

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



**ХІХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ,
СТУДЕНТОВ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Часть 3

Новомосковск
2017

УДК 378:082.2(043.2)

ББК 74.58

Д 259

Д 259 **ХІХ научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов, студентов. Тезисы докладов. Часть 3** / ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал). Новомосковск, 2017. – 124 с.

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

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:

профессор, доктор экономических наук Ю.Д. Земляков - *председатель*
доцент, кандидат экономических наук А.В. Овчаров – *заместитель председателя*
доцент, кандидат технических наук Ю.В. Гербер – *отв. секретарь*

доцент, доктор философских наук Э.А. Бирюкова
доцент, доктор технических наук В.М. Логачева
доцент, кандидат химических наук В.И. Журавлев
доцент, кандидат технических наук Н.В. Маслова
доцент, кандидат экономических наук Г.И. Жабер

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ, ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ.....	11
<i>Луценко Ю.А., Синякин Е.М.</i> УМНЫЙ ДОМ ИЛИ НОВЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ.....	11
<i>Луценко Ю.А., Батистова Е.К.</i> ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	12
<i>Луценко Ю.А., Шуляк В.А.</i> ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	13
<i>Кунецкий В.Г., Кочевин Д.В.</i> УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ С ПРОТИВОИНВЕРТОРОМ ДЛЯ ШАХТНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ СЕТИ	14
<i>Исаев А.С., Эль Хадж Слейман Мохамед</i> АНАЛИЗ РЕЖИМОВ САМОЗАПУСКА СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	15
<i>Исаев А.С., Мамутов А.Л., Миронов А.А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ	16
<i>Егорнов Н.Н., Чиркова Т.Ю.</i> МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА	17
<i>Егорнов Н.Н., Чиркова Т.Ю.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗАТОРА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ТРЕХФАЗНОЙ СЕТИ FLUKE	18
<i>Ильин А.И., Барышева В.В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИРЛЯНДЫ ИЗОЛЯТОРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТВН.....	19
<i>Ошурков М.Г., Ханбо Салим</i> НОРМИРОВАНИЕ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ	20
<i>Ошурков М.Г., Шевцов А.О.</i> МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЧАСОВОГО ГРАФИКА НАГРУЗКИ	21
<i>Ошурков М.Г., Фесвятиянин Е.Ю.</i> АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ТАРИФОВ НА РОЗНИЧНОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....	22
<i>Е.С. Ребенков, Т.Ю. Чиркова, В.В. Манелюк</i> ИНВЕРСНЫЙ РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТНО-УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С УПРУГОЙ СВЯЗЬЮ	23
<i>Стебунова Е.Д., Алексюн А.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА СЕЧЕНИЯ КАБЕЛЕЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10кВ	24

<i>Колесников Е.Б., Бугонин В.В.</i>	
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ	25
<i>Колесников Е.Б., Бугонин В.В.</i>	
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ.....	26
<i>Колесников Е.Б., Леонов О.В.</i>	
МНОГОФАЗНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ	27
<i>Колесников Е.Б., Лисовой Н.Н.</i>	
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ.....	28
<i>Стебунова Е.Д., Пронин А.В.</i>	
КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СЕТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	29
<i>Лагуткин О.Е., Чуланов О.П.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ НА УЧЕБНОМ СТЕНДЕ	30
<i>Лагуткин О.Е., Мучкин И.И.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК НА УЧЕБНОМ СТЕНДЕ	31
<i>Жилин Б.В. , Зайцев Д.Р..</i>	
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТАНТ $n-i$ -РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕПЛЕНИЯ РФ.	32
<i>Жилин Б.В. , Зайцев Д.Р.</i>	
СРАВНЕНИЕ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ $n-i$ -РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ РФ	33
<i>Ребенков Е.С., Мамутов А.Л.</i>	
НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР ЭЛЕКТРОПРИВОДА С УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ.....	34
<i>Жилин Б.В. , Казаков Р.С.</i>	
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ИССЛЕДУЕМОЙ СЕТИ, ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ	34
<i>Шелегов Д.Р., Казаков Р.С.</i>	
АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОММЕРЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ, НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА СЕТИ НОВОМОСКОВСКОГО РАЙОНА	35
<i>Вдовин А.В., Макрушин В.В.</i>	
ДВУХКАМЕРНЫЙ ГАЗОГЕНЕРАТОР С ЦИРКУЛИРУЮЩИМ ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ	36
<i>Вдовин А.В., Макрушин В.В.</i>	
ОРГАНОВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО: ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ	37
<i>Лихачёва Л.А., Макрушин В.В.</i>	

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЕЛЬНЫХ.....	38
<i>Лихачёва Л.А., Макрушин В.В.</i>	
ПРИНЦИП РАБОТЫ РАДИАЦИОННОГО ЦЕЛЕВОГО РЕКУПЕРАТОРА ..	39
<i>Сёмин А.В., Макрушин В.В.</i>	
СОВРЕМЕННАЯ КОТЕЛЬНАЯ—УНИВЕРСАЛЬНАЯ И ЭФФЕКТИВНАЯ.....	40
<i>Сёмин А.В., Макрушин В.В.</i>	
КОНКУРЕНЦИЯ ВОДОТРУБНЫХ И ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ.....	41
<i>Бочарова Е.А., Макрушин В.В.</i>	
ОБЪЁМНОЕ БЕЗФАКЕЛЬНОЕ СЖИГАНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА	42
<i>Бочарова Е.А., Макрушин В.В.</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТУПЛОЭНЕРГЕТИКИ	42
<i>Капустина А.А., Макрушин В.В.</i>	
КАСКАДНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ С ПОПУТНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ	44
<i>Капустина А. А., Макрушин В.В.</i>	
КАСКАДНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ С КОНДЕНСАЦИОННЫМИ КОТЛАМИ	45
<i>Капустина А.А., Макрушин В.В.</i>	
ОБЗОР СИСТЕМ ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ	45
<i>Батистова Е.К., Жемчужнов М.А., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.</i>	
К ВОПРОСУ ВЫБОРА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОБЪЕКТАХ БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЫ.....	46
<i>Синякин Е.М., Чепрасова В.В., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.</i>	
О ВОЗМОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	48
<i>Шатилов В.В., Чермошенцев Е.А.</i>	
МЕТОД ДООЧИСТКИ КОНДЕНСАТА КОТЕЛЬНОЙ ОТ ВЫСОКОПАРАФИНИСТОГО МАЗУТА	49
<i>Шуев И.В., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А.</i>	
ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ ПАРА НА КОРРОЗИОННО-ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ТУРБИН ТЭС.....	50
<i>Панов П.С., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А.</i>	
КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПАРОВЫХ КОТЛОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ.....	51
<i>Мугенов Т.И., Ефремов В.Н., Воспенников В.В.,</i>	
УТИЛИЗАЦИЯ ПОПУТНЫХ И ТАНКОВЫХ АММИАКСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО АММИАКА.	52
<i>Мугенов Т.И., Ефремов В.Н., Воспенников В.В.</i>	
УТИЛИЗАЦИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА БАЗЕ ШАКШИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	53
<i>Коновалов А. С., Гольцев Ю. Т., Курило Н.А.</i>	

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРА	54
<i>Гольцев Ю. Т., Курило Н.А., Карпаев А. А., Батистова Е.К.</i>	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ ВОДЫ	55
<i>Гольцев Ю. Т., Головина З.А., Филатова А. Н., Шуляк В.А.</i>	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В ИДЕАЛЬНОМ ГАЗЕ	55
<i>Гольцев Ю. Т., Головина З.А., Филатова А. Н., Шуляк В.А.</i>	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО СЖАТИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА	56
<i>Симченков А.А., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.</i>	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПАРОВОГО КОТЛА ДКВР-10/13	57
<i>Иванов И.А., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЯ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПАРОВОГО КОТЛА ДЕ-10-14ГМ	58
<i>Малофеев Н.В., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.</i>	
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ РЕГЕРАТИВНОГО ПОДОГРЕВА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ПРИ РАЗНЫХ ТИПАХ ПНД	59
<i>Вахромеева Н. А., Нджа Окосси Ромео, Сафонов Б. П.</i>	
КОНСТРУКТИВНЫЕ КРИТЕРИИ СОВЕРШЕНСТВА ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	60
<i>Тимофеев К.А., Серегин В.В., Сидорчук В.К.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ВИТЫХ ПРУЖИНАХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СТАТИЧЕСКОЙ И УДАРНОЙ НАГРУЗКАХ	61
<i>Серяков Д.А., Бегова А.В.</i>	
КОНСТРУКЦИЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДИСПЕРГАТОРА	62
<i>Сапегин В.В., Клочков В.И.</i>	
КОНСТРУКЦИЯ СЕПАРАЦИОННОЙ ТАРЕЛКИ	63
МНОГОСТУПЕНЧАТОГО СЕПАРАТОРА	63
<i>Серякова Е.В., Бегова А.В.</i>	
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ	63
<i>Поздняков В.В.¹, Перникоз Н.В.², Каменский М.Н.¹</i>	
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА	64
<i>Серёгина Е.В., Козлов А.М</i>	
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ	65
<i>Бабкова Е.И. Лобанов Н.Ф</i>	
ТЕСТИРОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЛАБОРАТОРНОМ СТЕНДЕ.....	66

Серёгин В.В., Козлов А.М.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО
ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО БОРИРОВАННОГО СЛОЯ..... 67

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

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОПОРОШКОВ..... 68

Исаев А.С., Ле Хонг Фук, Чинь Нгуен Куинь

СОВРЕМЕННЫЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ..... 69

Аль Гассан Абдулла, Исаев А.С., Фока Флоран

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА MATHCAD ПРИ
ИЗУЧЕНИИ КУРСА ФИЗИКИ..... 70

Логачёва В.М., Мишанова В.А. Овсянников Д.С.

ПРИЧИНЫ ПРОРЫВОВ ВОДЫ В ЛАВЫ ПО ДАННЫМ
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ..... 71

Родионов Кирилл Алексеевич

ВЛИЯНИЕ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И
ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА 72

Ерофеев А.Н.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУСТАРНИКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ..... 73

Нифонтова Т.Ю., Сорсов К.И.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ 75

Нифонтова Т.Ю., Матюшин Д.С.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА: СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛА ПО
ГЛАВНЫМ ПОЗИЦИОННЫМ ЗАДАЧАМ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ
ГЕОМЕТРИИ..... 76

Казиева Л.В. Овсянников Д.С.

РОЛЬ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА..... 77

**СЕКЦИЯ КИБЕРНЕТИКИ, АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ..... 79**

Лопатина С.В., Кочевин И.С., Лопатин А.Г.

АНАЛИЗ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ФОРМ
ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ 79

Бычков А.Д., Соболев А.В.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ САР 80

Ковальчук А.В., Соболев А.В.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ САР 81

<i>Федин Н.А., Соболев А.В.</i>	
ОБ ОДНОМ ВАРИАНТЕ АДАПТИВНОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ САР ...	82
<i>Камынин В.А., Соболев А.В.</i>	
ОБОБЩЕННЫЙ КРИТЕРИЙ ОПТИМАЛЬНОСТИ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ САР	83
<i>Губин Е.П., Соболев А.В.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СИНТЕЗА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ САР	84
<i>Ионова Л. Г., Платонова О.Ю., Романенко Н. А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ФУНКЦИИ $L(x) = \int_1^x \frac{dt}{t}$	85
<i>Ионова Л. Г., Платонова О.Ю., Белолипецкая В.О</i>	
НЕРАВЕНСТВО ШВАРЦА-БУНЯКОВСКОГО	86
<i>Ионова Л. Г., Платонова О.Ю., Овсянников Д. С.</i>	
ВЫВОД РЕКУРРЕНТНЫХ ФОРМУЛ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕГРАЛОВ	86
<i>Ионова Л. Г., Платонова О.Ю., Лобанов А. В.</i>	
ИНТЕГРИРОВАНИЕ ИРРАЦИОНАЛЬНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПОДСТАНОВКИ ЭЙЛЕРА	87
<i>Ионова Л. Г., Платонова О.Ю., Сорсов К. И.</i>	
ИНТЕГРИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ДРОБЕЙ ПО МЕТОДУ ОСТРОГРАДСКОГО	88
<i>Беляев Ю.И., Предместын В.Р., Предместын И.В., Ковальчук А.В.</i>	
ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	89
<i>Брыков Б.А.</i>	
АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССА РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА ОТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА	90
<i>Брыков Б.А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА	91
<i>Лопатин А.Г., Тимофеев К.А. , Лопатина С.В.</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ САУПРОЦЕССАМИ СУСПЕНЗИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ С УЧЕТОМ ИХ КИНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ	92
<i>Лопатин А.Г., Шалабай В.П. , Лопатина С.В.</i>	
ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКТОРАМИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ	93
<i>Лопатин А.Г., Камынин В.А. , Лопатина С.В.</i>	
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕАКТОРОМ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЯСТВИЯ	94
<i>Азима Ю.И., Бычков А.Д.</i>	

ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ НЕКОТОРЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА БАЗЕ ВТОРОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ФОРМЫ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ	95
<i>Ивашков Д.Н., Лопатин А.Г.</i>	
РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЯЗКОСТИ РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ	96
<i>Ивашков Д.Н., Лопатин А.Г.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ МЕШАЛКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ВЯЗКОСТИ РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ	97
<i>Силин А.В., Силина И.В., Сантуш Э.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ	98
<i>Силин А.В., Силина И.В., Шикангала И.</i>	
РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ ВИДАМ МАРШРУТИЗАЦИИ	99
<i>Силин А.В., Силина И.В., Чураев И.Д.</i>	
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И УЧЁТА МОНОГРАФИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ	100
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Лаптева А.Г.</i>	
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ «ОБЛАЧНЫХ» ВЫЧИСЛЕНИЙ	101
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Семенухин С.И.</i>	
СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ДОКУМЕНТОВ ОТ КОПИРОВАНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ	102
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Костина О.В.</i>	
ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	103
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Ледаков Д.А.</i>	
ЗАЩИТА КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ КЛАССА INFORMATION PROTECTION AND CONTROL (IPC)	104
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Тюриков А.Н.</i>	
ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА И РАСПОЗНАВАНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ INFORMATION PROTECTION AND CONTROL (IPC)	105
<i>Авраменко Л.В., Быкова А.А.</i>	
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЫБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ВЕЛИЧИНУ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА	106
<i>Инюшина Е.С., Быкова А.А.</i>	
ПРОИЗВОДСТВО АММИАКА; ВОЗМОЖНЫЕ АВАРИИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ	107
<i>Глаголева П.С., Коледенкова О.А.</i>	

ОСОБЕННОСТИ АВАРИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ АХОВ	108
<i>Глаголева П.С., Коледенкова О.А.</i>	
ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ЧС	109
<i>Санаева Н.А, Костина О.В., Санаева Г.Н.</i>	
О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СУДЕЙСТВА ДЕТСКИХ СПОРТИВНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ТХЭКВОН-ДО.....	110
<i>Королева Е. А., Бездомников А. В.</i>	
РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	111
<i>Камынин В.А., Санаева Н.А., Санаева Г.Н.</i>	
О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДОСТУПА К КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	112
<i>Часовских Д.А., Санаева Н.А, Санаева Г.Н., Гербер Ю.В.</i>	
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ АТАК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВРЕДОНОСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	113
<i>Ковальчук А.В., Санаева Н.А, Санаева Г.Н., Гербер Ю.В.</i>	
ОБЗОР И АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММ- ШИФРОВАЛЬЩИКОВ	114
<i>Санаева Н.А, Санаева Г.Н., Камынин В.А., Моисеева И.Д.</i>	
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ПРОГРАММАМ-ВЫМОГАТЕЛЯМ	115
<i>Санаева Н.А, Костина О.В., Санаева Г.Н., Моисеева И.Д.</i>	
О СОЗДАНИИ НАДЕЖНЫХ ПАРОЛЕЙ.....	116
<i>Ланцов С.Р., Санаева Н.А., Гринюк О.Н., Санаева Г.Н.</i>	
О ЮЗАБИЛИТИ И ДИЗАЙНЕ САЙТОВ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ СПОРТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ	117
<i>Волкова В.В., Волков В.Ю., Гаврилов В.А.</i>	
ЭНТРОПИЯ ПОКРЫТИЯ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.....	118
<i>Зрожевский Р.В., Волков В.Ю.</i>	
РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ ПОДЪЕМА И ДАЛЬНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВЫБРОСАХ В АТМОСФЕРУ ОТ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	119
<i>Мухин А.А.</i>	
МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНОГО АППАРАТА	120
<i>Крылов М.А., Волков В.Ю</i>	
ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ.....	121

СЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ, ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

УДК 620.9

Луценко Ю.А., Синякин Е.М.

