедческий фактор конструктивного совершенства теплообменного оборудования.....	19
<i>Романов С.В., Сорсов К.И., Ключков В.И.</i> Конструкция роторно-пленочного испарителя.....	20
<i>Скоморохов Н.С., Бегова А.В.</i> Разработка конструкции контактного аппарата для производства неконцентрированной азотной кислоты.....	21
<i>Пonomарев П.С., Матюшин Д.С., Лобанов Н.Ф.</i> Оценка основных размеров коллектора подачи байпасного газа.....	22
<i>Саламатин А.М., Ключков В.И.</i> Конструкция сепаратора для многоступенчатого разделения многофазных систем.....	23
<i>Серегин В.В., Лобанов Н.Ф.</i> Управление плазменным напылением на стадии дозирования порошкового материала.....	24
<i>Сорсов К.И., Бегова А.В.</i> Виды и принцип работы сепараторов.....	24

<i>Смоляк А.Ю., Лобанов А.В., Алексеев А.А., Сивкова О.Д.</i> Исследование акустических характеристик полимерной композиции полипропилен-дивинилстирольный термопласт.....	25
<i>Казиева Л.В., Пенюгалов А.Д.</i> Особенности составления эскизов деталей.....	26
<i>Казиева Л.В., Лубошникова М.П.</i> Особенности соединения сваркой.....	28
<i>Штефан К.В., Батистова Е.К., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.</i> Об особенностях составления эксергетических балансов реальных энергетических установок.....	29
<i>Мисюнас Д.А., Штефан К.В., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.</i> Оценка эффективности работы газотурбинных установок с помощью эксерегии.....	30
<i>Чепрасова В.В., Герасимов В.Ю., Тимофеева И.В., Золотарева В.Е.</i> Определение расчётных параметров климата при прогнозировании максимального влагообразования на открытых площадках и тоннелях.....	31
<i>Горянский Д.А., Тимофеева И.В., Золотарева В.Е., Головина З.А.</i> К вопросу определения температуры поверхности покрытия открытых площадок и тоннелей.....	33
<i>Шуляк В.А., Мисюнас Д.А., Тимофеева И.В., Золотарева В.Е.</i> Использование методики определения теплопроводности многослойной стенки при расчётах открытых площадок и тоннелей.....	34
<i>Чепрасова В.В., Золотарева В.Е., Зайцев Н.А.</i> Применение комплексонатной водоподготовки на объектах теплоэнергетики городского округа Новомосковск.....	36
<i>Иванов И. А., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А., Макрушин В.В.</i> Наладка оптимального режима работы химводоочистки котельной.....	37
<i>Синякин Е.М., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А., Макрушин В.В.</i> Оценка методов повышения эффективности работы испарителей термической водоподготовки.....	38
<i>Жемчужнов М.А., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А., Макрушин В.В.</i> Конструктивные особенности развития схем осветителей для повышения эффективности их работы.....	39
<i>Батистова Е.К., Макрушин В.В., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А.</i> Удаление серы из топлива до поступления его в топочное устройство.....	40

<i>Чепрасова В.В., Макрушин В.В., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.</i> Токсичные вещества при работе ТЭЦ и решение проблемы выброса их в атмосферу.....	41
<i>Самсонов К.С., Маликова С.А., Макрушин В.В., Чермошенцев Е.А.</i> Влияние вредных выбросов ТЭС и ТЭЦ на атмосферу.....	42
<i>Синякин Е.М., Макрушин В.В., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.</i> Нормирование загрязнения атмосферного воздуха.....	43
<i>Попков А.А., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А., Макрушин В.В.</i> Физико-химические факторы образования конденсата в проточной части турбин ТЭС.....	44
<i>Данилов А.А., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А., Макрушин В.В.</i> Влияние неорганических примесей на надежность работы паровых турбин.....	45
<i>Глухов П.А., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А., Макрушин В.В.</i> Физический метод предотвращения отложений на теплообменных поверхностях.....	46
<i>Горянский Д.А., Самсонов К.С., Гольцев Ю. Т.</i> Разработка программы для исследования относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде.....	47
<i>Шуляк В.А., Гольцев Ю. Т., Симаков Н.В.</i> Разработка виртуального тренажёра для обучения операторов парового котла...	48
<i>Маликова С.А., Гольцев Ю. Т., Курило Н.А.</i> Разработка программы для исследования потерь напора по длине.....	48
<i>Ендин Е.А., Чумаков О.В., Логачёва В.М.</i> Особенности электродвигателей и области их применения.....	49
<i>Леонов А.А., Миляев В.П., Логачёва В.М.</i> Применение явления электромагнитной индукции в электротехнике.....	50
<i>Чумаков О.В., Ендин Е.А., Логачева В.М.</i> Применение постоянного тока в быту.....	51
<i>Леонов А.А., Логачёва В.М.</i> Применение аккумуляторов на основе графена.....	52
<i>Ильин А.И., Дедиков А.А.</i> Сравнение классического и современных видов заземления.....	52
<i>Колесников Е.Б., Бугонин В.В.</i> Устройство для измерения частоты трехфазного синусоидального напряжения.....	53
<i>Колесников Е.Б., Бугонин В.В.</i> Разработка и исследование импульсного преобразователя постоянного тока электропривода металлорежущего станка.....	54

<i>Ребенков Е.С., Чиркова Т.Ю., Манелюк В.В.</i> Нейросетевой электропривод с упругой механической связью.....	55
<i>Ребенков Е.С., Овсянников Д.С.</i> Частотно-регулируемый электропривод с демпфированием колебаний в механической части.....	56
<i>Ребенков Е.С., Евтюхин И.О.</i> Исследование электропривода с нелинейной характеристикой упругой связи.....	56
<i>Лагуткин О.Е., Астапов И.О.</i> Прогнозирование электропотребления ценологическими методами.....	57
<i>Лагуткин О.Е., Мартынов И.С.</i> Ранговый анализ в электроснабжении.....	58
<i>Белолипецкая В.О., Исаев А.С., Романенко Н.А.</i> Исследование несимметричных режимов СЭС с использованием Mathcad.....	59
<i>Аль Сабахи Амин, Исаев А.С., Ченский П.О.,</i> Моделирование пуска двигательной нагрузки с применением MatLab.....	60
<i>Исаев А.С., Мулейя Галипимпуво Преиз</i> Новый подход к задачам физики при использовании Mathcad.....	61
<i>Стебунова Е.Д., Майорова Н.Д., Русиков Д.А.</i> Влияние места установки конденсаторных батарей на выбор сечения кабелей на напряжение ниже 1000В.....	62
<i>Стебунова Е.Д., Кортушов А.В.</i> Выбор номинальной мощности трансформаторов КТП с учетом самозапуска электродвигателей.....	63
<i>Жилин Б.В., Гургулдаев Р.Р., Зайцев Д.Р.</i> Выявление пределов коэффициентов линейной модели для повышения точности прогноза.....	64
<i>Жилин Б.В., Зайцев Д.Р., Манелюк В.В.</i> Линейные и нелинейные способы получения коэффициентов моделей прогнозирования.....	65
<i>Жилин Б.В., Шелегов Д.Р., Манелюк В.В.</i> Один из способов прогнозирования параметров систем на основе техноценологического подхода.....	66
<i>Майорова Н.Д., Антипов А.С.</i> Техноценологические закономерности структуры систем для прогнозирования.....	67
<i>Жилин Б.В., Шелегов Д.Р., Антипов А.С.</i> Модель выявления экспорта электрической энергии РФ на основе метода структурообразующих рангов.....	68
<i>Ставцев В.А., Чиркова Т.Ю., Митрофанов А.В.</i> Повышение надежности электроснабжения и пути решения.....	69

<i>Ошурков М.Г., Васькин П.М.</i> Прогнозирование тарифов на розничном рынке электроэнергии.....	70
<i>Ошурков М.Г., Курсеков В.Р.</i> Методика моделирования профиля мощности потребителя.....	71
<i>Ошурков М.Г., Мерзликин И.С.</i> Задачи и методы прогнозирования электропотребления.....	72
<i>Чиркова Т.Ю., Митрофанов А.В.</i> Современные концепции ППР энергетического оборудования.....	73

**СЕКЦИЯ КИБЕРНЕТИКИ, АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ,
МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ.....**

<i>Мухин А.А., Волков В.Ю., Кочевин Д.В.</i> Выбор допущений для упрощения модели распространения загрязняющих веществ в атмосфере.....	75
<i>Предместьин В.Р., Мелешкина В.А.</i> Использование модели для прогноза регулируемой переменной.....	75
<i>Азима Ю.И., Шалабай В.П., Тимофеев К.А.</i> Модель измерения теплопроводности низкотеплопроводных материалов для образцов в виде полуограниченного тела.....	79
<i>Стеколыщиков М.А., Лопатина С.В., Лопатин А.Г.</i> Датчики для автоматизации производственных процессов.....	79
<i>Брыков Б.А.</i> Проектирование программного комплекса, моделирующего динамические особенности объектов управления в химической технологии.....	80
<i>Брыков Б.А.</i> Особенности синтеза нечетких моделей объектов управления с использованием адаптивной нейро-нечеткой системы в MATLAB.....	81
<i>Камынин В.А., Ковальчук А.В., Федин Н.А., Брыков Б.А.</i> Анализ влияния α -уровня пересечения функций принадлежности в нечетких регуляторах на качество переходных процессов.....	82
<i>Камынин В.А., Бычков А.Д., Гаврилов В.А., Брыков Б.А.</i> Параметрический анализ передаточной функции промышленного реактора синтеза полимеров.....	83
<i>Тимофеев К.А., Шалабай В.П., Шумицкая К.В., Брыков Б.А.</i> О нечеткой коррекции параметров ПИД-регулятора на основе текущих данных о знаке ошибки регулирования и ее производной.....	84
	85

<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Раскучев М.А.</i> Анализ проблем, решаемых современными BI системами.....	86
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Васильев Е.Е.</i> Перспективы CRM технологии.....	88
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Ежов К.А.</i> Предпосылки к развитию и препятствия на пути продвижения HRM систем в России.....	89
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Грачев Д.А.</i> Применение технологии Блокчейн в сфере электронного документооборота.....	90
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Филатова Т.Д.</i> Тенденции расширения функциональности CRM систем.....	91
<i>Лисин В.М., Старцев Н.В.</i> Терминальный доступ как способ решения проблем администрирования сети.....	93
<i>Лисин В.М., Лаптева А.Г.</i> Применение аппаратной контентной фильтрации в образовательных организациях.....	94
<i>Силин А.В., Силина И.В., Смокотина А.П.</i> Разработка программного обеспечения для адаптации цветопередачи изображения к условиям реального освещения.....	95
<i>Силин А.В., Силина И.В., Карпов А.Ю.</i> Разработка методики сбора и анализа данных со смарт-карт.....	96
<i>Камынин В.А., Санаева Г.Н., Пророков А.Е.</i> О синтезе системы управления производством ацетилена с учётом центра безопасности.....	97
<i>Камынин В.А., Санаева Г.Н., Гринюк О.Н., Гербер Ю.В.</i> О разработке программного обеспечения для принятия решений при проектировании сетевой инфраструктуры предприятия.....	98
<i>Ковальчук А.В., Санаева Г.Н., Гринюк О.Н., Моисеева И.Д.</i> Об автоматизации логистических расчётов для операции складирования.....	99
<i>Волкова В.В., Волков В.Ю., Федин Н.К.</i> Основные этапы формирования экспертного заключения в процессе принятия решений.....	100
<i>Волкова В.В., Волков В.Ю., Маслова Н.В.</i> Оценка достоверности мнений экспертов в группе при формировании экспертного заключения.....	101
<i>Раскучев М.А., Соболев А.В.</i> Информационная подсистема выбора каналов управления при синтезе ЭСАУ.....	103

<i>Левшин А.С., Соболев А.В.</i> Информационная подсистема выбора и расчета регуляторов в ЭСАУ.....	104
<i>Борчан Д., Соболев А.В.</i> Информационная подсистема выбора и расчета фильтров в ЭСАУ.....	105
<i>Мелешкина В.А., Корольков П.В., Соболев А.В.</i> Математическое моделирование колонны синтеза аммиака.....	106
<i>Татаринов М., Соболев А.В.</i> Исследование качества работы ЭСАР в зависимости от места приложения возмущающего воздействия.....	107
<i>Скорба В.Р., Платонова О.Ю.</i> Интегрирование некоторых иррациональных функций.....	108
<i>Саломасова Г.Г., Платонова О.Ю.</i> Интегрирование некоторых трансцендентных (неалгебраических) функций.....	109
<i>Маликова С.А., Платонова О.Ю.</i> Вычисление координаты центра тяжести с помощью определенного интеграла.....	110
<i>Ионова Л.Г., Платонова О.Ю., Сорсов К.И.</i> Формула параболических трапеций.....	111
<i>Миляев В.П., Платонова О.Ю.</i> Дифференцирование сложных функций нескольких переменных.....	112
<i>Щербинина А.С., Бездомников А.В.</i> Ранговая корреляция.....	113
<i>Новикова А.М., Бездомников А.В.</i> Статистическая оценка связи между качественными признаками.....	114
<i>Нифонтова Т.Ю., Кохнович М.П.</i> AUTOCAD как средство формирования профессиональных графических компетенций..	115
<i>Нифонтова Т.Ю., Врагов И.С.</i> Графический редактор как эффективный инструмент формирования профессиональных компетенций студентов технического вуза.....	116
<i>Нифонтова Т.Ю.</i> Применение программы AUTOCAD для реализации и оценки качества подготовки бакалавра.....	117
<i>Матвеев В.А., Смоляк А.Ю.</i> Метод Монте-Карло в определенном интеграле.....	119

СЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ, ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

УДК 66.048.3

Кузнецов А.Ю., Бегова А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Проектируемая колонна ректификации представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат с двумя эллиптическими днищами, установленная на опоре цилиндрического типа. Обечайка собрана из нескольких частей – царг. Материал обечайки (корпуса колонны) и днищ – 09Г2С. Внутри колонны установлены 110 клапанных двупоточных тарелок KOCH-GLITSCH диаметром 6000 мм, которые применяются при атмосферном или повышенном давлении, изменяющихся нагрузках по пару (газу) и жидкости, а также при повышенном требовании к четкости разделения смеси.

Конструкция данных клапанов позволяет работать при различных нагрузках по пару. Колонна оснащена контрольно-измерительными и регулирующими приборами для обеспечения безопасного проведения нормального технологического процесса.

Колонну собирают в вертикальном положении. Стыкуемые части аппарата подтягивают друг к другу трубоукладчиками или тракторами. Стыковку производят строго по заводским контрольным рискам или кернам на корпусах, которые тщательно совмещают, а также по маркировке на деталях.

При разработке конструкции ректификационной колонны для разделения обезэфиренного метанола от воды мощностью для установки ректификации производительностью 800 тыс. т/год были достигнуты следующие результаты:

- проведен технологический расчет колонны, в результате которого определено количество тарелок (110 – клапанных), диаметр колонны – 6000 мм, высота колонны – 88910 мм.;

- проведен расчет основных элементов колонны на прочность, расчет укрепления отверстий и расчет на ветровую нагрузку, в результате которой определена прочность сварного шва, соединяющего корпус колонны с опорной обечайкой, ширина опорного кольца и количество фундаментных болтов (40 шт.);

- рассмотрен рациональный способ технического обслуживания и ремонта ректификационной колонны;

Материалы, используемые при изготовлении колонны (углеродистая сталь 09Г2С) применены в соответствии с условиями, в которых работает аппарат.

УДК 621.762

Скоблицов А.Ю., Хордигов А.Э., Суменков А.Л.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ НА ИХ СЛИПАЕМОСТЬ

Алюминий и его сплавы в настоящее время широко применяются во многих областях промышленности и народного хозяйства: в авиационной и автомобильной отраслях, в машиностроении, электротехнической промышленности и приборостроении, промышленном и гражданском строительстве, химической промышленности, производстве предметов народного потребления. Достаточно вспомнить авиаконструкции, моторы, картеры, коробки передач, насосы, кабели, шинопроводы, конденсаторы, выпрямители переменного тока, кино- и фотоаппаратуру, радиотелефонную аппаратуру, контрольно-измерительные приборы. Алюминий высокой чистоты находит широкое использование в таких новых областях техники как ядерная энергетика, полупроводниковая электроника, радиолокация.

Новые материалы на основе алюминия часто применяют в виде высокодисперсных порошков (ВДП), обладающих уникальными свойствами. При переработке и использовании таких порошков осуществляется ряд процессов: смешение, транспортирование, дозирование, уплотнение и т.д. Качество и эффективность проведения процессов с участием ВДП зависит от структурно-механических характеристик (СМХ) порошков. Важнейшими характеристиками являются аутогезия (слипаемость) порошков, коэффициенты внутреннего и внешнего трения. Известно, что СМХ зависят от гранулометрического и фазового состава порошков (которые определяются способом и параметрами синтеза) и характеристик окружающей среды: температуры, давления, влажности.

Целью настоящей работы являлось определение зависимости слипаемости (аутогезии) от среднего размера частиц порошков.

Исследовались порошки алюминия с величиной удельной поверхности от 0,2 до 0,5 м²/г. Дисперсный состав определяли по методу БЭТ и на основе электронно-микроскопических фотографий.

Аутогезия (прочность при разрыве) определялась по методу отрыва пластины со слоем порошка от порошкового тела. Усилие фиксировалось чувствительным тензометрическим элементом.

Было выяснено, что слипаемость высокодисперсных порошков возрастает с уменьшением среднего размера частиц.

УДК 62.2

Сафонов Б.П.¹, Калугин И.А.²

(¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева,

²ООО «Газпром добыча Ямбург»)

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОСЕВОЙ ГЕОМЕТРИИ ВЫШЕДШЕГО ИЗ СТРОЯ ПЛУНЖЕРА ДОЗИРОВОЧНЫХ НАСОСОВ

При техническом обслуживании (ТР, СР или КР) плунжерных насосов, одной из операций ремонта является ревизия состояния быстро изнашиваемых деталей (клапана, плунжера, РТИ, сальники и т.д.) для дальнейшего их применения или замены на новые детали. Одной из таких ревизий является проверка геометрии плунжера, особенно осевой. Если у плунжера есть биение по оси, он просто выбраковывается и меняется на новый.

Мы предлагаем, если биение вала не превышает 0,4 - 0,6 мм. Восстанавливать его осевую геометрию (выравнивать практически до 0,0 мм.) с помощью специального приспособления. Приспособление состоит из: разрезной защитной оправки, самоцентрирующейся сменной головки, конусным центром Морзе 5 и медной оправки. Установка плунжера с помощью приспособления в токарном станке для его восстановления происходит по следующей технологии: с одной стороны плунжер вставляется в 3-х кулачковый патрон через разрезную защитную оправку для защиты от механических повреждений резьбовой и рабочей части плунжера при зажатие в патроне, с другой стороны плунжер вставляется в самоцентрирующуюся конусную сменную головку, которая в свою очередь через конусный центр Морзе 5 вставляется в заднюю бабку станка. В резцедержатель устанавливаем медную оправку круглого сечения. С обратной стороны плунжера на станину станка с помощью магнитной стойки устанавливаем часовой индикатор измерительным штоком (стержнем) к валу (горизонтальной оси).

Восстановление осевой геометрии плунжера происходит на токарном станке по следующей технологии: устанавливаем переключатель скоростей в «нейтраль» и вращаем патрон, часовым индикатором находим места изгиба и подгонкой в этом месте с другой стороны плунжера (смотри фото-эскиз) медной оправки резцедержателем добиваемся выпрямления плунжера допуском 0,02 - 0,03 мм. по часовому индикатору. Аналогично выпрямляем плунжер если есть и другие места его биения.

**ДИНАМИКА ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ
МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**

Задача, рассматриваемая в этой работе, состоит в следующем: пусть система координатных осей $O_1x_1y_1z_1$ (система отсчета) имеет известное нам движение относительно "неподвижной" системы отсчета $Oxyz$. Зная силы, действующие на данную материальную точку М, требуется найти движение этой точки относительно подвижной системы $O_1x_1y_1z_1$, т.е. найти ее относительное движение. Для решения этой задачи нужно сначала составить дифференциальные уравнения *относительного движения* точки М; проинтегрировав эти уравнения, найдем искомое движение.

Согласно второму закону Ньютона при движении материальной точки относительно *неподвижной* (инерциальной) системы отсчета имеем:

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N},$$

где a обозначает абсолютное ускорение точки М, \vec{F} - действующую на эту точку заданную силу и \vec{N} - реакцию связей. Но из кинематики известно, что

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_s + \vec{a}_k,$$

где a_r , обозначают соответственно относительное, переносное и кориолисово ускорения точки М. Подставляя это значение a в предыдущее равенство, получим:

$$m\vec{a}_r = \vec{F} + \vec{N} - m\vec{a}_s - m\vec{a}_k.$$

Полученное уравнение позволяет решать задачи об относительном движении материальной точки. Если введем обозначения

$$-m\vec{a}_s = \vec{F}_s^{\text{ин}} \text{ и } -m\vec{a}_k = \vec{F}_k^{\text{ин}},$$

то предыдущее уравнение примет следующий вид:

Это есть дифференциальное уравнение относительного движения материальной точки в векторной форме. Проектируя это уравнение на подвижные оси $O_1x_1y_1z_1$, получим дифференциальные уравнения относительного движения в координатной форме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. Москва, 2006.

ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ХОДОВ ПО ТРУБАМ КТТ

Теплообменное оборудование является самым распространенным видом технического оборудования в химической отрасли. При этом 80 % теплообменников представляют собой рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты. В рекуперативных теплообменниках теплообмен между средами осуществляется через стенку теплообменных труб.

Функциональным параметром теплообменника является поверхность теплообмена сред. В КТТ поверхность теплообмена образована теплообменными трубами, составляющими трубный пучок. Одним из конструктивных приёмов повышения эффективности работы КТТ является реализация многоходовости в трубном пространстве. Многоходовость позволяет повысить скорость движения технологической среды по трубам при заданном диаметре аппарата, что способствует повышению коэффициента теплоотдачи от среды стенкам труб. По данным литературы число z ходов среды по трубам для КТТ рекомендуется принимать равным 1, 2, 3, 4, 6, 12. В докладе рассматривается методика камеральной разметки трубных решёток и перегородок при реализации произвольного числа ходов среды по трубам. Многоходовость среды по трубам конструктивно обеспечивается постановкой в распределительных камерах КТТ перегородок.

Итоговым документом камеральной разметки является таблица индексов отверстий, в которой всем отверстиям присваиваются уникальные индексы $(j;i)$ и указываются координаты рядов, на пересечении которых находится то или иное отверстие. Координаты произвольного отверстия с индексом $(j;i)$ определяются: $x_i = t_x \cdot i$, $y_j = 0,5 \cdot t_y \cdot j$,

где i, j – номера вертикального и горизонтального ряда отверстий, на пересечении которых находится рассматриваемое отверстие, соответственно. При $z = 2, 3, 4$ устанавливаются продольные перегородки (параллельные нулевому продольному ряду отверстий, который совпадает с большой диагональю шестиугольника или квадрата отверстий).

При $z = 5 \dots 10$ в распределительных камерах устанавливаются также поперечные перегородки. В этом случае продольные сектора трубной решётки становятся двухходовыми. Оптимальное число ходов по трубам определяется по коэффициенту снижения поверхности теп-

лообмена. Согласно ГОСТ 15118 -79 допустимое значение коэффициента снижения поверхности теплообмена составляет $[\varphi]=0,8$.

УДК 621.791

Хрипченко Д.Р., Лобанов Н.Ф.

(Новомосковский институт им. Д.И. Менделеева)

РЕМОНТОПРИГОДНЫЙ ПЛАЗМОТРОН-РАСПЫЛИТЕЛЬ

Износостойкие порошковые покрытия универсальным образом наносятся на металлические детали методами газотермического напыления. Для напыления тугоплавких материалов, как правило, используют электродуговые плазмотроны-распылители.

Конструкция стандартного электродугового плазмотрона-распылителя серийных установок типа УПУ-3Д или УМП-6 отличается компактностью и низким рабочим напряжением (до 60-70 В) по соображениям безопасности. Обратной стороной этих достоинств является усложнение конструкции, большие рабочие токи (до 400-500А). В результате снижается ресурс работы водоохлаждаемых электродов, что требует наличия большого запаса медных анодов.

Для снижения затрат на ремонт и замену прогоревших анодов необходимо провести изменения схемы охлаждения электродов и упрощение конструкции заменяемых элементов. В исходную конструкцию серийного плазмотрона-распылителя внесены следующие изменения:

- внутренний переток охлаждающего конденсата между анодом и катодом через изолятор и камеру ввода рабочего газа заменен внешним перетоком через шланг из электроизоляционного материала;

- конструкция анодного узла выполнена в виде герметичного по воде индивидуального блока с возможностью оперативной замены медной вставки и наружным вводом порошкового материала;

- катодный узел, в виде индивидуального блока, предусматривает не только оперативную замену «выгораемой» части конструкции, но и регулирование начального зазора между электродами.

В результате модернизация серийного плазмотрона-распылителя привела:

- а) к повышению надежности работы аппарата (исключена опасность короткого замыкания по воде через фигурные уплотнения между катодом и анодом);

- б) к сокращению времени и затрат на оперативное обслуживание и ремонт плазмотрона-распылителя.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

При эксплуатации автомобилей для спортивных целей возникает необходимость увеличения мощности серийного двигателя внутреннего сгорания на сравнительно кратковременный промежуток времени. Эта задача зачастую решается путём увеличения объёма сжатия в поршневой группе, изменения зазоров в клапанах, облегчения деталей кривошипно-шатунного механизма, регулирования работы карбюратора и т.п.

В нашей работе был проведён расчёт прочности гильзы цилиндра при условии увеличения его объёма до предельно допустимых размеров толщины стенки; изменения параметров распределительного вала в системе газораспределительного механизма с целью увеличения зазоров между тарелками клапанов и их сёдел; целесообразным изменением массы шатунов, клапанов, а также поршней.

На основании сделанных расчётов были выполнены конструктивные изменения размеров или подобраны детали аналогичных изделий с целью увеличения мощности ДВС автомобиля ВАЗ 2106. Изменения конструктивных размеров представлены на чертежах.

В ходе сборки, процессе испытания и доводки опытного образца проводилась регулировка карбюратора с целью повышения частоты холостого хода и увеличения крутящего момента ДВС.

В результате выполненных работ стандартного двигателя ВАЗ 2106 мощность возросла с 75 л.с. до 120 л.с. Тепловой расчёт показал, что ДВС после модернизации нуждается в интенсификации подачи охлаждающей жидкости или её промежуточного охлаждения. В настоящее время мы работаем над внесением в конструкцию промежуточного радиатора и местом его размещения в подкапотном пространстве автомобиля.

Автомобиль с форсированным двигателем пользуется заслуженной популярностью у спортсменов, занимающихся кроссом по пересечённой местности и участвующих в гонках на выживание. О чём свидетельствует быстрая реализация автомобиля с модернизированным двигателем через портал «Авито».

Поляков П.Г., Лобанов А.В., Каменский М.Н.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ

Козловые краны применяются для обслуживания складов, штучных грузов, контейнеров, для монтажа сборных промышленных и гражданских сооружений и т.д. В промышленности применяется большое разнообразие козловых кранов, которые разделяют на классы: общего назначения грузоподъемностью 30 т; обслуживающие промышленные производства и контейнерные площадки, грузоподъемностью до 90 т; строительно-монтажные с грузоподъемностью до 400 тонн и с длиной пролетов до 80 метров; специальные, выполняющие работы на гидростанциях, космодромах и иных специфических объектах с возможностью поднимать максимально тяжелые грузы и имеющие достаточно большую длину пролета.

У однобалочного козлового крана металлическая конструкция состоит из моста и двух опор. Однобалочные мосты более характерны для кранов грузоподъемностью 5-10 т.

Двухбалочный кран включает в себя две балки в пролете. Данный кран состоит из пролетной балки ферменной или сварной листовой конструкции и подвесной (или опорной) тележки. Козловые краны с двухбалочным мостом более металлоёмки.

Грейферный козловой кран используется для перегрузки лома чёрных и цветных металлов. Канатные грейферы могут иметь как продольное, так и поперечное раскрытие относительно подкрановых путей. Краны с канатными грейферами используются, как правило, на специализированных складах сыпучих и навалочных грузов с большим грузооборотом. Применение козловых магнитно-грейферных кранов позволяет попеременно загружать вагоны или авто- и ж/д транспорт, пользуясь то магнитом, то грейфером.