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

УМНЫЙ ДОМ ИЛИ НОВЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Тепловые насосы применяют, чтобы отапливать дома, готовить горячую воду, охлаждать или осушать воздух в комнатах, вентилировать помещения. Это устройство для переноса тепловой энергии от источника низкопотенциальной тепловой энергии (с низкой температурой) к потребителю (теплоносителю) с более высокой температурой. Термодинамически тепловой насос аналогичен холодильной машине. Однако если в холодильной машине основной целью является производство холода путём отбора теплоты из какого-либо объёма испарителем, а конденсатор осуществляет сброс теплоты в окружающую среду, то в тепловом насосе картина обратная. Конденсатор является теплообменным аппаратом, выделяющим теплоту для потребителя, а испаритель — теплообменным аппаратом, утилизирующим низкопотенциальную теплоту: вторичные энергетические ресурсы и (или) нетрадиционные возобновляемые источники энергии.

По прогнозам Мирового Энергетического комитета, (МИРЭК), к 2020г. в развитых странах мира теплоснабжение будет осуществляться с помощью тепловых насосов. Тепловой насос использует тепло, рассеянное в окружающей среде: в земле, воде, воздухе (его специалисты называют низкопотенциальным теплом.) Затратив 1 кВт электроэнергии в приводе насоса, можно получить 3-4 кВт тепловой энергии.

Для установки теплового насоса необходимы первоначальные затраты: стоимость насоса и монтажа системы составляет 300—1200 долларов на 1 кВт необходимой мощности отопления. Время окупаемости теплонасосов составляет 4—9 лет, при сроке службы по 15—20 лет до капитального ремонта.

Ещё более многообещающей является система, комбинирующая в единую систему теплоснабжения геотермальный источник и тепловой насос. При этом геотермальный источник может быть, как естественного (выход геотермальных вод), так и искусственного происхождения (скважина с закачкой холодной воды в глубокий слой и выходом на поверхность нагретой воды).

УДК 620.9

Луценко Ю.А., Батистова Е.К.

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

**ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ: ТЕНДЕНЦИИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Сегодня возобновляемые источники энергии (ВИЭ) привлекают все большее внимание как простых людей, так и руководство многих государств, международных организаций. В последнее время регулярно обсуждаются нарастающие проблемы энергетики и экологии, решение которых в мировом масштабе в будущем не представляется возможным без широкого использования экологически чистых ВИЭ.

Возобновляемые источники включают широкий спектр источников энергии и технологий их преобразования в полезные для человека виды (электричество, тепло, холод, печные и моторные топлива и т.п.). Большая часть ВИЭ имеют солнечное происхождение (само солнечное излучение, ветер, водные потоки, биомасса). К «не солнечным» относятся геотермальная энергия, морские приливы, сбросное тепло антропогенного происхождения и др.

Установленная мощность электрогенерирующих установок на нетрадиционных ВИЭ (без крупных ГЭС) к концу 2008 г. достигла 280 ГВт, а в 2010 г. превысила мощность всех атомных электростанций - 340 ГВт. Суммарная мощность 150 тыс. ВЭУ в составе сетевых ветростанций на конец 2009 г. составила 159 ГВт. За 2009 г. в эксплуатацию было введено 39 ГВт ВЭУ, их установленная мощность по сравнению с концом 2008 г. (120 ГВт) выросла на 32%. Выработка ими электроэнергии в 2009 г. достигла 324 ТВт×ч.

Производство биотоплива (этанол и биодизель) в 2008 г. превысило 79 млрд. литров в год (около 5% от ежегодного мирового потребления бензина, биоэтанол - 67, биодизель - 12 млрд. литров в год. По сравнению с 2004 г. производство биодизеля возросло в 6 раз, а биоэтанола удвоилось). В 30 странах мира действует более 2 млн. тепловых насосов, суммарной тепловой мощностью более 30 ГВт, утилизирующих природное и сбросное тепло и обеспечивающих тепло- и холодоснабжение зданий.

В настоящее время около 100 стран имеют специальные государственные программы освоения ВИЭ и на государственном уровне утвержденные индикативные показатели их развития на среднесрочную и долгосрочную перспективу.

УДК 620.9

Луценко Ю.А., Шуляк В.А.

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

ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В последние годы солнечная энергетика переживает подъём как в количестве вырабатываемой энергии, так и в развитии технологий. Всё больше стран включаются в «солнечную гонку», стараясь завоевать лидирующие позиции в производстве и продаже «чистой» энергии. Хотя прорыв в данной области уже произошёл, это не замедляет развитие и совершенствование концепции.

На сегодняшний день становится всё больше гелиотермальных устройств. Ныне это не только солнечные панели, но и целые комплексы машин, которые позволяют минимизировать недостатки данной отрасли, повысить эффективность и, как следствие, снизить стоимость производимой энергии.

Солнечная энергетика уже заняла области, в которых она является не только лидером, но и безальтернативным способом добычи энергии. Так, например, без энергии солнца невозможна жизнь на орбите Земли. На сегодняшний день нет способа, который позволил бы стабильно обеспечивать космонавтов жизненно необходимой энергией.

Страны Европы всё больше внедряют «чистую» энергию в свой обиход. Конечно, сейчас невозможен полный переход на гелиотермальные устройства или обычные солнечные панели, но успешные шаги в данном направлении уже сделаны. Начиная с простого обогрева дома, мы уже способны обеспечить целые производства чистой и, что важно, дешёвой энергией. Ярким примером является Германия и Италия, где подобное уже создано и функционирует.

К сожалению, Россия имеет весьма скромный потенциал развития в рамках использования солнечной энергии, тем не менее, обладая огромной сырьевой базой, производственными и научными мощностями мы можем внести огромный вклад в развитие солнечной энергетике. Мы способны обеспечить формирующийся рынок новым, высококачественным товаром, стать лидером в производстве компонентов необходимых для качественно-количественного улучшения в данной области.

УДК 621.316.

Куницкий В.Г., Кочевин Д.В.

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

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ С ПРОТИВОИНВЕРТОРОМ ДЛЯ ШАХТНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ СЕТИ

В работе приведены результаты экспериментальных исследований токов утечки на модели комбинированной шахтной сети, питаемой транзисторным преобразователем частоты с ШИМ-управлением его выходным напряжением (ПЧ), с устройством защитного отключения (УЗО), работающем на постоянном оперативном токе. Для обеспечения работоспособности такого УЗО в шахтных комбинированных сетях авторами предложено специальное устройство – индикатор асимметрии (ИА), содержащее в качестве основного элемента блок ключей, выполняющий роль «противоинвертора».

Для подтверждения работоспособности системы «УЗО-ИА» были проведены теоретические исследования на математической модели участковой комбинированной электрической сети с ПЧ, обеспечивающим управление инвертором напряжения в режиме синусоидальной симметричной широтно-импульсной модуляции (ШИМ), УЗО и ИА. Модель составлена с учетом общепринятых допущений, принимаемых при анализе таких сетей.

Оценку условий электробезопасности в сетях переменного тока производят по установившимся величинам действующих значений токов утечки. В связи с этим было получено аналитическое выражение для определения действующего значения тока однофазной утечки в рассматриваемой сети, учитывающее основные параметры силового кабеля: активную проводимость и ёмкость силового кабеля, а также частоту выходного напряжения преобразователя частоты, параметры УЗО и индикатора асимметрии.

По результатам расчета на основании полученного выражения построены графики зависимости действующего значения тока однофазной утечки через активное сопротивление 1 кОм от частоты $U_{\text{Вых.ПЧ}}$ для различных значений емкости фаз ($C_0 = 0,022 \text{ мкф/фазу}$; $C_0 = 0,11 \text{ мкф/фазу}$; $C_0 = 0,22 \text{ мкф/фазу}$), активном сопротивлении изоляции жил кабеля относительно земли 90 кОм/фазу и номинальном напряжении ПЧ 660 В .

Анализ графиков показал, что применение индикатора асимметрии совместно с УЗО» обеспечивает работоспособность УЗО, работающих на постоянном оперативном токе, в комбинированных сетях, но уменьшает протяжённость защищаемой сети до величины, при которой её ёмкость не превышает $0,1 \text{ мкф/фазу}$.

УДК 621.311

Исаев А.С., Эль Хадж Слейман Мохамед

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

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ САМОЗАПУСКА СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Самозапуском называется восстановление нормальной работы электропривода без вмешательства персонала после кратковременного перерыва электроснабжения или глубокого снижения напряжения. Самозапуск считается обеспеченным, если после восстановления напряжения агрегат разогнался до нормальной частоты вращения и продолжает длительно работать с нормальной производительностью приводимого механизма и нагрузкой электродвигателя.

Самозапуск асинхронных и синхронных (СД) электродвигателей применяется на тепловых электростанциях и успешно используется для всех основных механизмов собственных нужд электростанций различного типа. Он получил широкое распространение во многих отраслях промышленности, особенно со сложными непрерывными технологическими процессами.

Оценку успешности самозапуска можно свести к следующим этапам: при выявлении потери питания, осуществляется отключение ввода секции и гашение поля СД; после снижения напряжения на секции, срабатывает АВР и питание начинает осуществляться от соседней секции; двигатели разворачиваются до подсинхронной частоты вращения, после чего подается возбуждение и СД входят в синхронизм.

Успешность самозапуска в большой степени зависит от времени перерыва питания: чем меньше время перерыва питания, тем меньше скольжение, больше сопротивление двигателя и больше средний асинхронный момент. Поэтому при выборе устройств релейной защиты и автоматики для сети с синхронными двигателями следует стремиться к максимальному ускорению действия защиты и устройств АПВ, АВР и БАВР. В тех случаях, когда несинхронное включение не допускается, гашение поля необходимо осуществлять сразу после обнаружения потери питания.

При восстановлении напряжения после отключения короткого замыкания на смежном элементе сети, токи и электромагнитные моменты вращения, возникающие в синхронных двигателях, как правило, меньше, чем при несинхронном включении, обусловленном действием устройств АПВ и АВР, так как результирующий магнитный поток двигателя в этом случае значительно ослаблен из-за размагничивающего эффекта тока короткого замыкания.

УДК 621.319

Исаев А.С., Мамутов А.Л., Миронов А.А.

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Данная работа посвящена разработке виртуального лабораторного стенда. Подобные проекты являются современными, т.к. позволяют моделировать объекты системы ЭС без затрат на приобретение дорогостоящего оборудования. При этом могут формироваться принципиально новые модели (рассматривать различные процессы пофазно и в динамике) и рассматриваться процессы, не реализуемые на реальных лабораторных стендах (в частности – короткие замыкания).

В качестве инструментального средства выбран Matlab с библиотекой Simulink-PowerSystem. Этот пакет также использовался при разработке методики выполнения виртуальных лабораторных работ по исследованию асинхронных двигателей серии 4А с короткозамкнутым и фазным ротором. Matlab применяется нами в качестве инструментального средства, т.к. содержит обширную библиотеку элементов силовой электроники.

Цель исследования – адаптация программного комплекса Matlab к решению прикладных задач электроэнергетики, а также разработка прикладного программного обеспечения с использованием специализированных программных продуктов (в основе – Matlab). Использована версия программы – Matlab R2006 + Simulink 5.

Выполненная нами работа включает в себя разработку математических моделей, алгоритмов и их реализация для широкого круга задач электроэнергетики: моделирование работы асинхронных двигателей (симметричные и несимметричные режимы; различные расчетные условия; варьирование параметров элементов СЭС); моделирование работы синхронных двигателей (динамическая и статическая устойчивость; различные расчетные условия; варьирование параметров элементов СЭС); общий анализ установившихся режимов и переходных процессов нагрузки; моделирование электрических машин и источников энергии.

В электронном виде оформлен справочник «Моделирование электротехнических элементов Matlab». Полученные результаты рекомендованы к использованию в учебном процессе кафедры «ЭПП» НИ РХТУ (лабораторный практикум по дисциплине «Переходные процессы СЭС»).

УДК 621.313

Егорнов Н.Н., Чиркова Т.Ю.

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

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Настоящая методика распространяется на проведение электрических испытаний трансформаторного масла при его эксплуатации в электрооборудовании, находящегося на хранении и трансформаторных масел доливаемых в электрооборудование, регенерированных масел.

Объем и периодичность проведения испытаний трансформаторного масла регламентируются приложением 3, нормативные значения показателей качества приложением 3.1 таблица 6 «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и приведены в таблице 1 настоящей методики.

На основании полученных результатов лабораторных испытаний масла определяют две области его эксплуатации:

область «нормального состояния масла», когда состояние качества масла гарантирует надежную работу электрооборудования;

область «риска», когда ухудшение даже одного из показателей масла приводит к снижению надежности работы электрооборудования и требуется учащенный и расширенный контроль для прогнозирования срока его службы и (или) принятия специальных мер по восстановлению эксплуатационных свойств масла с целью предотвращения его замены и вывода электрооборудования в ремонт.

Электрические испытания включают в себя:

определение пробивного напряжения при частоте 50 Гц;

определение тангенса угла диэлектрических потерь.

Измерение пробивного напряжения трансформаторного масла выполняют на стационарной установке для испытания средств защиты, жидких и твердых диэлектриков при помощи аппарата АИИ-70.

Измерение тангенса угла диэлектрических потерь выполняется при помощи автоматизированной установки измерения диэлектрических потерь трансформаторного масла «ТАНГЕНС-3М».

При проведении измерений и испытаний соблюдают следующие условия:

при определении пробивного напряжения температура пробы масла не должны отличаться от температуры помещения и должна находиться в пределах 15-35 ОС;

измерение тангенса угла диэлектрических потерь выполняется при температуре 20 ОС и 70 ОС.

УДК 621.311

Егорнов Н.Н., Чиркова Т.Ю.

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗАТОРА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ТРЕХФАЗНОЙ СЕТИ FLUKE

Обнаружение проблем с качеством электроэнергии быстрее, безопаснее и более детально можно используя анализатор качества электроэнергии для трехфазной сети Fluke 435 и 434.

Нормы качества электрической энергии при нормальном режиме работы электрических сетей устанавливает ГОСТ 13109-67.

Для анализа показателей качества можно использовать различные приборы. Для оценки отклонений напряжения в электрических сетях со стабильными нагрузками можно использовать обычные вольтметры электромагнитной системы.

Сократить объем вычислительной работы при определении статистических характеристик отклонения напряжения позволяют статистические анализаторы САКН-1, САКН-2.

Для измерения и контроля несинусоидальности рекомендуется применять анализатор несинусоидальности АН. Если коэффициент несинусоидальности выше 5%, необходимы дополнительные измерения для определения доминирующих гармонических составляющих.

Обнаружить проблемы с качеством электроэнергии быстрее, безопаснее и более детально можно используя анализатор качества электроэнергии для трехфазной сети Fluke 435 и 434.

Прибор Fluke 435 поставляется с программой Power log, необходимой для анализа записанных данных, а также для создания отчетов. Уникальная функция AutoTrend дает возможность быстро получить доступ к информации об изменениях параметров во времени или запускать обработку вручную. Для всех трех фаз и нейтрали можно быстро просмотреть изменения во времени напряжения, тока, частоты мощности, гармоник или фликера. Даже во время продолжения регистрации показаний можно проанализировать эти изменения в фоновом режиме с помощью курсоров и функции увеличения. Все отображаемые показания автоматически и непрерывно записываются, при этом нет необходимости задавать пороговые уровни, временные периоды или вручную запускать измерение. Для всех трех фаз и нейтрали можно быстро просмотреть временные зависимости напряжения, тока, частоты мощности, гармоник или фликера.

УДК 621.3.048.81

Ильин А.И., Барышева В.В.

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

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИРЛЯНДЫ ИЗОЛЯТОРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ТВН**

На напряжение 10 кВ и выше подвесные изоляторы собираются в гирлянды. Основными электрическими характеристиками гирлянды являются сухоразрядное и мокроразрядное напряжения перекрытия, которые зависят от типа и количества используемых изоляторов. Отличительной особенностью работы изоляторов в гирлянде является неравномерность распределения напряжения по отдельным элементам гирлянды. При напряжении выше 150 кВ на первом изоляторе возможно возникновение короны. Корона увеличивает потери энергии, вызывает коррозию металла и создает значительные радиопомехи.

При изучении распределения высокого переменного напряжения гирлянда изоляторов может быть заменена схемой, состоящей из частичных емкостей: C – собственная емкость изолятора (30-70 пФ), C_3 – емкость между узлом соединения изоляторов и земли (4-5 пФ), C_{np} – емкость между узлом соединения и проводом (0,5-1 пФ) и R-сопротивление утечки по поверхности изоляторов (300-∞ МОм). Надо отметить, что емкости C_3 и C_{np} меняются в зависимости от номера изолятора, но различия не существенны и их можно не учитывать.

Если гирлянда состоит из n -изоляторов, то напряжение на i -ом изоляторе равно:

$$\Delta U_i = U_{i-1} - U_i = \frac{U_0}{(C_3 + C_{np}) \cdot sh \alpha n} \cdot C_3 \left[h \alpha \left(-i + 1 \right) \frac{1}{sh \alpha} - C_{np} \left[h \alpha \left(-1 \right) \frac{1}{sh \alpha} \right] \right]$$

$$\text{где } \alpha = \sqrt{\frac{C_3 + C_{np}}{C}}$$

Для наглядности получаемых результатов необходимо рассматривать интервалы изменения емкостей от 0,5 - 2 от реальных, а количество изоляторов 10-25 шт. В высоковольтной изоляции действительные значения ёмкостных и омических сопротивлений обычно настолько велики, что значительно превышают внутреннее сопротивление даже ламповых вольтметров. Чтобы упростить технику измерений, на модели необходимо ввести масштабы (1/1000 или 1/10000), т.е. все значения ёмкостей увеличивать, а сопротивлений - уменьшать по сравнению с действительными. При этом распределение напряжения по цепочечной схеме не изменяется, так как коэффициенты, зависят не от абсолютных значений ёмкостей или сопротивлений, а от их отношений.

УДК 621.311

Ошурков М.Г., Ханбо Салим
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)
**НОРМИРОВАНИЕ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Предлагается методика нормирования удельных расходов электроэнергии выделенного технологического цикла (передела). 1. По статистическим данным суточного электропотребления (электропотребления за технологический цикл) вычисляются удельные расходы электроэнергии w_c . 2. Выявляется закон распределения w_c . 3. При нормальном законе распределения w_c за норму в первом приближении принимается $w_{\text{нор}} = m_w + \sigma$, где m_w – математическое ожидание удельного расхода; σ – стандартное отклонение. 4. При несоответствии распределения w_c нормальному закону методами регрессионного анализа строится модель электропотребления в виде

$$W = A_0 + A_1 V_1^{\gamma_1} + \dots + A_n V_n^{\gamma_n} \quad (1)$$

При $\gamma=1$ – линейная регрессия. A_0 – свободный член, равный базовому электропотреблению; $A_1 \div A_n$ – коэффициенты, численно равные удельным расходам электроэнергии по видам продукции. Принимают за норму $w_{\text{нор}} = 1,05 A_1$. При $\gamma \neq 1$ (нелинейная регрессия) нормируется общее электропотребление на n видов продукции с объемами $V_1 \div V_n$ по (1). Количество наблюдений (объем исходной статистики) должно быть $\geq 20n$.

Для крупных технологических агрегатов удельные расходы зависят от совокупности технологических параметров $w = f(V, T_j)$, $j=1, \dots, x$, где V – объем выпущенной продукции за технологический цикл (операцию), T_j – учитываемый технологический параметр, x – количество технологических параметров. Распределение удельных расходов электроэнергии не соответствует нормальному. Получение этой зависимости методами регрессионного анализа дает возможность определить скользящую норму и выявить факторы, управление которыми может снизить удельный расход и электропотребление.

По N технологическим циклам получают уравнение регрессии:

$$w = B_0 + B_V V^{\beta_V} + B_1 T_1^{\beta_1} + \dots + B_x T_x^{\beta_x} .$$

В уравнении остаются только значимые технологические параметры. За норму при загрузке оборудования V и сочетании технологических параметров $T_1 - T_x$ принимается величина, равная $w_{\text{нор}} = 1,05 w$.

УДК 621.311

Ошурков М.Г., Шевцов А.О.

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

**МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЧАСОВОГО ГРАФИКА
НАГРУЗКИ**

Актуальность темы обусловлена двумя причинами: в условиях розничного рынка электроэнергии предлагается шесть ценовых категорий (ЦК) электроэнергии, при этом выбор конкретной остается за потребителем; переход на 5 и 6 ЦК связан с необходимостью планирования почасового электропотребления на месяц и оплатой отклонений от плана как в одну, так и в другую сторону.

Построены причинные модели месячного и суточного электропотребления предприятия. Модель месячного электропотребления дает среднюю ошибку 4 %, причинная модель суточного электропотребления дает большую ошибку – 11 %. Можно с удовлетворительной точностью предсказать электропотребление на месяц в целом с разбивкой по суткам.

Для планирования по часам, надо каждому суткам планируемого месяца поставить в соответствие суточный график нагрузки по часам. Для этого суточные графики нагрузки классифицировались методом кластерного анализа. Получили на 9 видов графиков (кластеров). По каждому кластеру определен типовой суточный график нагрузки.

Если известно суточное электропотребление и кластер графика нагрузки, то определен суточный график нагрузки по часам. Чтобы уточнить принадлежность данных суток к определенному кластеру графиков нагрузки, проведена кластеризация суток по технологическим параметрам (сочетаниям объемов выпуска видов продукции). Получена классификация технологических состояний на 4 вида. Параметр, увязывающий эти две классификации – суточное электропотребление, прогнозируемое по технологическим параметрам. Выполнена классификация суток по трем объемам выпуска и электропотреблению. В результате получено 6 кластеров, в которые объединяются сутки с близким суточным электропотреблением и сочетанием объемов выпуска продукции.

Методику принятия решения при планировании месячного электропотребления по часам: ввод планируемых суточных объемов выпуска продукции на месяц; определение принадлежности суток к кластерам технологических состояний; определение графика нагрузки каждого суток по классификации графиков нагрузки; формирование месячного графика нагрузки по часам.

УДК 621.311

Ошурков М.Г., Фесвятянин Е.Ю.

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

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ТАРИФОВ НА РОЗНИЧНОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Для потребителей электроэнергии актуально определение оптимальных условий закупки электроэнергии, расчётного класса напряжения, ценовой категории. Необходимы: расчёт цены электроэнергии по всем ценовым категориям; мониторинг ценовых категорий (поскольку, после принятия тарифов на следующий год, оптимальная ценовая категория может измениться); анализ целесообразности организации у потребителя собственной генерации с определением возможного уменьшения при этом средневзвешенной цены закупки электроэнергии из сети и срока окупаемости вложений.

Для мониторинга ценовых категорий предлагается прогнозирование часов пиковой нагрузки в регионе; краткосрочное и долгосрочное прогнозирование цен на электроэнергию.

При прогнозировании цен на электроэнергию необходимо учитывать динамику: цены производства электроэнергии (в настоящее время на оплату услуг по производству электроэнергии приходится 48 % платы за электроэнергию); цены транспортировки электроэнергии (сейчас это 50,02% цены по договору энергоснабжения при напряжении СН2); стоимости услуг гарантирующего поставщика (сейчас для подгруппы потребителей с максимальной мощностью энергопринимающих устройств от 670 кВт до 10 МВт по СН2 надбавка составляет 4,34% от цены покупки электроэнергии на ОРЭ); оплаты услуг инфраструктурных организаций (Системный оператор, Администратор торговой системы, Центр финансовых расчётов) – в настоящее время составляет 0,06% от цены.

Потребители с максимальной мощностью энергопринимающих устройств более 670 кВт, могут выйти на оптовый рынок с независимой энергосбытовой компанией, тем самым исключив из цены электроэнергии сбытовую надбавку гарантирующего поставщика, поэтому необходимо сравнение цен различных гарантирующих поставщиков и энергосбытовых компаний.

Экономический эффект от использования собственной генерации оценивают разницу фактических затрат на энергоснабжение. При наличии собственного энергоцентра учитывают: затраты на газ; на эксплуатацию энергоцентра; на докупку электроэнергии из сети.

УДК 621.867.2-830

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

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

ИНВЕРСНЫЙ РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТНО-УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С УПРУГОЙ СВЯЗЬЮ

Разработанный частотно-регулируемый электропривод подъемного механизма [1] имеет дискретную передаточную функцию объекта управления:

$$W(z) = \frac{0,403z^2 - 0,75z + 0,395}{z^3 - 2,72z^2 + 2,69z - 0,96}.$$

Для компенсации колебаний скорости ω перемещаемого груза, возникающих из-за учета упругости троса, разработан инверсный регулятор двигателя подъема. Регулятор содержит пре-регулятор с передаточной функцией:

$$W_r(z) = \frac{\kappa_1}{z - \kappa_2}$$

и инверсную модель объекта управления:

$$W^{-1}(z) = \frac{1}{W(z)}$$

Передаточная функция полученного инверсного регулятора имеет вид:

$$W_p(z) = W_r(z)W^{-1}(z) = \frac{r(z)}{e(z)},$$

где $e(z) = u(z) - \omega(z)$ - ошибка регулирования электропривода.

При настройке регулятора на заданный аperiodический переходный процесс объекта управления

$$\omega(z) = Z \left[1 - e^{-0,68s} \right]$$

рассчитаны параметры пре-регулятора: $\kappa_1 = 0,403$ и $\kappa_2 = 0,934$.

В результате получен закон управления инверсного регулятора:

$$r(z) = 3,196r(z-1) - 3,466r(z-2) + 1,311r(z-3) + 0,9999e(z) - 2,72e(z-1) + 2,689e(z-2) - 0,9596e(z-3)$$

обеспечивающий демпфирование колебаний скорости перемещаемого груза подъемного механизма.

Исследование проведено с применением интерактивного пакета Simulink-Matlab.

Список литературы

1. Ребенков Е.С. Цифровой регулятор демпфирования упругих колебаний в многомассовом электроприводе // Горный информационно-аналитический бюллетень. -2014. -№2. -с. 330-336.

УДК 621.311

Стебунова Е.Д., Алексюк А.А.

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

**ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА СЕЧЕНИЯ КАБЕЛЕЙ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10кВ**

Электрический ток в проводнике выделяет тепловую энергию, часть которой расходуется на повышение его температуры, а часть выделяется в окружающую среду.

Надежная, длительная работа проводов и кабелей определяется длительной допустимой температурой их нагрева, величина которой зависит от вида изоляции. Учитывая условия надежности, безопасности и экономичности, ПУЭ устанавливают предельную температуру нагрева проводников в зависимости от длительности прохождения тока, материала токоведущей части и изоляции провода или кабеля.

Длительно протекающий по проводнику ток, при котором устанавливается длительная допустимая температура нагрева, называется допустимым током по нагреву $I_{доп}$. Величина его зависит как от марки провода или кабеля, так и от условий прокладки и температуры окружающей среды.

Кабели нашли широкое применение в сетях напряжением 6-10кВ. В зависимости от способа прокладки, свойств среды, механических усилий воздействующих на кабель, рекомендуются к применению различные марки кабелей. Кабели на напряжение 6-10кВ выбираются по многим параметрам, но определяющим является, как правило, ток термической стойкости.

В сетях промышленных предприятий основными приемниками электроэнергии являются, как правило, асинхронные электродвигатели. В связи с этим увеличивается потребление реактивной мощности и, следовательно, возрастает величина тока протекающего в проводниках любого звена системы электроснабжения, что приводит к снижению величины $\cos\varphi$ электроустановки.

Повышение $\cos\varphi$ электроустановки зависит от снижения потребляемой реактивной мощности. При снижении потребляемой реактивной мощности Q до значения $(Q - Q_{кв})$. Централизованная и индивидуальная компенсация реактивной мощности в сетях ниже 1000В позволяет снизить номинальную мощность цеховых подстанций и ток в распределительных сетях напряжением 6-10кВ. При этом уменьшаются потери активной и реактивной мощности в силовых трансформаторах КТП и кабелях распределительной сети. Однако, проведенные расчеты показывают, что при выборе сечения кабелей напряжением 6-10кВ место установки конденсаторных батарей, как правило, не приводит к уменьшению сечения, так как определяющим параметром является термическое сечение.

Следовательно, при выборе схемы распределительной сети напряжением 6-10кВ и сечения кабелей необходимо учитывать размещение конденсаторов в сетях напряжением до 1000В и выше. Этот выбор должен удовлетворять условию наибольшего снижения потерь активной и реактивной мощности во всех элементах системы электроснабжения и в некоторых случаях приводить к уменьшению сечения кабельных линий напряжением 6-10кВ.

УДК 621.314.6

Колесников Е.Б., Бугонин В.В.

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

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

При измерении параметров электрической сети требуются измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное, которые обычно представляют собой пассивные или активные полупроводниковые выпрямители со сглаживающим фильтром. Причем для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения требуется фильтр с относительной большой постоянной времени, которая существенно снижает быстродействие преобразователя.

Разработанный измерительный преобразователь содержит активный двухполупериодный выпрямитель, режекторный фильтр и сглаживающий фильтр, вход преобразователя соединен с входом двухполупериодного выпрямителя, выход которого соединен с входом режекторного фильтра, к выходу которого подключен сглаживающий фильтр, выход которого является выходом преобразователя.

Режекторный фильтр выполнен на базе моста Вина и содержит операционный усилитель, четыре резистора и два конденсатора. Мост Вина настроен на частоту режекции, равную частоте основной гармоники выпрямленного напряжения, которая для измеряемого напряжения промышленной частоты составляет 100 Гц. Для этого определенным образом выбраны параметры компонентами фильтра.

Измеряемое напряжение переменного тока выпрямляется двухполупериодным выпрямителем. Режекторный фильтр подавляет основную гармонику выпрямленного напряжения, и его выходное напряжение подается на вход сглаживающего фильтра. Сглаживающий фильтр сглаживает пульсации напряжения, полученного после прохождения режекторного фильтра. В результате на выходе преобразователя формирует выходное напряжение, пропорциональное действующему значению входного.

Введение в преобразователь режекторного фильтра приводит к тому, что сглаживающий фильтр данного преобразователя подавляет только

высшие гармоники выпрямленного напряжения, в результате чего его постоянная времени значительно меньше. Это позволяет более чем на порядок повысить быстродействие преобразователя.

Дальнейшего повышения быстродействия можно добиться использованием дополнительных режекторных фильтров, подавляющих высшие гармоники выпрямленного напряжения при одновременном уменьшении постоянной времени сглаживающего фильтра.

УДК 621.314.6

Колесников Е.Б., Бугонин В.В.

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

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ

Измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное используются для измерения параметров электрооборудования, используемого в технологическом процессе. Такими параметрами являются переменные напряжения или ток, сигналы постоянного тока пропорциональные которым используются в системах автоматического регулирования. В качестве преобразователей часто используются различные схемы полупроводниковых выпрямителей с емкостным сглаживающим фильтром. Однако наличие в схемах выпрямителей нелинейных элементов – полупроводниковых диодов приводит к нелинейности характеристики преобразования, а наличие сглаживающего фильтра значительно снижает их быстродействие.

Разработанный преобразователь содержит квадратор, два фазосмещателя, суммирующее устройство и блок извлечения квадратного корня. Причем вход преобразователя соединен с входом квадратора, выход которого соединен с первыми входами суммирующего устройства и первого фазосмещателя, выход которого соединен с входом второго фазосмещателя, выход которого соединен со вторым входом суммирующего устройства, выход которого через блок извлечения квадратного корня соединен с выходом преобразователя. Схема каждого фазосмещателя содержит операционный усилитель, три резистора и конденсатор.