Монтажные козловые краны широко применяются при строительстве гидротехнических сооружений, мостов и плотин. Эти краны для ГЭС характеризуются повышенной грузоподъемностью, позволяющей выполнять крупные монтажные работы при относительно малых пролетах. К особенностям монтажных кранов относят увеличенную высоту пролётного строения, а также минимально возможную массу (для кранов, устанавливаемых на строительных конструкциях).

Проведенный анализ конструкций козловых кранов показал, что благодаря своим особенностям они получили широкое распространение в различных отраслях промышленности.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МОСТОВОГО КРАНА

Мостовые краны являются основным грузоподъемным оборудованием производственных цехов. В качестве грузозахватного органа кранов служат; крюки, грейферы, электромагниты (мостовые краны общего назначения), захваты и другие специальные устройства (специальные мостовые краны).

Конструкция крана состоит из моста и перемещающейся по нему тележки. Мост крана состоит из двух пролетных балок и двух концевых балок коробчатого сечения, образующих жесткую раму. На концевых балках закреплены ходовые колеса, на которых мост перемещается по подкрановому пути. Два колеса моста приводные.

Тележка имеет стальную сварную раму, на которой установлены механизмы главного, вспомогательного подъемов и передвижения тележки. Ходовые колеса тележки оснащены предохранительными щитками. Тележка с двух сторон имеет ограждение, выполненное в виде перил. Для уменьшения динамической нагрузки на металлоконструкцию крана и на механизм главного подъема верхние блоки механизма смонтированы на щеках, который в свою очередь с помощью оси крепится к коромыслу. Коромысло опирается одним концом с помощью оси на опору, а вторым на четыре пружины. Пружины с коромыслом, шпильками прижаты к раме тележки. Механизм подъема состоит из электродвигателя, двух тормозов, редуктора, грузового барабана, канатов, крюковых подвесок, верхних блоков, трансмиссионных валов и зубчатых муфт. Канат крепится к барабану при помощи прижимных планок и болтов.

Барабан механизма подъема состоит из барабана, на поверхности которого нарезаны винтовые канавки, обеспечивающие направление и однослойность навивки грузового каната.

Кабина управления предназначена для размещения в ней аппаратуры управления и является рабочим местом крановщика.

В кабине управления установлены: звуковой сигнал; кнопка включения звукового сигнала; аварийный выключатель; кнопка включения крана; блокировочный выключатель двери кабины; розетка ремонтного освещения; автоматические выключатели: отопления кабины, подкранового освещения, ремонтного освещения и освещения кабины; командоконтроллеры управления приводами механизмов тележки и крана.

**МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЙ ФАКТОР КОНСТРУКТИВНОГО
СОВЕРШЕНСТВА ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Теплообменное оборудование является самым распространённым видом технологического оборудования в химической, нефтяной и других отраслях промышленности. Его доля составляет от 18 до 50% оборудования по номенклатуре. По функциональному назначению теплообменное оборудование подразделяется на нагреватели, холодильники, конденсаторы, испарители, пароперегреватели, дистилляторы и т.п.

В рекуперативных теплообменниках теплообмен между средами осуществляется через стенку теплообменных труб, наиболее распространёнными из них являются кожухотрубчатые теплообменники. Для изготовления теплообменного оборудования используются углеродистые и низколегированные стали, реже нержавеющие стали.

Конструктивное совершенство промышленного оборудования характеризуется рядом критериев, среди которых следует отметить конструктивные и экономические критерии. Конструктивными критериями совершенства промышленного оборудования является металлоёмкость и компактность. Применительно к теплообменникам металлоёмкость (M , кг/м²) представляет собой отношение массы аппарата к поверхности теплообмена, реализуемой в аппарате. Компактность (K , м²/м³) – это отношение поверхности теплообмена к единице объема аппарата, в котором происходит теплообмен.

Применительно к теплообменному оборудованию показатель металлоёмкости представляет собой отношение поверхности теплообмена к массе аппарата (м²/кг). Для анализа материаловедческого аспекта конструктивного совершенства теплообменного оборудования предлагается использовать величину, обратную металлоёмкости – функциональную конструктивную эффективность Φ (кг/м²). Использование показателя Φ позволяет оценить эффективность отдельных элементов теплообменного аппарата: $\Phi_{\Sigma} = \Phi_K + \Phi_T + \Phi_D$, здесь Φ_{Σ} , Φ_K , Φ_T , Φ_D – функциональная конструктивная эффективность аппарата, кожуха, труб, днища, соответственно.

Было выполнено исследование величин Φ_K , Φ_T , Φ_D , КТТ имеющих следующие конструктивные параметры: диаметр кожуха $D_B=600\dots1200$ мм; теплообменные трубы (d_H , мм \times s_{Tr} , мм)

20×2...57×3; длина труб $l_{тр} = 2...9$ м; давление в корпусе $p = 0,6...8$ МПа; марка стали корпуса и труб 20 и 16Г2АФ, 12ГН2МФАФ.

УДК 66.02.

Романов С.В., Сорсов К.И., Клочков В.И.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д. И. Менделеева)

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ РОТОРНО-ПЛЁНОЧНЫХ АППАРАТОВ

Роторно-плёночные аппараты используются в химической и смежных отраслях промышленности для осуществления массообменных процессов, а также в качестве реакционных аппаратов для обработки вязких и термолабильных жидких сред. Особенности конструкции роторно-плёночных аппаратов является возможность создавать на внутренней поверхности корпуса плёнку жидкости, толщину которой можно регулировать и постоянно обновлять.

Роторно-плёночный аппарат представляет собой цилиндрический или конический корпус, снабжённый теплообменной рубашкой. Внутри корпуса вращается ротор с лопастями различной конструкции. В зависимости от конструкции лопастей и способов их крепления к валу различают роторно-плёночные аппараты в которых:

- 1) лопасти жёстко соединены с валом и имеют постоянный зазор с внутренней поверхностью корпуса;
- 2) лопасти крепятся шарнирно и зазор между кромкой лопасти и корпусом устанавливается самопроизвольно;
- 3) маятниковые лопасти, устанавливаемые на валу с помощью подвесов, которые при вращении ротора занимают радиальное положение с минимальным зазором (0.3 – 0.6) мм.

Лопастей подвижного ротора активно воздействуют на обрабатываемую жидкую среду. Они могут её интенсивно перемешивать, создавать на внутренней поверхности аппарата плёнку различной толщины и, при необходимости, постоянно её обновлять. Обновление лопастями ротора жидкостной плёнки на стенках аппарата исключает или заметно снижает возможность отложения на поверхности аппарата вязких полимеризующихся или кристаллизующихся жидких сред.

Теплообменная рубашка позволяет регулировать температуру жидкостной пленки на внутренней поверхности аппарата и общую температуру жидкой среды в объёме аппарата.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОНТАКТНОГО АППАРАТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕКОНЦЕНТРИРОВАННОЙ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Разработанный контактный аппарат представляет собой вертикальный аппарат, цилиндрический, с встроенным котлом утилизатором и пароперегревателем. Внутренний корпус аппарата заключён в воздушную рубашку, общую для контактного аппарата и котла-утилизатора.

Наружный корпус аппарата, как и внутренний, состоит из 2-х цилиндрических и 2-х конических обечаек. В верхней части аппарата имеется штуцер для входа и смещения газов и эллиптическая крышка, в нижней, эллиптическое днище.

Все элементы корпуса аппарата изготовлены из стали 08Х22Н6Т. Наружный диаметр аппарата-4м. Внутренний диаметр аппарата-3,8м. Высота -14,7м.

В реакционной части, на опорной плите, установлены фильтры тонкой очистки, здесь аммиачно-воздушная смесь перемешивается и проходит окончательную тонкую очистку.

На приваренных к внутренней стенке аппарата опорах, установлена корзина, в которую засыпается неплатиновый (оксидный) катализатор, платиноулавливатель в виде гранитной крошки и на колосниковую решётку которой укладывается пакет платиноидного катализатора состоящий из 4-х платиноидных сеток диаметром-3850 мм.

Непосредственно над катализаторными сетками установлено устройство для розжига. Также над катализаторными сетками, в стенке корпуса аппарата, устроено смотровое окно, для визуального контроля за розжигом и состоянием катализатора.

В нижней части аппарата находится котёл-утилизатор.

Сварная балка, которая входит в конструкцию корзины, эти балки располагаются в зоне наивысших температур и несут на себе значительную весовую нагрузку, что в итоге приводит к деформации балок и растрескиванию сварочных швов. Для повышения надёжности этого узла мы заменяем сварную балку на цельнолитую равнополочную балку. В качестве дополнительного оборудования мною выбран фильтр для газообразного аммиака. Также представлена вторая ступень этого фильтра кабины; командоконтроллеры управления приводами механизмов тележки и крана.

Пономарев П.С., Матюшин Д.С., Лобанов Н.Ф.
(Новомосковский институт им. Д.И. Менделеева)

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ КОЛЛЕКТОРА ПОДАЧИ БАЙПАСНОГО ГАЗА

Реактор синтеза метанола, представляет из себя пяти-полочный аксиальный аппарат, заполненный низкотемпературным медь-содержащим катализатором. Для оптимальной работы катализатора необходима стабилизация температуры реагентов, в диапазоне 200-260 градусов. Для поддержания оптимального режима работы катализатора и увеличения степени превращения метанола, предусмотрена подача холодного свежего газа для каждого из пяти полок с t 40-50 градусов и разделенного на пять потоков.

Целью данной работы является разработка конструктивной схемы узла максимально равномерного распределения «холодного» байпасного газа по сечению реактора. В результате на нижнюю катализаторную полку должен поступать продукт смещения неизотермичных струй, относительно холодного и перегретого газа.

Для выполнения этой задачи были разработаны три принципиально различных схемы компоновки труб коллектора, при постоянном сечении подвода байпасного газа ($D_y=92$ мм).

- a) Радиально-лучевое расположение коллекторных труб ($D_y=92$ мм);
- b) Размещение трубок коллектора в виде четырех колец из трубок ($D_y = 49$ мм, с шагом 230мм);
- c) Образование коллектора из десяти трубок ($D_y = 92$ мм), перпендикулярных основному вводу газа (с шагом 230 мм).

Для корректного сравнения диаметра и места расположения отверстий подачи холодного газа, были идентичны из соображения оптимизации конструкции и снижению трудоемкости изготовления; были приняты следующие размеры:

- Диаметр отверстия – 5 мм (по два на каждое сечение);
- Шаг между сечениями по длине трубы – 120 мм;
- Направление холодных струй – под 45 градусов от вертикальной оси в направлении движения газового потока.

В результате сравнительного анализа трех схем в подаче, предпочтение было отдано перпендикулярному соединению элементов коллектора, с учетом максимального облегчения сборочных и монтажных работ по месту установки коллектора, в стесненных условиях аппарата.

**КОНСТРУКЦИЯ СЕПАРАТОРА ДЛЯ МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ
СЕПАРАЦИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ**

Процесс сепарации является одним из важнейших при качественной подготовке добываемого природного газа для транспортировки потребителю по магистральным газопроводам. Природный газ, поступающий из скважин, представляет собой многокомпонентную систему, состоящую из смеси газов, насыщенных парами воды и тяжелых углеводородов, которые при изменении давления и температуры конденсируются. Часто вместе с газовым потоком углеводородов, их конденсата и воды из скважин выносятся твёрдые частицы породы.

В современных конструкциях сепараторов для разделения многофазных систем используются гравитационные, центробежные, а также фильтрующие элементы. Современный сепаратор (конструкции ЦКБН) представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат, по высоте которого расположены следующие основные узлы сепарации: входной узел инерционной сепарации с коагулятором, сепарационная тарелка с прямоточно-центробежными элементами, насадка структурированная (3 слоя), насадка сепарационная с пористым жгутом (3 слоя), тарелка с фильтрующими патронами.

Поток газа, содержащий капельную жидкость и механические примеси, подаётся в нижнюю часть сепаратора через узел инерционной сепарации, установленный тангенциально и снабженный коагулятором. Укрупнённые на коагуляторе частицы капель жидкой фазы и твёрдые частицы за счёт центробежных сил и сил гравитации отделяются от газа и отводятся в кубовую часть сепаратора.

Предварительно очищенный газ далее направляется на центробежную секцию сепарации, где установлены прямоточные центробежные массообменные элементы, способствующие сепарации газа за счет центробежной силы, а также осуществляют процесс массообмена при подаче промывочной жидкости на тарелку, с отводом отсепарированной и промывочной жидкостей в кубовую часть. Над центробежными элементами установлены три слоя регулярной структурированной насадки, обеспечивающей уменьшения уноса капель жидкости с тарелки. Центробежные прямоточные элементы совместно с каплеотбойными сетками позволяют сепарировать капли жидкости 10 мкм и более. Фильтрующие патроны, установленные на выходе газа из сепаратора, обеспечивают сепарацию капельной жидкости размером менее 10 мкм.

УДК 621.791

Серегин В.В., Лобанов Н.Ф.

(Новомосковский институт им. Д.И. Менделеева)

УПРАВЛЕНИЕ ПЛАЗМЕННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ НА СТАДИИ ДОЗИРОВАНИЯ ПОРОШКА

При нанесении на металлические детали порошковых покрытий газотермическим методом используются два устройства: электродуговой плазмотрон-распылитель и порошковый питатель (дозатор).

Конструктивными особенностями типовых дозаторов являются простота устройства и неприхотливость в эксплуатации. К минусам, в свою очередь, относятся многочисленные сбои (неравномерность или отсутствие) подачи порошкового материала, приводящие к значительному снижению качества получаемых покрытий и низкий КИП (коэффициент использования порошка). Для обеспечения равномерной подачи порошковых материалов различного состава, дисперсности и формы частиц, особенно после плановых остановов процесса, необходимо изменить схему подачи порошка. В исходную конструкцию аппарата внесены следующие изменения:

– добавлен штуцер для подачи инертного газа непосредственно в полость дозатора с целью вытеснения оттуда атмосферного воздуха и предотвращения явления «слеживания» порошка;

– создана возможность плавно регулировать площадь сечения подачи материала путем изменения положения перемешивающего устройства для учета степени дисперсности различных порошков;

– перемешивающее устройство, в виде трубки, позволяет осуществлять подачу инертного газа непосредственно в зону дозирования порошка с целью облегчения его дальнейшей транспортировки к плазмотрону.

Модернизация типового дозатора позволит:

- 1) обеспечить консервацию сухой атмосферы в питателе;
- 2) повысить надежность работы аппарата при смене материала путем уменьшения количества сбоев в его подаче.

УДК 66-9

Сорсов К.И., Бегова А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ВИДЫ И ПРИНЦИП РАБОТЫ СЕПАРАТОРОВ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Сепарация – это различные процессы разделения смешанных объемов разнородных частиц, смесей, жидкостей разной плотности,

эмульсий, твёрдых материалов, взвесей, твёрдых частиц или капелек в газе.

Рассмотрены виды сепараторов, классифицированные по следующим признакам: по технологическому назначению; по конструкции барабана; по способу выгрузки осадка (шлама); по принципу и характеру выгрузки осадка; по конструкции устройства для выгрузки осадка; по способу подвода исходной гетерогенной системы и отвода продуктов сепарирования; по области применения (отрасль промышленности); по виду привода.

Рассматриваемый сепаратор предназначен для отделения жидкого метанола от циркуляционного газа. Сепаратор представляет собой стальной сварной вертикальный аппарат, состоящий из цилиндрической сварной обечайки и двух приварных эллиптических днищ. Корпус сепаратора оборудован штуцерами, соответствующими своему технологическому назначению, а также подогревателю в нижней части. Внутренний объем аппарата – 16 м³. Корпус: сталь 16ГС и 08Х13. Внутренние детали: сталь 08Х22Н6Т, 10Х17Н13М3Т. Вертикальный сварной аппарат. Øвнутр.= 2000 мм. Высота = 5600 мм. V= 16 м³. Рабочие условия: Ризб.= 5,5 МПа. Т= 100°С. Среда – токсичная, взрывоопасная (циркуляционный газ, метанол). Сепаратор установлен на три опоры-стойки.

Сепаратор размещен на открытой площадке, на отдельном фундаменте, что позволяет решить как требования по загазованности производственного помещения, так и его ремонт.

Сепаратор обвязан запорной арматурой – Ду – 100, 250, 300 мм. Соединение с трубопроводами арматуры фланцевое. В качестве запорной арматуры применены как вентили (газовые смеси), так и задвижки (жидкости). Рабочее давление для запорной арматуры – 5,5 МПа. Собственного предохранительного клапана сепаратор не имеет.

Обвязывающие трубопроводы выполнены с помощью ручной электродуговой сварки. Материал труб трубопровода сталь марки 12Х18Н10Т.

УДК 534.8:678.019

Смоляк А.Ю., Лобанов А.В., Алексеев А.А., Сивкова О.Д.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ ПОЛИПРОПИЛЕН- ДИВИНИЛСТИРОЛЬНЫЙ ТЕРМОПЛАСТ

Механические свойства полимерных композиционных материалов определяются их химическим составом и соотношением компо-

нентов смеси. Целью настоящей работы являлось изучение влияния содержания дивинилстирольного термопласта (ДСТ) в полипропилене (ПП) на акустические характеристики полученной смеси полимеров.

Объектами исследования являлись стандартные образцы (бруски толщиной порядка 3 мм) из ПП-01030 с добавлением ДСТ-70, получаемые на термопластавтомате. Массовое содержание ДСТ в смесях варьировалось от 1 до 15%.

Акустические исследования полученных материалов проводились буферным методом на частоте 7,5 МГц. Измерялись фазовая скорость V и коэффициент затухания α ультразвука, которые для чистого ПП имели соответственно значения 2,56 км/с и 4,2 см⁻¹, а для ДСТ – 1,94 км/с и 5,9 см⁻¹. В смесях данных полимеров наблюдаются промежуточные значения V (рис.1) и α (рис.2). При этом скорость линейно убывала при увеличении содержания ДСТ в ПП. Зависимость коэффициента затухания от содержания ДСТ имела нелинейный характер, что свидетельствует об изменении внутренней структуры ПП при соединении его с ДСТ. Наблюдаемое отклонение от линейности может свидетельствовать об образовании внутренних дефектов из-за неоднородности смеси, что приводит к дополнительному рассеянию ультразвука.

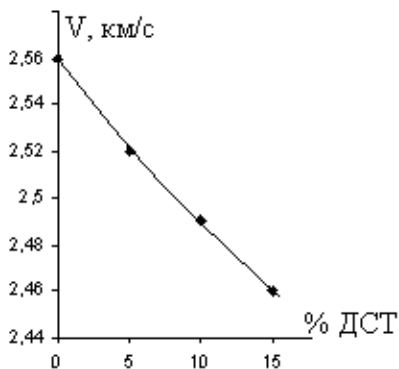


Рис. 1

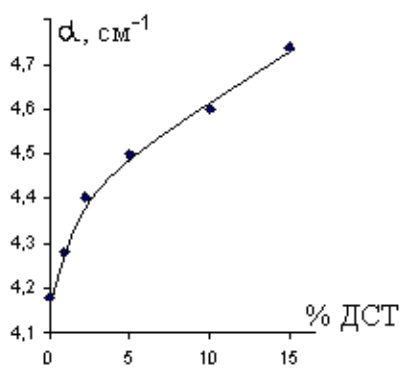


Рис. 2

УДК 515.18

Казиева Л.В., Пенюгалов А.Д.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ОСОБЕННОСТИ СОСТАЛЕНИЯ ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ

Эскизом называется чертеж, выполненный от руки без применения чертежных инструментов в глазомерном масштабе, сохраняя при-

близительную пропорциональность между элементами детали и соблюдая все требования стандартов ЕСКД.

Эскизы, как правило, выполняют в следующих случаях: при разработке конструкции новой детали; при составлении рабочего чертежа уже имеющейся детали; при необходимости изготовления детали по самому эскизу.

Эскизные конструкторские документы (ГОСТ 2.102-68) широко применяют при решении вопросов организации производства, изобретательства, в конструкторской деятельности и т. п. По ним изготавливают изделия в опытном производстве, при ремонте и во многих других случаях. Поэтому эскизы должен уметь выполнять специалист любого направления специальности.

Процесс составления эскиза детали зависит от того, к какой группе деталей принадлежит деталь: группе стандартных деталей, группе деталей со стандартными элементами или изображениями или группе оригинальных деталей.

Особое внимание надо уделить выбору главного изображения, дающего наиболее полное представление о форме и размерах детали (ГОСТ 2.305-68).

Устанавливают примерный глазомерный масштаб и соотношения между габаритами отдельных элементов детали (при этом допустимо выполнение предварительных набросков).

Подготавливают лист писчей бумаги в клетку формата А4 или А3, наносят (без применения линейки) рамку поля чертежа, линии граф основной надписи и намечают площади в виде прямоугольников (рисунок или осевых линий с габаритными отметками, без нажима), предусматривая между ними места для размещения размерных линий; проводят осевые линии. Критически оценивают целесообразность намеченной компоновки эскиза, решают от каких изображений можно отказаться, какие следует добавить.

Нельзя упрощать конструкцию детали, не нанося галтели, зенковки, смазочные канавки и, в особенности, фаски. Все это имеет большое значение для прочности детали, ее правильной работы, удобства сборки и т. д.

Чем тщательней составлены эскизы, тем легче по ним составить сборочный чертеж. Если при выполнении последнего обнаружится на эскизе та или иная неправильность, пропуск размера и т. п., то эти недочеты должны быть устранены.

Внимательный осмотр конструкции развивает способность к критическому анализу, весьма важную для последующей профессиональной (в особенности конструкторской) деятельности.

Казиева Л.В., Лубошникова М.П.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)
ОСОБЕННОСТИ СОЕДИНЕНИЯ СВАРКОЙ

Сварные соединения являются наиболее распространенным видом неразъемных соединений и занимает одно из ведущих мест в современной технологии. Сварка более экономична, чем клепка.

Сварка – это технологический процесс образования неразъемного соединения деталей в результате молекулярного проникновения металлов свариваемого изделия и плавящегося электрода, находящихся в жидком или высокопластичном состоянии с последующей совместной кристаллизацией металлов при остывании. Затвердевший металл образует сварной шов.

Сваркой соединяются все марки сталей, чугуна, меди, латуни, бронзы, алюминиевых сплавов и термопластические пластмассы (винипласт, капрон, полиэтилен, полистирол, плексиглас и др.).

Сварной шов – часть сварного соединения, образовавшаяся в результате процесса сварки. Сварные швы, выполненные в заводских условиях, называют заводскими, а выполненные непосредственно на строительной площадке перед установкой конструкции в проектное положение – монтажными.

В зависимости от характера применяемых источников тепла и способа соединения деталей сварку подразделяют на несколько видов. Источником тепла может быть электродуга, газовая горелка, ток высокой частоты, взрыв, трение деталей между собой, луч света т.д.

Основными видами сварных соединений являются стыковые, угловые, тавровые и внахлестку (рис. 1).

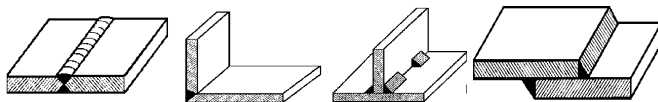


Рис. 1. (а – стыковые, б – угловые, г – тавровые, д – внахлестку).

Швы этих соединений обозначают буквой с индексом, соответствующим определенному характеру выполнения шва (Выполняются швы сварных соединений без скоса кромок, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок и в стыковых соединениях с отбортовкой двух кромок).

Для каждого способа сварки разработаны стандарты, в которых указаны конструктивные элементы швов, их условные изображения и обозначения.

УДК 621.1.016.7

Штефан К.В., Батистова Е.К., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ СОСТАВЛЕНИЯ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЛАНСОВ РЕАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Эксергия системы измеряет количество механической или другой полностью превратимой энергии, которая может быть получена от системы в результате ее обратимого перехода из данного состояния в состояние равновесия с окружающей средой. Та часть энергии системы, которая не может быть превращена в организованную энергию, получила название анергии [1].

Метод эксергетических балансов применим для оценки эффективности энергетических установок: на сколько один вид энергии превращается в другой, определение КПД данной установки; определение эксергетических потерь установки.

Разность значений общей величины эксергии $\sum E_{ex}$, вводимой в данную систему (установку), и величины эксергии $\sum E_{an}$, выводимой из нее, определяет суммарную величину $\sum \Pi$ - потери от необратимости в системе. Отношение эксергии $\sum E_{an}$, отводимой из системы, к подведенной эксергии $\sum E_{ex}$ представляет собой эксергетический КПД [1].

В тепловых электростанциях в установку вводится только один вид энергии - химическая энергия топлива, являющаяся одним из видов организованной энергии. Химическая энергия 1 кг топлива равна нижней теплоте сгорания топлива на рабочую массу Q_H^p . В процессе горения и теплообмена в топке котла одна часть химической энергии топлива переходит в тепло, передаваемое воде, а другая часть бесполезно уносится с уходящими газами в дымовую трубу или выпадает из топки с несгоревшим топливом [1,2]. В данном случае эксергетический баланс необходимо сводить не к химической энергии топлива, а к его химической эксергии, под которой понимают максимальную работу окисления горящего топлива. Эксергетическая потеря от горения и теплообмена с окружающей средой части топлива, передающей воде в количестве Q_H^p составляет 39% и попадает к воде в виде анергии, которая в дальнейшем растет за счет новых потерь [3]: от гидравлического сопротивления и от трения пара в проточной части турбины. Пар (его эксергия) последовательно проходит через часть высокого давления, первый промежуточный перегреватель, части среднего и низкого давления. При этом рост эксергии и её уменьшение чередуются друг с другом [3].

Таким образом, при освещении какой-то стороны изменения ценности энергии по пути её трансформации в цикле ТЭС потоки эксергии не увязывают эти изменения с перерасходами топлива, вызванному необратимостью отдельных звеньев рабочего процесса электростанций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаков В.Г., Луканин П.В., Смирнова О.С. Эксергетические методы оценки эффективности теплотехнологических установок: учебное пособие. (Рекомендовано ФГБОУВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»)/СПб ГТУРП. - СПб., 2013.- 93 с.
2. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. М.: Энергия, 1973. - 296 с.
3. Гохштейн Д.П. Современные методы термодинамического анализа энергетических установок. М.: Энергия, 1969. – 368 с.

УДК 621.1.016.7; 621.438

Мисюнас Д.А., Штефан К.В., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК С ПОМОЩЬЮ ЭКСЕРГИИ

В настоящее время КПД самых современных и лучших тепловых станций (ТЭС) не выше 37÷40%. Остальные 50÷60% тепла сгоревшего топлива ТЭС, работающих на паровых турбинах, вынуждены выбрасывать в окружающую среду с помощью дымовой трубы с температурой 200 - 300°C и градирни или водоома-охладителя круглый год с температурой до 40°C. В газотурбинных установках (ГТУ) - это потери в компрессоре, турбине, в камере сгорания и с уходящими продуктами сгорания. На полезную работу уходит примерно 22%. При этом все 100% затрат топлива закладываются в цену электроэнергии.

В последние годы многие ТЭС реконструируются с переводом их на газотурбинные установки. Поэтому встала задача: создать такую установку, у которой КПД была бы максимальной.

Оптимальным вариантом для оценки КПД газотурбинной установки становится расчет эксергии ГТУ, то есть определение какую максимально полезную работу совершит данная установка. Чем выше эксергия, тем выше эффективность. Вычислив потери эксергии в каждом из элементов данной установки, можно получить работоспособность потоков вещества и энергии в любой точке рассматриваемой системы и важный материал для анализа эффективности работы уста-

новки. Эксергетический метод дает возможность найти источники необратимости в элементах установки.

Основная идея оценки эффективности с помощью эксергии состоит в том, что рабочее тело входит в установку с эксергией e_1 и, совершив полезную работу $l_{\text{полезн}}$, выходит из установки с эксергией e_2 . Например, падение эксергии в турбине определяется как $(e_1 - e_2)$. В данном случае КПД газовой турбины можно определить:

$$\text{КПД} = l_{\text{полезн}} / (e_1 - e_2).$$

Эксергетический метод использует понятия эксергии тепла, эксергии рабочего тела (потока вещества) и химической эксергии топлива. При этом применяется система эксергетических КПД отдельных узлов, и, чем сложнее схема работы установки, тем сложнее аналитическая зависимость этих КПД с эксергетическим КПД всех установок.

УДК 624.195

Чепрасова В.В., Герасимов В.Ю., Тимофеева И.В., Золотарева В.Е.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЁТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КЛИМАТА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ МАКСИМАЛЬНОГО ВЛАГООБРАЗОВАНИЯ НА ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДКАХ И ТОННЕЛЯХ

Одна из актуальных тем обеспечения современной инженерной инфраструктуры объектов в странах умеренного климата, таких как Россия, — подогрев открытых площадок, контактирующих с атмосферной средой. Чаще всего в подогреве поверхностей нуждаются открытые общественные объекты: спортивные площадки; поля стадионов, дороги, тоннели, коммуникационные трассы.