Преобразователь работает следующим образом. Измеряемое напряжение переменного тока подается на вход квадратора, на выходе которого формируется напряжение, пропорциональное квадрату входного напряжения. Это переменное напряжения сдвигается по фазе каждым фазосмещателем на угол 90^0 , в результате чего на втором входе суммирующего устройства формируется напряжение, равное по амплитуде и находящееся в противофазе. В связи с тем, что каждый фазосмещатель, инвертирует постоянную составляющую напряжения, то при прохождении

двух фазосмещателей она остается неизменной.

После суммирования напряжений в суммирующем устройстве, переменные составляющие взаимно уничтожаются, так как находятся в противофазе, и на его выходе имеем постоянное напряжение.

После операции извлечения квадратного корня на выходе преобразователя формируется выходное напряжение, которое не содержит переменной составляющей, а его величина равна амплитуде измеряемого входного напряжения.

УДК 621.314.6

Колесников Е.Б., Леонов О.В.

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

МНОГОФАЗНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ

В системах автоматического регулирования напряжения в электроэнергетике, в частности, для статических тиристорных компенсаторов реактивной мощности, требуется оперативная информация о величине напряжения сети переменного тока. Причем для использования в регуляторах трехфазное переменное напряжение преобразуется в пропорциональное ему постоянное. Часто это преобразование с целью повышения эффективности и точности производится посредством увеличения количества фаз при помощи различных фазорасщепителей, в которых в основном используются резистивные делители. Недостатком таких преобразователей является их большое внутреннее сопротивление, обусловленное применением резистивных делителей, в результате выходное напряжение сильно зависит от нагрузки. Потеря мощности выходного сигнала приводит к снижению эффективности преобразования, чувствительности и рабочего диапазона входного сигнала.

Преобразователь содержит шесть фазосмещателей и многоплечий диодный мост, причем входы многоплечевого диодного моста присоединены к выходам фазосмещателей и к фазным входам преобразователя, которые соответственно подключены к входам фазосмещателей. Фазосмещатели выполнены на операционных усилителях.

На вход преобразователя поступают напряжения, пропорциональные фазным напряжениям сети. Параметры элементов фазосмещателей выбраны таким образом, что они сдвигают каждую фазу входного сигнала соответственно на угол 40° и 80° в сторону отставания при единичном коэффициенте усиления.

В результате на входах многоплечевого диодного моста формируется двенадцатифазная система напряжений. Многофазное напряжение выпрямляется диодным мостом, на выходе которого формируется напряжение

постоянного тока с коэффициентом пульсаций, определяемым фазностью системы напряжений.

Таким образом, применение в преобразователе фазосмещателей позволяет значительно снизить его внутреннее сопротивление, в результате чего повышается чувствительность и точность измерения напряжения во всем динамическом диапазоне входного сигнала.

Для уменьшения коэффициента пульсаций и увеличения точности следует увеличить количество фазосмещателей при одновременном уменьшении угла сдвига фаз.

УДК 621.314.6

Колесников Е.Б., Лисовой Н.Н.

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

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ

Любое промышленное производство не обходится без применения электротехнического оборудования, которое совместно с системами автоматического регулирования (САР) обеспечивает требуемые параметры технологического процесса. В большинстве случаев в регуляторах САР используются сигналы постоянного тока, пропорциональные измеряемому параметру. В том случае, если выходным параметром датчика является переменное напряжение, то его необходимо с высоким быстродействием преобразовать в постоянное. Наибольшее распространение на практике в качестве преобразователей переменного напряжения в постоянное получили полупроводниковые двухполупериодные выпрямители со сглаживающими фильтрами. Однако такие преобразователи имеют низкое быстродействие, обусловленное достаточно большой постоянной времени фильтра.

Разработанный преобразователь содержит фазорасщепитель однофазного напряжения, трехфазный двухполупериодный выпрямитель и сглаживающий фильтр. Фазорасщепитель содержит два фазосмещателя и инвертор и преобразует однофазное переменное напряжение в постоянное.

Фазосмещатели выполнены на операционных усилителях с резистивно-емкостной обвязкой. Параметры резисторов и конденсаторов выбраны таким образом, что один фазосмещатель сдвигает фазу входного сигнала на угол 60° , а второй – на угол -60° . Инвертор также выполнен на операционном усилителе.

Измеряемое напряжение переменного тока подается на входы фазосмещателей и инвертора, в результате чего на их выходах формируется трехфазная система напряжений, сдвинутых относительно друг друга на угол 120° . Выходные напряжения фазорасщепителя выпрямляются трехфазным двухполупериодным выпрямителем и сглаживаются сглаживающим фильтром.

При этом на выходе преобразователя формируется постоянное напряжение, среднее значение которого пропорционально действующему значению входного напряжения.

Таким образом, в результате увеличения пульсности выпрямленного напряжения в три раза, существенно уменьшается постоянная времени сглаживающего фильтра, а, следовательно, повышается быстродействие преобразователя.

УДК 621.311

Стебунова Е.Д., Пронин А.В.

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

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СЕТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Компенсация реактивной мощности, или повышение коэффициента мощности электроустановок промышленных предприятий, имеет большое значение и является частью проблемы повышения КПД работы систем электроснабжения и улучшения качества отпускаемой потребителям электроэнергии.

Потребители электроэнергии, например, асинхронные электродвигатели, для нормальной работы нуждаются как в активной, так и реактивной мощностях, которые вырабатываются, как правило, синхронными генераторами и передаются по системе электроснабжения трехфазного переменного тока от электростанции к потребителям.

В процессе передачи потребителям активной (P) и реактивной (Q) мощностей в проводниках системы электроснабжения создаются потери активной мощности:

$$\Delta P = \Delta P_a + \Delta P_p = P^2 * R / (U^2 * \text{Cos}\varphi^2)$$

где ΔP_a и P_p – потери на передачу активной и реактивной мощности.

Следовательно, потери активной мощности обратно пропорциональны квадрату $\text{Cos}\varphi$. При снижении передаваемой реактивной мощности Q потери активной мощности в сети снижаются, что достигается применением компенсирующих устройств. Получаемое при этом удельное снижение потерь активной мощности (ΔP кВт) по отношению к передаваемой мощности Q (квар) называется коэффициентом снижения потерь или экономическим эквивалентом $k_{\text{жк}}$. Этот коэффициент составляет 0,02-0,12 кВт/квар и зависит от $\text{Cos}\varphi$, схемы электроснабжения предприятия и его удаленности от источника питания.

Одним из распространённых способов компенсации реактивной мощности является применение конденсаторных батарей. По месту установки различают индивидуальную, групповую и централизованную компенсацию.

Проводимые расчеты показывают, что с технической точки зрения наиболее эффективной является индивидуальная компенсация. При такой установке конденсаторных батарей от потоков реактивной мощности разгружаются все элементы системы электроснабжения. Однако недостатком такого размещения является неполное использование большой установленной мощности конденсаторов, размещенных у токоприемников и большие затраты на коммутационную аппаратуру. Поэтому индивидуальную компенсацию, как правило, применяют для приемников электроэнергии с низким значением $\cos\varphi$. Как показывают расчеты в цеховых сетях напряжением ниже 1000В такой способ компенсации реактивной мощности позволяет уже не применять централизованную компенсацию реактивной мощности на шинах низкого напряжения КТП.

Применение централизованной компенсации на секциях шин напряжением 0,4кВ КТП позволяет уменьшить номинальную мощность силовых трансформаторов или уменьшить потери активной и реактивной мощности в них. Но такой способ компенсации практически не влияет на выбор сечения кабелей распределительной сети напряжением 6-10кВ, т.к. сечение кабелей в основном определяется током термической стойкости.

УДК 621

Лагуткин О.Е., Чуланов О.П.

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ НА УЧЕБНОМ СТЕНДЕ

Основными повреждениями и ненормальными режимами электродвигателей являются: 1) междуфазные повреждения в обмотке статора, на выводах и в питающих кабелях и проводах; 2) однофазные замыкания на землю в обмотке статора; 3) витковые замыкания в одной фазе статора; 4) перегрев двигателя токами, превышающими номинальные.

Для защиты высоковольтных двигателей, работающих в электросетях напряжением до 10 кВ включительно, используют двухфазные схемы. Трансформаторы тока защиты устанавливают вблизи выключателей в целях включения в зону защиты не только двигателя, но и питающего его кабеля. Защиту выполняют одним реле, включенным на разность тока двух фаз. Лишь для мощных двигателей с большими пусковыми токами, когда однорелейная защита не удовлетворяет требованию чувствительности, применяют двухрелейную схему.

Разработанная модель защиты двигателя осуществляется двумя токовыми реле типа РТ-40 (на стенде реле КА1 - РТ40/20, КА2 - РТ40/10) и реле типа РТ-80 (на стенде реле КА6 - РТ84). Реле тока КА1 и КА2 осуществляют защиту двигателя от коротких замыканий. Реле тока КА6

осуществляет защиту от перегрузки. Защита от минимального напряжения осуществляется реле KV2.

На лицевой панели размещены приборы контроля напряжения (вольтметр PV) и тока (амперметр PA). Указательные реле при срабатывании защит указывают на вид повреждения в двигателе.

Выбор режима работы двигателя осуществляется кнопками управления: "Вкл", "Выкл" - номинальный режим; "КЗ" - режим короткого замыкания; "Вкл. перегр", "Выкл. перегр" - режим перегрузки. При нажатии кнопки "Вкл" - включается выключатель и загорится сигнальная лампа.

УДК 621

Лагуткин О.Е., Мучкин И.И.

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК НА УЧЕБНОМ СТЕНДЕ

Защита конденсаторных установок, присоединяемых параллельно к приемникам электрической энергии, имеющим индуктивный характер, и предназначенных для улучшения коэффициента мощности в системе переменного тока с частотой 50 Гц, должна предусматривать для следующих видов повреждений и ненормальных режимов: многофазных замыканий; сверхтоков перегрузки; повышения напряжения. Защита от повышения напряжения не требуется, если батарея выбрана с учетом максимально возможного напряжения цепи, т.е. так, чтобы к единичному конденсатору не могло быть длительно приложено напряжение более 110% от номинального значения.

Разработана модель релейной защиты конденсаторной установки осуществляется пятью токовыми реле типа РТ-40 (на стенде обозначенными позициями КА1 - РТ40/20, КА2, КА3, КА4 - РТ40/10, КА5 - РТ40/6). Реле тока КА1 и КА2 осуществляют защиту от коротких замыканий. Реле тока КА3, КА4, КА5 защиту конденсаторной установки от перегрузок. Защиту от максимального напряжения выполняет реле типа РН54/320. На лицевой панели размещены приборы контроля напряжения (вольтметр PV), тока (амперметр PA) и времени действия защиты (секундомер). Указательные реле КН1, КН2, КН3, КН4 при срабатывании указывают на вид повреждения в цепи конденсаторной установки. Выбор режима работы установки осуществляется кнопками управления: "Вкл.", "Выкл." - номинальный режим; "К.З." - режим короткого замыкания; "Вкл. перегр.", "Выкл. перегр." - режим перегрузки. При нажатии кнопки "Вкл." включается выключатель и загорается сигнальная лампа НLR. Конденсаторная установка работает в номинальном режиме. При нажатии кнопки "Выкл." выключатель выключается и гаснет сигнальная лампа. Изменение токов нагрузки

осуществляется активным сопротивлением R . После включения режима перегрузки кнопкой "Вкл. перегр." ток на нагрузке увеличивается автоматически.

УДК 621.311

Жилин Б.В., Зайцев Д.Р.

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

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТАНТ H - i -РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕПЛЕНИЯ РФ

Рассматриваем систему потребления ЭЭ регионами РФ, как техноценоз, т.е. как систему, в которой присутствуют явления самоорганизации, и которая реагирует на внешние воздействия изменением структуры. Для описания структуры используется одна из возможных форм записи H -распределения структуры техноценоза по Кудрину Б.И. (ранговое по параметру) - показательная функция

$$W_r = W_1 / r^\beta \quad r=1, \dots, S, \quad (1)$$

где r – целочисленное значение ранга (ранг - номер по порядку расположения объектов в порядке уменьшения параметра), W_r – ранжированные значения непрерывного параметра, W_1 , β , S - значение параметра, соответствующее первому рангу (максимальное), вычисляемый показатель степени, общее количество рангов - константы распределения. Заметим, что константа S всегда задается равной фактическому значению, поэтому здесь не рассматривается ее определение. Ранее в работах Жилина Б.В. на ряде примеров было показано, что в общем случае структура ценоза стремится к идеальному распределению, т.е. к H - i -распределению. Однако на техноценоз постоянно воздействуют внешние условия, в ряде случаев их действие существенно, при этом его структура искажается, "отдаляется" от идеальной. Существует несколько видов H - i -распределения и, соответственно, способов получения констант в (1). Разные модели полезны при решении задач прогнозирования структуры и ресурсов техноценоза. В частности, вторая модель соответствует случаю получения констант (1) методом наименьших квадратов - эмпирическая модель (не относится к идеальному). В седьмой модели константы (1) определяются из решения системы двух уравнений, задающих ограничение на значение параметра первого ранга и суммарного ресурса всего техноценоза.

Рассматривалось изменение константы β в зависимости от константы W_1 : имеется тенденция слабого убывания β у обеих моделей за исключением 2009 г., когда произошло резкое возрастание β . Заметим, что это не совпадает с тенденцией изменения общего потребления, которое уменьшается в некоторые рассматриваемые годы. Это говорит о том, что изменение констант (1), характеризующих структуру электропотребления в

РФ, несет самостоятельную информацию, что требует продолжения исследований.

УДК 621.311

Жилин Б.В. , Зайцев Д.Р.

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

СРАВНЕНИЕ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ H - i -РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ РФ

Рассматриваем систему потребления и производства ЭЭ регионами РФ, как техноценоз, структура которого описывается ранговым по параметру H -распределением - показательная функция

$$W_r = W_1 / r^\beta \quad r=1, \dots, S, \quad (1)$$

где r – целочисленное значение ранга (ранг - номер по порядку при расположении объектов в порядке уменьшения параметра), W_r – ранжированные значения непрерывного параметра, W_1 , β , S - значение параметра, соответствующее первому рангу (максимальное), вычисляемый показатель степени, общее количество рангов - константы распределения. Рассматривалось изменение константы β (второй и седьмой моделей) в функции времени и в зависимости от константы W_1 .

Расчеты показали, что для электропотребления и производства ЭЭ наблюдается тенденция существенного возрастания β . при возрастании W_1 . Заметим, что возрастание β при увеличении W_1 свидетельствует о усилении неравномерности производства ЭЭ и электропотребления по регионам РФ. В обеих зависимостях наблюдается сильное возрастание β в 2009 г., а в производстве и потреблении ЭЭ в этот год наблюдался спад в несколько процентов. Самое главное, что происходит изменение общей тенденции в год предшествующей падению производства и потребления ЭЭ, т.е. в 2008 г. Это позволяет получать новые модели, основанные на техноценологическом подходе, для прогнозирования параметров техноценоза.

Для электропотребления константы β второй и седьмой моделей отличаются на величину около 4 %, для производства ЭЭ - на 5%. Это говорит о хорошем совпадении второй эмпирической модели с идеальным распределением седьмой модели, т.е. с H - i -распределением. Таким образом, структура изучаемых объектов-техноценозов хорошо согласуется с H - i -распределением, с течением времени стремится к нему, что позволяет существенно повысить точность прогноза суммарного ресурса системы, при применении соответствующих методов, учитывающих техноценологическую природу объектов.

УДК 621.867.2-830

Ребенков Е.С., Мамутов А.Л.

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

НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР ЭЛЕКТРОПРИВОДА С УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ

Математическая модель механической части частотно-управляемого электропривода конвейера получена в виде передаточной функции в векторной форме:

$$\bar{W}(s) = \frac{\bar{M}(s) \cdot \bar{R}_{ij}(s)}{\bar{X}(s)}.$$

Для демпфирования колебаний в механической части выбраны скорости частей конвейера непосредственно примыкающих к приводным барабанам, где значения деформации имеют максимальные значения. Разработан двухканальный нечеткий регулятор (НР) на основе «минимаксного» нечеткого вывода Мамдани. НР состоит из аналого-цифрового преобразователя, системы определения первой и второй производных ошибки управления e , центрального блока НР и фиксатора нулевого порядка. Функции принадлежности и база правил задаются в центральном блоке НР. Диапазоны изменения входных и выходных параметров НР отображены на три нечетких подмножества, функции принадлежности которых имеют треугольный вид. Лингвистическое правило управления НР следующее:

$$\text{ЕСЛИ } (e^* = a_1^j) \text{ И } (e^* = a_2^j) \text{ И } (e^* = a_3^j), \text{ ТО } (u_{1(2)}^* = a_c^j), \quad j = \overline{1,3},$$

где a_1^j, a_2^j, a_3^j – лингвистические оценки входных и выходных параметров, $u_{1(2)}^*$ – управляющие воздействия.

Моделирование проведено в системе MATLAB с использованием пакета нечеткой логики FAZZY LOGIC TOOLBOX. Полученные переходные процессы показали эффективность демпфирования колебаний в приводе конвейера с помощью НР.

УДК 621.311

Жилин Б.В., Казаков Р.С.

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

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ИССЛЕДУЕМОЙ СЕТИ, ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ

Формирование базы данных, для расчета потерь в питающей сети, производилось в среде Microsoft Excel. Данное решение обусловлено следующим: 1. данная программа имеет широкое распространение – исходные СУБД предприятий промышленного узла г.Новомосковска

построены именно в этом электронном процессоре; 2. в связи с его популярностью Microsoft Excel не требует специальных навыков работы, что снижает требования к степени обучения персонала (нет необходимости в навыках программирования, достаточно квалификации пользователя ЭВМ в операционной системе Windows); 3. возможность экспорта/импорта данных и обмена между различными программными продуктами («стыковка» работы приложений осуществляется на уровне файлов).

Исходные данные были получены в виде схем отдельных участков сети. Для дальнейшего применения было принято решение перевести схемы в электронный вид, притом необходимо было учесть возможность привязки параметров каждой точки сети с табличными базами данных сформированных в MS Excel. А именно для дальнейшего расчета база данных формировалась в виде матриц (массивов), размером $n \times 4$ и $n1 \times 3$. n – количество ветвей (является величиной переменной в связи с тем, что количество присоединений может меняться); $n1$ – количество узлов схемы (без учета балансирующего узла).

Первая матрица состоит из 4 столбцов: столбец 1 – узел начала ветви; столбец 2 – узел конца ветви, столбец 3 – активное сопротивление ветви (Ом), столбец 4 – реактивное сопротивление ветви (Ом).

Вторая матрица состоит из 3 столбцов: столбец 1 – номер узла нагрузки; столбец 2 – активная мощность нагрузки (кВт), столбец 3 – реактивная мощность нагрузки (квар).

Именно по этой причине для визуализации схемы было принято решение построения на базе MS Excel. Для этого рабочая область была разбита на квадратные ячейки (напоминающие пиксели), что позволило сформировать из них необходимый набор элементов сети. Каждый элемент имеет свои координаты что позволяет присвоить ему заданный набор параметров.

Данный вариант визуализации позволяет обновлять базу данных, а также изменять внешний вид схемы без каких либо глобальных изменений.

УДК 621.311

Шелегов Д.Р., Казаков Р.С.

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

АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОММЕРЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ, НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА СЕТИ НОВОМОСКОВСКОГО РАЙОНА

В качестве объекта исследования была выбрана сетевая компания ОАО «МРСК Центра и Приволжья» на примере сетей «Тулэнерго» (Новомосковский РЭС). ПО «Новомосковские электрические сети» включает: Богородицкий РЭС, Богородицкие ГЭС, Веневский РЭС, Донские

ГЭС, Кимовские ГЭС, Кимовский РЭС, Новомосковский РЭС, Узловский РЭС.

В рамках представленной работы рассматривается статистический подход, основанный на применении теории распознавания образов и кластерного анализа. Данный подход полностью использует существующую информацию в форме отчетности полученной ЭЭ от энерго-системы.

Для расчета потерь использована программа кафедры ЭПП (НИ РХТУ). Данный продукт написан в среде Matlab и пользователю необходимо работать в диалоговом режиме (т.к. достаточно развитого пользовательского интерфейса среда Matlab не имеет). Поэтому, вся база данных формируется в среде EXEL, а затем производим экспорт в среду Matlab.

Чтобы улучшить сходимость итерационного процесса, в программу были внесены изменения:

- исключение при расчете коммутационных аппаратов;
- задание нескольких источников питания;
- введение масштабного множителя по напряжению;

Расчеты показали, что предложенный метод позволяет с высокой достоверностью выделить технические и коммерческие потери, так как их величины в существующих условиях значительны. (Заметим, что по мере наполнения указанного пространства новыми значениями, точность метода будет расти, и возможно уменьшение экспертно выделенного диапазона 10%). С одной стороны это позволяет обосновать организационные и технические мероприятия для выявления несанкционированного и неучтенного отбора ЭЭ. Так, например, в некоторые месяцы коммерческие потери превышали технические почти в два раза. С другой стороны, невыделенные значительные коммерческие потери, не позволяют оптимизировать параметры и топологию электрических сетей по критерию минимизации технических потерь. Применение указанного подхода на других уровнях потребления ЭЭ (например, для показаний приборов учета на ТП потребителей) позволит конкретизировать присоединения со значительными коммерческими потерями.

УДК 621

Вдовин А.В., Макрушин В.В.

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

ДВУХКАМЕРНЫЙ ГАЗОГЕНЕРАТОР С ЦИРКУЛИРУЮЩИМ ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

При проведении воздушной газификации твердых топлив температура на выходе из слоя оказывается недостаточной для достижения максимальных значений химического КПД процесса газификации.

Для того чтобы его увеличить, в реакционную зону газификатора необходимо подводить дополнительное количество тепла для повышения температуры. Рассмотрим процесс газификации угля в камере с форсированным псевдооживленным слоем, в которую предложено подводить дополнительное тепло с потоком циркулирующего инертного дисперсного теплоносителя. Циркулирующий поток дисперсного теплоносителя последовательно нагревается при сжигании угля в конусной камере с пузырьковым псевдооживленным слоем и камере сжигания со сферической насадкой и форсированным псевдооживленным слоем. После этого нагретый до 930–950°C теплоноситель поступает в камеру газификации сначала с пузырьковым, а затем с форсированным псевдооживленным слоем, где передает физическое тепло топливно-воздушной смеси. В исследовании, проведенном на дробленом бородинском угле и инертном дисперсном теплоносителе – электрокорунде, показано увеличение температуры в камере газификации от 760 до 870°C и повышение концентрации горючего компонента CO в продуктах газификации на 5.5%. На основе кинетических уравнений реакций горения топлива и восстановления CO₂ до CO, а также уравнений теплового баланса камер сжигания и газификации представлена модель расчета состава газов и температуры по высоте реакционных камер. Экспериментальные значения температуры и состава продуктов газификации удовлетворительно совпадают с результатами расчетов по предложенной кинетической модели газификации.

УДК 621

Вдовин А.В., Макрушин В.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)
**ОРГАНОВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО: ПРОБЛЕМЫ И
ДОСТИЖЕНИЯ**

В литературе представлено достаточно много исследований процессов горения органоводоугольных топливных композиций (ОВУТ). В обзоре выделены основные проблемы, возникающие при изучении этих процессов. Представлены исторические выкладки развития водоугольных композиционных топливных технологий в России и мире. Отмечены преимущества использования ОВУТ в качестве энергетического топлива по сравнению с традиционными водоугольными топливами (ВУТ). Проанализированы факторы [соотношение компонентов, помол частиц твердой (угольной) составляющей, предельная температура окислителя, свойства жидких и твердых компонентов, способ и время приготовления суспензий и др.], влияющие на инерционность и устойчивость процессов зажигания суспензий на основе продуктов угле- и нефтепереработки. Определены перспективные направления развития современных

представлений о процессах зажигания ОВУТ. Выделены основные причины, ограничивающие активное применение ОВУТ в энергетике. Выполнено сравнение характеристик зажигания и горения водоугольных и органоводоугольных суспензионных топлив. Выделено влияние воды в композиционных угольных топливах на энергетические характеристики их зажигания и горения, а также экологические аспекты этих процессов. Рассмотрены современные проблемы распыления композиционных угольных топлив на энергетических объектах, а также влияние характеристик процесса распыления на параметры горения топлива. Проанализированы проблемы, сдерживающие развитие моделей зажигания и горения ОВУТ. Установлено, что основной из них является отсутствие достоверных экспериментальных данных о процессах прогрева, испарения, зажигания и горения капель ОВУТ. Сделано заключение о том, что применение высокоскоростных видеорегистрирующих систем и малоинерционных измерителей температуры и концентрации газов позволит сформировать недостающую экспериментальную информационную базу.

УДК 621

Лихачёва Л.А., Макрушин В.В.

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Важнейшим направлением Энергетической программы до 2020 г., принятой Правительством РФ в 2003 г., является энергосбережение в различных отраслях промышленности. Основным направлением повышения энергетической эффективности в системах теплоснабжения является модернизация всех её элементов.

Вариантом повышения энергетической эффективности когенерационных установок является технология утилизации излишков выработанного тепла на основе внедрения цикла Ренкина, используя в качестве рабочего тела низкокипящий агент (НКА).

Для реализации данного мероприятия необходимо решить ряд задач, связанных с выбором низкокипящего рабочего тела, оптимальных параметров работы оборудования, определением величины максимальной электрической мощности, которую можно получить для рассматриваемой котельной. Применение низкокипящего контура позволяет достаточно простыми техническими средствами утилизировать теплоту даже в тех случаях, когда другие методы неэффективны.

При выборе НКА должны учитываться различные параметры: теплофизические свойства, нетоксичность, озонобезопасность, иметь невысокую стоимость и лёгкость в обнаружении утечек, необходимость

завершения процесса расширения в области перегретого пара, при этом обеспечивая высокий удельный перенос тепловой энергии. Исходя из вышеперечисленных факторов, наиболее подходящим рабочим телом является фреоны и их азеотропные смеси, аммиак и группа предельных углеводородов

УДК 621

Лихачёва Л.А., Макрушин В.В.

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

ПРИНЦИП РАБОТЫ РАДИАЦИОННОГО ЩЕЛЕВОГО РЕКУПЕРАТОРА

Высокотемпературные теплотехнологические установки зачастую характеризуются высокой температурой отходящих из реактора газов. Для повышения энергетической эффективности установки теплоту отходящих газов можно регенерировать с топливом или окислителем, использовать для подогрева исходного материала или в установках внешнего теплоиспользования. Одним из распространенных вариантов является использование радиационных стальных рекуператоров для регенерации теплоты отходящих газов воздухом, идущим на горение топлива.

Они обладают следующими преимуществами: возможностью утилизации теплоты газов с высокой температурой; нециклическим режимом работы; газоплотностью; низким аэродинамическим сопротивлением; низкой загрязняемостью технологическим уносом.

При этом они обладают рядом серьёзных недостатков: низкой эффективностью при температурах отходящих газов $< 700\text{C}$; громоздкостью конструкции; большой металлоёмкостью; относительно низкими температурами подогрева воздуха (до 6000C); низким коэффициентом теплоотдачи со стороны воздуха, и как следствие высокой температура стальной стенки, что вызывает необходимость использования дорогих легированных сталей.

Для устранения указанных недостатков предлагается использовать оребрение внутренней поверхности обечайки щелевого рекуператора продольными прямоугольными рёбрами.

Рекуператор представляет собой два стальных концентрических цилиндра, установленных вертикально. Внутри внутреннего цилиндра снизу вверх движутся горячие газы из печи. В кольцевом зазоре между цилиндрами снизу вверх движется воздух. Для подачи воздуха в кольцевой зазор используются распределительные короба. Для улучшения теплоотдачи со стороны воздуха на внутренний цилиндр наварены прямоугольные рёбра. Для защиты рекуператора от излучения подводящего газохода или печного пространства служит водоохлаждаемая горловина, выполненная из стальных

труб и коллекторов. Снаружи установка покрыта слоем теплоизоляции. Вся конструкция опирается на стальной каркас.

УДК 621

Сёмин А.В., Макрушин В.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)
**СОВРЕМЕННАЯ КОТЕЛЬНАЯ — УНИВЕРСАЛЬНАЯ И
ЭФФЕКТИВНАЯ**

Во многих угольных котлах сохранилась ручная подача топлива в топку. КПД подобных котлов не превышает 30%, в домах, которые обслуживаются таким устаревшим оборудованием, холодно; выбросы вредных веществ в атмосферу большие, тарифы на вырабатываемое тепло высокие. При эксплуатации данного оборудования нарушаются абсолютно все санитарные нормы промышленной безопасности. Были проведены масштабные исследования выбора типа и конструкции новой топки. Максимально отвечающим вышеизложенным требованиям стал проект вихревой полугазовой топки, успешно работающей на различных видах топлива. Она и стала основой универсального механизированного твердотопливного котла — принципиально нового оборудования завода «Союз», не имеющего аналогов среди моделей отечественных производителей, КПД достигает 80-95%.

В основу новинки заложен оперативный топливный склад, действующий по принципу гидравлических стокеров и одинаково успешно работающий на опилках, щепе, торфе, брикетах, угле и прочих отходах. Транспортёр, передающий сырьё со склада в бункер питателя, оснащён верхней питающей цепью, что исключает забивание цепи и позволяет в том числе подавать полимерные отходы различной длины. Гидравлический толкатель топлива в топку обеспечивает подачу кусков до 300–400 мм длиной, а также даёт возможность легко регулировать производительность. Многоярусная система вихревых воздушных потоков в топке гарантирует высокоэффективное сжигание различных видов топлива, включая пластики. Поперечно-струйные воздушные потоки, работающие в верхней части топочного блока, в 10 раз снижают выброс золы в последующие тракты котла. Переходной блок обеспечивает окончательный дожиг углерода.

В новой топке применена схема беспровальных колосников, по поверхности которых поступательно движется водоохлаждаемая шурующая планка. Применение такой конструкции позволяет осуществлять вывод не только золы и шлака, но и различных инородных предметов, попадающих в топку с топливом. Применение воздухонагревателя для влажного топлива обеспечивает устойчивое воспламенение газов в топке, тем самым снижая выбросы CO_2 в атмосферу, соответственно возрастает КПД котельного оборудования.

Мощность в линейке разработанных котлов — до 10 МВт одной установкой, а модульная компоновка котельного комплекса позволяет объединением модулей довести суммарную вырабатываемую мощность до 40 МВт, что способно удовлетворить потребности в отоплении и ГВС около 25 000 человек населения.

С современным котельным оборудованием это возможно: в зависимости от типа и характера топлива оператор с пульта управления, не останавливая работу котла, задает новые параметры, что дает максимально возможный по топливу экономический эффект.

УДК 621

Сёмин А.В., Макрушин В.В.

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

КОНКУРЕНЦИЯ ВОДОТРУБНЫХ И ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ

Основными преимуществами жаротрубных паровых котлов признано являться компактность и меньший вес (сравнительно с водотрубными парогенераторами советской конструкторской школы), благодаря которым выигрывается полезная площадь в реконструируемых котельных, появляется возможность строительства крышных паровых котельных, не говоря уже о паровых БМК и транспортабельных аварийных парогенераторах (на шасси большинства производителей грузового транспорта). Но производители современных водотрубных котлов постоянно работают над повышением конкурентных преимуществ своей продукции. У ряда фирм габариты и вес агрегатов, сопоставимых по паропроизводительности с жаротрубными котлами, оказываются более привлекательны для создания блочно-модульных и крышных котельных. Так, например, прямоточные вертикально-водотрубные паровые котлы производства составляют прямую конкуренцию жаротрубно-дымогарным котлам по таким параметрам, как вес, транспортабельность, эргономичность, что делает их оптимальным решением для комплектации блочно-модульных паровых установок и создания высокоэффективных каскадных систем на ограниченной площади.