Первым этапом при расчете систем обогрева является определение расчетных параметров климата, устанавливающих значения температуры наружного воздуха соответствующей условиям максимального снегопада, в зависимости от района расположения и вида площадки.

Для расчета систем обогрева покрытий следует принимать следующие значения физических параметров снега и воды [1-3]:

$$\begin{aligned} \rho_c &= 170 \text{ кг/м}^3; \rho_v &= 1000 \text{ кг/м}^3; c_c &= 2,3 \text{ кДж/(кг } ^\circ\text{C)}; c_v &= 4,19 \\ &&& \text{кДж/(кг } ^\circ\text{C)}; \lambda_c &= 0,151 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)}; \lambda_v &= 0,6 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)}; a_c &= 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{ч}; \\ a_v &= 0,515 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{ч}; r_{\text{пл}} &= 92,5 \text{ Вт ч/кг}; r_{\text{исп}} &= 694 \text{ Вт ч/кг}. \end{aligned}$$

Для определения расчетных параметров климата необходимо знать:

а) слой снега, отложившийся на площадке при снегопаде, м/ч

$$\delta_c^c = K_c j_c \tau_c, \quad (1)$$

где K_c - коэффициент интенсивности попадания снега на площадку при снегопаде [1];

б) слой снега, отложившийся на площадке при метели за время снегопада, м/ч

$$\delta_c^M = K_{от} j_M \tau_c / b, \quad (2)$$

где $K_{от}$ - коэффициент, учитывающий отложения снега у препятствий при метели [1];

в) расчетный слой снега на площадке, м/ч

$$\delta_c = \delta_c^c + \delta_c^M. \quad (3)$$

г) расчетный слой воды, образовавшийся на площадке при таянии снега, м

$$\delta_в = \frac{\delta_c \rho_c}{\rho_в}, \quad (4)$$

Если расчетный слой воды $\delta_в \leq 0,015$ м., то принимаем максимально возможный слой 0,015 м и расчет ведем на полное её испарение. Если $\delta_в > 0,015$ м, то при проектировании системы следует обратить внимание на обеспечение уклона рассчитываемой поверхности к трапам (не менее 0,005) для максимального стока воды через них.

д) выбор наиболее вероятных параметров климата осуществляется по максимальному значению коэффициента климата, полученного для каждого месяца с октября по апрель расчетом по формулам (5) и (6):

- коэффициент наиболее вероятных значений параметров климата ($\text{тн}, ^\circ\text{C}, \text{ч}, \text{м/с}$.) при снегопаде

$$K_{X-IV} = \frac{n_c / \text{мес}}{\sum n_c / \text{год}} \cdot \frac{n_t^c}{\sum n_t} \cdot \frac{n_u^c}{\sum n_u} \cdot \frac{t_c}{t_{ср.мес}} \quad (5)$$

е) расчетный коэффициент наиболее вероятных значений параметров климата

$$K_{расч} = K_{X-IV}^{\max} \quad (6)$$

ж) по $K_{расч}$ выбирается расчетный месяц, по которому принимается расчетная температура наружного воздуха по наиболее вероятному значению при снегопадах $t_{ср.мес}^0 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Таким образом, правильно выбранные минимальная наружная температура воздуха, скорость ветра и все наружные параметры, не превышающие норму, при которых система обогрева будет правильно функционировать, имеют громадное значение для расчета систем обогрева открытых площадок и тоннелей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по проектированию систем обогрева полов открытых площадок. Москва 1985г. Рекомендованы к изданию Главстройпроектом Госстроя СССР.
2. Поляков В.И. Расчет обогрева открытых горизонтальных площадок. ООО «Веста Регионы» 2010.
3. Расчет обогрева открытых горизонтальных площадок. – С.О.К. 2013. №10 - www.c-o-k.ru/articles/raschet-obogreva-otkrytyh-gorizontalnyh-ploschadok

УДК 624.195

Горянский Д.А., Тимофеева И.В., Золотарева В.В., Головина З.А.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОКРЫТИЙ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК И ТОННЕЛЕЙ

Целью применения системы обогрева покрытий открытых площадок и тоннелей является обеспечение соответствующего комфорта при их использовании, предупреждение обледенения в зимних условиях, поддержания определенной температуры на их поверхности и быстрого ее осушения.

В ходе определения расчетной температуры поверхности обогреваемого покрытия рассчитываются [1-3]:

а) температура поверхности покрытия, обеспечивающая таяние снега за время снегопада

Для принятых значений физических параметров снега и воды

$$t_{нт} = \frac{376 \cdot \delta_c^2}{\tau_c} + \frac{0,58 \cdot \delta_c \cdot |t_u|}{\sqrt{\tau_c}} \quad (1)$$

б) температура поверхности покрытия, предотвращающая замерзание воды

$$t_{мин} \geq 40,6 \cdot \delta_c \cdot |t_u| \quad \text{где } t_n < 0^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

в) температура поверхности покрытия, обеспечивающая испарение воды за заданное время (24 часа).

$$t_{исп} = 0,58 \cdot 10^6 \cdot \delta_a^2 / \tau_{исп} + 40,6 \cdot \delta_a |t_n| \quad (3)$$

Расчетная температура поверхности покрытия t_p , °С, принимается наибольшей из величин $t_{пл}$, t_{min} , $t_{исп}$, °С.

При определении тепловой нагрузки на систему пользуемся следующими исходными данными: расчетная температура поверхности покрытия t_p ; расчетный слой воды $\delta_v=0,015$ м.

В ходе расчета определяются:

а) удельная тепловая нагрузка на систему $q_{оп}$, Вт/м²:

$$q_{оп} = 1,163 \cdot 2 \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \lambda_a \cdot t_n / \sqrt{\pi} \cdot \delta_a \left[2 \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \lambda_a \cdot t_n / \sqrt{\pi} \cdot \delta_a \right] \quad (4)$$

$$q_{оп} = 0,85 \cdot t_n / \delta_a [0,73 / \delta_a] \quad (5)$$

где κ_1 - коэффициент, учитывающий потери тепла в грунт, $\kappa_1 = 1,1$; κ_2 - коэффициент запаса, $\kappa_2 = 1,15$.

Таким образом, удельная тепловая нагрузка на систему или тепловой поток, проходящий через поверхность обогреваемой площадки, должны обеспечить: нагрев расчетного количества снега от температуры воздуха до температуры плавления; плавление расчетного количества снега; нагрев образовавшейся воды до температуры, обусловленной проходящим через нее тепловым потоком с дальнейшим быстрым осушением поверхности и компенсацию неизбежных теплопотерь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по проектированию систем обогрева полов открытых площадок. Москва 1985г. Рекомендованы к изданию Главстройпроектом Госстроя СССР.
2. Поляков В.И. Расчет обогрева открытых горизонтальных площадок. ООО «Веста Регионы» 2010.
3. Расчет обогрева открытых горизонтальных площадок. – С.О.К. 2013. №10 - www.c-o-k.ru/articles/raschet-obogreva-otkrytyh-gorizont-alnyh-ploschadok

УДК 624.195; 621.1.016.4

Шуляк В.А, Мисюнас Д.А, Тимофеева И.В., Золотарева В.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МНОГОСЛОЙНОЙ СТЕНКИ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК И ТОННЕЛЕЙ

Исходными данными для теплотехнического расчета системы являются: средняя температура теплоносителя $t_{тн}$, °С, равная

$$t_{\text{тн}} = (t_{\text{под}} + t_{\text{обп}})/2, \text{ } ^\circ\text{C};$$

расчетная и минимальная температура поверхности полотна $t_{\text{п}}$ и $t_{\text{мин}}$, $^\circ\text{C}$; удельная тепловая нагрузка на обогреваемое полотно $q_{\text{оп}}$, $\text{Вт}/\text{м}^2$; коэффициент теплообмена $\alpha_{\text{н}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ [1-3].

В ходе расчета определяются следующие величины:

а) требуемое термическое сопротивление полотна до оси труб $R_{\text{тр}}$, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$:

$$R_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{ми}} - t_{\text{н}}}{q_{\text{оп}}} \quad (1)$$

б) глубина заложения труб (до оси трубопровода) равна h , м

в) поправочный коэффициент

$$K_3 = \frac{q_{\text{оп}}}{\alpha_{\text{эп}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot k_5}, \quad (2)$$

где $\alpha_{\text{эп}}$ - теплоотдача «эталонного пола», определяется по графику [1] в зависимости от расчетного значения $R_{\text{тр}}$; k_1 ; k_2 ; k_4 ; k_5 - коэффициенты, учитывающие изменение теплоотдачи полотна соответственно в зависимости от температуры наружного воздуха, средней температуры теплоносителя, диаметра труб и глубины заложения.

г) определяется неравномерность распределения температуры на поверхности покрытия по формуле

$$A = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot A_6, \quad (3)$$

где $A_1 - A_6$ - коэффициенты, соответственно учитывающие влияние на неравномерность распределения температуры на поверхности покрытия, температуры наружного воздуха, температуры теплоносителя, термического сопротивления покрытия, глубины заложения, диаметра и шага раскладки труб. Значения коэффициентов этих определяются по рекомендациям [1].

ж) величина неравномерности распределения температуры на поверхности пола должна удовлетворять условию

$$A \leq \frac{t_i}{t_{\text{мин}}} \quad (4)$$

Если условие выполняется, расчет закончен. Если не выполняется, следует обратным ходом от $A_{\text{треб}}$, удовлетворяющего условию (4), определить необходимое изменение какого-либо из исходных данных, входящих в расчет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по проектированию систем обогрева полов открытых площадок. Москва 1985 г. Рекомендованы к изданию Главстройпроектом Госстроя СССР.

2. Поляков В.И. Расчет обогрева открытых горизонтальных площадок. ООО «Веста Регионы» 2010.
3. Расчет обогрева открытых горизонтальных площадок. – С.О.К. 2013. №10 - www.c-o-k.ru/articles/raschet-obogreva-otkrytyh-gorizont-al-nyh-ploschadok

УДК 621.18:543.06

Черасова В.В., Золотарева В.Е., Зайцев Н.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСОНАТНОЙ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА НОВОМОСКОВСК

ПП Новомосковская ГРЭС ПАО «Квадра – Центральная генерация».

Открытая система теплоснабжения НГРЭС обеспечивает нагрузку на отопление и ГВС большей части г. Новомосковска через пять центральных тепловых пунктов (ЦТП). Водяной объём системы 38000 м³; средний расход подпитки зимой 370 м³/ч; летом – 250 м³/ч. Максимальная температура нагрева воды первого контура: зимой – 130 °С; летом – 80 °С.

В течение 5 лет в сетевую воду дозировался комплексонат «Опцион-313-2» - цинковый комплекс динатриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты. Доза ингибитора 3,3 мг/дм³. Степень защиты от образования отложений 78 %; степень защиты от коррозии 81 %.

С октября 2015 г. в качестве ингибитора отложений и коррозии используется более эффективный реагент «Эктоскейл-810-2», также относящийся к серии цинковых комплексов динатриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты. Доза ингибитора 2,4 мг/дм³. Степень защиты от образования отложений 79 %; степень защиты от коррозии 81 %. Линейка реагентов серии «Опцион» и «Эктоскейл» (ОЭДФ цинковый комплекс) разработаны ООО «Экоэнерго» (г. Ростов-на-Дону) и рекомендованы к применению в системах теплоснабжения научно-техническим советом Госстроя РФ.

Восточный филиал ООО «Компания коммунальной сферы».

Всего в филиале 38 котельных, из них на 26 котельных были запроектированы водоподготовительные установки. В настоящее время на 14 микрорайонных, квартальных и групповых отопительных котельных традиционные водоподготовительные установки с Накатионированием используются только для котлового контура, а для подпитки тепловых сетей выведены из эксплуатации, деаэрация отсут-

ствует. Подпитка тепловой сети осуществляется необработанной водопроводной водой. При этом для предотвращения накипеобразования и коррозии в водогрейных котлах, сетевых подогревателях и трубопроводах тепловой сети в подпиточную воду дозируют реагент-ингибитор накипеобразования и коррозии. Сначала использовался германский ингибитор «Гилуфер 422», а за последние два года импортный ингибитор заменён на отечественные реагенты «Опцион» и «Эктоскейл».

УДК 621.18:543.06

Иванов И.А., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А., Макрушин В.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

НАЛАДКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ХИМВОДООЧИСТКИ КОТЕЛЬНОЙ

Контроль и оценка работы катионитных фильтров химводоочистки паровой котельной производится по величине рабочей ёмкости поглощения катионита, удельному расходу соли, расходу воды на собственные нужды и жёсткости катионированной воды. Необходимо провести опытное снятие выходной кривой фильтра (кривой истощения) с определением рабочей обменной ёмкости и хвостовой обменной способности катионита, в сумме составляющих полную обменную ёмкость катионита. Для этого регенерацию и умягчение ведут обычным методом с расходом соли 40 – 60 кг/м³. Фильтры второй ступени регенерируют таким же или большим количеством соли 80 – 100 кг/м³. Количество умягчённой воды и общую жёсткость контролируют сначала каждый час, а ближе к концу рабочего периода – каждые 30 минут. Воду с повышенной жёсткостью сбрасывают в дренаж. Умягчение ведут до тех пор, пока жёсткость фильтрата не достигнет 100 % жёсткости исходной воды до фильтра, после чего проводят регенерацию. Ёмкость поглощения катионитного фильтра до проскока в фильтрат жёсткости (рабочая ёмкость) должна быть не менее 75 % его полной ёмкости. Установлено, что рабочая ёмкость поглощения сульфогля колеблется от 250 до 350 г-экв/м³. После определения полной обменной ёмкости поглощения катионита устанавливается оптимальная загрузка соли для регенерации. Оптимальный расход соли на регенерацию считается такой, при котором обменная ёмкость катионита не ниже 220 г-экв/м³ при наименьшем удельном расходе соли. По результатам испытаний натрий-фильтра построен график изменения рабочей обменной ёмкости катионита и удельного расхода соли от расхода соли (100 %) на регенерацию и расхода технической соли на 1 м³ катио-

нита. В качестве оптимального выбран пробный фильтроцикл, в котором при расходе на одну регенерацию фильтра 100 % соли 198 кг, технической – 213 кг, расходе технической соли на 1 м³ катионита – 60 кг/м³ получены максимальное значение рабочей обменной ёмкости 296 г-экв/м³ и минимальный удельный расход соли 190 г/г-экв, по сравнению с другими рассмотренными фильтроциклами.

Количество умягчённой воды за рабочий период фильтроцикла 124 м³. Продолжительность рабочего периода при производительности 8,8 м³/ч составляет 14 часов.

УДК 621.18:543.06

Синякин Е.М., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А., Макрушин В.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИСПАРИТЕЛЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

Наличие отложений (накипи) в трубках греющей секции значительно снижает эффективность работы испарителей. Основные трудности при эксплуатации испарителей – это борьба с накипью. Для предотвращения образования отложений на поверхностях нагрева испарителей и головных подогревателей используют следующие методы:

Физические:

- увеличение скорости движения упариваемой воды в трубках испарителей;
- обеспечение режимов работы элементов при ненасыщенном состоянии растворов у поверхности теплообмена;
- предотвращение кипения жидкости на поверхностях нагрева;
- специальная обработка поверхности нагрева (гидрофобные покрытия, полировка);
- обработка раствора магнитным полем, ультразвуком;
- применение специальных схем многоступенчатых испарительных установок (многоконтурные, каскадные);
- применение контактных теплообменников и промежуточных теплоносителей.

Химические:

- предварительная физико-химическая обработка растворов, для удаления из них веществ - накипеобразователей;
- насыщение исходного раствора уголекислотой - рекарбонизация (для повышения стабильности раствора);
- обработка исходных растворов методом ионного обмена;

- введение затравочных кристаллов (метод «затравки») для выделения накипеобразователей в объёме раствора;
- подкисление (для морской воды используется стехиометрическое количество соляной или серной кислоты);
- частичное подкисление (до уровня остаточной щёлочности, не способствующего образованию отложений);
- фосфатирование (используются фосфаты или полифосфаты натрия);
- комбинированная обработка (обработка морской воды тринатрий фосфатом или триполифосфатом натрия и серной кислотой обеспечивает безнакипное упаривание в 1,5 раза).

УДК 621.18:543.06

Жемчужнов М.А., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А., Макрушин В.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СХЕМ ОСВЕТИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ РАБОТЫ

В целях повышения эффективности работы осветлителей типа ВТИ была произведена реконструкция в двух направлениях:

1. Изменён узел сбора обработанной воды с дополнительным её осветлением с помощью отстойных сотовблоков – жалюзийных сепараторов для очистки обрабатываемой воды от тонкодисперсной взвеси.
2. Использован эжектор для интенсификации процесса перемешивания вводимых реагентов в зоне шламообразования, способствующих ускорению химических реакций и обеспечивающих принудительную рециркуляцию свежееобразовавшегося шлама.

Однако, при совмещении процессов известкования и коагуляции в осветлителе дооборудование его эжектором может привести к разрушению при рециркуляции сформировавшихся в процессе коагуляции хлопьев и, следовательно, увеличить их выход в осветлённую воду.

В настоящее время наряду с осветлителями ВТИ получают применение осветлители с рециркуляцией активного шлама типа ОРАШ различной производительности. Осветлитель типа ОРАШ имеет следующие существенные отличия от традиционных осветлителей:

- отсутствует воздухоотделитель как самостоятельный конструктивный элемент;
- обеспечены с помощью гидроэлеватора перемешивание воды с реагентами и принудительная рециркуляция шлама;

- отсутствуют горизонтальные и вертикальные успокоительные решётки (перегородки);
- имеется жалюзийный сепаратор для доочистки осветляемой воды от тонкодисперсной взвеси;
- отсутствует устройство для основного и выводимого в шламоуплотнитель потоков воды.

Эксплуатация осветлителей показала, в частности:

1. Применение жалюзийного сепаратора способствует снижению мутности воды в 1,5 – 3,0 раза.
2. В целом в осветлителях ОРАШ достигается такой же эффект обработки воды, как и в осветлителях нормального ряда ВТИ при налаженном режиме их эксплуатации.

УДК 621

Батистова Е.К., Макрушин В.В., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

УДАЛЕНИЕ СЕРЫ ИЗ ТОПЛИВА ДО ПОСТУПЛЕНИЯ ЕГО В ТОПОЧНОЕ УСТРОЙСТВО

Сера содержится в нефти в виде сложных сераорганических соединений. При перегонке серы на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) подавляющая часть сернистых соединений (70—90 %) концентрируется в высококипящих фракциях и остаточных продуктах, входящих в состав мазута.

Удаление серы из нефтяных топлив можно осуществить на НПЗ посредством гидроочистки. При этом происходит взаимодействие водорода с сераорганическими соединениями и образуется сероводород, который хорошо абсорбируется моно- и диэтаноломином при температуре 30—50 °С по реакции: $\text{RNH}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{RNH}_3\text{HS}$.

При температуре 105°С реакция идет в обратном направлении с образованием моно- и диэтанолamina и выделением сероводорода. Гидроочистка протекает при температуре 300—400 °С и давлении до 10 МПа в присутствии катализаторов — оксидов молибдена, кобальта и никеля.

Десульфуризация топлива на НПЗ связана со значительными капитальными затратами. Однако в большинстве случаев это оказывается, экономически оправданным по сравнению с другими способами, например, очисткой от серы уходящих газов.

Снижение сернистости сжигаемого топлива до поступления в топку парового котла можно осуществить, подвергая его воздействию высоких температур либо с использованием окислителей (газифика-

ция), либо без них (пиролиз) с последующим улавливанием образовавшегося H_2S . Для твердых топлив уменьшение сернистости может достигаться после его дробления за счет отделения механическим путем частиц, содержащих серный колчедан.

УДК 621

Черасова В.В., Макрушин В.В., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ТОКСИЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПРИ РАБОТЕ ТЭЦ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЫБРОСА ИХ В АТМОСФЕРУ

Токсичными веществами называются вещества, отрицательно влияющие на человека и природу. Таковыми при работе ТЭЦ (Теплоэлектроцентраль) являются:

– сернистый газ SO_2 . Это бесцветный газ, хорошо растворяется в воде с резким запахом. При концентрациях $0,3 \text{ мг/м}^3$ нарушается фотосинтез растений и деревья усыхают. Люди заболевают бронхитом, астмой, коронарными изменениями в сердце. SO_2 соединяясь с водой, образует кислотные дожди, которые попадая в озера, убивают рыб. Кроме того, они вызывают коррозию металлических конструкций.

– окислы азота NO_2 . Хорошо растворяются в крови человека. Они раздражающе действуют на органы дыхания, особенно легкие, вызывая при больших концентрациях, ожег. Кроме того, раздражающе действуют на слизистую оболочку глаз.

- зола – твёрдый негорючий порошкообразный остаток, получившийся после завершения преобразований в минеральной части топлива в процессе его горения.

И другие вредные вещества.

В топках с твердым шлакоудалением выпадают лишь 5% золы, а 95% выносятся дымовыми газами. Для того, чтобы предотвратить выброс этой массы золы в атмосферу, за котлом устанавливаются золоуловители.

Дымовые газы от ТЭЦ должны выводиться на значительную высоту, где они, перемешавшись с атмосферным воздухом, будут иметь концентрацию токсичных веществ на уровне человеческого роста меньше ПДК (предельно допустимая концентрация).

Принципиально существует несколько подходов к решению проблемы ограничения вредных выбросов в атмосферу с дымовыми газами ТЭС:

– рассеивание вредных выбросов с помощью высотных дымовых труб на большой площади;

- непосредственное воздействие на механизм образований вредных примесей при горении топлив;
- очистка продуктов сгорания топлив от вредных примесей;
- удаление вредных компонентов из топлива до его сжигания.

Специалисты в области теплоэнергетики должны уметь правильно выбирать оборудование и оптимальные режимы эксплуатации котлов, обеспечивающие снижение до минимума вредных выбросов в окружающую среду, в зависимости от вида сжигаемого топлива, рельефа местности и других факторов.

УДК 621

Самсонов К.С., Маликова С.А., Макрушин В.В., Чермошенцев Е.А.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ТЭС И ТЭЦ НА АТМОСФЕРУ

Атмосферовоздушная среда. Является наиболее уязвимой составляющей окружающей среды. Без нее невозможна жизнедеятельность человека, существование и развитие животного и растительного мира, так как в ней содержится основная часть кислорода воздуха, имеющегося на планете. Атмосфере человеческой деятельностью причиняется огромный и невосполнимый ущерб. Вследствие тесной и неразрывной взаимосвязи всех природных составляющих окружающей среды, загрязнение атмосферы неизбежно отражается на других средах: гидросфере, литосфере, биосфере. Выбросы вредных веществ в атмосферу постоянно растут с ростом урбанизации, строительством новых заводов и фабрик.

Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха происходит вследствие выбросов в атмосферу вредных веществ при работе энергетических установок, работающих на углеводородном топливе (бензин, керосин, мазут, дизельное топливо, уголь).

Учёными подсчитано, что ТЭС и ТЭЦ выделяют 46% всего сернистого ангидрида и 25% угольной пыли выбрасываемой в атмосферу промышленными предприятиями. Причиной загрязнений такого масштаба является развитие экологически несостоятельных технологических процессов, то есть таких, которые создают удовлетворение потребностей человека в тепловой и электрической энергии, но одновременно с этим и недопустимое загрязнение окружающей среды. Эти процессы развиваются без принятия эффективных мер, предупреждающих загрязнение атмосферы. Особенно опасны сернистый ангидрид, диоксид серы и оксиды азота, выделяемые в атмосферу ТЭС и

ТЭЦ, поскольку они переносятся на большие расстояния и осаждаются, в частности, с осадками на поверхность земли, загрязняя гидросферу и литосферу. Одним из особенно ярких проявлений этой картины являются кислотные дожди. Эти дожди образуются вследствие поступлений от сгорающего топлива и уходящих в атмосферу на большую высоту дымовых газами в, основном двуокиси серы и окислов азота. Получающиеся при этом в атмосфере слабые растворы серной и азотной кислоты могут выпадать в виде осадков иногда через несколько дней в сотнях километров от источника выделения.

Кроме того, загрязнение атмосферы ТЭС и ТЭЦ привело, как полагают учёные, к новому явлению поражению некоторых видов мягких пород деревьев, а также к быстрому и одновременному падению скорости роста, по меньшей мере, шести видов хвойных деревьев.

ТЭС и ТЭЦ являются причиной возникающего в крупных промышленных городах смога: недопустимого загрязнения обитаемой человеком наружной воздушной среды, вследствие выделения в неё указанными источниками вредных веществ при неблагоприятных погодных условиях.

УДК 621

Синякин Е.М., Макрушин В.В., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Нормирование качества среды заключается в установлении пределов, в которых допускается изменение ее естественных свойств. Любой экологический норматив определяет обязательные рамки сохранения структуры и функции экосистемы какого-то иерархического уровня – от элементарного биогеоценоза до биосферы в целом, а также всех экологических компонентов, которые жизненно необходимо учитывать при хозяйственной деятельности .

Основные критерии атмосферных загрязнений:

1. Допустимой может быть признана только такая концентрация того или иного вещества в атмосфере, которая не оказывает на человека прямого, или косвенного вредного или неприятного действия, не снижает его работоспособности, не влияет на самочувствие и настроение;

2. Привыкание к вредным веществам должно рассматриваться как неблагоприятный момент и доказательство недопустимости наблюдаемой концентрации;

3. Недопустимы также концентрации вредных веществ, которые неблагоприятно влияют на растительность, климат местности, прозрачность атмосферы и бытовые условия жизни населения.

Предельно допустимая концентрация обоснована санитарно-гигиеническими исследованиями и носит законодательный характер. В России ПДК соответствует значениям, которые рекомендованы ВОЗ.

УДК 621.1:621.311:621.165

Попков А.А., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А., Макрушин В.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ОБРАЗОВАНИЯ КОНДЕНСАТА В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ТУРБИН ТЭС

Расширение пара в проточной части турбины идет при резком снижении его давления и сверхзвуковых скоростях потока, что оказывает прямое влияние на растворимость примесей в паре, образование концентрированных растворов отдельных компонентов. Большая часть повреждений турбин ТЭС происходит в зоне фазового перехода в процессе конденсации пара и образовании первичного конденсата.

Одна из возможных причин - концентрирование коррозионно-активных примесей пара в первичном конденсате, а следовательно в жидкой пленке на поверхности металла в проточной части турбин. Гетерогенная конденсация на каплях и твердых частицах примесей оказывает большое влияние на процессы образования и движения влажного пара в проточной части турбин, где дополнительными генераторами центров конденсации могут служить вихревые следы, отрывные вихревые зоны разрежения. К числу таких примесей относятся прежде всего гидроксид, хлорид и сульфат натрия, а также продукты деструкции органических веществ, в первую очередь, кислого характера. Более ранняя конденсация примесей из пара в проточной части турбины приводит к росту более чем на порядок среднего размера образующихся капель по сравнению с чистой гомогенной конденсацией. Крупные капли коррозионно-активной влаги, образующиеся в процессе конденсации при расширении пара осаждаются на сопловых лопатках, образуя пленку, толщина которой постепенно растет по мере накопления конденсата. Появляется реальная угроза коррозионного растрескивания металла в результате одновременного воздействия коррозионной среды и механических напряжений.

По экспериментально полученным данным поверхностного натяжения водных растворов хлорида и гидроксида натрия в широком интервале температур и давлений, были рассчитаны размеры конден-

сирующихся капель. Отмечается, что интенсивный рост капель начинается с температурой 150°C. Максимально приращение размера капель хлорида и гидроксида натрия по отношению к воде находится в пределах 100-120°C. Определены значения максимального радиуса капель растворов хлорида и гидроксида натрия, которые могут возникнуть после схода пленки влаги с лопаток при скорости потока пара 380 м/с, а скорость капель, распыляемых паром 280 м/с. Расчеты показали, что размеры вторичных капель, образующихся при сходе пленки с лопаток в 1,5-2,0 раза больше, чем при конденсации. Представлены экспериментальные данные поверхностного натяжения водных растворов хлорида и гидроксида натрия на линии насыщения при концентрациях от 1 до 30 масс.% в интервале температур от 373К до 623К. Расчитаны размеры первичных и вторичных капель на сопловых и рабочих лопатках. Результаты исследований могут быть использованы при прогнозировании протекания коррозионных процессов в турбинах.