Как и жаротрубные котлы в составе БМК, водотрубные парогенераторы могут работать на природном газе и/или СПГ, на газе/дизельном топливе, а также на мазуте.

УДК 621

Бочарова Е.А., Макрушин В.В.

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

**ОБЪЁМНОЕ БЕЗФАКЕЛЬНОЕ СЖИГАНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО
ТОПЛИВА**

Автоматические водогрейные котлы пульсирующего горения обеспечивают принципиально новую технологию выработки тепла и радикальное снижение его себестоимости. Новизна котлов заключается в принципе их работы, основанном на периодическом объемном (безфакельном) сжигании газообразного топлива, а также в конструктивных особенностях, главные из которых - отсутствие горелки, дымососа, стандартной дымовой трубы, механически движущихся частей.

Упрощенно принцип действия и конструкцию котла пульсирующего горения можно представить следующим образом. В камеру сгорания через воздушно-пульсирующий и газопульсирующий мембранные клапаны, расположенные соответственно в ресиверных камерах, подается топливный газ. С помощью электрозапальной свечи осуществляется первичное воспламенение газозадушенной смеси в камере сгорания и кратковременное повышение давления, приводящее к возникновению акустических волн в резонаторе. Камера сгорания совместно с резонансными трубами образует объемный акустический резонатор типа резонатора Гельмгольца. Когда давление в камере превышает давление в ресиверах, пульсирующие мембранные клапаны закрываются. При этом дальнейшее поступление газа и воздуха в камеру сгорания приостанавливается. Под избыточным давлением дымовые газы выходят из камеры сгорания и через резонансные трубы и выхлопной коллектор поступают в окружающую среду. Через определенное время (около 20 мс) давление в камере снижается и пульсирующие клапаны открываются, впуская очередную порцию газа и воздуха. Приведенный цикл повторяется с частотой около 35-40 раз в секунду. Устанавливается периодический (автоколебательный) процесс, именуемый пульсирующим горением.

УДК 621

Бочарова Е.А., Макрушин В.В.

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

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТУПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Человечество удовлетворяет около 80% своих потребностей в энергии за счет органического топлива: нефти, угля, природного газа. Доля их в балансе электроэнергетики несколько ниже - около 65% (39% - уголь, 16% - природный газ, 9% - жидкие топлива). По прогнозам международного

энергетического агентства к 2020 г. при росте потребления первичных энергоносителей на 35% доля органического топлива увеличится до более 90%. Сегодня потребности в нефти и природном газе обеспечены на 50-70 лет. Однако, несмотря на постоянный рост добычи, эти сроки в последние 20-30 лет не уменьшаются, а растут в результате открытия новых месторождений и совершенствования технологий добычи. Что касается угля, то его извлекаемых запасов хватит более чем на 200 лет.

Таким образом, нет вопроса о дефиците органического топлива. Дело заключается в том, чтобы наиболее рационально использовать их для повышения жизненного уровня людей при безусловном сохранении среды их обитания. Это в полной мере касается электроэнергетики. У нас в стране основным топливом для тепловых электростанций является природный газ. В обозримой перспективе доля его будет, по-видимому, снижаться, однако, абсолютное потребление электростанциями сохранится примерно постоянным и достаточно большим. По многим причинам - не всегда разумным - он используется недостаточно эффективно.

Для отечественной тепловой энергетики важнейшей хозяйственной задачей является освоение и широкое использование газотурбинных установок с теми параметрами и показателями, которые уже достигнуты в мире. Важнейшей научной задачей является обеспечение проектирования, изготовления и успешной эксплуатации этих ГТУ.

Между тем для будущего тепловой энергетики ее гармонизация с окружающей средой имеет важнейшее значение. Наиболее трудно достичь ее при использовании в качестве топлива угля, содержащего несгораемую минеральную часть и органические соединения серы, азота и других элементов, образующих после сгорания угля вредные для природы, людей или строений вещества.

В качестве основных направлений дальнейшего повышения эффективности угольных ТЭС в настоящее время рассматриваются: повышение параметров пара по сравнению с освоенными 24 МПа, 540/540 °С при одновременном совершенствовании оборудования и систем паровых электростанций; разработка и совершенствование перспективных ПГУ на угле; совершенствование и разработка новых систем очистки дымовых газов. Остро необходимо техническое перевооружение отечественной теплоэнергетики с использованием освоенных в мире газотурбинных и парогазовых технологий и природоохранного оборудования. Важны разработка и освоение этих технологий и оборудования, а также создание ближнего задела в области паровых угольных энергоблоков повышенной экономичности, повышения параметров пара и ПГУ на угле силами отечественных предприятий. Решение долговременных задач устойчивого развития национальной экономики требует скоординированных на

государственном уровне научно-технических усилий, должным образом организованных и финансируемых.

УДК 621

Капустина А.А., Макушин В.В.

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

КАСКАДНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ С ПОПУТНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

В каскадных котельных теплоноситель нагревается несколькими котлами напольного или настенного исполнения, работающие вместе или поочередно, которые подключены последовательно. К достоинствам каскадных систем нужно, во-первых, отнести возможность гибкого варьирования мощности. Так, например, каскадная котельная на базе трех котлов с двухступенчатыми горелками может работать на шести различных ступенях мощности. Это позволяет более точно подстраивать тепловую производительность системы в соответствии с суточными, сезонными и другими изменениями нагрузки. Во-вторых, каскадные котельные характеризуются высокой надежностью: при выходе из строя одного котла или при проведении регламентных профилактических процедур котел можно отключить для замены или чистки без остановки всей системы. В зимний сезон бесперебойность работы системы позволит избежать ее замораживания. В-третьих, при поочередном включении котлов, когда котельная функционирует с неполной тепловой нагрузкой, увеличивается общий ресурс котлов, поскольку контроллер, управляющий работой каскада, включает котлы в такой последовательности, чтобы их ресурс вырабатывался равномерно. К другим достоинствам каскадных котельных можно отнести массогабаритные преимущества используемых агрегатов.

В каскадной котельной, где используются котлы равной мощности, съем тепла и охлаждение котлов будут осуществляться равномерно только в том случае, если через них будет проходить равное количество теплоносителя. Для этого необходимо, чтобы гидравлическое сопротивление всех параллельных контуров было одинаковым. Особенно важно выполнить это условие в каскадах, где используются котлы с небольшим объемом воды. Для выравнивания гидравлического сопротивления рекомендуется использовать гидравлический разделитель и оснащать каждый котловой контур насосом. Если по какой-либо причине сделать это не удастся, равный расход теплоносителя можно обеспечить, используя систему с попутным движением теплоносителя. В западной литературе ее называют схемой Тихельмана. В этом случае длины всех котловых контуров будут равными, а разница между их гидравлическим сопротивлением окажется незначительной. Это позволит выровнять расход воды котлов, работающих в каскаде.

УДК 621

Капустина А. А., Макрушин В. В.

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

КАСКАДНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ С КОНДЕНСАЦИОННЫМИ КОТЛАМИ

Высокая энергоэффективность современных каскадных котельных обусловлена гибким режимом работы, при котором расходуется ровно столько топлива, сколько нужно для отопления и ГВС. Благодаря автоматизированной системе управления каскадом и погодозависимой автоматике, каскадные котельные допускают большой диапазон модуляции мощности и снижают нагрузку на каждый из котлов, тем самым увеличивая долговечность их работы.

Конденсационные котлы оборудуют модулируемыми горелками. У мощных конденсационных котлов в камере сгорания создается высокое избыточное давление, и они не зависят от колебаний тяги. Такие котлы могут без потери эффективности работать в диапазоне модулирования от 20 до 100 % мощности, и их производительность можно сверхточно подстраивать к изменению тепловой нагрузки. В дымовых газах конденсационных котлов содержится очень небольшое количество СО и NO_x, и их можно эксплуатировать в крупных городах и природоохранных зонах. На всей протяженности дымоходов мощных конденсационных котлов создается избыточное давление. Такие агрегаты можно оснащать низкими дымовыми трубами небольшого диаметра. При благоприятных условиях для производства одного и того же количества тепла на протяжении длительного времени конденсационным котлам требуется на 35 % газа меньше, чем традиционным котлам. Соответственно, их использование в мощных каскадных системах позволит пользователю значительно сократить расходы, связанные с приобретением топлива.

Практика показывает, что в котлах, установленных в средней полосе России и управляемых погодозависимой автоматикой, среднегодовой КПД может составить до 100%.

УДК 621

Капустина А. А., Макрушин В. В.

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

ОБЗОР СИСТЕМ ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ

Лучистые приборы отопления обеспечивают передачу лучистой теплоты на нагрев внутренних поверхностей в отапливаемом помещении. По конструктивному исполнению лучистые системы отопления подразделяются на: панельные, по трубкам которых проходит перегретая вода; трубчатые

змеевики, закладываемые при изготовлении строительных конструкций; газозвдушные; радиационные подвесные или настенные.

Тепловое излучение обогревательного прибора, излучающего инфракрасный свет, воздух не поглощает. Потому энергия, от устройства «доставляется» до людей и предметов практически в полном объёме, и при этом нагревается не воздух (как это делают конвекторы), а именно люди и предметы. То есть, потолочные панели лучистого отопления передают тепло твердым предметам, таким, как мебель, стены и т. д., которые потом отдают его воздуху. Конечно же, вблизи устройства температура тел и плотность потока тепла более высокие. При этом такие устройства выделяют тепло исключительно в зоне своего прямого действия. Материалы, которые для инфракрасного излучения являются прозрачными, либо отражающие ИК-лучи, применяют при изготовлении ИК-устройств. «Прозрачные» выполняют роль светофильтров (как правило, это кварц), отражающие используются как рефлекторы, благодаря которым излучение направляется в нужном направлении, либо из них делают излучающие поверхности (чаще всего берется алюминий).

Плюсы применения потолочных панелей лучистого отопления. Для лучистого отопления не характерно скопление теплого воздуха наверху, у потолка, как это случается при конвективном обогреве. Применение ИК систем отопления позволяет уменьшать температуру, которая создается основной отопительной системой, без «ущерба» для ощущений пребывающих в помещении. Потолочные панели никак не ограничивают вас в размещении оборудования либо предметов мебели, они не занимают места в помещении, не уменьшают рабочее пространство. Они позволяют экономить также на вентиляции. Посредством подобных установок (отопительных/охлаждающих) в помещения может «доставляться» холод, только для этого необходим его источник – чилер (в летнюю пору – тепловой насос).

УДК 620.9-047.645

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

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОБЪЕКТАХ БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЫ

Благодаря действиям Минобрнауки, направленным на усиление мониторинга степени выполнения законодательства РФ в области повышения энергоэффективности организаций сферы образования в НИУ «МЭИ» в начале 2014 года был создан отдел энергоменеджмента (ОЭМ) НИУ МЭИ. Опыт деятельности данной организации лёг в основу «Методических рекомендаций по расчёту эффектов от реализации мероприятий по

энергосбережению и повышению энергетической эффективности», размещенных в августе 2016 г. на сайте Минстроя России.

Приведенные в «Методических рекомендациях...» мероприятия были внедрены на большом количестве объектов бюджетной сферы. Это позволило выделить типовые мероприятия по энергосбережению и установить диапазон возможной экономии ресурсов.

Для систем отопления:

- гидравлическая наладка внутренней системы отопления даст до 15% экономии потребляемой тепловой энергии (ПТЭ);
- автоматизация систем теплоснабжения зданий посредством установки индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) с возможной установкой «погодозависимой» автоматики позволит сэкономить до 30% ПТЭ;
- ежегодная очистка от отложений внутренних поверхностей нагрева отопительной системы здания позволит снизить расход ПТЭ на 10%-15% и получить экономию электроэнергии;
- снятие декоративных ограждений с радиаторов отопления и установка теплоотражателей за радиаторами даст экономию ПТЭ до 12%;
- улучшение тепловой изоляции стен, полов и чердаков позволит сэкономить до 25% ПТЭ.

Для систем освещения и электроснабжения зданий:

- замена ламп накаливания на люминесцентные и светодиодные лампы даст экономию до 70% потребляемой электроэнергии (ПЭЭ);
- оптимизация системы освещения за счет установки нескольких выключателей и деления площади освещения на зоны или засчёт секционного регулирования уровня светового потока экономит до 15% ПЭЭ;
- установка датчиков движения для выключения освещения в отсутствии персонала снизит уровень ПЭЭ на 10%-60% в зависимости от режима работы освещения до установки датчиков.

Для системы холодного водоснабжения:

- установка счётчиков расхода воды даст экономию до 30% за счёт снижения платежей за потребляемую воду;
- сокращение непроизводительных расходов и потерь воды при утечках позволит сэкономить до 50% потребляемой воды.

Применение указанных мероприятий позволит повысить энергетическую эффективность НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева.

УДК 620.9-047.645

Синякин Е.М., Чепрасова В.В., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

О ВОЗМОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Энергоресурсы, применяемые на промышленных предприятиях, можно подразделить на: электроэнергию; тепловую энергию; технологические газы, в том числе сжатый воздух; оборотную и необоротную воду; газообразное, жидкое и твёрдое топливо.

Энергосбережение в системах теплоснабжения успешно достигается:

- 1) обеспечением чистоты теплообменных поверхностей для улучшения теплообменного процесса;
- 2) использованием качественной теплоизоляции для снижения тепловых потерь в окружающую среду;
- 3) снижением тепловых потерь за счет использования оптимального размера теплопередающих поверхностей;
- 4) оптимальным расчетом направлений и величин технологических потоков в теплообменных процессах;
- 5) использованием высококачественного теплоносителя.

Об энергосбережении в системах, использующих оборотную и необоротную воду, на промышленных предприятиях начинают задумываться на 2-м или 3-м году после начала их эксплуатации, когда недооценка важности предварительной водоподготовки приводит к убыткам, связанным с выпуском бракованной продукции и выходом из строя систем водоснабжения предприятия. Чем правильнее спроектирована система подготовки воды на технологические и технические нужды, чем меньше воды покупается извне, тем больше средств сэкономит предприятие. Помимо качественной водоподготовки росту энергосбережения в системах водоснабжения на предприятиях способствует оптимальное функционирование насосного оборудования (при наибольшем КПД).

Перечисленные методы являются малой частью возможных путей повышения энергоэффективности производства, но их применение позволит без закупки новых технологий и значительных капиталовложений сократить расходы на выпуск продукции.

УДК 621.187

Шатилов В.В., Чермошенцев Е.А.

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

МЕТОД ДООЧИСТКИ КОНДЕНСАТА КОТЕЛЬНОЙ ОТ ВЫСОКОПАРАФИНИСТОГО МАЗУТА

Большое внимание уделяется в теплоэнергетике энергосберегающим технологиям и уменьшению сброса в окружающую среду различных загрязнителей, в частности-нефтепродуктов. Применяемые сейчас методы очистки сточных вод от нефтепродуктов являются дорогостоящими и не всегда эффективными. Возврат загрязненного конденсата в питательный контур паровых котлов может привести к выходу их из рабочего состояния. Потеря конденсата от подогревателей мазута приводит к необходимости дополнения подпиточной химочищенной водой котлового контура и дополнительного топлива.

Штатные нефтеловушки для очистки конденсата в большинстве конструкций не обеспечивают необходимую степень очистки, соответствующую санитарным нормам.

Особенно остра проблема качества очистки конденсата стоит при использовании высокопарафинистого мазута, как основного топлива на котельных, где нет природного газа.

Это связано с тем, что в конструкциях нефтеловушек большей частью используется принцип объемного разделения, что не позволяет качественно очистить конденсат от тяжелых нефтепродуктов.

Рассмотрены несколько вариантов конструкций установок различной производительности, работающих на различных предприятиях. Предложена конструкция, в которой основной процесс разделения конденсата и мазута происходит в секциях объемного отстаивания и тонкослойного разделение, а тонкая очистка в секции пенной флотации и коагулирования. Использование коагулянтов и флокулянтов значительно интенсифицирует процесс флотации, т.к. повышается гидрофобизация частиц загрязнений. Применение такой конструкции не только уменьшает сброс нефтепродуктов в окружающую среду, но и дает возможность использовать очищенный конденсат в цикле котельной и существенно снизить экологическую нагрузку на водоемы.