УДК 621.1:621.311:621.165

Данилов А.А., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А., Макрушин В.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ВЛИЯНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ПАРОВЫХ ТУРБИН

Образование отложений в проточной части турбин отрицательно влияет на эксплуатационные показатели работы. Накопление отложений является следствием загрязнения пара, поступающего в турбину. К числу неорганических примесей пара относятся, прежде всего, гидроксид, хлорид и сульфат натрия, а также продукты деструкции органических веществ, в первую очередь, кислого характера. Присутствие большинства загрязнений в паре изменяет его теплофизические и физико-химические свойства. Основной вклад в разрушение рабочих лопаток ЦНД турбины вносит предпоследняя ступень, работающая в зоне фазового перехода, где концентрация примесей в образующихся агрессивных растворах максимальна. В основном разрушения происходят от коррозионной усталости. Наличие в двухфазной системе инактивных примесей, как например хлорид и гидроксид натрия, повышают поверхностное натяжение жидкой фазы, что приводит к образованию более крупных, чем при конденсации чистого пара капель. Различие между поверхностными свойствами чистой воды и систем: вода – электролиты, может существенно влиять на процессы формирования капель в ЦНД турбин, вплоть до слияния этих капель и образованием жидких пленок с коррозионно агрессивными свойствами. Они

удерживаются на поверхности проточной части турбины дисков, роторов и рабочих лопаток за счет адгезии, обусловленной поверхностными силами. В связи с этим, актуальной задачей является получение надежных численных значений по поверхностному натяжению, как основной характеристики поверхностных свойств растворов в воде и паре во всем диапазоне температур, характерном для энергоблока от парогенератора до ЦНД турбины. Значения поверхностного натяжения требуются для оценки коррозионной агрессивности, расчетов газо и гидродинамики потоков, тепломассообмена в процессах конденсации. Было проведено экспериментальное исследование температурной зависимости поверхностного натяжения водных растворов хлорида и гидроксида натрия на линии насыщения при концентрациях от 1 до 30 масс.% и в интервале температур от 373К до 623К. Установлено, что значения поверхностного натяжения растворов хлорида и гидроксида натрия различных концентраций в 1,5- 4 раза превышают эти значения для чистой воды.

УДК 621.14.351

Глухов П.А., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А., Макрушин В.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕПЛООБМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Защита промышленных теплообменников и нагревательных котлов от отложений неорганического и органического происхождения является одной из наиболее острых в теплоэнергетике. Наличие накипи приводит к снижению энергетической эффективности оборудования. Происходит уменьшение полезного сечения труб, увеличение гидравлического сопротивления труб, соответственно увеличивается расход электроэнергии на привод насосов и пережог топлива. Было достоверно установлено, что приложение акустических колебаний к стенке теплообменника приводит к предотвращению накипи. Специализированной организацией - заводом «Котлоочистка» были рассмотрены вопросы влияния химического состава воды, акустические характеристики труб и других узлов теплоагрегатов. Теоретически и экспериментально определена амплитуда и форма акустического сигнала, а также требуемое количество излучателей. В настоящее время акустические методы противонакипной обработки вернулись в промышленность в качественном и современном применении материалов для излучателей, особенно магнитострикционный материал «пермендюр». Это позволило уменьшить потребляемую мощность. Его достоинство

состоит в том, что уменьшается резонанс в трубах, и очистка происходит без образования «резонансных» колец из накипи на внутренней стороне труб. Опытные исследования на бойлерном оборудовании системы ГВС, подпитываемой необработанной артезианской водой, для промышленно-отопительной котельной показало за год эксплуатации меньшее количество твёрдых отложений на стенках труб кристаллизованных в подогреваемой воде солей. Излучатели приваривались к фланцам корпуса бойлера попарно. Ультразвуковая технология предотвращения образования накипи позволяет обеспечить безнакипный режим работы теплообменников в течение длительного времени, не требует вмешательства в их работу, расходных материалов и потребляет незначительное количество электроэнергии.

УДК 532:681.326

Горянский Д.А., Самсонов К.С., Гольцев Ю. Т.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПОКОЯ ЖИДКОСТИ ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ СОСУДЕ

Программа предназначена для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Гидравлика и теплотехника» студентами по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», направленности «Автоматизация технологических процессов» очной и заочной формы обучения

Использование компьютерных технологий при выполнении лабораторных работ предусматривают изучение физических процессов гидродинамики на его математической модели.

Цель работы заключается в изучении процессов установления равновесия воды в открытом цилиндре, вращающемся с постоянной скоростью.

Используемая компьютерная анимация способствует лучшему усвоению учебного материала.

Алгоритм и выбранная среда программирования предусматривает использование лабораторной работы в системе дистанционного обучения. В качестве среды программирования выбраны язык разметки гипертекста «HTML», серверный язык WEB-программирования «PHP» и интерфейсный язык «JavaScript» и библиотека Raphael JavaScript Library. Для хранения данных используется система управления базами данных «MySQL».

УДК 621:18

Шуляк В.А., Гольцев Ю. Т., Симаков Н.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЁРА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ ПАРОВОГО КОТЛА

Визуальная имитационная модель позволяет выполнять операции по пуску и остановке парового котла. На каждом шаге контролируется правильность выполнения последовательность операций в соответствии с регламентом. Все действия сопровождаются анимационными эффектами. После выполнения лабораторной работы, студенту выставляется оценка.

Программа предназначена для выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Котельные установки и парогенераторы» и «Эксплуатация систем теплоэнергоснабжения» студентами по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленности ««Промышленная теплоэнергетика» очной и заочной формы обучения.

Алгоритм и выбранная среда программирования предусматривает использование лабораторной работы в системе дистанционного обучения. В качестве среды программирования выбраны язык разметки гипертекста «HTML», серверный язык WEB-программирования «PHP» и интерфейсный язык «JavaScript» и библиотека Raphael JavaScript Library. Для хранения данных используется система управления базами данных «MySQL».

УДК 532:621.1

Маликова С.А., Гольцев Ю. Т., Курило Н.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕРЬ НАПОРА ПО ДЛИНЕ

При гидравлическом расчете водопроводов, теплообменников, технологических систем насосных станций, систем сбора и подготовки воды необходимо определять потери удельной энергии.

Программа предназначена для изучения методики экспериментального определения коэффициентов гидравлического сопротивления трубопроводов водопроводных сетей с помощью компьютерной модели процесса.

Программа предназначена для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Гидравлика и теплотехника» студентами по направле-

нию подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», направленности «Автоматизация технологических процессов» очной и заочной формы обучения.

Алгоритм и выбранная среда программирования предусматривает использование лабораторной работы в системе дистанционного обучения. В качестве среды программирования выбраны язык разметки гипертекста «HTML», серверный язык WEB-программирования «PHP» и интерфейсный язык «JavaScript» и библиотека Raphael JavaScript Library. Для хранения данных используется система управления базами данных «MySQL».

УДК 621.311

Ендин Е.А., Чумаков О.В., Логачёва В.М.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Электрический двигатель — это электрическая машина (электромеханический преобразователь), в которой электрическая энергия преобразуется в механическую. Побочным эффектом является выделение тепла. Все электродвигатели состоят из Статора (неподвижная часть) и Ротора (подвижная часть электродвигателя, чаще всего располагаемая внутри статора).

По принципу возникновения вращающего момента электродвигатели можно разделить на гистерезисные и магнитоэлектрические. Гистерезисные (редко используются в промышленности), а магнитоэлектрические, наоборот, широко используются в промышленности и повседневной жизни. Есть три типа таких двигателей: постоянного тока; переменного тока и универсальные коллекторные двигатели.

Рассмотрим особенности этих двигателей и их применение. Электрические двигатели переменного тока могут быть с одной или несколькими фазами. Устройствами, где применяется электродвигатель переменного тока, являются такие машины, которым не нужно регулировать частоту вращения. Их мощность составляет от двух десятых до двухсот и выше киловатт. Электрические двигатели постоянного тока могут иметь последовательное, параллельное и смешанное соединение обмоток статора и якоря. Их преимуществом является то, что недоступно предыдущему виду – это способность регуляции частоты вращения. Однако, при эксплуатации необходимо применение силы. Устройствами, где применяются электродвигатели постоянного тока, являются, к примеру, электрический транспорт и различные

строительные станки. Использование таких двигателей в автомобилях значительно уменьшает вред окружающей среде. Электромобиль называют самым экологичным транспортом. Где применяются электродвигатели универсального коллекторного типа? Без них не функционируют промышленные и бытовые приборы, например, вентиляторы, соковыжималки, мясорубки, пылесосы, холодильники и тому подобное. Устройство таких моторов подобно двухполюсным двигателям постоянного тока, имеющего последовательное возбуждение.

УДК 621.311

Леонов А.А., Миляев В.П., Логачёва В.М.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ПРИМЕНЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Явление индуктирования ЭДС в замкнутом проводнике при пересечении его силовыми линиями изменяющегося магнитного поля называется электромагнитной индукцией. Если проводник, в котором наводится ЭДС индукции, замкнуть на какую-либо внешнюю цепь, то под действием этой ЭДС по цепи потечет ток, называемый индукционным током. Электромагнитная индукция — это обратный процесс, т. е. превращение механической энергии в электрическую. Явление электромагнитной индукции нашло широчайшее применение в электротехнике:

Генератор постоянного тока, в режиме генератора якорь машины вращается под действием внешнего момента. Между полюсами статора имеется постоянный магнитный поток, пронизывающий якорь. Проводники обмотки якоря движутся в магнитном поле и, следовательно, в них индуктируется ЭДС, направление которой можно определить по правилу "правой руки". При этом на одной щетке возникает положительный потенциал относительно второй. Если к зажимам генератора подключить нагрузку, то в ней пойдет ток.

Трансформаторы широко применяются при передаче электрической энергии на большие расстояния, распределении ее между приемниками, а также в различных выпрямительных, усилительных, сигнализационных и других устройствах.

Преобразование энергии в трансформаторе осуществляется переменным магнитным полем. Трансформатор представляет собой сердечник из тонких стальных изолированных одна от другой пластин, на котором помещаются две, а иногда и больше обмоток (катушек) из изолированного провода. Обмотка, к которой присоединяется источ-

ник электрической энергии переменного тока, называется первичной обмоткой, остальные обмотки - вторичными. Если во вторичной обмотке трансформатора намотано в три раза больше витков, чем в первичной, то магнитное поле, созданное в сердечнике первичной обмоткой, пересекая витки вторичной обмотки, создаст в ней в три раза больше напряжение. Применяв трансформатор с обратным соотношением витков, можно получить пониженное напряжение.

УДК 621.311

Чумаков О.В., Ендин Е.А., Логачева В.М.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ПРИМЕНЕНИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА В БЫТУ

Постоянный ток – электрический ток, не изменяющийся по времени и по направлению. За направление тока принимают направление движения положительно заряженных частиц. В том случае, если ток образован движением отрицательно заряженных частиц, его направление считают противоположным направлению движения частиц.

Наиболее распространенные источники постоянного тока: гальванические элементы, аккумуляторы, генераторы постоянного тока и выпрямительные установки.

Для количественной оценки тока в электрической цепи служит понятие силы тока — это количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника в единицу времени.

В настоящее время постоянный ток широко используется в технике, например в электронных схемах в качестве питания. Выработываемый химическими источниками (гальваническими элементами, аккумуляторами) ток, применяется для автономного электропитания многочисленных электрических и электронных устройств: электрофонарей, игрушек, аккумуляторов электроинструментов, средств связи, и т.п. Также часто используется при сварочных работах, например, сварить деталь из нержавеющей стали специальным сварочным электродом можно только постоянным током.

Широкое применение постоянного тока на транспорте обусловлено тем, что электродвигатели постоянного тока с последовательным возбуждением имеют оптимальную для транспортных средств тяговую характеристику — большой крутящий момент при малом числе оборотов в минуту, и наоборот, относительно малый крутящий момент при номинальной скорости вращения якоря. Число оборотов легко регулируется последовательным включением реостата или изменением напряжения на зажимах двигателя (путём переключения нескольких двигателей с последовательного на параллельное соединение).

УДК 621.311

Леонов А.А, Логачёва В.М.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ПРИМЕНЕНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

В наше время электромобили не являются равноценной заменой для автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Проблема во времени автономной работы. Возможным её решением может являться аккумулятор на основе графена. Графен - аллотропная двумерная модификация углерода. Этот наноматериал имеет максимальную подвижность электронов среди существующих материалов, вследствие чего аккумуляторы на его основе заряжаются в 10 раз быстрее используемых литий-ионных аккумуляторов, а структура материала позволяет сделать аккумуляторы более ёмкими. Графен - экологически безопасный материал, поэтому аккумуляторы на его основе не причиняют вреда окружающей среде.

Электроавтомобили оснащённые такими аккумуляторами могут проезжать тысячи километров без подзарядки, которая будет занимать несколько минут. Смартфоны с такими аккумуляторами тоже могут похвастаться схожими характеристиками. Это в перспективе делает эти аккумуляторы возможной заменой для нынешних литий-ионных решений.

Доступность графена в природе велика. Поэтому использование его в качестве компонента приведет не только к повышению рабочих характеристик аккумуляторов, но и к снижению их стоимости, по сравнению с редкоземельными решениями. В настоящее время исследователи многих стран пытаются разработать оптимальную технологию производства графена. Если им удастся это сделать, это совершит настоящую революцию в электронике.

УДК 621.316.999

Ильин А.И, Дедиков А.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

СРАВНЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОГО И СОВРЕМЕННЫХ ВИДОВ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Согласно ПУЭ заземление - преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством, а заземляющее устройство (ЗУ) - совокупность заземлителя и заземляющих проводников. Основным показателем ЗУ является сопротивление заземления. Сопротивление зазем-

ления зависит от удельного электрического сопротивления грунта и площади электрического контакта заземлителя с грунтом

В качестве проводящей части заземлитель может выступать металлический элемент любого профиля и конструкции, находящийся в грунте. Удельное электрическое сопротивление зависит от состава грунта, влажности, температуры, содержания в нем растворимых химических веществ.

Традиционно применяют ЗУ состоящие из группы вертикальных электродов (длинной до 5м), соединенных между собой соединительной полосой. Для уменьшения необходимого количества электродов иногда применяют глубинный электрод (до 30м, как правило одиночный) или засолении грунта в месте размещения электродов (добавления в него поваренной соли NaCl).

Основные достоинства: простота конструкции; дешевизна и доступность материалов и монтажа. Недостатки: большой объем работ по доставке и монтажу; необходимость сварки; большая площадь, занимаемая заземлителем; небольшой срок службы электродов (5-15 лет); использование буровой установки (для глубинного электрода). Большое количество электродов приводит к снижению эффективности, засоление может быстро вымываться.

В конце прошлого века были предложены решения, которые сохраняя достоинствами обоих описанных выше способов, не имеют присущих им недостатков. Модульное заземление - заземляющий электрод представляет собой сборную конструкцию из нескольких коротких стальных штырей-модулей. Для заглубления используется обычный бытовой электрический отбойный молоток. Электролитическое заземление - электрод представляет собой трубу небольшой длины (2-3 м) из нержавеющей стали, имеющей перфорацию. Внутри этой трубы находятся гранулы смеси солей.

УДК 621.317.361

Колесников Е.Б., Бугонин В.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ТРЕХФАЗНОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

В электроэнергетике в системах релейной защиты, регулирования качества электроэнергии, а также при подключении выбегающего асинхронного электродвигателя к резервному преобразователю частоты требуется оперативная информация о величине частоты трехфазного напряжения переменного тока. Причем для использования в элек-

тронных устройствах обработки сигналов частота трехфазного переменного напряжения преобразуется в пропорциональное ей напряжение постоянного тока. Взаимный сдвиг фаз фазных напряжений позволяет упростить построение трехфазных измерителей частоты в сравнении с однофазными. Основными недостатками известных устройств измерения частоты трехфазного напряжения являются невысокая точность измерения, обусловленная значительными пульсациями выходного напряжения и большим количеством преобразований полезного сигнала. Разработанное устройство для измерения частоты трехфазного синусоидального напряжения свободно от вышеприведенных недостатков.

Устройство содержит три дифференциатора, три квадратора, сумматор, блок извлечения квадратного корня, блок деления и пиковый детектор, причем фазные входы устройства через последовательно соединенные дифференциаторы и квадраторы подключены соответственно к входам сумматора, выход которого через блок извлечения квадратного корня присоединен ко второму входу блока деления. При этом первый вход блока деления присоединен к выходу пикового детектора, вход которого соединен с одним из фазных входов устройства.

На входы дифференциаторов поступают соответственно напряжения, пропорциональные фазным напряжениям сети. На входы квадраторов поступают соответственно напряжения, полученные в результате дифференцирования. На выходах квадраторов формируются напряжения, полученные после возведения в квадрат напряжений на их входах. После суммирования выходных напряжений квадраторов и извлечения квадратного корня в блоке извлечения квадратного корня на его выходе формируется напряжение, не содержащее переменной составляющей. В блоке деления это напряжение делится на амплитуду фазного напряжения, поступающего с выхода пикового детектора.

В результате на выходе устройства формируется напряжение пропорциональное частоте трехфазного синусоидального напряжения.

УДК 621.313.2.072.2

Колесников Е.Б., Бугонин В.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)
**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА
МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА**

В настоящее время еще многие металлорежущие станки, в том числе и с программным управлением, в приводе главного движения

используют двигатели постоянного тока (ДПТ). При этом питание обмотка якоря двигателя осуществляется от трехфазного мостового реверсивного тиристорного преобразователя. Существующая схема силового преобразователя обладает следующими недостатками: сложная система управления, требующая синхронизации с сетью; низкая надежность в связи с большим числом силовых полупроводниковых приборов (СПП); низкий коэффициент мощности при регулировании напряжения вниз от номинального, особенно при низких выходных напряжениях; большое влияние на сеть, т. к. является источником высших гармоник; низкое быстродействие защиты от перегрузки и к. з., т. к. тиристоры полууправляемые СПП, приводящее к снижению надежности привода.

В связи с этим в работе была поставлена задача разработки и исследования импульсного преобразователя напряжения постоянного тока (ИППН) для питания ДПТ главного движения станка.

После сравнительного анализа в качестве силовой схемы преобразователя принята схема реверсивного ИППН, а в качестве СПП выбраны силовые модули на IGBT-транзисторах.

В результате работы были разработаны структурная и принципиальная схемы системы управления. Произведен расчет параметров и выбор компонентов силовой части и системы управления. Разработан алгоритм работы устройства управления и защиты. Разработанный узел защиты обладает новизной и практической ценностью.

С целью выбора рациональных параметров регуляторов тока и скорости произведено математическое моделирование в среде MATLAB системы ИППН-ДПТ с системой управления. Изготовлен опытный образец ИППН.

Проведенные лабораторные и промышленные опытного образца ИППН показали работоспособность устройства и правильность выбора технических решений.

Разработанная система ИППН-ДПТ показала высокую надежность в работе и обеспечивает требуемые быстродействие и точность привода главного движения металлорежущего станка.

УДК 621.867.2-83

Ребенков Е.С., Чиркова Т.Ю., Манелюк В.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД С УПРУГОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ

В электроприводах с упругими механическими связями возникают колебания скоростей масс и деформаций связей. Демпфировать такие колебания возможно с использованием инверсного регулятора,

настроенного на аperiodический характер скоростей и деформаций.

Идентификация инверсного регулятора произведена по схеме, где инверсная модель представлена в виде нейронной сети, выход которой сравнивается с выходом эталонной модели.

Настраиваемая нейронная сеть имеет два скрытых слоя с сигмоидальными функциями активации, восемь входных нейронов и один линейный нейрон в выходном слое. Шаг дискретизации выбран по критерию максимальной корреляции отсчётов и информативности идентифицируемой системы.

Для обучения нейронной сети применён алгоритм обратного распространения ошибки. Компьютерное моделирование проводилось с использованием интерактивного пакета Neural Network Toolbox.

УДК 621.867.2-83

Ребенков Е.С., Овсянников Д.С.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД С ДЕМПФИРОВАНИЕМ КОЛЕБАНИЙ В МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Для перемещения выемочного комбайна применяется частотно-регулируемый асинхронный электропривод, позволяющий регулировать скорость перемещения комбайна. Наличие упругой тяговой цепи в электроприводе приводит в динамике к колебаниям скорости перемещения. Для демпфирования колебаний разработана рациональная структура САР, содержащая изодромный регулятор скорости перемещения комбайна с введением параллельной ПИД коррекцией управляющего сигнала по скорости ИО и скорости двигателя. Получены аналитические уравнения связывающие параметры САР и привода, обеспечивающие аperiodический переходный процесс передвижения комбайна. Разработана также методика расчёта адаптивной параметрической САР ЭП с упругим звеном связи с переменной жёсткостью. Получены уравнения, по которым необходимо изменять параметры САР от величины жёсткости упругой связи.

УДК 621.867.2-83

Ребенков Е.С., Евтюхин И.О.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С НЕЛИНЕЙНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ УПРУГОЙ СВЯЗИ

Проведено исследование влияния характеристики «сухое трение» в механической части электропривода перемещения выемочного

комбайна на параметры его движения. На разработанной математической модели электропривода показано возникновение колебаний скорости передвижения комбайна. Эти колебания возникают из-за конечной жёсткости тягового органа – цепи, посредством которой перемещается комбайн. Показано, что на параметры этих колебаний оказывают влияние скорость подачи комбайна, сила резания, зависящая от постоянной стружкообразования, характеристика нелинейной зависимости силы трения от скорости и жёсткость упругого звена. Получены аналитические соотношения устанавливающие связь амплитуды и частоты колебаний скорости перемещения от перечисленных факторов. Показано, что при определённых соотношениях влияющих факторов возможно возникновение автоколебаний скорости, сопровождающееся кратковременными остановками при движении комбайна.

Динамическая модель электропривода перемещения комбайна реализована в виде трехмассовой динамической системы и исследована с применением интерактивного пакета Simulink-Matlab.

УДК 621.311

Лагуткин О.Е., Астанов И.О.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Для осуществления обоснованной инвестиционной политики в электроэнергетике необходим прогноз электропотребления по стране в целом и регионам. При этом оказывается недействительными разработанные методы прогноза, основывающиеся на устойчивости тенденции изменения электропотребления, которые показывали удовлетворительную точность, увеличивающуюся по цепочке цех – предприятие – отрасль – регион – страна в целом. Применение этих методов невозможно в современных условиях также по причине нарушения сложившейся системы статистической отчетности и невозможности вследствие этого иметь требуемую для качества прогноза длину предыстории 6 – 8 лет.

Для страны в целом существует проблема прогнозирования параметров электропотребления, совпадающая с проблемами для промышленных предприятий. Образ страны для энергетика – деление ее на энергосистемы, для администратора – административное деление на области. Эти образы не совпадают. Решение проблемы регионального прогнозирования видится в использовании областной отчетности, одинаковой по структуре для всех областей. В результате изменения за последние годы форм отчетности для некоторых областей потеряна

информация по отдельным статьям отчетности.

При прогнозировании параметров электропотребления необходимо учитывать следующие допущения:

Электрическое хозяйство есть целое, обладающее количественными характеристиками, которые не сводятся к суммированию элементов и их свойств.

Электрическое хозяйство может быть описано иерархической системой показателей, из которых могут быть выбраны показатели, необходимые и достаточные для принятия человеком решения в условиях неопределенной информации и дефицита времени.

Процесс принятия проектного решения неформализуем и должен осуществляться на основе профессионально-логического анализа в экспертном режиме САПР. Решения должны опираться на устойчивость развития электрического хозяйства и на устойчивость его структуры.

УДК 621.311

Лагуткин О.Е., Мартынов И.С.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

РАНГОВЫЙ АНАЛИЗ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

Как показали предварительные расчеты, на практике для прогнозирования по методу наименьших квадратов достаточно использовать уравнение регрессии первого или второго порядка. Так как вид функции, наилучшим образом описывающей $W(t)$ заранее не известен, приходится рассматривать различные варианты зависимости $W(t)$ (линейная, экспоненциальная, степенная, логарифмическая и т.п.). Выбор наилучшей из рассматриваемых зависимостей осуществляется либо по минимальному среднеквадратичному отклонению, либо по минимальному наибольшему отклонению фактического значения функции от модельного.

В периоды стабильного развития для прогнозирования параметров электропотребления часто достаточно использовать одного объекта. Однако при резких изменениях условий функционирования предприятий оказывается, что более стабильным является поведение группы предприятий. Описывать группу предприятий удобно и наиболее просто ранжируя их по интересующему нас параметру. Объем выпуска продукции является основным лимитирующим ресурсом, от которого зависит разнообразие электрических параметров как предприятий отрасли, так и цехов промышленного предприятия. Структурная электроемкость наиболее точно характеризует распределения электро-

энергии внутри исследуемой системы или подсистемы.

Используя ранговый анализ, можно получить прогнозные значения электропотребления для каждого предприятия. Ниже предлагается следующая последовательность принятия решения при прогнозировании электропотребления:

1. Ранжирование особей ценоза по значению электропотребления по годам предыстории с вычислением констант рангового распределения W_i , b_i и получение кривой, сглаживающей экспериментальные точки.

2. Получение прогнозной оценки W_j , b_j известными методами.

3. Определение расчетного ранга особей
где W_i – значение электропотребления на i год.

4. Считая расчетные ранги на последующие года неизменными, по полученным прогнозным значениям определяем электропотребление каждой особи

5. Оцениваем погрешность прогнозируемой модели.

УДК 621.311

Белолипецкая В.О., Исаев А.С., Романенко Н.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМОВ СЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATHCAD

Современные IT-технологии создают информационную основу для моделирования режимов СЭС (системы электроснабжения). При этом нет необходимости в разработке специализированного программного обеспечения с использованием алгоритмических языков программирования – достаточно использовать возможности математических программных средств (Matlab, MathCAD, Maple).

Оптимальным на наш взгляд является применение MathCAD. Этот программный продукт прост в использовании: обладает стандартным интерфейсом Windows и алгоритмически схож с языками программирования как синтаксически, так и функционально (существуют возможности создания циклов, условного и безусловного перехода и т.д.). Наряду с этим MathCAD имеет широкие вычислительные возможности (нет ограничений на использование комплексных чисел, что актуально для исследования цепей переменного тока).

Имеющиеся инженерные методики расчета несимметричных режимов основаны на построении модели для одной фазы (в частности, метод эквивалентирования прямой последовательности для расчета несимметричных КЗ). Использование MathCAD позволяет отказаться

ся от подобного упрощения. Таким образом, есть возможность построения принципиально более точной и полной модели. Нами построены три качественно разных модели СЭС, для исследования (расчета параметров режима и построения векторных диаграмм) несимметричных режимов.

1. Трехфазная система, аналогичная моделям ТОЭ. Является универсальной моделью – некоторым недостатком является большой объем массивов для проведения вычислительных операций. 2. Комплексные схемы трех последовательностей как следствие метода симметричных составляющих (аналог метода эквивалентирования прямой последовательности, реализованного для всех фаз СЭС). Рекомендуется для исследования переходных режимов – несимметричных КЗ (режим при этом рассматривается пофазно для схемы СЭС, с отказом от аварийного шунта). 3. Непосредственное применение метода симметричных составляющих. Рекомендуется для анализа установившихся несимметричных режимов (при продольной поперечной несимметрии) и расчета симметрирующих устройств.

УДК 621.313

Аль Сабахи Амин Салех, Исаев А.С., Ченский П.И.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПУСКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ MATLAB

В настоящее время существует возможность программной реализации режимов СЭС, которые не могут быть реализованы на практике (в частности, устойчивые КЗ, самозапуск и пуск двигательной нагрузки в тяжелых условиях). Из современных программных средств выделяется Matlab, который обладает наибольшими вычислительными и функциональными возможностями (хотя при этом предъявляются повышенные требования к квалификации пользователя).

Особенно удобно построение моделей СЭС в прикладных библиотеках программы – SimPowerSystems Simulink. Данная интерактивная среда позволяет использовать уже готовые библиотеки блоков для моделирования электросиловых, электромеханических систем. Таким образом создается виртуальный стенд с силовыми цепями, системой управления, средствами измерения и цифровой связи.

Двигательная нагрузка (Asynchronous Machine SI Units) в Matlab представлена в двух вариантах – схема замещения в именованных (каталожных) и относительных (приведенных к базисным условиям) единицах. Использование относительных единиц рекомендуется при ана-

лизе электромеханических переходных процессов, использующих основное допущение о равенстве электромагнитной мощности и момента. Возможно построение модели для синхронной машины, асинхронного двигателя и двигателя постоянного тока.

При пуске нагрузочный момент может варьироваться: 1. быть принятым равным нулю (холостой ход). 2. быть задан функционально или постоянным значением. Решение основных дифференциальных уравнений движения Matlab производит автоматически в форме Коши.

Результатом моделирования является динамика основных параметров переходного процесса – изменение скорости, электромагнитного момента ротора и тока статора. Установлено, что расхождение между результатами моделирования режима и реальными экспериментами (осциллограмма лабораторного практикума) не превышает 15%. Качественные же результаты (оценка успешности самозапуска) тождественны. Повышение точности моделирования может быть достигнуто увеличением параметров в схеме замещения (такая возможность в Matlab есть) и уточнением вычислительных процедур (возможно использование внешних библиотек и создание программного кода).

УДК 531.12

Исаев А.С., Мулейя Талигимтуво Преиз
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)
**НОВЫЙ ПОДХОД К ЗАДАЧАМ ФИЗИКИ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ MATHCAD**

При изучении физики одним из основных направлений является изучение законов изменения, законов движения. Для построения более точных и сложных моделей целесообразным является использование современных IT-технологий. На наш взгляд, оптимальной для учебных задач является MathCAD (обладает достаточными функциональными возможностями, но не предъявляет повышенных требований к квалификации пользователя).

При изучении законов движения можно выделить два направления: 1. качественное решение (оценка принципиальной осуществимости требуемого режима или формализация зависимости между различными параметрами движения); 2. количественное решение (получение значений). Для обоих направлений успешно может быть использован MathCAD.

В частности, возможен новый подход к решению задачи о движении тела в однородном поле (например, тело брошено под углом к горизонту и движется под действием силы тяжести). Современные

методики расчета основаны на пренебрежении силой сопротивления воздуха или ее упрощенном учете. Это приводит к заметной погрешности результата – модельная траектория движения будет представлять собой симметричную параболу, что является идеализацией при построении математической модели движения тела.

MathCAD позволяет получить результат как количественно (параметры движения), так и визуально (графические зависимости законов движения). Для этого непосредственно решается дифференциальное уравнение (функция `odesolve`), составленное по второму закону Ньютона. При этом ускорение тела принимается не постоянным (допущение – при «ручных» методиках расчета, приводящее к погрешности результата и качественному искажению зависимостей), а второй производной от координаты по времени. Скорость – первой координатой по времени.

Аналогично (на основе непосредственного решения дифуравнений) могут быть построены модели для спектрального анализа, интерференции, релаксационных и колебательных процессов, а также расчета электрических цепей постоянного и переменного тока (в общем случае, и для анализа магнитного и электрического поля).

УДК 621.311

Стебунова Е.Д., Майорова Н.Д., Русиков Д.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ВЛИЯНИЕ МЕСТА УСТАНОВКИ КОНДЕНСАТОРНЫХ БАТАРЕЙ НА ВЫБОР СЕЧЕНИЯ КАБЕЛЕЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ НИЖЕ 1000В

Схема цеховой силовой сети определяется технологическим процессом производства, категорией надежности электроснабжения, взаимным расположением цеховых КТП. Схема должна быть проста, безопасна и удобна в эксплуатации, экономична, удовлетворять характеристике окружающей среды.

Схемы цеховых сетей делятся на магистральные и радиальные. Линию цеховой сети, отходящую распределительного устройства низковольтного напряжения КТП и предназначенную для питания отдельных наиболее мощных приемников электроэнергии и распределительной сети цеха, называют главной магистральной линией. Рекомендуется применять магистральные схемы с числом отходящих от КТП магистралей, не превышающим числа силовых трансформаторов. При этом суммарная пропускная способность питающих магистралей не должна превышать суммарной номинальной мощности силовых трансформаторов.

Особенностью цехов механических предприятий является то, что в них могут устанавливаться приемники электроэнергии, которые имеют низкий $\cos = 0,35$.

В связи с этим выбор сечения кабелей для питания таких приемников электроэнергии в значительной степени зависит от места установки средств компенсации реактивной мощности.

Компенсицию реактивной мощности электроустановок промышленных предприятий осуществляют с помощью статических конденсаторов, включаемых обычно параллельно электроприемникам (поперечная компенсация).

Размещение конденсаторов в сетях напряжением до 1000В и выше должно удовлетворять условию наибольшего снижения потерь активной мощности от реактивных нагрузок.

Как правило, наибольший эффект при выборе сечения питающих кабелей и установок автоматических выключателей для приемников электроэнергии с низким \cos имеет применение индивидуальной компенсации. При этом, как правило, после применения индивидуальной компенсации реактивной мощности нет необходимости в применении централизованной компенсации на шинах распределительного устройства низкого напряжения КТП.

УДК 621.311

Стебунова Е.Д., Майорова Н.Д., Кортушов А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ВЫБОР НОМИНАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ С УЧЕТОМ САМОЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Значительного повышения надежности работы электрооборудования можно достигнуть, если при кратковременных снижениях или даже полном исчезновении напряжения на шинах источника питания, вызванных короткими замыканиями, не отключать электродвигатели ответственных механизмов от сети.

Приближенный метод оценки успешности самозапуска электродвигателей на напряжение ниже 1000В заключается в определении начального напряжения группы электродвигателей, участвующих в самозапуске, и сопоставлении его значения с допустимым $U_{\text{доп}}$.

$$U_{\text{нач}} \geq U_{\text{доп}} \geq 0,7.$$

Значение начального напряжения можно найти по формуле:

$$U_{* \text{нач}} = \frac{E_{*c}}{1 + \frac{X_{*CB}}{X_{*dЭ}}},$$

X_{*CB} – суммарное индуктивное сопротивление цепи питания до шин самозапускающейся нагрузки;

$X_{*дЭ}$ – эквивалентное сопротивление группы электродвигателей, участвующих в самозапуске при допущении, что $Z_{д} \approx X_{д}$.

K_t – коэффициент, учитывающий снижение пускового тока из-за того, что за время перерыва питания $t_{п,п}$ электродвигатели не успели полностью затормозиться.

Значение коэффициента k_t (коэффициент снижения пускового тока) определяется в зависимости от времени перерыва в питании $t_{п,п}$ по кривой. В основу построения этой кривой положено допущение, что группа разворачивающихся асинхронных электродвигателей заменена одним эквивалентным, для которого опытным путем установлены обобщенные зависимости:

- 1) скольжения от времени перерыва питания;
- 2) тока, отнесенного к начальному пусковому значению, от скольжения.

Если $U_{*нач} \geq U_{доп}$, то самозапуск в большинстве случаев проходит успешно. Следует отметить, что значение начального напряжения при самозапуске группы электродвигателей может рассматриваться лишь как предварительная оценка этого процесса.

УДК 621.311

Жилин Б.В., Гургулдаев Р.Р., Зайцев Д.Р.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)
**ВЫЯВЛЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ КОЭФФИЦИЕНТОВ
ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗА**

Предметом исследования является прогнозирование объемов системы производства энергоносителей во всем мире. Прогнозирование на основе применения техноценнологического подхода позволяет получить ряд показателей и констант, которые в свою очередь отражают структуру рассматриваемой системы. Для прогнозирования в рассматриваемых условиях необходимо выбрать значимые независимые переменные, вид модели прогнозирования и длину предыстории. Выбор переменных осуществлялся среди показателей и констант, характеризующих систему производства. Использовалась многомерная линейная регрессионная модель прогнозирования, и коэффициенты модели получались, как решение системы линейных уравнений. При таком подходе количество коэффициентов в модели равно количеству используемых независимых переменных и количеству лет предысто-

рии. Преимущество такой модели по сравнению с регрессионными моделями в том, что снимается вопрос о точности получения коэффициентов. Использовалась трехлетняя предыстория, позволяющая составить три линейных уравнения, и получить прогноз на 4-ый год. Затем все процедуры сдвигались на 1 год, т.е. производился расчет скользящих коэффициентов по годам. При допустимой ошибке прогноза равной 5% удалось добиться 70% удовлетворяющих прогнозов. Для того, чтобы увеличить процент удовлетворяющих прогнозов, анализировалась закономерность взаимодействия коэффициентов с прогнозными значениями, чтобы выявить при каких значениях коэффициентов получаем ложные прогнозы и требуется переход к другим независимым переменным.

Анализируя условия, при которых прогнозы были успешными, смогли выделить для данной модели несколько диапазонов для коэффициентов: если коэффициенты не входили в выявленный диапазон, то прогнозирование модели осуществляется с помощью других проверенных независимых переменных. Таким образом, удалось достичь 85% удовлетворяющих случаев.

Стоит отметить, что в рассматриваемый диапазон лет присутствуют как увеличения, так и снижения выработки энергоносителей, но обе тенденции прогнозировались безошибочно.

УДК 621.311

Жилин Б.В., Гургулдаев Р.Р., Зайцев Д.Р.,

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ЛИНЕЙНЫЕ И НЕЛИНЕЙНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Проведенные ранее исследования показали, что структура большинства объектов электроэнергетики, систем электроснабжения основывается на представлении таких систем, как техноценозов и описывается H -распределением. На ряде примеров было показано, что в общем случае структура ценоза стремится к идеальному H -распределению, т.е. к $H-i$ -распределению, и отклонения фактических показателей H -распределения от показателей $H-i$ -распределения содержат информацию об изменениях суммарного ресурса ценоза не только в соответствующий момент времени, но и в предстоящий период. Поэтому прогнозирование осуществляется с использованием уравнения регрессии, где зависимой переменной является суммарный ресурс ценоза на следующий год, а независимыми переменными - показатели $H-i$ -распределения за предшествующий год. Построение линейных

моделей прогнозирования суммарного ресурса связано с задачей выбора 2...4 показателей *H-i*-распределения в качестве независимых переменных. А определение коэффициентов регрессии в данной задаче имеет свои особенности. По первому способу для определения коэффициентов регрессионной модели решалась задачи минимизации суммы квадратов отклонений - метод наименьших квадратов. Однако, такой поиск имеет свои вычислительные трудности. Т.к. количество наблюдений всего на 2...4 (в зависимости от длины предьистории) превышает количество определяемых коэффициентов, поэтому целевая функция суммы квадратов отклонений вблизи минимума очень пологая, и из-за недостатков точности методов оптимизации это приводит к тому, что на результат, на значения коэффициентов уравнения регрессии, сильно влияет выбор начальных условий и допустимая погрешность итерационного процесса поиска минимума.

Другой способ, который использовался для решения задачи - это вычисление коэффициентов прогнозной модели исходя из других принципов: использование, например, трехлетней предьистории позволяет составить три линейных уравнения, где в качестве неизвестных выступают коэффициенты прогнозной модели. В этом случае снимаются вопросы, связанные с итерационным поиском минимума целевой функции, а используется решение системы линейных уравнений. Заметим, что определитель такой матрицы получается весьма близок к нулю, что приводит сильному изменению коэффициентов для разных прогнозируемых лет. Однако при этом отсутствуют вычислительные трудности и неоднозначности, связанные с субъективным выбором параметров итерационного процесса. Вычисленные при этом коэффициенты используются для прогноза, в котором в качестве независимых переменных выступают характеристики структуры следующего года.

УДК 621.311

Жилин Б.В., Шелегов Д.Р., Манелюк В.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЦЕНОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

При прогнозировании развития объектов электроэнергетики, следует рассматривать их во всем многообразии производственных, технологических, финансово-экономических и управленческих связей между ними, а также с потребителями электроэнергии. Это вызывает

большие проблемы разработки моделей прогнозирования развития отрасли.

Одним путей, позволяющих решать такую задачу, предлагается техноценологический подход, следуя которому делается допущение, что интересующие параметры объекта существенно зависят от структуры объекта, от количественных соотношений элементов в такой структуре. Изучение закономерностей структуры объектов электроэнергетики привели к тому, что была предложена математическая модель формирования структуры систем ценологического типа, основанная на понятии «идеальной» гиперболы, что позволяет получать множество параметров и констант, характеризующих структуру систем. На этой основе были построены регрессионные модели прогнозирования, где в качестве независимых переменных использовались указанные параметры и константы. Однако для повышения точности, оказалось, необходимо строить такие модели на каждый год заново с учетом длины предыстории наблюдения, получая новые значения коэффициенты регрессионных моделей. С одной стороны такие модели являются причинными, так как независимая переменная связана с формализацией описания структуры системы, без связи с годом наблюдения. С другой стороны применение изменяемых коэффициентов регрессии для каждого прогнозируемого года ("скользящих") отражает составляющую временной модели. Еще одним фактором позволяющим влиять на точность моделей - является длина предыстории. Расчеты, проведенные, в том числе и другими авторами, показали, что здесь не существует универсального решения, и каждый раз требуется индивидуальные исследования для каждого объекта.

Использование такого способа позволило существенно повысить точность прогнозирования, позволило выявлять наилучшие независимые переменные, характеризующие структуру системы, которые приводят к лучшим результатам прогнозирования.

УДК 621.311

Майорова Н.Д., Антипов А.С., Манелюк В.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)
**ТЕХНОЦЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
СТРУКТУРЫ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ**

Техноценоз – это искусственная система, подверженная влиянию внешних факторов и воздействий. В начальный период времени техноценоз реагирует на них несущественным изменением собственной структуры, продолжая выполнять исходные функции. Система, имея свойства ценоза, не является простым результатом внешнего воздействия, а имеет весомую самостоятельную составляющую в своем

существовании. Но внешние факторы и воздействия оказывают на техноценоз влияние, последствия, которого необходимо предсказать и спрогнозировать.

Структура техноценозов описывается различными видами H -распределения. Для многих практических задач актуально выявление ценологической структуры в системах, для которых возможно применение рангово-видовых и ранговых по параметру распределений, для которых получены, так называемые "идеальные" H -распределения или H - i -распределения. При отклонении структуры реальных ценозов от H -распределения показатели и константы H - i -распределения будут не только различны, но и будут проявлять разнонаправленные изменения.

А именно, H - i -распределения несут информацию об отклонении структуры ценоза от H -распределения. Использование H - i -распределений даёт возможность описывать количественные характеристики таких процессов и явлений, разрабатывать различные конструктивные методы по прогнозированию поведения ценоза.

Определение моделей H - i -распределения может быть целесообразно только в том случае, если указанная информация имеет связь с действительными процессами, явлениями, происходящими в ценозе. В этом случае H - i -распределения позволяют получать дополнительную информацию о ценозе, недоступную традиционным методам. Такая информация позволяет идентифицировать события, происходящие в системе, и на этой основе даёт возможность разрабатывать конструктивные методы прогноза параметров ценоза. Причем зачастую получаемые результаты не могут быть получены другими методами, так как информации о влиянии внешних факторов недостаточно или она полностью отсутствует.

УДК 621.311

Жилин Б.В., Шелегов Д.Р., Антипов А.С.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

МОДЕЛЬ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭКСПОРТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ РФ НА ОСНОВЕ МЕТОДА СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ РАНГОВ

Метод структурообразующих рангов основан на использовании техноценологического подхода, который позволяет учитывать структуру рассматриваемой системы, и характеризовать ее набором вычисляемых параметров и констант. Основное допущение, лежавшее в основе метода, заключается в том, что начальные ранги H - i -распределения в значительной степени определяют всю структуру системы, включая те параметры, которые не использовались при построении системы.

Например, рассматривая структуру производства ЭЭ в субъектах РФ возможно определение экспорта ЭЭ за пределы РФ. Модель идентификации по начальным рангам, имеет один изменяемый параметр - количество используемых начальных рангов, по которым в общем случае получаем модельные значения параметров и констант. Конкретно для поставленной цели использовалась модель, основанная на вычислении разницы фактического производства ЭЭ и модельного производства, которое определяется по модели *H-i*-распределения с использованием только начальных рангов, и которую упрощенно можно в данном случае интерпретировать как «лишнюю» ЭЭ произведенную в системе-объекте. Затем разница фактического производства ЭЭ и модельного производства использовалась в линейной регрессионной модели в качестве независимой переменной для определения экспорта ЭЭ. Процедура повторялась несколько раз для разного количества используемых начальных рангов, но единого для всех лет наблюдения, и при этом определялась точность регрессионной модели, т.е. осуществлялся подбор этого параметра, единого для всех лет наблюдения, по критерию минимизации ошибки регрессионной модели. В принципе такого единого значения могло бы не существовать, в том случае, если бы ошибка модели имела бы недопустимые значения, а главная модель неверно бы указывала на тенденцию изменения моделируемой величины. Однако удалось осуществить подбор величины количества используемых начальных рангов, приводящих к средней ошибке модели 11,2% от экспорта (что соответствует - 0,35% от общего производства ЭЭ - данные о производстве и экспорте ЭЭ в РФ за период с 2000 г по 2017 г.), при том, что экспорт изменялся на 260%, и точном предсказании тенденции изменения. Данную ошибку следует признать удовлетворительной, учитывая, что не один из традиционных методов не сможет оценить количество экспортируемой ЭЭ при использовании данных только о производстве ЭЭ.

Таким образом, анализ структуры с использованием техноценологического подхода позволяет идентифицировать и выявлять важные количественные показатели функционирования системы-объекта с приемлемой точностью.

УДК 621.311

Ставцев В.А., Чиркова Т.Ю., Митрофанов А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Под надежностью электроснабжения необходимо понимать непрерывное обеспечение потребителей электроэнергией заданного качества в соответствии с договорными обязательствами. В современных

рыночных условиях надежность электроснабжения неразрывно связана с экономическими показателями и энергетической безопасностью промышленных предприятий. Более того, надежность электроснабжения является товаром, имеющим свою цену, и реализуется через рыночные услуги.

Задача обеспечения надежности систем электроснабжения включает в себя целый комплекс технических, экономических и организационных мер, направленных на снижение ущерба от нарушения нормального режима работы потребителей электроэнергии. Вопрос надежного электроснабжения энергопринимающих устройств всегда требовал тщательного анализа и решения. И в последние десятилетия особенно резко возросли требования к этой очень важной составляющей во всех отраслях промышленности, сельском хозяйстве, строительной, социально значимых объектах и в быту, по следующим причинам:

1. Увеличение производств по выпуску продукции на единичных технологических установках с жесткими технологическими связями – например в химической и металлургической промышленности.
2. С целью сохранения технологических крупнотоннажных аппаратов и минимизации материального и имущественного ущерба.
3. Исключения нанесения экологического вреда природе и человеку.
4. Исключению техногенных аварий.
5. Сохранения интеллектуальных процессов и собственности.

В зависимости от поставленных задач и принимаются проектные решения по усилению и ужесточению требований к существующим категориям электроснабжения и монтажам дополнительных энергоустановок позволяющих обеспечить вышеперечисленные причины.

УДК 621.311

Ошурков М.Г., Васькин П.М.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТАРИФОВ НА РОЗНИЧНОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Для выработки стратегии работы предприятия на оптовом или розничном рынках электроэнергии необходимо иметь возможность оценивать уровень тарифов на электроэнергию на перспективу.

Для прогнозирования тарифов надо уметь прогнозировать их составляющие, в том числе: нерегулируемая цена электроэнергии и мощности на [HYPERLINK "http://encosts.ru/optoviy-rynok"](http://encosts.ru/optoviy-rynok) \t "_blank"

□ оптовом рынке □ (себестоимость поставщика электроэнергии); тарифы на услуги по передаче электроэнергии (устанавливает региональный орган исполнительной власти в области регулирования тарифов, в конечной цене электроэнергии для потребителя передача составляет 40% и более); инфраструктурные платежи (платежи коммерческому оператору, Системному оператору, Центру финансовых расчетов ? в конечной цене менее 1%); сбытовая надбавка (доход гарантирующего поставщика, который регулируется региональным органом исполнительной власти в области регулирования тарифов). Сумма перечисленных составляющих для конкретного гарантирующего поставщика представляет собой его □ HYPERLINK "<http://encosts.ru/roznichniy-gynok/predelnie-urovni-nerereguliruemih-cen>" \t "_blank" предельный уровень нерегулируемых цен на розничном рынке. □

Собрана статистика тарифов и их составляющих двух гарантирующих поставщиков в Тульской области с 2014 г. по месяцам. Для прогнозирования различных составляющих применяются различные методы: анализ динамики временных рядов, алгоритмы нейронных сетей, причинные модели, увязывающие изменение составляющей тарифа во времени с другими составляющими и прочими факторами (например, динамикой изменения цен на ТЭР). Из рассмотрения на первом этапе исключена сбытовая надбавка, так как она составляет около 1?4 % от конечного тарифа и определяется в целом на год с разбивкой по полугодиям. Наибольший интерес и сложность представляет разработка методики прогнозирования цены электроэнергии и мощности на □ HYPERLINK "<http://encosts.ru/optoviy-gynok>" \t "_blank" □ оптовом рынке □, так как эти параметры зависят от баланса спроса и предложения на оптовом рынке и меняются ежедневно.

Решение поставленной задачи даст возможность квалифицированным потребителям правильно работать на рынках электроэнергии при выборе оптимальной ценовой категории, гарантирующего поставщика или энергосбытовых компаний.

УДК 621.311

Ошурков М.Г., Курсеков В.Р.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ МОЩНОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ

Построены причинные модели месячного и суточного электропотребления предприятия зависимости электропотребления от объемов выпускаемых видов продукции. Модель месячного электропо-

требления дает среднюю ошибку 4%, причинная модель суточного электропотребления дает ошибку 11%. Таким образом, по планируемому на заводе суточным и месячным объемам выпуска продукции, можно с удовлетворительной точностью предсказать электропотребление на месяц в целом с разбивкой по суткам.

Для перехода к планированию по часам, надо каждому суткам планируемого месяца поставить в соответствие суточный график нагрузки по часам. Суточные графики нагрузки классифицировались методом кластерного анализа в 24 мерном признаковом пространстве. Признак – это часовая мощность. Для определения числа кластеров применена иерархическая агломеративная кластер-процедура.

Суточные графики сгруппированы в девять кластеров с типовыми для кластеров суточными графиками нагрузки. Таким образом, по спрогнозированному суточному электропотреблению и кластеру, к которому принадлежит сутки, можно построить суточный график нагрузки. Для отнесения суток к кластеру проведена кластеризация суток по технологическим параметрам.

Сутки классифицируются по объемам выпуска и электропотреблению. Для конкретного предприятия получили шесть кластеров.

Окончательный выбор графика нагрузки для конкретных суток – процедура пока не формализованная и принятие решения здесь в большой степени экспертно. Необходимо учесть дополнительные признаки суток, например месяц, день недели и закономерности чередования кластеров во времени.

Методика принятия решения при планировании месячного электропотребления по часам: вводятся суточные объемы выпуска продукции на планируемый месяц; сутки относятся к кластерам по классификации технологических состояний; с помощью формализационных и экспертных методов определяют график нагрузки каждых суток; формируется месячный график нагрузки по часам.

УДК 621.311

Ошурков М.Г., Мерзликін И.С.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

Разработаны методики статистического анализа электрических, экономических и технологических показателей с целью построения моделей электропотребления предприятия для краткосрочного и среднесрочного прогнозирования параметров электропотребления энергоемких агрегатов, производственных участков, цехов, производств и

предприятия в целом.

Для построения моделей используется информация, имеющаяся на предприятии (почасовые, суточные расходы электроэнергии по фидерам, номенклатура и объемы выпуска продукции, технологические параметры). Построение моделей, в зависимости от целей и назначения, ведется с использованием известных статистических методов и с применением новых техноценологических подходов.

Решаются следующие задачи: 1. Краткосрочное прогнозирование параметров электропотребления энергоемких агрегатов и производств с целью управления электропотреблением, регулирования графика нагрузки и определения договорных параметров на ближайший расчетный период. 2. Прогнозирование параметров электропотребления на основе причинных моделей, моделей структурной устойчивости, моделей аппроксимации временных рядов для определения параметров электропотребления на месяц, квартал, год. 3. Выявление технологических параметров, существенно влияющих на параметры электропотребления и удельные расходы электроэнергии для разработки организационных и технических мероприятий повышения энергоэффективности предприятия.

Итогом применения методик является повышение эффективности использования и снижение платы за электроэнергию. Финансирование работы может осуществляться пропорционально снижению оплаты электроэнергии.

Ожидаемые результаты: разработка организационных и технических мероприятий, направленных на устранение нерациональных расходов и снижение потерь электроэнергии. Прогнозирование параметров электропотребления с целью обоснованного определения договорных величин объемов электропотребления, максимума нагрузки и, как следствие, снижения платы за электроэнергию.

УДК 621.311

Чиркова Т.Ю., Митрофанов А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ ППР ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящее время в организации ремонта оборудования на промышленных предприятиях страны произошли коренные изменения. Одновременно с сокращением большинства промышленных министерств перестали существовать отраслевые управления главного механика и главного энергетика, осуществлявшие координацию организации ремонта оборудования. Были расформированы общесоюзные

и отраслевые ремонтные организации (ремонтные объединения, тресты и т. п.) для централизованного ремонта профильного оборудования. Почти одновременно во всех отраслях прекратились разработка, пересмотр и издание Положений (Систем) по планово-предупредительному ремонту энергетического оборудования (ППР ЭО), обеспечивавших предприятия методической и нормативной базой для планирования и организации ремонта оборудования. Распалась система централизованного снабжения предприятий оборудованием, запасными частями, ремонтной оснасткой и ремонтными материалами.

Система ППР ЭО предусматривает, что потребность оборудования в ремонтно-профилактических воздействиях удовлетворяется сочетанием различных видов ТО и плановых ремонтов оборудования, различающихся периодичностью и составом работ.

Фактически ремонт большей части оборудования неизбежно основан на сочетании (в различных пропорциях) регламентированного ремонта и ремонта по техническому состоянию. В этом случае «каркас» структуры ремонтного цикла определяется совокупностью элементов оборудования, ремонт которых основан на стратегиях регламентированного ремонта или ремонта по наработке. На полученную «жесткую» основу структуры ремонтного цикла накладываются (в «нежестком» варианте) сроки проведения ремонта элементов, обслуживаемых по техническому состоянию.

Наиболее перспективным методом ремонта оборудования для предприятий любых форм собственности является агрегатно-узловой метод, при котором неисправные сменные элементы (агрегаты, узлы и детали) заменяются новыми или отремонтированными, взятыми из оборотного фонда.

СЕКЦИЯ КИБЕРНЕТИКИ, АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 62-5

Мухин А.А., Волков В.Ю., Кочевин Д.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ВЫБОР ДОПУЩЕНИЙ ДЛЯ УПРОЩЕНИЯ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ

Распространение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе представляет собой сложный физический процесс. Как известно, основными процессами, сопровождающими распространение атмосферных примесей, являются диффузия и физико-химическое взаимодействие примесей между собой и с компонентами атмосферы. Моделирование этих процессов играет важную роль не только при проектировании застройки, но и в случаях, когда важно прогнозировать возможное распространения загрязнений, их интенсивность и оседание на местности. Это позволяет минимизировать степень экологической опасности, улучшить уровень комфорта проживания и отдыха населения и оптимизировать финансовые затраты на защитные экологические мероприятия. Таким образом, на сегодняшний день построение моделей является не менее важным этапом исследования, чем результаты реальных экспериментов, так как компьютерное моделирование позволяет учесть множество факторов и позволяет экономить не только денежные средства, но и время, необходимое на проведение реальных испытаний и обработку полученных данных. В связи с этим разработка максимально достоверных моделей является в высшей степени актуальной задачей.

Ранее [1] была поставлена задача разработки автоматизированной адаптивной системы измерения уровня концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. Известно, что на распространение загрязняющих веществ влияет множество факторов, таких как: температура воздуха, направление ветра, наличие осадков, атмосферное давление и т.п. В рамках создания адаптивной системы мониторинга необходимо было разработать модель распространения загрязняющих веществ в атмосфере, максимально учитывающей все возможные варианты развития событий при выбросе загрязняющих

веществ предприятиями, функционирующими в нормальном, штатном режиме работы.

Данная модель должна в реальном времени имитировать загрязнение атмосферного воздуха, что позволяет оценивать эффективность разработанных алгоритмов для поиска максимальной концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха, производить их отладку и доработку, а также позволять прогнозировать возможное распространение загрязняющих веществ от места выброса до жилой зоны.

В основе физического моделирования атмосферных процессов лежат известные [2] уравнения неразрывности струи и уравнение Навье–Стокса, кроме того, в качестве моделей выбросов используются модели Гаусса, Эйлера, Лагранжа и др. Построение единой классификации моделей распространения примесей от точечных источников представляет трудноразрешимую задачу ввиду многогранности и многоаспектности подходов к моделированию. В целом можно выделить четыре основных направления, в которых развивалось моделирование распространения газообразных примесей и твердых частиц в атмосфере городов [3].