Представлены основные технико-экономические показатели, анализ эффективности работы.

УДК 621.1:621.311:621.165

Шуев И.В., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А.

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

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ ПАРА НА КОРРОЗИОННО-ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ТУРБИН ТЭС

Одним из элементов оборудования паросиловых установок, наиболее подверженных действию коррозионно-агрессивных загрязнений пара при его конденсации, является турбина. К числу таких загрязнений 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. Различия 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, теплообмена 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 621.18:543.06

Панов П.С., Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А.

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

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПАРОВЫХ КОТЛОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

В настоящее время в работе находятся большое количество котлоагрегатов с большим сроком эксплуатации.

В процессе эксплуатации котлоагрегатов на внутренней поверхности труб и барабанов системы парообразования образуются отложения, ухудшающие теплообмен. Это приводит к прежнему топлива, снижению экономичности и надежности работы котлов.

В обследованном паровом котле ДЕ-25-14ГМ, отработавшем около двадцати лет без капитального ремонта, имеют место усталостные явления в трубах и барабанах. Для удаления отложений с внутренних поверхностей используется механический метод очистки (шарошение), очень трудоемкий и недостаточно эффективный.

Пробы отложений, взятых из системы парообразования, показали их сложный состав и представлены карбонатом кальция, алюмосиликатами и оксидами железа. Идентификация отложений осуществлялась методами рентгеноструктурного и химического анализов. Проведены лабораторные исследования с образцами вырезок труб с различными моющими композициями минерального и органического состава.

Предложена и апробирована в ходе эксплуатационной химической очистки моющая композиция на основе соляной кислоты и комплексона, эффективно удаляющая отложения со стальных поверхностей. Предложена технологическая последовательность операций химпромывки с учетом коррозионного воздействия растворов на металл и утилизации сбросных вод.

Первая (основная) стадия – кислотная промывка: раствор 3-4 % соляной кислоты, ингибированный уротропином дозой 7,5 г/л для защиты стальных поверхностей более чем на 98 %.

Вторая стадия - нейтрализация остатков кислоты с пассивацией поверхностей нагрева котла - выполняется композицией ОЭДФ дозировкой 3-5 г/л с добавлением едкого натра концентрацией до рН моющего раствора 10. В этом случае ингибиторы коррозии не используются. Такая композиция позволяет удалить остатки кальциевых отложений и силикаты, нейтрализовать остатки соляной кислоты с комплексонной пассивацией металла.

Технология предусматривает использование штатного оборудования для организации контура циркуляции растворов с небольшой модернизацией и сброса сточных вод с последующей нейтрализацией.

УДК 66.07; 66.074.432.61

Мугенов Т.И., Ефремов В.Н., Воспенников В.В.,
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

УТИЛИЗАЦИЯ ПОПУТНЫХ И ТАНКОВЫХ АММИАКСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО АММИАКА

Агрегаты синтеза аммиака большой единичной мощности (1360÷1700 т/сутки) являются основными производителями синтетического аммиака в мире. В процессе их работы образуются аммиаксодержащие продувочные и танковые газы, которые после его выделения используются в качестве топлива в трубчатых печах паровой конверсии природного газа. Процесс их горения осуществляется в интервале температур 900÷1000⁰С. В этих условиях аммиак окисляется до оксидов азота, содержание которых в дымовых газах может достигать 100 мг/м³. Вторым недостатком подобного метода утилизации данных газов является невозможность рекуперации тепла дымовых газов. Третий недостаток – перерасход природного газа подаваемого на сжигание в трубчатую печь, так как определенная его часть расходуется на нагрев азота и аргона, являющихся балластом в этих газах.

Увеличение производительности агрегатов по производству аммиака до 1700 т/сутки привело к еще большему перерасходу природного газа в трубчатой печи, а также к дисбалансу агрегата по тепловой энергии.

Рассмотрен вариант утилизации продувочных и танковых газов, реализуемый путем введения в схему агрегата газотурбинной установки с электрогенератором и оборудования по рекуперации тепла дымовых газов. При этом исключается сжигание этих газов в трубчатой печи паровой конверсии природного газа.

Использование в качестве топлива в газотурбинной установке продувочных и танковых газов позволит производить дополнительное количество электроэнергии, а утилизация теплоты дымовых газов увеличить термический КПД газотурбинной установки (ГТУ), уменьшить выбросы в атмосферу оксидов азота за счет снижения температуры сжигания в камере сгорания ГТУ. Внедрение предлагаемой технологии утилизации продувочных и танковых газов на предприятиях азотной промышленности с учетом действующих тарифов на электрическую и тепловую энергии позволит снизить себестоимость вырабатываемого аммиака.

УДК 553.981.8; 658.567.1

Мугенов Т.И., Ефремов В.Н., Воспенников В.В.

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

УТИЛИЗАЦИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА БАЗЕ ШАКШИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Одной из проблем нефтяных месторождений является утилизация попутных газов, которые в настоящее время сжигаются на факеле.

Для Шакшинского нефтяного месторождения часовой расход ПНГ по трем факелам соответственно находится в пределах от 240 м³/ч до 520 м³/ч, которые содержат в среднем от 84,5 % до 96,5% углеводородов. В сумме часовой расход ПНГ, поступающих на факел составляет в среднем 1120 м³/ч. Помимо углеводородов ПНГ содержит азот, кислород, диоксид углерода, сероводород и меркаптановую серу. Большое содержание серы в ПНГ затрудняет применение беспламенных каталитических дожигателей.

Рассмотрена схема тригенерационного типа утилизации ПНГ, включающей получение электрической, тепловой энергии, а также холода. На первой стадии осуществляется компримирование ПНГ до давления более 2,0 МПа, при котором образуется газо-жидкостная фракция углеводородов (ГЖФУ). Подогретые и увлажненные до необходимых параметров ГЖФУ и воздух направляются в высокотемпературный реактор (газо-жидкостной реактивный двигатель конструкции ООО «ВТР»). Продукты сгорания, имеющие температуру более 1100⁰С направляются в котел-утилизатор. Образовавшийся пар необходимых параметров позволяет вырабатывать либо электрическую, либо тепловую энергии в виде пара или горячей воды на отопление и горячее водоснабжение. Установка состоит из трех энергетических агрегатов: высокотемпературного реактора, паровой турбины, турбодетандера.

Схема утилизации позволит выработать в среднем около 55000 МДж/ч тепловой энергии при одновременной утилизации ПНГ от трех факелов.

$$Q = V_{\text{пнг}} \cdot Q_{\text{п}}^{\text{п}} = 1120 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 49 \text{ МДж}/\text{м}^3 \approx 55000 \text{ МДж}/\text{ч}$$

Мощность установки составит 15,3 МВт

Установка турбодетандера на выходе выхлопного газа из установки позволит производить хладогент в виде жидкого азота и аргона, а также получить дополнительное количество электроэнергии.

УДК 536.27

Коновалов А. С., Гольцев Ю. Т., Курило Н.А.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРА

При исследовании процессов теплоотдачи возникают проблемы реализации самого физического явления.

Самостоятельно изготовить лабораторную установку очень сложно, а покупать готовые лабораторные установки – дорого. Очевидное решение этой задачи – использование математической модели и реализация её с помощью компьютерных технологий.

В докладе рассматривается алгоритм программы для исследования зависимости коэффициента теплоотдачи при плёночной конденсации водяного пара от конструктивных и температурных параметров с помощью математической модели.

Вся справочная информация, необходимая для выполнения вычислений, выбирается из таблиц, хранящихся в базе данных. Алгоритм программы предусматривает контроль вводимой информации, который обеспечивает проверку готовности студента к выполнению лабораторной работы и умения анализировать числовые значения и размерность исходных данных и табличных значений.

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». Для хранения данных используется система управления базами данных «MySQL».

Программа создана с помощью студентов. Привлечение их к этой работе преследует три цели. При создании модели они более глубоко изучают исследуемые явления. При написании программ – получают дополнительные знания в области компьютерных технологий. И последнее, результаты их работы внедряются в учебный процесс (лабораторный практикум).

УДК 536.27

Гольцев Ю. Т., Курило Н.А., Карнаев А. А., Батистова Е.К.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ ВОДЫ

Активное внедрение компьютерных технологий в образовательный процесс высших учебных заведений оказывает существенное влияние на повышение качества подготовки студентов и является неотъемлемой частью современного образования.

В докладе рассматривается алгоритм программы для исследования зависимости коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении воды от температурных параметров процесса с помощью математической модели.

Вся справочная информация, необходимая для выполнения расчётов, выбирается из баз данных. В процессе ввода информации осуществляется контроль готовности студента к выполнению лабораторной работы и умения анализировать числовые значения и размерность исходных данных.

Алгоритмы и выбранная среда программирования предусматривают использование пакета программ в системе дистанционного обучения. В качестве среды программирования выбраны язык разметки гипертекста «HTML», серверный язык WEB-программирования «PHP» и интерфейсный язык «JavaScript». Для хранения данных используется система управления базами данных «MySQL».

Программа создана с помощью студентов. Привлечение их к этой работе преследует три цели. При создании модели они более глубоко изучают исследуемые явления. При написании программ – получают дополнительные знания в области компьютерных технологий. И последнее, результаты их работы внедряются в учебный процесс (лабораторный практикум).

УДК 536.27

Гольцев Ю. Т., Головина З.А., Филатова А. Н., Шуляк В.А.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В ИДЕАЛЬНОМ ГАЗЕ

Одной из насущных задач образования на сегодняшний день является создание системы открытого образования, обеспечивающей общенациональный доступ к образовательным ресурсам на базе технологий дистанционного обучения.

Применение телекоммуникационных технологий дает возможность создания качественно новой информационной образовательной среды, среды

без границ с возможностью построения глобальной системы дистанционного обучения.

В докладе рассматривается алгоритм программы для исследования процессов в идеальном газе. Заложенные математические модели позволяют реализовать изохорный, изобарный и изотермический процессы.

Лабораторная установка представляет собой анимационный аналог реальных установок, и с помощью органов управления позволяет изменять параметры термодинамических процессов в реальном масштабе времени. Предусмотрен контроль вводимой информации.

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». Анимация реализация с помощью библиотеки Raphael.js. Для хранения данных используется система управления базами данных «MySQL».

Программа создана с помощью студентов. Привлечение их к этой работе преследует три цели. При создании модели они более глубоко изучают исследуемые явления. При написании программ – получают дополнительные знания в области компьютерных технологий. И последнее, результаты их работы внедряются в учебный процесс (лабораторный практикум).

УДК 536.27

Гольцев Ю. Т., Головина З.А., Филатова А. Н., Шуляк В.А.

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

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО СЖАТИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Разработка программы для исследования процессов изотермического сжатия углекислого газа обусловлена тем, что в реальной установке в качестве рабочего тела используется ртуть. Нарушение герметичности резервуара с ртутью, особенно соединенного с ним стеклянного капилляра, в котором осуществляется сжатие углекислого газа, может привести к не приятным последствиям.

В докладе рассматривается алгоритм программы для исследования процессов изотермического сжатия углекислого газа.

Лабораторная установка представляет собой анимационный аналог реальной установки, и с помощью органов управления позволяет изменять параметры процесса в реальном масштабе времени. Предусмотрен контроль вводимой информации.

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». Анимация реализация с помощью библиотеки Raphael.js. Для хранения данных используется система управления базами данных «MySQL».

Программа создана с помощью студентов. Привлечение их к этой работе преследует три цели. При создании модели они более глубоко изучают исследуемые явления. При написании программ – получают дополнительные знания в области компьютерных технологий. И последнее, результаты их работы внедряются в учебный процесс (лабораторный практикум).

УДК 621.18:543.06

Симченков А.А., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.

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

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ
ПАРОВОГО КОТЛА ДКВР-10/13**

Целью работы являлась разработка комплекса технологических мероприятий по восстановлению эффективной работы парового котла типа ДКВР, включающий отбор проб отложений и их идентификация физическим и химическим методами, подбор моющей композиции для растворения отложений, разработка технологии и схемы установки для проведения химической промывки. Технологический алгоритм предусматривает следующие этапы: 1. Визуальный осмотр внутренних поверхностей котла. 2. Отбор проб отложений и оценка степени загрязнённости. 3. Определение общей расчётной массы отложений на внутренних поверхностях теплообмена парового котла. 4. Рентгенофазовый анализ проб отложений. 5. Химико-аналитическое определение состава отложений. 6. Определение массы основных составляющих отложений. 7. Выбор моющей композиции, технологии химической очистки, схемы установки. 8. Проведение эксплуатационной химической очистки парового котла.

Практическая часть работы выполнена на паровом котле №3 ДКВР-10/13 котельной ООО «Абсолют» посёлок Лужковский Тульской области. Очистка проведена в две стадии. Основная стадия - кислотная промывка. Реагенты: соляная кислота, фторид натрия и ингибитор коррозии – уротропин. Температура моющего раствора (60 – 65) °С, скорость циркуляции раствора по контурам котла не менее 0,3 м/с, продолжительность стадии промывки (6 – 8) ч. Стадия нейтрализации и щелочения. Выполняется раствором кальцинированной технической соды (2 – 5) %. Температура раствора (90 – 95) °С, продолжительность операции (3 – 5) ч. Расчётные количества реагентов для химической очистки парового котла составляют: соляная

кислота техническая синтетическая 2964 кг; уротропин технический 175кг; фтористый натрий 175 кг; сода кальцинированная техническая 700 кг.

Отмыты рыхлые и плотные отложения. Признаков коррозии на внутренних теплообменных поверхностях котла не обнаружено, входные участки («колокольчики») развальцованных в барабанах котла трубок не деформированы, т.е. толщина стенок трубок не изменилась.

Степень очистки котла составила 96 %.

УДК 621.18:543.06

Иванов И.А., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.

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

ИССЛЕДОВАНИЯ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПАРОВОГО КОТЛА ДЕ-10-14ГМ

Объект исследования - котёл паровой ДЕ-10-14ГМ двухбарабанный вертикально-водотрубный. Проведён осмотр через люки верхнего и нижнего барабанов. Внутренние поверхности котла покрыты отложениями бурого и тёмно-бурого цвета. Отложения неравномерные как по толщине, так и по плотности. Пробы отложений со стенок барабанов снимались (отбивались) скребком. Для исследования выбрали десять наиболее крупных пластин отложений. Толщину каждой пластины измерили микрометром. Средняя измеренная (фактическая) толщина твёрдых отложений: 1,50 мм. Все пластины взвесили на аналитических весах и измерили их площади поверхности. Удельная загрязнённость (количество отложений на 1м²) рассматриваемой поверхности теплообмена составила 2500 г/м². В данном случае внутренняя поверхность нагрева котла может быть оценена 5 баллами и охарактеризована как катастрофически загрязнённая. Общая поверхность нагрева (радиационная плюс конвективная) котла - 149,02 м². Тогда общая расчётная масса отложений (накипи) в котле составляет величину 373 кг.

Проведён рентгенофазовый анализ проб отложений и идентифицированы основные кристаллические соединения, а также частично и аморфная составляющая пробы. В результате химических анализов проб отложений определено процентное содержание (массовая доля) основных катионов, входящих в состав идентифицированных рентгенофазовым анализом соединений. Химические анализы пробы отложений выполнены на определение содержания гематита, оксида кальция и диоксида кремния по стандартным методикам. Точный количественный состав отложений необходим для расчёта количества реагентов для разложения или комплексования отложений при химической промывке котла. Результаты химических анализов на исходное вещество: CaO - 35,20 %; Fe₂O₃ - 17,50 %; SiO₂ - 7,50 %; потери при прокаливании - 35,10 %. Такой состав накипи

усложняет технологию химической очистки котла и требует проведения её в три стадии: предварительное щелочение; кислотная промывка (реагенты: соляная кислота, фторид натрия, ингибитор коррозии – уротропин); нейтрализация и щелочение.