1. Использование статистических моделей распространения, основанных на функции распределения Гаусса. Типично для моделей распространения, предназначенных для ровной подстилающей поверхности, модифицированных путём введения эмпирических коэффициентов, учитывающих возможное перераспределение концентрации в застойных зонах вблизи зданий и сооружений.

2. Моделирование течений в уличных «каньонах» на основе решения транспортно-диффузионных уравнений.

3. Физическое моделирование в аэродинамических трубах. Дает возможность определить некоторые необходимые для моделирования параметры и сравнить расчеты, например, - оценить распределение воздушных потоков вдоль улиц при различных направлениях ветра.

4. Построение моделей на основе комплексного подхода: сравнительного анализа результатов натурных экспериментов, результатов численного моделирования и физического моделирования. При этом проводится анализ результатов натурных экспериментов с результатами численного и физического моделирования с последующим построением параметрических моделей распределения примеси в уличных «каньонах» в зависимости от метеоусловий: скорости и направления ветра, температурной стратификации атмосферы, влажности и т.п.

В связи с вышеизложенным, необходимо было произвести выбор допущений для упрощения модели распространения загрязняю-

щих веществ в атмосфере. Однако, упрощение модели не должно отразиться на качестве получаемых данных. Анализ результатов моделирования, основанных на различных моделях, показал, что «внешний вид» результатов моделирования, особенно там, где приводились результаты моделирования в виде графиков и диаграмм, оказался очень схожим. Таким образом, была сформулирована гипотеза, о возможности получения аналогичного «результата» путем использования упрощенной Гауссовской модели.

Для упрощения модели приняты следующие допущения:

1. рассеяние струи в горизонтальной и вертикальной плоскостях описывается гауссовым распределением со стандартными отклонениями распределения концентраций по осям x , y и z соответственно;

2. действующая на струю средняя скорость ветра является постоянной во всем слое распространения струи, направление ветра не меняется;

3. мощность выброса постоянна;

4. имеет место отражение струи от поверхности земли, т.е. нет осаждения или взаимодействия струи с подстилающей поверхностью.

Данные допущения позволяют значительно упростить модель, сделав ее наиболее подходящим решением поставленной перед нами задачи, так как модель с высокой степенью достоверности имитирует реальное распределение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, что позволяет нам использовать ее для поиска оптимальных алгоритмов нахождения максимальной концентрации в пространстве, а также для прогнозирования возможного загрязнения.

Для моделирования работы измерительной подсистемы и отладки алгоритма поиска экстремального значения концентрации ЗВ в пространстве мы предлагаем следующий способ.

1. Сначала задаются размеры моделируемой области (например, куб с размерами X, Y, Z) и строится массив для хранения значений концентрации;

2. Случайным образом выбирается точка с координатами $M(x, y, z)$ внутри куба и в массив в соответствующую ячейку записывается максимальное значение концентрации;

3. Для упрощения расчетов примем, что концентрация в отсутствие ветра изменяется (уменьшается) во все стороны одинаково;

4. Задаем случайным способом направление ветра;

5. Рассчитываем значение концентрации ЗВ в каждой точке массива, начиная с точки M в соответствии с основным уравнением рассеяния в Гауссовой теории по формуле (1):

$$C(x, y, z, H) = \frac{M}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \left[\exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \right] \left\{ \exp\left[\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[\frac{-(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (1)$$

где:

C - концентрация в некоторой точке с координатами x ; y ; z ; г/м³;

M – мощность выброса, г/с;

H – высота виртуального источника (сумма геометрической высоты трубы и начального подъема струи), м;

u - средняя скорость ветра, м/с;

Построенная таким образом модель распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе представляет собой трехмерный массив значений концентрации загрязняющего вещества. На практике возможно наличие нескольких локальных экстремумов в исследуемой области пространства, однако для моделирования вполне подойдет модель с одним глобальным экстремумом, для отработки алгоритма перемещения дрона с датчиком для поиска максимального значения концентрации. В дальнейшем, модель будет усовершенствована за счет добавления смещения значений в ячейках массива по направлению ветра, пропорционально его скорости. Таким образом, будет смоделировано не только изменение концентрации в объеме, но и перемещение по направлению ветра всего загрязненного «облака».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков В.Ю., Мухин А.А., Жиряков Е.С. «Постановка задачи разработки адаптивной системы измерения концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе» // XXXI научная конференция профессорско-преподавательского состава и сотрудников НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева. Тезисы докладов. Часть 2 / ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал), Новомосковск, 2017 с. 103-104.
2. Белихов А.Б., Леготин Д.Л., Сухов А.К., «Современные компьютерные модели распространения загрязняющих веществ в атмосфере» // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова № 1, 2013, с.14-19.
3. Zannetti, P. Numerical simulation modelling of air pollution: an overview. Air pollution. Southampton, Computational Mechanics Publications, 1993, pp. 3–14.

УДК 601.384

Предместьин В.Р., Мелешикина В.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗА РЕГУЛИРУЕМОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

В течение последнего времени появилось множество предложений, которые призваны улучшить качество системы регулирования, в частности, использование модели для прогноза регулируемой переменной и повышение порядка уравнения управляющего устройства

Одни из самых распространенных вариантов этих предложений – это упредитель Смита, фильтр Люэнберга и другое.

При применении прогноза данные предложения позволяют улучшить характеристики объекта управления, например, исключить запаздывание.

В случае преобразованных объектов есть возможность установить более сильные настройки. Однако сильные настройки уменьшают область устойчивости в пространстве параметров модели объекта управления.

Основная проблема этих решений заключается в том, что при использовании дополнительных параметров, повышение порядка для улучшения качества в конечном итоге приводит к сокращению области устойчивости в пространстве параметров модели объекта управления. В этом и заключается парадокс поиска лучших решений.

Изменяющиеся характеристики объекта значительно увеличивают вероятность потери системой устойчивости, изменение характеристик объекта будет еще более значительно влиять на изменении качества системы.

В итоге достаточно успешные, в лабораторных условиях результаты использования, как например упредителя Смита на промышленных объектах становятся отрицательными.

Использовать прогнозаторы возможно только в случае наличия достаточно качественных и неизменных моделей.

УДК 681.2 : 536.083

Азима Ю.И., Шалабай В.П., Тимофеев К.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

МОДЕЛЬ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НИЗКОТЕПЛОПРОВОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБРАЗЦОВ В ВИДЕ ПОЛУОГРАНИЧЕННОГО ТЕЛА

Большинство нестационарных методов измерения теплофизических свойств, и в частности теплопроводности, строятся на решениях

различных краевых задач. В этом случае информацию об искомой тепловой величине получают путем анализа изменения температурного поля объекта исследования, которое должно быть адекватным полному модели, описываемой краевой задачей теплопроводности.

При таком подходе к разработке методов измерения ТФС основные трудности возникают: при математическом описании процесса теплопередачи в образце, контактирующем с конструкционными элементами измерительной ячейки; при получении явных уравнений, определяющих искомую тепловую величину; при создании начальных и граничных условий в процессе проведения измерений, адекватных их математическому описанию в краевой задаче.

Вместе с тем существует еще один подход к проектированию методов измерения теплофизических свойств, основанный на параметрической идентификации интегральной формы уравнения теплопроводности, при котором некоторые из перечисленных проблем решены достаточно простыми средствами. Согласно ему, определяются компоненты данного уравнения по измеренным температурам в заданных точках объекта, а искомая тепловая величина вычисляется по явной зависимости, из условия адекватности интегральной формы уравнения теплопроводности на определенных временных интервалах.

В докладе показана возможность данного подхода на примере разработки нестационарного метода измерения теплопроводности в диапазоне $\lambda = 0,03 \dots 0,5$ Вт/(м·К) для образцов в виде полуограниченного тела, в котором учитывается теплообмен поверхности образца с воздушной средой и конструкционными элементами измерительной ячейки. Приведены результаты исследований на тепловых моделях и схема измерительной ячейки.

УДК 681.586

Стекольников М.А., Лопатина С.В., Лопатин А.Г.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ДАТЧИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Ассортимент промышленных датчиков для автоматизации производства отличается высокой степенью инноваций.

Фирмы-производители, учитывая требования производства, производят датчики с более высоким уровнем точности и быстродействия, термо- вибро- и помехоустойчивостью, расширяют диапазоны измерений, обеспечивая гибкую перенастройку, позволяющую легко адаптироваться к технологическим изменениям и обеспечивающую

эффективную модернизацию предприятия, увеличивают ресурс работы, снижают эксплуатационные и сервисные затраты (датчики с увеличенным МПИ и без МПИ).

Важной тенденцией в технологиях становятся комбинированные датчики. Другой интересной тенденцией является их миниатюризация.

Обеспечение работоспособности датчиков в условиях агрессивных сред осуществляется по двум направлениям:

внешние элементы датчика (корпус, передние и задние заглушки, элементы крепления и т.п.) изготавливаются с применением конструктивных материалов стойких к агрессивным средам. Как правило, это нержавеющая сталь 12х18н10т, фторопласт-4, текаформ, керамика, стекло. Этот путь обеспечивает сохранность внешней оболочки датчика.

Применением в качестве уплотняющего материала, фторопласта, кислото- и щелоче-стойкой резины, специальных клеевых составов. Данные решения предотвращают негативное влияние агрессивных паров на элементы уплотнения.

Еще один признак – датчики для агрессивных сред имеют степень защиты не хуже IP67, и даже IP69К – максимальную степень защиты корпуса.

Энергоэффективность – чрезвычайно востребованное сегодня качество. Она обеспечивается двояко. С одной стороны, датчики могут работать при низком напряжении питания. Это открывает возможность их использования в устройствах с низким энергопотреблением (например, беспроводных). С другой стороны, в датчиках предусматривают специальный спящий режим.

УДК 66.02:519.771.3

Брыков Б.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА,
МОДЕЛИРУЮЩЕГО ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Одним из типовых процессов в химической технологии является процесс радикальной полимеризации в суспензии. Технологическими объектами управления (ТОУ) в данном процессе являются реакторы периодического действия с рубашкой для нагревания и/или охлаждения реакционной массы и мешалкой, способной поддерживать постоянную скорость вращения.

Известно, что эти процессы подвержены автоускорению (гель-эффекту), проявляющемуся при определенной степени конверсии мономера и приводящему к резкому повышению температуры процесса. В этой связи, разработка математической модели реактора, адекватно описывающей динамические процессы, протекающие в нем, и последующая разработка на основе этой модели программного комплекса для моделирования изменения температуры в ходе процесса является весьма актуальной задачей.

Ранее, для типового промышленного реактора синтеза полимеров была получена математическая модель в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений теплового баланса, записанных для потоков хладагента, стенки корпуса и реакционной массы; на основе этой модели была получена передаточная функция ТОО.

В данной работе в среде MATLAB Simulink были реализованы все выражения постоянных времени и коэффициентов усиления ТОО. В качестве допущений было принято пренебречь изменением некоторых физических параметров хладагента (плотности, теплоемкости и вязкости), стенки корпуса реактора (плотности и теплоемкости), а также реакционной массы (вязкости и теплопроводности).

Изменения остальных физических параметров в зависимости от соотношения загружаемого мономера и воды, расхода хладагента, а также от степени конверсии мономера и температурного режима протекания процесса учитываются при имитационном моделировании.

Разработанный программный комплекс позволяет получать кривые изменения температуры в зависимости от степени конверсии мономера. Полученные данные соответствуют реальным, что говорит об адекватности разработанного комплекса и возможности его дальнейшего применения.

УДК 66.02:519.771.3

Брыков Б.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)
**ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ
ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АДАПТИВНОЙ НЕЙРО-НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ В MATLAB**

Изучая процессы химической технологии, нетрудно заметить, что большинство из них имеет весьма ярко выраженные нелинейности, обусловленные особенностями механизма протекания химических реакций. Для изучения этих особенностей очень важно получить адек-

ватную модель объекта управления (обычно им является реактор), точно описывающую происходящие в нем процессы.

Использование методов нечеткого моделирования в данном случае является актуальной задачей ввиду того, что нечеткой системой может быть аппроксимирована произвольная гладкая функция – данное свойство нечетких систем является определяющим, т.к. оно позволит совершить переход от сложноструктурированной математической модели реактора к нечеткой модели без потери ее адекватности.

Для промышленного реактора-полимеризатора предлагается следующий подход к синтезу нечеткой модели, позволяющей получить кривую изменения температуры реакционной массы:

- получить кривую степени конверсии мономера из кинетической модели процесса в диапазоне $[0;1]$;

- получить кривые изменения температуры реакционной массы при разных начальных условиях (при определенном, интересующем нас диапазоне соотношений мономера и воды (M:B)), например, с лабораторного реактора, а затем получить усредненную кривую;

- нормировать усредненную кривую к диапазону $[0;1]$;

- создать массив данных, содержащий значения степени конверсии мономера (вход нечеткой модели) и значения усредненной нормированной кривой (выход нечеткой модели);

- используя ANFIS (адаптивную нейро-нечеткую систему вывода), получить нечеткую модель, отображающую нормированную к диапазону $[0;1]$ кривую изменения температуры процесса;

- рассчитать масштабирующие коэффициенты K для всех обычных кривых, полученных ранее;

- создать еще 1 нечеткую модель, у которой входом будет соотношение (M:B), а выходом – нормирующий коэффициент K .

Умножая нормированную кривую из 1 нечеткой модели на K , получим искомые кривые изменения температуры реакционной массы.

УДК 681.5

Камынин В.А., Ковальчук А.В., Федин Н.А., Брыков Б.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ α -УРОВНЯ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ В НЕЧЕТКИХ РЕГУЛЯТОРАХ НА КАЧЕСТВО ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Синтез нечеткого регулятора – это комплексная задача, включающая в себя несколько основных этапов, первым из которых является процесс фазификации. Суть этого процесса заключается в преобра-

зовании входных переменных, представляющих собой реальное значение, в набор термов при помощи функций принадлежности (ФП). От характера распределения ФП, описывающих каждую из переменных, будет зависеть итоговое значение управляющего воздействия на объект управления.

В связи вышесказанным, актуальной можно считать задачу проведения сравнительного анализа качества переходных процессов нечетких систем управления при различном α -уровне пересечения ФП каждой переменной типового нечеткого ПИ-регулятора.

Для проведения соответствующего анализа при помощи пакета Fuzzy Logic Toolbox в среде MATLAB был реализован нечеткий ПИ-регулятор, работающий по алгоритму Мамдани. В состав данного регулятора входят 2 входные и 1 выходная переменная, каждая из которых лингвистически описана при помощи 7 ФП. Распределение ФП для каждой переменной – равномерное, база знаний регулятора включает в себя 49 правил. Было создано 3 регулятора с различным α -уровнем пересечения ФП в каждой переменной, а именно: $\alpha = 0.25$, $\alpha = 0.5$ и $\alpha = 0.75$, остальные параметры неизменны. В качестве объекта управления было выбрано апериодическое звено 1 порядка с запаздыванием.

Далее в Simulink было проведено имитационное моделирование систем управления с этими регуляторами и получены графики переходных процессов при регулировании по заданию и по возмущению. Из вида полученных графиков можно сделать выводы:

- при $\alpha = 0.25$ переходный процесс имеет весьма колебательный характер и самое долгое время регулирования как по заданию, так и по возмущению;

- при $\alpha = 0.75$ переходный процесс характеризуется наименьшим временем регулирования среди всех рассмотренных процессов, однако имеет больший показатель динамического отклонения и перерегулирования по сравнению с $\alpha = 0.5$ (в пределах 2-3 %).

УДК 681.5

Камынин В.А., Бычков А.Д., Гаврилов В.А., Брыков Б.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕАКТОРА СИНТЕЗА ПОЛИМЕРОВ

Процессы синтеза полимеров методом радикальной полимеризации в суспензии протекают в реакторах – полимеризаторах периодического действия (РППД). Такие реакторы снабжены лопастной мешалкой, необходимой для равномерного перемешивания реакционной

массы в течение процесса, а также рубашкой – для нагрева или охлаждения реакционной массы в зависимости от текущего состояния процесса.

В одной из предыдущих работ был изучен типовой промышленный РППД, получено его математическое описание в виде системы уравнений теплового баланса, записанных для потока хладагента, стенки корпуса и реакционной массы. Таким образом, при моделировании была учтена тепловая инерционность стенки корпуса РППД, тепловой эффект реакции и влияние расхода хладагента на температурный режим протекания процесса. Также были получены передаточные функции по необходимым каналам управления. Преобразовав структурную схему РППД, получили его передаточную функцию в полиномиальном виде.

Анализируя вид полученной передаточной функции, можно заметить, что выражения коэффициентов при s в знаменателе (обозначаются как b_m , где m – соответствует степени s), начиная с $m = 3$ и до $m = 0$, содержат в себе отрицательные члены. Из этого следует, что в определенных условиях протекания процесса полимеризации коэффициенты b_3 , b_2 , b_1 и b_0 могут обратиться в ноль, либо вообще стать отрицательными – это означает, что передаточная функция станет неминимально-фазовой и РППД выйдет из устойчивого состояния.

В этой работе были проанализированы выражения коэффициентов b_3 , b_2 , b_1 и b_0 , в результате чего было установлено, что наименьшее значение среди них имеет b_0 и устойчивость объекта управления (РППД) можно рассматривать только относительно коэффициента b_0 .

Нетрудно заметить, что коэффициент b_0 зависит от коэффициентов усиления k_3 , k_2 , k_4 и k_5 , расчет которых также был выполнен ранее. Среди них наиболее важным является k_3 , определяющий тепловой эффект процесса полимеризации. В результате было получено выражение критического значения k_3 , при котором b_0 будет равен нулю и РППД потеряет устойчивость.

УДК 681.5

Тимофеев К.А., Шалабай В.П., Шумицкая К.В., Брыков Б.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

О НЕЧЕТКОЙ КОРРЕКЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПИД РЕГУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ ТЕКУЩИХ ДАННЫХ О ЗНАКЕ ОШИБКИ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ЕЕ ПРОИЗВОДНОЙ

Классические системы управления, основанные на принципе ПИД регулирования, зачастую не способны поддерживать требуемое качество переходного процесса ввиду того, что большинство объектов

управления (ОУ) в химической промышленности являются слабо-структурированными. Это выражается в отсутствии возможности измерения некоторых технологических параметров ОУ и их существенным, иногда также непредсказуемым, изменением в ходе протекания процесса.

Таким образом, актуальным является вопрос синтеза алгоритмов управления, способных обеспечить переходный процесс заданного качества, несмотря на недостаток информации об ОУ. В связи с этим, широкое распространение получили нечеткие регуляторы, которые можно синтезировать, зная лишь общие особенности рассматриваемого ОУ.

Известно несколько подходов к синтезу нечетких регуляторов, одним из которых является нечеткий супервизорный (НС) ПИД регулятор. Его особенность заключается в нечеткой коррекции P , I и D частей обыкновенного ПИД регулятора по кривой изменения ошибки регулирования и/или ее производной. В таком случае база знаний НС включает в себя очень большой объем данных, поэтому синтез таких НС является очень трудоемкой задачей.

В этой работе предлагается дальнейшее развитие идеи НС, корректирующего P часть ПИД регулятора – основываться не на конкретных значениях ошибки регулирования и ее производной, а на их знаке, т.е. в данном примере для лингвистического описания переменных ошибки и ее производной будет использоваться всего лишь 3 термина (NV – negative value (отрицательное значение), Z – Zero (ноль) и PV – positive value (положительное значение)) вместо 5, что значительно упрощает разработку базы знаний НС.

Результаты сравнительного анализа показателей качества переходных процессов по возмущению, полученных в результате проведения имитационного моделирования в Simulink, говорят о том, что разработанный НС ПИД регулятор обеспечивает меньшее динамическое отклонение по сравнению с классическим на 9%.

УДК 681.326

Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Раскучев М.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ, РЕШАЕМЫХ СОВРЕМЕННЫМИ ВИ СИСТЕМАМИ

Спектр задач, решаемых современными ВИ (Business Intelligence) системами, достаточно широк. Но необходимо учитывать, что при

этом растет быстрыми темпами объем данных, которые требуется анализировать.

Компании, планирующие внедрить BI систему, имеют самые разнообразные проблемы - для одних важно обеспечить визуализацию данных, настроить информационные панели, другие хотят отслеживать эффективность подразделений и сотрудников по показателям индикатора достижения успеха (KPI), третьим необходима статистика по кадровой аналитике, а так же анализ эффективности маркетинговой деятельности и др.

Так как пользователям сейчас востребованы качественные понятные интерфейсы, «живое» взаимодействие с данными, возможность работать с самой актуальной информацией, а объем подлежащих обработке данных растет при этом огромными темпами, то задачи внедрения необходимых по функциональности BI систем при этом только усложняются,

В Business Intelligence открываются новые грани, появляются новые технологии. К стандартным решениям добавляются специализированные, например, для работы с неструктурированными данными или для создания систем визуализации презентационного качества, наполненных мультимедиами, 3D-анимацией и элементами теории игр.

Все чаще необходима интеграция различных технологий, что приводит к необходимости привлекать различные специализированные решения.

Другой проблемой становится консолидация большого массива данных из разных источников, их анализ, выявления трендов и отклонений.

По мнению экспертов развитие рынка BI можно разделить на три главных этапа:

1) reporting, когда компании пытаются закрыть потребность по формированию некоей регулярной отчетности;

2) analysis, когда специалисты работают с большими массивами данных, пытаются выявить различного рода корреляции, строят тренды и т.д.;

3) forecasting, когда роль человеческого фактора в принятии важных решений уменьшается, а цели и задачи решаются на основе прогнозов, которые дает система.

Большая часть производственного сегмента в меньшей степени ранее уделяла внимание аналитике и инструментам анализа, однако, в последнее время им также необходимы технологии, упрощающие анализ данных их систем-источников.

Внедря современные BI-инструменты, компании учитывают, что чем быстрее бизнес может выявлять свои «узкие» места или потенциальные точки роста, своевременно реагировать на ситуацию, тем он успешнее.

УДК 681.326

Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Васильев Е.Е.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ПЕРСПЕКТИВЫ CRM ТЕХНОЛОГИИ

Зачастую российские компании используют лишь ограниченную функциональность систем управления эффективностью организации (Corporate Performance Management, СРМ), хотя спектр их применения может быть гораздо шире, а результат от внедрения дополнительных возможностей может принести ощутимые плюсы.

Большинство пользователей использует СРМ системы лишь для автоматизации процессов сбора и согласования бюджета, при этом аналитические возможности не применяются вообще, либо в крайне малой степени. Однако в последнее время наблюдается тенденция востребованности наращивания аналитической составляющей систем, т.е. желание управлять прибыльностью бизнеса, моделировать разные сценарии, строить прогнозы с применением математических моделей.

Также хороший потенциал имеют системы, обладающие встроенной моделью калькулирования себестоимости и глубокого анализа связи не только переменных, но и постоянных затрат с объёмом бизнеса.

Еще одним востребованным функционалом СРМ систем может быть применение модуля «Бюджет, ориентированный на результат», который увязывает в единую систему 3 блока: бюджетирование (для управления расходом ресурсов), ключевые показатели эффективности (для управления результатом), и управление персоналом (материальное стимулирование от соблюдения бюджета в соответствии с достигнутыми результатами). Базовый элемент этого модуля – ключевые показатели эффективности. Данный модуль обеспечивает высокую операционную эффективность деятельности как отдельных подразделений, и процессов, в них протекающих, так и компании в целом.

В отличие от иностранных потребителей СРМ систем, которые сегодня отдают приоритет внедрению функциональности для стратегического планирования, управления рисками, прогнозирования и финансового планирования, российские пользователи пока отстают в использовании этих компонентов. Применение СРМ технологий для со-

гласования стратегии, управления рисками и управления эффективностью бизнеса на фоне меняющейся операционной среды в нашей стране только формируется, а однозначное понимание связи корпоративной эффективности и источников прибыльности для большинства компаний остается плохо сформулированной целью.

Однако постепенная фокусировка на задачах стратегического планирования, управления рисками, прогнозирования и финансового планирования свидетельствует о движении в сторону расширения применения возможностей CRM и получения значительного положительного эффекта от их комплексного использования в будущем.

УДК 681.326

Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Ежов К.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ПРЕДПОСЫЛКИ К РАЗВИТИЮ И ПРЕПЯТСТВИЯ НА ПУТИ ПРОДВИЖЕНИЯ HRM СИСТЕМ В РОССИИ

Последние годы отмечаются ростом спроса на системы управления персоналом (Human Resources Management, HRM), причем как в классических, так и в инновационных продуктах. На рынке в перспективе продолжится рост, и динамика продаж современных HR-решений будет только увеличиваться, в первую очередь, за счет современных решений, включающих в себя системы для управления талантами.

Россия входит в период потенциальной демографической ямы, поэтому поиск, удержание талантов, развитие сотрудников становятся первоочередными задачами для любой компании. Также меняется поколение, в компании приходит все больше молодых людей, рожденных в эпоху интернета, и, как следствие, растет спрос на легкие, доступные, легко адаптируемые технологии.

Сейчас на отечественных предприятиях недостаточно систем, которые полностью упорядочит информационные потоки HR-отдела.

Основной движущей силой роста рынка HRM является глобальная задача повышения эффективности работы персонала, которая в условиях текущей рыночной ситуации стоит перед большинством российских компаний, а также осознание роли HR в росте эффективности компании, и, как следствие, соответствующие требования к ИТ системам.

Другой важный драйвер - это повышение уровня квалификации самих кадровых служб предприятий, для которых HRM система становится инструментом для решения все более сложных и неординарных задач.

В части базовых процессов управления персоналом основным мотивом развития является усиление и усложнение требований законодательства, а также потребности организаций в оптимизации затрат на исполнение операционных HR-процессов.

Один из основных барьеров к полноценному функционированию HRM рынка – это отсутствие возможности для клиентов сравнить ситуацию в компании до и после использования решения.

К числу препятствий для продвижения HRM систем также следует отнести недостаточный уровень информированности лиц принимающих решения, степень развитости корпоративной культуры организаций, а также готовность к трансформации.

Еще одним барьером рынка является невысокая готовность служб информационной безопасности к переходу на «облачные» или широко интегрированные HRM системы из-за опасения потери персональных данных, строго охраняемых нормами российского законодательства.

Дополнительным препятствием является санкционная политика, которая создает нежелательные риски в случае применения облачных решений и зарубежных технологий в целом. Иностранцам сложно работать в России, а отечественных решений пока недостаточно.

УДК 681.326

Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Грачев Д.А.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В СФЕРЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Блокчейн (Blockchain) - технология распределенных реестров, «цепочка блоков», в виде которой хранится информация обо всех транзакциях участников системы. По сути дела, Блокчейн представляет собой распределенную базу данных. Доступ к реестру есть у всех пользователей Блокчейна, выступающих в качестве коллективного прользователя, который подтверждает истинность информации в базе данных.

Технология Блокчейн несомненно получила очень широкую популярность. Применение найдено в большом разнообразии областей. Технология может использоваться для финансовых операций, пользовательской идентификации, создания технологий кибербезопасности и т.д. Сфера управления электронным документооборотом не является исключением при использовании данной технологии.

На основе технологии Блокчейн появились прототипы прототипы СЭД (системы электронного документооборота) и ЕСМ (системы управления корпоративным информационным контентом, Enterprise Content Management). Несмотря на то, что некоторые компании хотят построить документооборот в своей организации на базе платформы Блокчейн, у межорганизационного обращения документов есть намного больший потенциал. К примеру, ведение распределенной базы данных для документооборота можно дополнить возможностью автоматизации факторинговых операций, т.е. выполнения смарт-контрактов: в частности, по начислению пени в случае нарушения сроков в договорах закупки.

Другой пример применения этой технологии - обработка товарных счетов, которые были ранее обработаны с помощью электронной почты и бумажных документов. Использование блокчейна позволило автоматизировать согласование и проверку товарно-транспортных накладных и другой отгрузочной документации, уменьшить операционные расходы и снизить риски мошенничества.

Потенциально это может помочь наладить заслуживающий доверия обмен информацией между большим количеством различных организаций, которые даже конкурируют, но вместе с тем вынуждены обмениваться информацией друг с другом. Но вместе с тем эксперты полагают, что широкое использование технологии Блокчейн все еще далеко от практики, потому что у всех участников ЕСМ/СЭД-систем предстоит еще очень большая работа по формированию и завоеванию рынка.

УДК 681.326

Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Филатова Т.Д.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ТЕНДЕНЦИИ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ CRM СИСТЕМ

Последние годы рынок требует решений для управления взаимоотношениями с клиентами (Customer Relationship Management, CRM), которые объединяют все бизнес-процессы в компании. Для повышения прибыльности бизнеса, каждый руководитель хочет прозрачности, а «частичная прозрачность» уже не удовлетворяет потребностям. Поэтому одним из основных трендов развития рынка CRM является процесс расширения функциональности систем.

Вместе с расширением функционала наблюдается превращение популярных на рынке решений в системы класса Multichannel (или

Omnichannel) Management, то есть в ИТ-разработки для комплексного управления всеми коммуникациями компаний с клиентами. Другими словами, необходимы комплексные решения, автоматизирующие все виды и типы внешних коммуникаций с участниками рынка, клиентами или партнерами

Концепция Multichannel Management, которая легла в основу нового поколения CRM-систем, подразумевает удаленный контроль внешних коммуникаций компании через различные каналы: непосредственные визиты торговых представителей, общение специалистов call-центра с клиентами, ответы на запросы на социальных медиаплатформах. Информация о каждом опыте взаимодействия клиента с компанией фиксируется в системе CRM, что позволяет выстраивать стратегию коммуникаций с ним и корректировать ее впоследствии.

Эту концепцию, разработанную на основании самой актуальной информации о клиенте, а также весь набор данных о нем, могут использовать сотрудники отделов маркетинга, продаж и послепродажного обслуживания в процессе общения с покупателем. В итоге любые коммуникации с клиентом согласованы с общей маркетинговой стратегией компании.

Основные направления расширений функциональности CRM систем:

1. Современные CRM-системы должны совместно работать с другими решениями и сервисами, что ускоряет работу и в целом повышает ее эффективность.
2. Все чаще бизнес-пользователи выбирают подключение к «облачной» инфраструктуре (SaaS-решения).
3. Для полноценной работы CRM-систем нужна поддержка мобильных устройств сотрудников компании.
4. Необходимо развитие интеллектуального и аналитического инструментария CRM: например, встраивание инструментов визуализации данных, механизмов предиктивной/прогнозной аналитики
5. Автоматизация и повышение эффективности программ лояльности требует не только гибких ИТ-решений, способных меняться вместе с развитием рынка, но и отличной отраслевой экспертизы интегратора.

Помимо перечисленных выше трендов есть еще несколько тенденций: развитие «коробочных» решений для различных отраслей, которые позволяют получить результат от внедрения в кратчайшие сроки; появление всевозможных «роботов» для облегчения работы пользователям; и все больший уклон в сторону работы с большими данными (Big Data).

ТЕРМИНАЛЬНЫЙ ДОСТУП КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ СЕТИ

Современные условия ведения бизнеса в подавляющем большинстве случаев подразумевают наличие на рабочем месте сотрудника компьютера с набором необходимого программного обеспечения. Лицензирование этого ПО как правило, осуществляется по принципу «одна лицензия на один компьютер». Некоторые приложения имеют корпоративные версии, но их установка и настройка занимает иногда даже больше времени, чем в случае с локальными версиями, и, как следствие, ведёт к дополнительным затратам.

Кроме того, компьютеры периодически требуют ремонта, модернизации, обновления ПО и т.д. Таким образом, вынужденные траты на поддержание работоспособности IT-инфраструктуры достаточно велики. При этом, согласно статистике, средний офисный работник использует ресурсы своего компьютера не более чем 15-17%.

Для снижения указанных издержек хорошо подойдёт переход на систему терминального сервера. Это позволит как существенно снизить накладные расходы на IT-инфраструктуру, так и решить множество проблем администрирования:

- 1) стоимость оборудования терминального сервера и тонких клиентов значительно ниже, чем затраты на приобретение персонального компьютера для каждого сотрудника;
- 2) для того, чтобы обеспечить всем сотрудникам доступ к новому приложению, достаточно просто установить его на сервер;
- 3) многократно уменьшается время на настройку компьютеров: все терминалы настраиваются централизованным путём, через сервер;
- 4) возрастает уровень безопасности: все терминалы настроены одинаково, поэтому уязвимостей, вызванных небрежением пользователя, не будет;
- 5) сеть легко масштабировать: новые рабочие места добавляются без всяких усилий;
- 6) система очень стабильна, вероятность отказа минимальна.
- 7) при появлении новых версий ОС и приложений их достаточно поставить на сервер;
- 8) терминалы универсальны: любой сотрудник может получить доступ к своим приложениям и файлам с любого терминала.

**ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТНОЙ КОНТЕНТНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ**

«Интернет не поддается контролю» — одно из популярных суждений начала 90-х годов, и этому есть свои объяснения. Действительно, до сих пор существуют определенные трудности контроля информации в сети. Во-первых, это динамичность — ежеминутно огромное количество различных материалов создается множеством пользователей. Во-вторых, Интернет носит международный характер. Однако, не смотря на это, с каждым годом число стран, использующих различные контент-фильтры, увеличивается.

Важность контентной фильтрации в образовательных организациях возрастает с каждым годом. Существует много различных подходов к организации этого процесса. Однако стоит выделить аппаратную контентную фильтрацию как наиболее быстродействующий, а значит эффективный способ защиты от нежелательного контента.

Лидером рынка в данной области является ведущий российский разработчик систем контент-фильтрации компания SkyDNS, которая совместно с компанией ZyXEL недавно вывел на рынок новый аппаратно-программный комплекс SkyDNS.Школа Z.

SkyDNS Z включает в себя специальный тариф контент-фильтра SkyDNS и интернет-шлюз ZyXEL с модулем контент-фильтрации SkyDNS. Использование комплекта многократно повышает управляемость и защиту пользователей сети при работе в интернете. Фильтроваться будут все устройства, на которые роутер раздает интернет. При этом возможно по разному фильтровать интернет для разных устройств и компьютеров, подключенных к роутеру. С помощью ZyXEL Keenetic можно «привязать» конкретное устройство, например, ноутбуки, планшеты, смартфоны учеников и сотрудников к конкретному профилю настроек фильтрации. Таким образом будут применяться разные правила фильтрации к разным устройствам или их группам.

Обход этого фильтра сильно затруднен регулярными обновлениями базы опасных и вредоносных ресурсов. Кроме того, обеспечивается централизованная фильтрация контента, что заметно упрощает администрирование и контроль за использованием сети Интернет.

Опыт применения подтвердил высокую эффективность этого комплекса

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ АДАПТАЦИИ ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ ИЗОБРАЖЕНИЯ
К УСЛОВИЯМ РЕАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Часто возникает ситуация, когда цветопередача изображений используемых при представлении товаров в интернет – магазинах может существенно отличаться от оригинала. Таким образом, важно правильно представлять продукты, вне зависимости от состояния освещения при съёмке, а также настроек экрана. Предлагается новое обеспечение, которое позволяет имитировать цвет объекта полученный при разном освещении под цвет полученный под источником белого света.

При имитации цвета объекта на мониторе определяются отношения между объектами, его цветом и источником света. Составляющие цвета: $X = \alpha x_0$, $Y = \alpha y_0$, $Z = \alpha z_0$. Предполагаем, что эти значения при уровне освещённости S соответствует максимальной яркости источника света с координатами цветности, соответствующей освещённости S на мониторе. Для того, чтобы определить коэффициент α , вводится максимальная достижимая яркость: $\alpha = L_r/100$.

Метод оценки основан на спектральной отражательной способности цвета объекта. Во-первых, спектральный коэффициент отражения объекта оценивается в зависимости от значения цвета объекта при эталонном освещении. Во-вторых, значение под источником света рассчитывается исходя из расчетной спектральной отражательной способности и спектрального распределения текущего освещения. Предполагается, что спектральный коэффициент отражения цвета объекта $\rho(\lambda) = k_1 \rho_1(\lambda) + k_2 \rho_2(\lambda) + k_3 \rho_3$, где, $\rho_i(\lambda)$ ($i = 1, 2, 3$) представлен тремя основными характеристическими векторами, полученными при анализе спектральных отражательных способностей стандартной цветовой шкалы. При этом, значение трех составляющих цвета (X_s, Y_s, Z_s) для базовой освещенности объекта может быть преобразовано в значения составляющих цвета (X_t, Y_t, Z_t) для текущего освещения:

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{t1} & X_{t2} & X_{t3} \\ Y_{t1} & Y_{t2} & Y_{t3} \\ Z_{t1} & Z_{t2} & Z_{t3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{s1} & X_{s2} & X_{s3} \\ Y_{s1} & Y_{s2} & Y_{s3} \\ Z_{s1} & Z_{s2} & Z_{s3} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X_s \\ Y_s \\ Z_s \end{bmatrix}$$

Колебание спектральной отражательной способности полностью аппроксимируются с использованием этих трех компонентов.

Силин А.В., Силина И.В., Карпов А.Ю.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ СО СМАРТ-КАРТ

Информация получаемая при анализе данных со смарт-карт может быть полезна для планирования общественных транспортных потоков. Это позволило бы лучше понимать модели поведения пассажиров для краткосрочного и долгосрочного планирования, моделировать загруженность туристических маршрутов, направлений общественного транспорта, политику тарифов. Однако, одной из основных проблем является то, что традиционные инфраструктуры и методы неэффективны при обработке и анализе большого объема данных.

Исходные данные должны быть подвергнуты предварительной обработке, включающей следующие стадии:

Интеграция: данные с разнообразными и сложными представлениями складываются вместе с разрешением конфликтов в них.

- Преобразование: данные преобразуются, нормализуются, агрегируются и обобщаются.

- Свёртка: позволяет минимизировать вид и форму представления данных в хранилище.

- Дискретизация: позволяет уменьшить количество разнообразных атрибутов путем разделения их на диапазоны.

- Для обработки данных необходимо использовать специализированную технологию, например: Apache Hadoop, Spark, Storm и др. в зависимости от типа данных.

При анализе данных активно применяется машинное обучение, алгоритмы интеллектуального анализа данных и аналитические методы. Они могут помочь нам исследовать цель поездки, определить транзитные маршруты и способы передвижения между районами. На базовом уровне статистические методы для анализа пассажирских перевозок моделей включают частотный анализ и связанные с ним пространственные и временные корреляции. Применение этих методов особенно актуально, так как количество, разнообразие и сложность данных умеют тенденцию к увеличению, и, традиционные методы не в состоянии собирать, обрабатывать и анализировать данные. Основная цель статьи заключается в акцентировании внимания на рассматриваемой возможности применения смарт-карт и необходимости разработки методов сбора и анализа этих данных.

**О СИНТЕЗЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ
АЦЕТИЛЕНА С УЧЕТОМ ЦЕНТРА БЕЗОПАСНОСТИ**

Для эффективного функционирования производства ацетилена окислительным пиролизом природного газа в условиях обеспечения технологической безопасности при определении области безопасности процесса с использованием кусочно-линейных моделей получена система линейных ограничений, на основе которых осуществляется классификация его состояний. При определении центра безопасности процесса установлено, что полученные значения находятся внутри диапазонов, определяемых ограничениями каждого их рассматриваемых технологических параметров, и соответствуют их средним значениям, что согласуется с экспериментальными технологическими данными. Выявлены параметры, значимые с точки зрения реализации системы управления (СУ) процессом: расход природного газа на горелку подогревателя, расходы и температуры метана и кислорода на входе в реактор, расход воды на «закалку» газа пиролиза. Установлено, что параметры выходных технологических потоков можно только контролировать, а управление ими осуществляется исключительно за счет изменения значений входных технологических параметров – расходов и температуры. При этом кусочно-линейная модель позволяет в случае изменения значения какого-либо входного параметра осуществлять перерасчет остальных входных параметров при стабилизации значений выходных параметров в области центра технологической безопасности. В рассматриваемой СУ выделяются следующие контуры управления: поддержание значений расходов исходных компонентов для реакции; регулирование температуры исходных компонентов перед реактором; регулирование расхода воды на «закалку» газа пиролиза. Управляющими параметрами СУ являются расходы природного газа и кислорода; расход воды на «закалку» газа пиролиза. В качестве возмущающих параметров выделяются концентрации C_2H_2 , O_2 и CH_4 и температура газа пиролиза на выходе из реактора. Входными данными являются параметры, получаемые с объекта управления, относительно которых решается задача нелинейного программирования с целью определения области и центра безопасности (верхний уровень управления). Далее, исходя из значений возмущающих параметров, определяются значения заданий для регуляторов локальных контуров управления (нижний уровень управления).

УДК 004

Камынин В.А., Санаева Г.Н., Гринюк О.Н., Гербер Ю.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

В настоящее время существуют различные способы сетевого объединения компьютеров. При этом неверный выбор аппаратных и программных средств может привести к невозможности функционирования сети в случае увеличения количества соединенных между собой машин или возрастания требований к скорости и объемам передаваемой информации.

В связи с этим при создании или необходимости внесения изменений в систему видеонаблюдения, реализованную с использованием дистанционных технологий, с учетом специфики конкретной организации целесообразна разработка специального программного обеспечения, позволяющего планировать или оптимизировать уже существующую сетевую инфраструктуру предприятия, а также рассчитывать целый ряд показателей эффективности ее работы. Внутренняя структура предлагаемого программного продукта представлена математическим ядром (основная часть программы, отвечающая за выполнение различных математических операций, вызов модулей, ввод-вывод информации) и интерфейсом пользователя.

При работе с программным продуктом предусмотрена возможность расчета пропускной способности сети, а также суммарного объема жестких дисков, необходимого для хранения архива системы видеонаблюдения. Для расчета используются следующие исходные данные: частота смены кадров при видеонаблюдении; количество часов записи в сутки; количество суток для записи; количество камер на объекте. Далее следует выбрать из предлагаемого набора разрешение камер видеонаблюдения, определяемое в зависимости от характеристик матрицы камеры, объектива (его качеством, фокусным расстоянием) и дистанции до наблюдаемого объекта. После этого осуществляется выбор кодека. После успешного ввода требуемых данных осуществляется расчет необходимой пропускной способности сети, а также необходимого объема жестких дисков для систем видеонаблюдения. Таким образом, разработанное программное обеспечение позволяет определить существенные для работы характеристики потоков данных с целью планирования или внесения требуемых корректировок в сетевую инфраструктуру предприятия.

Ковальчук А.В., Санаева Г.Н., Гринюк О.Н., Моисеева И.Д.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)
**ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ
ДЛЯ ОПЕРАЦИИ СКЛАДИРОВАНИЯ**

Современный складское помещение – это сложное техническое сооружение, состоящее из взаимосвязанных элементов, имеющее определенную структуру и выполняющее ряд функций по преобразованию материальных потоков, а также накоплению, переработке и распределению грузов между потребителями. Для автоматизации логистических расчетов складского хозяйства целесообразна разработка программного обеспечения, позволяющего планировать или оптимизировать уже существующую складскую зону, а также рассчитывать следующие виды показателей эффективности: коэффициент использования складской площади; коэффициент использования объема склада; удельная средняя нагрузка на 1 м² полезной площади; грузонапряженность; показатели интенсивности работы складов; складской товарооборот и грузооборот; нормативная вместимость склада; коэффициент загрузки склада; коэффициент неравномерности поступления; интегральный коэффициент сложности; коэффициент использования грузового объема; коэффициент использования площади склада и т.д.

Для выполнения технологических операций по приемке, хранению и отправке продукции покупателям на складах выделяют следующие основные зоны: зона разгрузки транспортных средств; основная зона хранения; зона комплектования заказов; экспедиция отправки товара; зона погрузки транспортных средств, которая располагается вне зоны хранения и комплектования. Параметры складов и выбор состава оборудования с учетом специализации склада определяются на основе величины грузооборота (по отправлению), норматива запаса, сроков хранения, развернутой номенклатуры, условий поставки и отправки продукции, а также объема услуг производственного характера, оказываемых потребителю. На отдельном шаге работы программы предусмотрен расчет показателей оценки эффективности работы склада, например, коэффициент использования рабочей площади, коэффициент вместимости и т.д., причем возможно создание отчета на основе полученных расчетных значений. Таким образом, предлагаемое программное обеспечение позволяет не только контролировать загруженность складских помещений, но и оптимизировать процесс складирования за счет своевременного учета показателей расчетных нагрузок для различных операционных зон склада.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКСПЕРТНОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

При разработке систем поддержки принятия решений одной из самых актуальных задач является решение проблемы подбора экспертов, проведения опроса и обработки его результатов. Это необходимо, в первую очередь, для применения метода экспертных оценок в процессе принятия решений.

Как известно, на этапе подбора экспертов достоверность оценок группы экспертов зависит от уровня знаний отдельных экспертов и их количества. Это, в свою очередь, влечет за собой еще одну проблему: с увеличением числа экспертов увеличиваются временные и финансовые затраты, связанные с формированием экспертной группы, проведением опроса и обработкой его результатов.

Характеристики группы экспертов определяются на основе индивидуальных характеристик экспертов: компетентности, креативности, отношения к экспертизе, конформизма, конструктивности мышления, коллективизма, самокритичности и т.п. Эти характеристики достаточно полно описывают необходимые качества, которые влияют на результаты экспертизы.

Для количественной оценки степени компетентности используется коэффициент компетентности, с учетом которого «взвешивается» мнение эксперта. Коэффициент компетентности определяется по априорным и апостериорным данным. При использовании априорных данных оценка коэффициента компетентности производится до проведения экспертизы на основе самооценки эксперта и взаимной оценки со стороны других экспертов. При использовании апостериорных данных оценка коэффициента компетентности производится на основе обработки результатов экспертизы.

Второй этап формирования экспертного заключения - проведение опроса. Он является основным этапом совместной работы групп управления и экспертов. Вид опроса, по-существу, определяет разновидность метода экспертной оценки. Основными видами опроса являются: анкетирование, интервьюирование, метод Дельфы, мозговой штурм, дискуссия. Выбор того или иного вида опроса определяется целями экспертизы и сущностью решаемой проблемы.

После проведения опроса группы экспертов осуществляется обработка его результатов. Исходной информацией для нее являются

числовые данные, выражающие предпочтения экспертов, и содержательное обоснование этих предпочтений. Целью обработки является получение обобщенных данных и новой информации, содержащейся в скрытой форме в экспертных оценках. На основе результатов обработки формируется решение проблемы.

Определение согласованности оценок экспертов необходимо для подтверждения правильности гипотезы о том, что эксперты являются достаточно точными измерителями, и выявления возможных группировок в экспертной группе. Оценка согласованности мнений экспертов производится путем вычисления количественной меры, характеризующей степень близости индивидуальных мнений.

Проведенный анализ основных этапов формирования экспертного заключения позволил провести предварительную подготовку и разработать алгоритм и провести оценку достоверности мнений экспертов в автоматизированной системе принятия решений по выработке управляющих воздействий, направленных на снижение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе жилой зоны промышленного кластера.

УДК 62-5

Волкова В.В., Волков В.Ю., Маслова Н.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ МНЕНИЙ ЭКСПЕРТОВ В ГРУППЕ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЭКСПЕРТНОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

При разработке автоматизированной системы поддержки принятия решений (ППР) возникает актуальная проблема формирования экспертных групп и использования экспертных заключений, т.к. ППР обычно используется в случае недостаточности информации для расчета управляющих воздействий, особенно, при условии не полной и не четкой информации.

Известно, что при анализе мнений экспертов применяются разнообразные статистических методы. Обычно, мнения экспертов практически всегда различны, поэтому возникает актуальная задача – понять насколько это различие велико. В связи с этим, возникает необходимость количественной оценки степени согласия экспертов. Получение количественной меры согласованности позволяет более обоснованно интерпретировать причины расхождения мнений.

При разработке автоматизированной системы ППР возникает актуальна проблема проверки согласованности мнений экспертов. Для

оценки меры сходства мнений каждой пары экспертов могут быть использованы самые разные методы: коэффициенты ассоциации, с помощью которых учитывается число совпадающих и несовпадающих ответов, коэффициенты противоречивости мнений экспертов, коэффициенты ранговой корреляции Кендалла и Спирмена и т.д.

В качестве меры согласованности мнений группы экспертов предлагаем использовать коэффициент конкордации.

$$W = \frac{R(d^2)}{R_{\text{max}}(d^2)} = \frac{12R(d^2)}{N^2(m^2 - m)} \quad (1)$$

где

$$R(d^2) = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{\eta=1}^N r_{x_{j\eta}} - \frac{1}{2} N(m+1) \right)^2 \quad (2)$$

$r_{j\eta}$ – ранг, полученный элементом j от эксперта η .

Коэффициент конкордации Кендалла изменяется в пределах от 0 (в случае наименьшей согласованности мнений нескольких экспертов) до 1 (в случае абсолютной согласованности).

Величина $N(m-1) \cdot W$ имеет распределение χ^2 с $\nu = m-1$ степенями свободы. Для оценки значимости коэффициента конкордации необходимо и достаточно, чтобы найденное $N(m-1) \cdot W$ было больше табличного χ^2 , определяемого числом степеней свободы и уровнем значимости (вероятностью ошибки) α .

Однако на практике эксперт не всегда может точно расположить все элементы по убыванию важности, т.е. отдать предпочтение какому-то одному элементу. Эксперт может предписывать нескольким элементам один и тот же ранг. В этом случае, формула для вычисления коэффициента конкордации принимает вид:

$$W = \frac{R(d^2)}{\frac{1}{12} N^2 (m^3 - m) - N \sum_{\eta=1}^N T_{\eta}} \quad (3)$$

где

$$T_{\eta} = \frac{1}{12} \sum (t_{\eta}^3 - t_{\eta}) \quad (4)$$

Величина T_{η} характеризует ранжирование эксперта η с точки зрения количества в ней совпавших рангов; t_{η} - число повторений каждого ранга в ранжировании эксперта η .

При учете компетентности экспертов коэффициент конкордации, служащий показателем степени согласованности экспертов, вычисляется по формуле:

$$W = \frac{R(d^2)}{\left\{ \frac{1}{12} N^2 (m^3 - m) - N \sum_{\eta=1}^N T_{\eta} \right\} \left\{ \frac{\sum_{\eta=1}^N a_{\eta}}{N} \right\}^2} \quad (5)$$

Величина суммы всех квадратов разностей рангов признака, квадраты которых вычисляются отдельно для каждого ранга:

$$R(d^2) = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{\eta=1}^N r_{x_{j\eta}} \cdot a_{\eta} - \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{\eta=1}^N r_{x_{j\eta}} \cdot a_{\eta}}{m} \right)^2 \quad (6)$$

В случае учета компетенции экспертов, коэффициент конкордации должен быть проверен на значимость, так как при незначимом коэффициенте конкордации суммарное ранжирование по всей экспертной группе не несет в себе объективной информации об относительной важности упорядочиваемых элементов.

Достоинство данного метода в том, что процедура получения экспертных оценок проста и легко реализуема на практике.

УДК 62-503.5

Раскучев М.А., Соболев А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДСИСТЕМА ВЫБОРА КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ ЭСАУ

Синтез энергосберегающей системы автоматического управления (ЭСАУ) представляет собой достаточно трудную задачу ввиду ее сложной структурной организации. Для решения такой задачи целесообразна разработка программного комплекса, включающего в себя несколько информационных подсистем.

Одной из них является подсистема выбора каналов управления. Основные задачи, решаемые ею, являются: выбор энергоэффективного и динамически эффективного каналов управления. Для выделения энергоэффективного канала управления требуется определение эксергетической чувствительности, рассчитываемой как отношение величины приращения потерь эксергии к приращению выходной величины при изменении управляющего воздействия по тому или иному каналу управления. Например, для случая двух управляющих воздействий эксергетическая чувствительность рассчитывается по формуле:

$$\delta\Delta E \cong \frac{\Delta E_0(u_k + \Delta u_k, \bar{\omega}) - \Delta E_0}{y(u_k + \Delta u_k, \bar{\omega})} y; k = 1, 2,$$

где $\Delta E(\bar{u}, \bar{\omega})$ - эксергетические потери; y - регулируемая переменная, определяемая при фиксированном векторе возмущений $\bar{\omega} = 0$ и векторе управлений $\bar{u} = \{u_1, u_2\}$.

Выбор энергоэффективного канала определяется в пользу того управляющего воздействия, для которого величина эксергетической чувствительности является наименьшей. Расчет величины потерь эксергии возможен при наличии математической модели процесса, формируемой в виде своеобразного хранилища, содержащего уравнения кинетики, материального и теплового балансов.

Выбор динамически эффективного канала управления реализуется путем анализа влияния того или иного управляющего воздействия на показатель динамической точности регулирования. Канал наиболее эффективный в динамическом режиме является более предпочтительным при отработке возмущающего воздействия.

Результатом работы информационной подсистемы является представление пользователю сведений о возможности построения ЭСАУ и свойствах каналов управления.

УДК 62-503.5

Левшин А.С., Соболев А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДСИСТЕМА ВЫБОРА И РАСЧЕТА РЕГУЛЯТОРОВ В ЭСАУ

При синтезе энергосберегающей системы управления (ЭСАУ) возникает задача выбора регуляторов и расчета их настроек. Так как задача имеет не единственное решение, то целесообразна разработка и использование соответствующего программного комплекса. Алгоритм его работы сводится к следующему. Зная, какие каналы управления

являются энергоэффективными, а какие динамически эффективными, пользователь может выбрать один из типовых законов управления регулятора, учитывая при этом, что в энергоэффективном канале управления устанавливается регулятор с интегральной составляющей в законе управления (например, ПИ- или ПИД-регулятор). В динамически эффективном канале может использоваться П-, ПД-, либо ПИ-регуляторы. В зависимости от выбираемого закона управления регулятора система управления приобретает определенные особенности, которые сказываются на качестве работы ЭСАУ. После выбора регуляторов происходит расчет соответствующих одноконтурных систем регулирования с использованием метода расширенных частотных характеристик (данный метод расчета имеет программную реализацию в среде MathCad и в зависимости от величины коэффициента колебательности позволяет настраивать соответствующую одноконтурную САУ на тот или иной режим работы). Так, например, настроечные параметры ПИ-регулятора рассчитываются по формулам:

$$k_p(m, j\omega) = \frac{-\operatorname{Re}(W(m, j\omega)) - m \cdot \operatorname{Im}(W(m, j\omega))}{\operatorname{Re}(W(m, j\omega))^2 + \operatorname{Im}(W(m, j\omega))^2}$$

$$k_i(m, j\omega) = -\omega \cdot (m^2 + 1) \cdot \frac{\operatorname{Im}(W(m, j\omega))}{\operatorname{Re}(W(m, j\omega))^2 + \operatorname{Im}(W(m, j\omega))^2}$$

Для выполнения расчета оптимальных настроек регуляторов пользователь должен указать параметры передаточных функций объекта по энергоэффективному и динамически эффективному каналам управления.

Результатом работы информационной подсистемы является представление оптимальных настроечных параметров выбранных регуляторов.

УДК 62-503.5

Борчан Д.А., Соболев А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДСИСТЕМА ВЫБОРА И РАСЧЕТА ФИЛЬТРОВ В ЭСАУ

Одной из задач синтеза энергосберегающей системы автоматического регулирования (ЭСАУ) является определение структуры полосовых фильтров динамически и энергоэффективного каналов управления и определение их настроек. В качестве низкочастотного фильтра может быть использован экспоненциальный фильтр или фильтр скользящего среднего. Данные фильтры легко реализуются аппаратно или

программно и имеют один настроечный параметр, значение которого определяют после нахождения оптимальных настроек регуляторов из условия минимальности интегрального квадратичного критерия ЭСАР в целом, т.е.:

$$I = \int_0^{\infty} \varepsilon^2(t) dt \rightarrow \min_p,$$

где $\varepsilon(t)$ - ошибка регулирования;
 p - настроечный параметр фильтра.

Высокочастотный фильтр реализуется как дополнение к низкочастотному фильтру в результате чего его передаточная функция может быть найдена по следующей формуле:

$$\Phi_{\text{вч}}(s) = 1 - \Phi_{\text{нч}}(s),$$

где $\Phi_{\text{вч}}(s)$ - передаточная функция высокочастотного фильтра;
 $\Phi_{\text{нч}}(s)$ - передаточная функция низкочастотного фильтра.

При расчете настроек фильтров принимается допущение об их идеальности, поэтому после синтеза фильтра необходимо проверить устойчивость всей синтезированной ЭСАР с учетом неидеальности фильтра.

Описанную выше процедуру синтеза фильтров в ЭСАР целесообразно выполнять с помощью соответствующего программного комплекса. Пользователь может выбирать структуру низкочастотного и высокочастотного фильтров, вводить параметры передаточных функций объекта, законы управления регуляторов и их настройки. После выполнения расчета информационная система представляет значения настроечных параметров фильтров и результаты проверки на устойчивость.

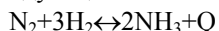
УДК 62-503.5

Мелешкина В.А., Корольков П.В., Соболев А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛОННЫ СИНТЕЗА АММИАКА

Процесс получения аммиака в промышленных условиях происходит в соответствии со следующей химической реакцией:



Для увеличения степени превращения азотодородной смеси применяется многократная циркуляция газа через катализатор с промежуточным выделением NH_3 — так называемый круговой аммиачный цикл. Для исследования динамических свойств колонны синтеза

аммиака с целью последующего синтеза системы управления требуется разработка соответствующей математической модели.

Модель реактора синтеза аммиака описывает процессы, протекающие в адиабатическом слое катализатора, и процессы смешения холодного и горячего газовых потоков при входе в слой катализатора. Массообмен и теплообмен происходит в двух направлениях – радиальном и осевом. Радиальный перенос осуществляется диффузией, а продольный – конвекцией. Так как условия протекания реакции изменяются не только по длине, но и по сечению, для описания процессов, протекающих в слое, используется однопараметрическая диффузионная модель с поперечным перемешиванием. Система уравнений материального и теплового баланса имеет вид:

$$D_t \left(\frac{\partial^2 C_i}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial C_i}{\partial r} \right) - v \frac{\partial C_i}{\partial z} - W_i(C_i, T) = 0$$

$$\lambda_t \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) - \rho C_p v \frac{\partial T}{\partial z} + \sum_i Q_i W_i(C_i, T) = 0$$

где W_i - скорость химической реакции, [моль/л·сек]; Q_i - количество теплоты, [Дж]; r - расстояние, [м]; z - глубина слоя, [м]; D_t - коэффициент диффузии, [м²/с]; λ_t - коэффициент теплопроводности, [Вт/м² К].

Одной из особенностей разрабатываемой математической модели является учет неоднородного распределения и свойств катализатора на полке. Это учитывается тем, что скорость химической реакции зависит не только от концентрации веществ и их температуры, но также и от порозности засыпки катализатора, скорости газового потока, вязкости среды, размера фракции катализатора, представляющие собой случайные функции.

УДК 62-503.5

Татаринов М.Ф., Соболев А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЭСАР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА ПРИЛОЖЕНИЯ ВОЗМУЩАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Из-за сложной организации структуры энергосберегающей системы автоматического регулирования (ЭСАР) полученные в результате расчета оптимальные настройки регуляторов и полосовых фильтров не всегда дают наилучшее качество регулирования в зависимости от места приложения возмущающего воздействия. В предлагаемой работе

проанализировано влияние на качество регулирования места приложения ступенчатого возмущающего воздействия. Выбирается одно из возможных мест приложения возмущения: на выходе объекта ($v(t)$), на его входе по каналу энергоэффективного или динамически эффективного управляющего воздействия ($\lambda(t)$). Во всех случаях анализ качества регулирования выполняется по интегральному квадратичному критерию, имеющего следующий вид:

$$I = \int_0^{\infty} \varepsilon^2(t) dt$$

В результате исследований выявлены следующие особенности. Если преобладающим типом внешнего возмущения в ЭСАР является $v(t)$, то регуляторы и фильтры необходимо рассчитывать на возмущение $\lambda(t)$, т.е. использовать передаточные функции замкнутых одноконтурных систем вида $W_{з.с.}^{\lambda}(j\omega)$. Если преобладающим типом внешнего возмущения в ЭСАР являются возмущения вида $\lambda(t)$, поступающие в объект вместе с управляющими воздействиями, то регуляторы необходимо рассчитывать на возмущение $\lambda(t)$, т.е. использовать передаточные функции замкнутых одноконтурных систем вида $W_{з.с.}^{\lambda}(j\omega)$, а фильтры необходимо рассчитывать на возмущение $v(t)$, т.е. строить АЧХ по передаточным функциям замкнутых систем вида $W_{з.с.}^v(j\omega)$.

УДК 517.2

Скорба В.Р., Платонова О.Ю.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИНТЕГРИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ИРРАЦИОНАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Рассмотрим интеграл:

$$\int \frac{Cx + D \sqrt{ax^2 + bx + c}}{(x - \alpha) \sqrt{ax^2 + bx + c}}$$

Его можно вычислить подстановкой $x - \alpha = \frac{1}{t}$.

Пример.

1) Положив $x = t^2$, согласно правилу I, получим:
 $dx = 4t^2 dt$

и

$$I = \int \frac{4t^2 \sqrt{t^2}}{t^2 + \sqrt{t^2}} dx = \int \frac{4t^2}{t^2 + 1} 4t^2 dt = 4 \int \frac{t^2 + 1}{t^2 + 1} dt = 4 \int (1 + \frac{t-1}{t^2+1}) dt = 4 \left(\int dt + \int \frac{t dt}{t^2+1} - \int \frac{dt}{t^2+1} \right) = 4t + 2 \ln(t^2 + 1) - 4 \operatorname{arctg} t + C.$$

Возвращаясь к переменной x , имеем:

$$I = 4\sqrt{x} + 2 \ln(1 + \sqrt{x}) - 4 \operatorname{arctg} \sqrt{x} + C.$$

Согласно правилу IV применяем следующую схему интегрирования:

$$I = \int \frac{2x^2 - x - 5}{\sqrt{x^2 - 2x}} dx = (Ax + B) \sqrt{x^2 - 2x} + D \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 - 2x}}$$

Для определения постоянных A, B, D дифференцируем обе части равенства, затем умножаем его на $\sqrt{x^2 - 2x}$:

$$\frac{2x^2 - x - 5}{\sqrt{x^2 - 2x}} = A \sqrt{x^2 - 2x} + (Ax + B) \frac{x-1}{\sqrt{x^2 - 2x}} + \frac{D}{\sqrt{x^2 - 2x}};$$

$$2x^2 - x - 5 = A(x^2 - 2x) + (Ax + B)(x - 1) + D = 2Ax^2 + (B - 3A)x + (D - B).$$

Применим подстановку $x - 1 = \frac{1}{t}$, тогда $dx = -\frac{1}{t^2} dt$.

$$I = \int \frac{dx}{(x-1)\sqrt{1-x^2}} = \int \frac{-\frac{dt}{t^2}}{\frac{1}{t} \sqrt{1-\frac{1}{t^2}}} = - \int \frac{|t| dt}{t^2-1-t^2} = \int \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}}$$

Здесь учтено, что $\sqrt{t^2} = |t|$, что подынтегральная функция определена в интеграле $-1 < x < 1$, вследствие чего $x - 1 < 0$

Далее преобразуем интеграл к формуле 1:

$$I = \int (-1 - 2t)^{-\frac{1}{2}} dt = -\frac{1}{2} \int (-1 - 2t)^{-\frac{1}{2}} d(-1 - 2t) = -$$

$$(-1 - 2t)^{\frac{1}{2}} + C = C - \sqrt{-1 - \frac{2}{x-1}} = C - \sqrt{\frac{x+1}{1-x}}.$$

УДК 517.2

Саломасова Г.Г., Платонова О.Ю.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИНТЕГРИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ (НЕАЛГЕБРАИЧЕСКИХ) ФУНКЦИЙ

К интегралам от рациональных функций сводятся следующие интегралы, где R-рациональная функция:

I. $\int R(\sin x, \cos x) dx$ – подстановкой $z = \operatorname{tg} \frac{x}{2}$. При этом

$$\sin x = \frac{2z}{1+z^2}, \quad \cos x = \frac{1-z^2}{1+z^2}, \quad dx = \frac{2dz}{1+z^2}.$$

II. $\int R(\operatorname{tg} x) dx$ – подстановкой $\operatorname{tg} x = z$. При этом $x = \operatorname{arctg} z$, $dx = \frac{dz}{1+z^2}$.

III. $\int R(e^x) dx$ – подстановкой $e^x = z$. При этом $x = \ln z$, $dx = \frac{dz}{z}$.

Рассмотрим на примерах:

$$1) \int \frac{dx}{2 \sin x \cos x}; \quad 2) \int \frac{dx}{5 + 4 \cos x}; \quad 3) \int \frac{\operatorname{tg} x dx}{1 - \operatorname{ctg}^2 x}; \quad 4) \int \frac{e^{2x} dx}{e^{2x} + 1}$$

Решение.

1) Полагая $\operatorname{tg} \frac{x}{2} = z$ и заменяя $\sin x$, $\cos x$ и dx указанными x выражениями через z , вытекающими из этой подстановки, получим

$$\begin{aligned} \int \frac{dx}{2\sin x - \cos x} &= \int \frac{2dz}{z^2 + 4z - 1} = 2 \int \frac{d(z+2)}{(z+2)^2 - 5} = \\ &= \frac{1}{\sqrt{5}} \ln \left| \frac{z+2-\sqrt{5}}{z+2+\sqrt{5}} \right| + C = \frac{1}{\sqrt{5}} \ln \left| \frac{2-\sqrt{5} + \operatorname{tg} \frac{x}{2}}{2+\sqrt{5} + \operatorname{tg} \frac{x}{2}} \right| + C. \end{aligned}$$

2) Полагая $\operatorname{tg} \frac{ax}{2} = z$, согласно правилу I имеем

$$\begin{aligned} \cos ax &= \frac{1-z^2}{1+z^2}, \quad dx = \frac{2dz}{a(1+z^2)}, \\ \int \frac{dx}{5+4\cos ax} &= \frac{2}{a} \int \frac{dz}{z^2+9} = \frac{2}{3a} \operatorname{arctg} \frac{z}{3} + C \\ &= \frac{2}{3a} \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{3} \operatorname{tg} \frac{ax}{2} \right) + C. \end{aligned}$$

3) Полагая $\operatorname{tg} x = z$, согласно правилу II получим

$$\begin{aligned} \int \frac{\operatorname{tg} x dx}{1-\operatorname{ctg}^2 x} &= \int \frac{z^2 dz}{z^4-1} \\ &= \frac{1}{4} \int \frac{d(z^4-1)}{z^4-1} = \frac{1}{4} \ln |z^4-1| + C \\ &= \frac{1}{4} \ln |\operatorname{tg}^4 x - 1| + C. \end{aligned}$$

4) Применяя подстановку $e^x = z$, получим $dx = \frac{dz}{z}$ и

$$\begin{aligned} \int \frac{e^{2x} dx}{e^{2x} + 1} &= \int \frac{z^2 dz}{(z^2+1)z} = \int \frac{z dz}{z^2+1} = \\ &= \int \left(1 - \frac{1}{z^2+1} \right) dz = \int dz - \int \frac{dz}{z^2+1} = \\ &= z - \operatorname{arctg} z + C = e^x - \operatorname{arctg} e^x + C. \end{aligned}$$

УДК 517.2

Маликова С.А., Платонова О.Ю.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ С ПОМОЩЬЮ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА

Тело называется сплошным, если вещество в теле распределено непрерывно. В сплошном теле можно неограниченно уменьшать размеры выделенных материальных элементов и осуществлять предельные переходы. Пусть Δm_k , ΔV_k ($k=1,2,\dots, n$) – массы и объемы элементов, выделенных в сплошном теле, A_k – точки внутри этих элементов.

Отношение $\Delta m_k / \Delta V_k$ называется средней плотностью в точке A_k . Предел, к которому стремится средняя плотность при неограниченном уменьшении объема ΔV_k называется плотностью тела в точке A_k :

$$\rho(A_k) = \lim_{\Delta V_k \rightarrow 0} \frac{\Delta m_k}{\Delta V_k}$$

Тело называется однородным, если его плотность одинакова во всех точках: $\rho(A_k) = \rho = \text{const}$.

Для сплошных однородных тел, полагая $\Delta m_k = \rho \Delta V_k$, $\Delta P_k = m_k g = \rho \Delta V_k g$, $P = \rho V g$ (g - ускорение силы тяжести) и переходя в формулах для координат центра тяжести к пределу при $n \rightarrow \infty$, получим:

$$x_c = \frac{1}{V} \int x dV, \quad y_c = \frac{1}{V} \int y dV, \quad z_c = \frac{1}{V} \int z dV.$$

В этих формулах V - объем тел, dV - объем выделенного элемента интегрирования, x, y, z – декартовы координаты какой-либо точки внутри или на границе элемента. Знак \int обозначает интегрирование по всему объёму тела.

Для однородных поверхностных тел (мембраны, оболочки) и материальных линий (стержни, нити) эти формулы преобразуются к следующему виду:

для поверхностных тел

$$x_c = \frac{1}{S} \int x dS, \quad y_c = \frac{1}{S} \int y dS, \quad z_c = \frac{1}{S} \int z dS.$$

для материальных линий

$$x_c = \frac{1}{l} \int x dl, \quad y_c = \frac{1}{l} \int y dl, \quad z_c = \frac{1}{l} \int z dl.$$

В этих формулах S - площадь поверхности тела, dS – площадь выделенного на ней элемента интегрирования, l - длина линии, dl - длина ее элемента, x, y, z - декартовы координаты какой-либо точки, принадлежащей элементу интегрирования, x_c, y_c, z_c .

УДК 517.2

Ионова Л.Г., Платонова О.Ю., Сорсов К.И.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ФОРМУЛА ПАРАБОЛИЧЕСКИХ ТРАПЕЦИЙ

Метод трапеций — метод численного интегрирования функции одной переменной, заключающийся в замене на каждом элементарном отрезке подынтегральной функции на многочлен первой степени, то есть линейную функцию. Площадь под графиком функции аппроксимируется прямоугольными трапециями. Алгебраический порядок точности равен 1.

Если отрезок $[a, b]$ является элементарным и не подвергается дальнейшему разбиению, значение интеграла можно найти по формуле

$$\int_a^b f(x)dx = \frac{f(a) + f(b)}{2}(b - a) = E(f), E(f) = -\frac{f''(\xi)}{12}(b - a)^3$$

Это простое применение формулы для площади трапеции — произведение полусуммы оснований, которыми в данном случае являются значения функции в крайних точках отрезка, на высоту (длину отрезка интегрирования). Погрешность аппроксимации можно оценить через максимум второй производной

$$|E(f)| \leq -\frac{(b - a)^3}{12n^2} \max_{x \in [a, b]} |f''(x)|$$

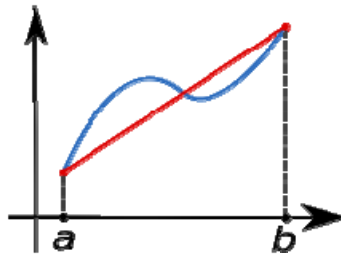


Рисунок 1 – Аппроксимация функции линейной зависимостью при интегрировании методом трапеции

УДК 517.2

Миляев В.П., Платонова О.Ю.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

**ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ФУНКЦИЙ
НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ**

Дифференциалом дифференцируемой в точке функции называется главная линейная относительно приращений аргументов часть приращения этой функции в точке М. Если все коэффициенты в представлении приращения дифференцируемой функции равны нулю, то дифференциал функции в точке М считается равным нулю.

Таким образом, дифференциалом дифференцируемой в точке М функции называется выражение

$$\partial u = A_1 \Delta x_1 + A_2 \Delta x_2 + \dots + A_n \Delta x_n \quad (1)$$

Перепишем выражение (1) для дифференциала следующим образом:

$$\partial u = \frac{\partial u}{\partial x_1} \Delta X_1 + \frac{\partial u}{\partial x_2} \Delta X_2 + \dots + \frac{\partial u}{\partial x_n} \Delta X_n \quad (2)$$

Введем понятие дифференциала независимой переменной. Под дифференциалом независимой переменной можно понимать любое не зависящее число. Договоримся в дальнейшем брать это число равным приращению независимой переменной. Эта договоренность позволяет нам переписать формулу (2) в виде

$$\partial u = \frac{\partial u}{\partial x_1} dX_1 + \frac{\partial u}{\partial x_2} dX_2 + \dots + \frac{\partial u}{\partial x_n} dX_n \quad (3)$$

Подчеркнем, что формула (3) установлена нами лишь для случая, когда аргументы являются независимыми переменными. Однако формула (3) остается справедливой и для случая, когда аргументы не являются независимыми переменными, а сами представляют собой дифференцируемые функции некоторых новых переменных.

УДК 338.27.015

Щербинина А.С., Бездомников А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

РАНГОВАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

Понимая под рангом выборочного значения случайной величины его номер в упорядоченной по возрастанию выборке, можно рассматривать для оценки силы связи случайных величин не их численные значения, а соответствующие им ранги. Предположим, имеется выборка пар случайных величин (x, y) объема n , которым соответствуют последовательности рангов R (для ряда x) и R^* (для ряда y). Расположим ряд значений x в порядке возрастания $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$. Значения y , соответствующие значениям x , образуют в этом случае некоторую последовательность рангов R^* . Назовем пару рангов R_j^* и R_v^* ($j < v$) инверсией, если в последовательности рангов R^* наблюдаем $R_j^* > R_v^*$ ($j=1, \dots, n-1$). Обозначим через Q число таких пар. Тогда коэффициент корреляции, предложенный Кендаллом равен:

$$\tau = 1 - \frac{2Q}{n(n-1)}$$

Второй способ вычисления τ заключается в следующем. В последовательности рангов R^* подсчитываем количество членов, расположенных справа от $R_j^* = 1$. Затем вычеркиваем $R_j^* = 1$ и подсчитываем число членов последовательности, расположенных справа от

$R_j^2 = 2$, и т. д. Обозначим сумму чисел, полученных с помощью указанной процедуры через K . Тогда

$$r = \frac{4K}{n(n-1)} - 1.$$

Коэффициент r принимает значения от -1 до +1. Равенство $r = 1$ указывает на строгую линейную корреляцию. При $n \geq 10$ распределение r удовлетворительно аппроксимируется нормальным распределением с параметрами:

$$M(r) = 0; D(r) = \frac{2(2n+15)}{9n(n+1)}$$

$$M(K) = \frac{n(n-1)}{4}; D(K) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

Следовательно, при $n \geq 10$ наличие корреляции признается значимым с достоверностью α , если выполняется любое из неравенств:

$$|r| > \tau_{\alpha} = u_{\alpha} \left\{ \frac{2(2n+15)}{9n(n+1)} \right\}^{1/2}, K \geq K_{\alpha} = \frac{n(n-1)}{4} + u_{\alpha} \left\{ \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \right\}^{1/2},$$

где u_{α} - квантиль стандартного нормального распределения.

УДК 338.27.015

Новикова А.М., Бездомников А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СВЯЗИ МЕЖДУ КАЧЕСТВЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ

Предположим, что наблюдаемая случайная величина может изменяться в зависимости от некоторых признаков, например, долговечность прибора может зависеть от технологии изготовления или применяемых материалов. По существу, в данном случае мы имеем переход от точечно-сериальной корреляции к изучению зависимости между качественными признаками. Таблицы, в которых представлены значения случайной зависимой величины, классифицированные по качественным признакам, называются таблицами сопряженности. Если исследуется взаимосвязь двух признаков А и В, то таблица сопряженности называется таблицей 2×2 , или четырехклеточной и имеет вид:

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix},$$

где a – число элементов выборки, обладающих признаками А и В одновременно; b - число элементов выборки, обладающих признаком А, но не обладающих признаком В; c число элементов - выборки, обладающих признаком В, но не обладающих признаком А; d – число эле-

ментов выборки, не обладающих ни одним из признаков А и В. Оценить наличие связи можно с помощью следующих мер связи

1. Коэффициент ассоциации:

$$Q = \frac{ad - bc}{ad + bc}$$

Если признаки А и В независимы. То $Q=0$. В случае полной связи между признаками $Q = \pm 1$. Дисперсия Q равна:

$$D(Q) = \frac{1}{4}(1 - Q^2) \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d} \right)$$

2. Коэффициент коллигации Юла:

$$K = \frac{\sqrt{ad} - \sqrt{bc}}{\sqrt{ad} + \sqrt{bc}}$$

Дисперсия Q равна:

$$D(K) = \frac{1}{16}(1 - Q^2) \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d} \right)$$

Сравнение Q и K с полученными значениями дисперсии с учетом масштаба \sqrt{D} позволяет получить первое приближение по оценке связи (чем больше отношение коэффициента к среднеквадратичному отклонению, тем вероятнее связь).

УДК 515.18

Нифонтова Т.Ю., Кохнович М.П.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

AUTOCAD КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Перед профессиональным техническим образованием стоит сложная задача формирования профессиональной компетентности специалиста, основанной на совокупности знаний, умений и навыков, а также опыте самостоятельной деятельности, которые обеспечивают наиболее полную реализацию профессиональных функций.

Данные требования к личности будущего специалиста и качеству его образования побуждают несколько переосмыслить опыт структуры профессиональной подготовки в целом и графической подготовки в частности. Фундамент инженерно-графической подготовки закладывается при изучении таких дисциплин, как начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, на базе которых будущий специалист сможет успешно изучать другие конструкторно-технологические и специальные дисциплины.

Согласно ФГОС студент в результате обучения должен обладать следующими компетенциями: способностью и готовностью применять методы графического представления объектов; готовностью к само-

стоятельной, индивидуальной работе, принятию и обоснованию технических решений в рамках своей профессиональной компетенции; – способностью и готовностью использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области; способностью проектировать и обеспечивать моделирование технических объектов с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием в своей предметной области. В НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева дисциплину «Инженерная компьютерная графика» студенты изучают на базе программного продукта AutoCAD компании Autodesk. Итогом изучения дисциплины является выполнение курсовой работы по теме «Чтение, детализирование и моделирование чертежа общего вида», когда уже сформированы необходимые умения как в традиционной, т.е. ручной, так и компьютерной технологии и студенты переходят к овладению приемами решения более сложных инженерных задач, составляющих основу проектно-конструкторской деятельности.

Студенты научились перерабатывать и систематизировать знания, обобщать их и делать собственные выводы, приобретая, таким образом, первоначальные навыки исследовательской и профессиональной деятельности. Таким образом, можно сделать вывод о том, что педагогически целесообразное использование Autocad обеспечило: предоставление студентам больше инструментальных возможностей исследования, конструирования, моделирования; индивидуализацию и дифференциацию процесса обучения; повышение мотивации обучения; расширение и углубление изучаемой профессиональной области знаний; расширение сферы самостоятельной профессионально-ориентированной деятельности студентов.

УДК 515.18

Нифонтова Т.Ю., Врагов И.С.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

В современных условиях в высшем профессиональном образовании наметился переход на компетентностный подход. В рамках этого подхода наиболее значимыми стали творческие качества специалиста-инженера. По мнению многих исследователей, графическая среда благоприятна для развития этих качеств и связанного с ним пространственного воображения.

Вместе с тем условия развитие информационного общества позволили существенно переработать методы преподавания, внедряя в процесс обучения графические редакторы в нескольких направлениях.

С одной стороны, средства машинной графики могут выступать в качестве электронного кульмана, с другой – в качестве средства, формирующего пространственные представления. Педагогический опыт позволяет сделать вывод, что применение даже 2D инструментария в графических редакторах позволяет в 2-4 раза ускорить выполнение учебных заданий при условии владения навыками работы в программах.

В рамках этого контента предусмотрен курс по обучению компьютерной графике с использованием программы AUTOCAD. В курс помещено учебное пособие: «Компьютерная графика при выполнении заданий по начертательной геометрии и инженерной графике. Курс включает в себя программу, список литературы, тестовые задания по AutoCAD, пособие с видеоуроками и в настоящее время дополнен уроками по средствам объемного моделирования в программе AutoCAD.

Таким образом, анализ работ, а также собственный педагогический опыт позволили сделать вывод, что на первом курсе технического вуза необходимо и возможно применение графических реакторов при выполнении обязательных учебных заданий методами 2D и 3D графики, так и при дополнении этих методов средствами 3D моделирования в лекционном материале для повышения наглядности в восприятии сложных объемных геометрических форм. Мы полагаем, что формированию пространственных представлений способствует сочетание классики начертательной геометрии и инновационных методов решения задач по компьютерным алгоритмам.

Можно сделать вывод, что процесс усвоения курса начертательной геометрии студентами технического вуза идет успешнее в группах, где применялись графические редакторы в качестве инструментария выполнения заданий по начертательной геометрии, а также для повышения уровня наглядности.

УДК 515.18

Нифонтова Т.Ю.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ AUTOCAD ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРА

Среди дисциплин, закладывающих фундамент инженерно-технического образования, "Инженерная графика" занимает особое

место. Без этого невозможно стать грамотным специалистом в области проектирования и конструирования.

В современных условиях, когда меняется сама идея проектирования, все шире используются сначала трехмерное моделирование технических объектов, а затем последующее автоматизированное построение необходимых видов, разрезов, сечений конструкции, формирование сборочных узлов и др., не автоматизированные методы проектирования оказываются малоэффективными.

Таким образом, бакалавр должен уметь работать в качестве пользователей с графическими системами, позволяющими создавать как чертежно-конструкторскую документацию, так и решать задачи трехмерного графического моделирования.

Это привело к тому, что в преподавании инженерной графики выделилась новая составляющая – компьютерная графика. Суть изучения компьютерной графики состоит в создании интегрированной модели на основе геометрического моделирования. В ее задачи входит формирование навыков работы с конкретными пакетами чертежных программ; изучение и практическое освоение методов компьютерного выполнения чертежей, способов автоматизированной разработки графической конструкторской документации, автоматизированного проектирования чертежей с использованием графических баз данных.

Работа на компьютере должна быть построена так, чтобы студенты не просто изучали графический пакет (AutoCAD), а продолжали изучение инженерной графики, при этом понимая ход построения и добиваясь правильного конечного результата. Процесс обучения необходимо организовать параллельно, разумно сочетая ручное и компьютерное выполнение чертежей, с целью эффективного понимания материала.

В конечном итоге компьютер для студента должен стать таким же инструментом, что карандаш и линейка. При этом студенты в инженерной графике осваивают способы и правила построения изображений с помощью карандаша, а в компьютерной графике одновременно осваивают базовые приемы и интерфейс программы, а именно: настройка рабочей среды, определение формата чертежа, работа с примитивами, редактирование чертежа, объектные привязки, работа с блоками, слоями, текстом и др.

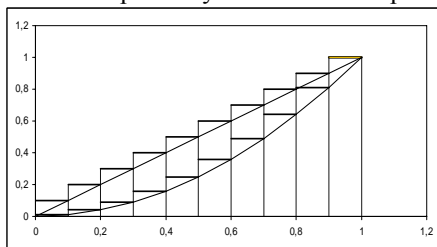
Главный результат – повышение мотивации обучающихся к изучению предмета «Инженерная графика», а также хорошее понимание материала и умение применять его на практике, совершенствование индивидуальных способностей и развитие познавательной активности, развитие логического мышления и пространственного воображения.

МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО В ОПРЕДЕЛЁННОМ ИНТЕГРАЛЕ

В данной работе сравниваются результаты при вычислении определённого интеграла $\int_0^1 (x - x^2) dx = 1, (6)$ с помощью обычной рандомизации и метода Монте-Карло.

Для рандомизации использовался генератор псевдослучайных числе из (0;1) среды Pascal. В первом случае генерировался массив точек вида (x_i, y_i) и определялось количество точек из этого массива, удовлетворяющих неравенству $x_i^2 < y_i < x_i$. Затем это количество делилось на объём массива. Было произведено 10 опытов с 10000 точками. Средняя квадратическая ошибка составила 0,003026. При 10 опытах с 1000000 точек среднеквадратическое отклонение было 0,000617.

Во втором случае этот интеграл вычислялся методом Монте-



Карло (ММК). Для этого интервал (0;1) оси абсцисс в одном случае делился на 10 частей, в другом – на 100 частей. В обоих случаях использовалось Рис.1 ММК для разбиения на 10 частей

10000 и 1000000 точек. В каждом из этих четырёх случаев произведено по 10 опытов. На рис. 1 показан случай для деления интервала на 10 частей. Если точка x_i попадает в какой-либо отрезок оси абсцисс, то ей в соответствие ставится высота верхнего прямоугольника. Все эти высоты суммируются и делятся на количество точек. Результаты среднеквадратических отклонений приведены в таблице 1.

Таблица 1.

	Разбиение на 10 интервалов	Разбиение на 100 интервалов	Случайная рандомизация
10000 точек	0,001397	0,000881498	0,003026
1000000 точек	0,001717	0,0000667403	0,000617

Научное издание

**XX научно-техническая конференция молодых
ученых, аспирантов, студентов**

Технические науки

Компьютерная верстка Е.Н. Голубина

Редактор Туманова Е.М.

Подписано в печать 03.05.2018 г. Формат 60x84^{1/16}

Бумага «Комус». Отпечатано на ризографе.

Усл. печ. л. 7,4. Уч.- изд. л. 4,8.

Тираж 50 экз. Заказ №

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт (филиал). Издательский центр

Адрес университета: 125047, Москва, Миусская пл., 9

Адрес института: 301655 Тульская обл., Новомосковск, ул. Дружбы, 8