УДК 621.311.22:681.322

Малофеев Н.В., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.

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

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ РЕГЕРАТИВНОГО ПОДОГРЕВА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ПРИ РАЗНЫХ ТИПАХ ПНД

Основным недостатком подогревателей низкого давления поверхностного типа является наличие в них высоких значений недогрева воды до температуры насыщения греющего пара. Особенно велик недогрев для подогревателей, работающих при давлении ниже атмосферного. Так, для большинства конденсационных блоков эта величина составляет 8-10 °С, что существенно превышает расчетные значения. Потери экономичности блока К-300-240 от недогрева питательной воды в вакуумных подогревателях по данным испытаний составляют 0,2 – 0,3 %, что равносильно ежегодному перерасходу 2-3 тыс. т условного топлива на каждом блоке.

Основной причиной высокого недогрева является наличие воздуха в греющем паре, который проникает в подогреватель через неплотности. При содержании воздуха в паре 0,2 – 0,3 % поверхностный подогреватель практически перестает работать.

Важной причиной высокого недогрева в ПНД является их высокое гидравлическое сопротивление при проходе пара и связанная с этим потеря давления пара. Так для подогревателей типа ПН-400-26-2-IV блоков К-300-240 потери давления пара за счет гидравлического сопротивления трубного пучка достигали 0,007 – 0,008 МПа, что соответствует снижению температуры насыщения греющего пара примерно на 10 °С. Эти недостатки могут быть устранены при применении комбинированной схемы регенерации, когда подогреватели низкого давления, работающие при давлении выше атмосферного, выполняются поверхностного типа, а подогреватели с давлением греющего пара ниже атмосферного – смешивающего типа. Созданы подогреватели смешивающего типа, которые используются в регенеративных системах крупных энергоблоков. Подогреватели устанавливаются последовательно один над другим (гравитационная схема), что исключает необходимость применения дополнительных насосов для перекачивания конденсата греющего пара. Разность высот между подогревателями должна выбираться по максимально возможной разности давлений в подогревателях с учетом гидравлического сопротивления трубопроводов слива и некоторого запаса высоты.

УДК 66.02

Вахромеева Н. А., Нджа Окосси Ромео, Сафонов Б. П.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

КОНСТРУКТИВНЫЕ КРИТЕРИИ СОВЕРШЕНСТВА ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

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.

По функциональному назначению теплообменное оборудование подразделяется на нагреватели, холодильники, конденсаторы, испарители, пароперегреватели, дистилляторы и т.п.

Наиболее распространённые в химической отрасли рекуперативные теплообменники, среди которых самыми применяемыми являются кожухотрубчатые теплообменные аппараты, кроме них используются секционные, погружные, оросительные, ребристые, спиральные и пластинчатые теплообменники и др. Для изготовления теплообменного оборудования используются углеродистые и низколегированные стали, реже цветные сплавы и нержавеющей стали. При выборе материала элементов теплообменника необходимо учитывать его устойчивость к химическому воздействию теплоносителей.

Конструктивное совершенство промышленного оборудования характеризуется рядом критериев, среди которых следует отметить конструктивные и экономические критерии. Конструктивными критериями совершенства промышленного оборудования является металлоемкость и компактность. Применительно к теплообменникам металлоемкость (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.

В работе проанализированы металлоемкость и компактность теплообменных аппаратов, используемых в химической отрасли. Получено, что по металлоемкости предпочтительными являются ребристые (трубчатые с ребрами и пластинчатые с ребрами) и пластинчатые (прокатно-сварные и штампованные) теплообменники. Среди трубчатых по металлоёмкости предпочтительными являются кожухотрубчатые теплообменники. По компактности предпочтительными являются штампованные теплообменные аппараты.

УДК 66.02

Тимофеев К.А., Серегин В.В., Сидорчук В.К.

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

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ВИТЯХ ПРУЖИНАХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СТАТИЧЕСКОЙ И УДАРНОЙ НАГРУЗКАХ

Витые пружины являются одним из наиболее широко распространенных упругих элементов машиностроения. Их используют в качестве аккумуляторов упругой энергии, амортизирующих, возвратно-подающих и других механических устройств. В зависимости от вида воспринимаемых рабочих нагрузок витые пружины подразделяются на пружины растяжения, пружины сжатия и пружины кручения.

К основным характеристикам витовой пружины, действующих на сжатие, относятся упругая характеристика, чувствительность и жесткость, которые определяются соотношением между перемещением и нагрузкой. В связи с этим механические характеристики материала, из которого изготовлен упругий элемент – предел упругости, предел текучести и предел прочности должны быть достаточно высокими.

При статических расчетах витая пружина может рассматриваться как пространственно изогнутый стержень, осевая линия которого в простейшем случае представляет собой винтовую линию, геометрические параметры которой определяются диаметром витка, числом витков и углом подъема. Обычно $\alpha \leq 5^0$. Подъем витка можно характеризовать также шагом пружины.

Для обеспечения прочности пружины величина τ_{\max} не должна превышать значения допустимого напряжения $[\tau]$. Пружины изготавливаются из высококачественной стали, поэтому значения допустимых напряжений весьма высоки: $[\tau] = 20 \dots 80 \text{ кН/см}^2$.

Задача о расчете конструкций на ударную нагрузку содержит в себе в первую очередь анализ напряженного состояния в зоне контакта соударяющихся тел и процесса изменения контактных сил во времени. Большие сложности вызывает необходимость учета при резких ударах дополнительных степеней свободы упругого тела, влиянием которых при других видах нагружения можно было бы пренебречь. Существенную роль в процессе удара играет трудно поддающийся анализу фактор рассеяния энергии.

В каждом конкретном случае надо, воспользоваться либо условием сохранения энергии, либо условием сохранения количества движения.

УДК 62.1

Серяков Д.А., Бегова А.В.

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

КОНСТРУКЦИЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДИСПЕРГАТОРА

Гидромеханический диспергагор является двухступенчатым горизонтальным насосом с одним всасывающим патрубком. Корпус насоса сконструирован с вертикальным разъемом. Он снабжен сальником, позволяющим устанавливать, как уплотнительное устройство вала, механическое уплотнение, так и сальниковую набивку.

Применяемое рабочее колесо полуоткрытого и полностью открытого типа. При низком давлении на всасе и малом осевом давлении вала применяется шарикоподшипник радиально-упорный. Подшипники смазываются маслом из системы масляных ванн. Для контроля уровня масла имеется маслоуказатель. В масляные ванны масло подается шприц-масляной.

Диспергатор состоит из следующих основных частей: вала в сборе со статором, узла торцевого уплотнения и фланца с входным патрубком. Вал в сборе с подшипниками и корпусом устанавливается в корпус диспергатора и с помощью муфты соединяется с валом двигателя.

Основными узлами ГМД-12, посредством которых осуществляется создание акустического поля, являются ротор и статор. Ротор представляет собой головку с двумя рядами радиальных, прямоугольных, равномерно расположенных по окружности отверстий. Внутри ротора встроена шестилопастная крыльчатка насоса, разделяющая его на 2 лопасти. Статор выполнен в виде цилиндрического стакана, так же, как и ротор, с двумя рядами прямоугольных отверстий. Интенсивность процесса обработки композиций находятся в зависимости от величины радиального зазора и давления в полости диспергатора, и наибольших значений достигает при наименьшем зазоре и наибольшем давлении на входе.

Узел торцевого уплотнения предназначен для предотвращения попадания обрабатываемой композиции в полость подшипникового узла и представляет пару трения двух колец, одно из которых (подвижное) закреплено на роторе, второе (неподвижное - втулка) в подпружинной обойме.

Литература

1. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. «Основы конструирования и расчета химической аппаратуры». Справочник. Изд. 4-е, стереотипное, М.: «Альянс». 2011-752с.

УДК 66.02

Сапегин В.В., Клочков В.И.
(Новомосковский институт им. Д.И. Менделеева)
**КОНСТРУКЦИЯ СЕПАРАЦИОННОЙ ТАРЕЛКИ
МНОГОСТУПЕНЧАТОГО СЕПАРАТОРА**

Предлагается конструкция многоступенчатого сепаратора, представляющего собой вертикальный цилиндрический аппарат общей высотой 7,5 м. Диаметр нижней загрузочной части – 0,85 м, диаметр верхней сепарационной части -1,4 м. На первой ступени сепарации парожидкостная смесь проходит сетчатый каплеотбойник, установленный в нижней части аппарата. Затем частичное разделение жидкости и газа происходит в сепарационной части за счет увеличения диаметра и на заключительной стадии сепарации разделение жидкостной и газовой фракций происходит на сепарационных тарелках, установленных по всей высоте сепарационной части аппарата.

Рекомендуется тарелка специальной конструкции представляющая собою густоперфорированную пластину с отверстиями 50 мм, в которые ввариваются патрубки с тангенциальными отверстиями в нижней части для входа парожидкостного потока и с отбойными колпачками в верхней части, огибающими патрубки с внутренней и внешней сторон.

Газожидкостной поток, входящий в нижнюю часть патрубка через тангенциальные отверстия приобретает вращательное движение. Под действием центробежной силы капли жидкости отбрасываются на стенки патрубка, образуют тонкую пленку, которая за счет высокой скорости газа поднимается и через зазор между стенкой патрубка и отбойного колпачка стекает на полотно тарелки, а очищенный газ по центру патрубка удаляется из сепаратора.

Применение многоступенчатой схемы сепарации и специальной сепарационной тарелки позволит повысить эффективность процесса разделения парожидкостной смеси и значительно снизить унос жидкой фазы.

УДК 620.178.16

Серякова Е.В., Бегова А.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)
**АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПЛАСТИНЧАТЫХ
ТЕПЛООБМЕННИКОВ**

Пластинчатые теплообменные аппараты предназначены для проведения теплопередачи без изменения агрегатного состояния (нагреватели, холодильники) и с изменением агрегатного состояния (испарители, конденсаторы). Они могут применяться для одновременного теплообмена

между двумя, тремя и большим количеством сред, а также пригодны для теплообмена с двух- и трехфазными рабочими средами, имеющими кинематической вязкости до $0,6 \text{ м}^2/\text{с}$.

По конструкции эти теплообменники подразделяются на разборные (ТПР), полуразборные (ТПП), блочно-сварные (ТПБС) и сварные неразборные (ТПСН).

Разборные пластинчатые теплообменники (ТПР) применяются, если аппарат часто подвергается разборке и чистке, имеется необходимость перекомпоновки поверхности теплообмена и изменение числа параллельно работающих каналов. Разборные теплообменники могут работать со средами, содержащими твердые частицы размером не более 4 мм.

Конструкция разборного пластинчатого теплообменника приведена на рис. 1

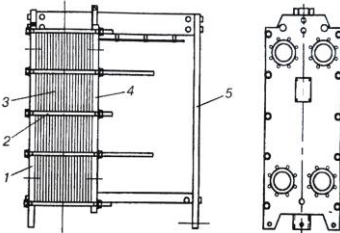


Рис. 1 Разборный пластинчатый теплообменник: 1 - нажимная плита; 2 - стягивающие шпильки; 3 - теплопередающие пластины; 4 - нажимная плита; 5 - стойка.

К недостаткам следует отнести влияние температуры на прочность соединения герметизирующих прокладок с пластинами, недостаточную стойкость некоторых марок клеев к рабочим средам, необходимость тепловой обработки некоторых клеев для получения достаточной прочности соединения.

Преимущества разборных теплообменников – небольшие размеры; простота обслуживания (пластины и каналы теплообменников легко очищаются); возможность изменения мощности путем изменения типа и количества пластин; ремонтпригодность (пластины и уплотнения можно менять при протечке).

УДК 66.011

Поздняков В.В.¹, Перникоз Н.В.², Каменский М.Н.¹
 (¹Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева,
²Новомосковский политехнический колледж)

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА

Поршневой компрессор предназначен для сжатия и перемещения газа и представляет собой горизонтальную четырехступенчатую машину с приводом от электродвигателя.

На этом компрессоре предполагается проведение лабораторных и практических занятий по дисциплинам «Компрессоры и насосы», «Технология ремонта и монтажа химического оборудования».

Компрессор имеет кривошипно-шатунный механизм, цилиндропоршневую группу, систему газораспределения, систему охлаждения и систему смазки.

Дифференциальный поршень включает в себя шток и три поршня первой, второй и третьей ступени. В четвертой ступени компрессора применяется плунжер, так как эта ступень должна работать при высоком давлении. Плунжер, имеющий сравнительно небольшой диаметр, но значительную длину, воспринимает высокое давление газа, действующее на его торец.

В систему охлаждения компрессора входят четыре холодильника, два из которых кожухотрубные второй и третьей ступени установлены в корпусе цилиндра и два змеевиковые четвертой ступени и концевой, которые установлены в рубашке четвертого цилиндра и на выходе из него. Охлаждение осуществляется водой, которая охлаждает стенки цилиндра и сжимаемый воздух.

В лабораторном поршневом компрессоре пять всасывающих и пять нагнетательных клапанов. Клапаны состоят из: седла, пластины, ограничителя, пружины и нажимного винта для регулировки смещения клапана в осевом направлении.

Для выравнивания пульсирующего потока газа и ослабления газовых ударов в компрессоре применяются буферные емкости.

Смазка механизма движения осуществляется шестерёнчатым насосом. Смазка цилиндров осуществляется лубрикатром.

В процессе разработки конструкции многоступенчатого горизонтального поршневого компрессора были проведены прочностные расчеты цилиндропоршневой группы, а также смоделирована работа компрессора в системе автоматизированного проектирования.

УДК 62-324

Серёгина Е.В., Козлов А.М

(Новомосковский институт РХТУ им Д.И. Менделеева)

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

В производстве синтетического аммиака для привода центробежных компрессоров свежего синтез-газа применяют паровые турбины, рабочим телом которых является перегретый водяной пар с давлением 11МПа и температурой 510°С.

К материалам трубопроводов пара и особенно к запорной арматуре предъявляются следующие требования: высокое сопротивление релаксации остаточных напряжений в материале, структурная устойчивость и стабильность механических свойств, в том числе ударной вязкости и высокой жаростойкости.

Шпиндели являются главной деталью ходовой части арматуры. В зависимости от вида и конструкции арматуры они работают на сжатие-растяжение или продольный изгиб, на кручение. Материал шпинделя должен обладать высоким сопротивлением задиранию в направляющих и ходовых резьбовых втулках, высокими износо- и коррозионной стойкостью, особенно в контакте с мягкой сальниковой набивкой. Поэтому для изготовления шпинделей помимо конструкционных углеродистых и низколегированных зачастую применяют нержавеющие и жаропрочные стали.

Для повышения работоспособности шпинделей предлагается в ходе ремонта повышать их эксплуатационные характеристики химико-термическими методами.

На основе литературных данных и опыта работы преподавателей кафедры ОХП НИ РХТУ были выбраны следующие методы упрочнения: азотирование, борирование и боросилицирование.

Азотированию подвергались образцы диаметром 10 мм и длиной 15 мм из сталей марок: 38ХМЮА, 30ХГСА, 08Х17Н15МЗТ по индивидуальным режимам. Процессы борирования и боросилицирования выполнялись из порошковой среда в контейнерах с плавким затвором. После ХТО поперечные сечения образцов подвергались исследованию на микротвёрдость по толщине диффузионного слоя и испытанию на износостойкость на машине торцевого трения по чугуному диску на машине МИ-1М.

Все методы ХТО исследованных сталей значительно повысили их работоспособность и были предложены для производственных испытаний, которые в свою очередь подтвердили данные лабораторных исследований.

УДК 66.02

Бабкова Е.И. Лобанов Н.Ф

(Новомосковский институт РХТУ им Д.И. Менделеева)

ТЕСТИРОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЛАБОРАТОРНОМ СТЕНДЕ

В современном обществе проблема энергосбережения постепенно начинает выходить на первый план. Для решения этой задачи в промышленности сейчас предлагается множество вариантов и способов. И один из них это использование улучшенной теплоизоляции. При выборе теплоизоляционного материала необходимо знать эффективность значения коэффициента теплопроводности λ . Возможности использования справочной литературы ограничивается недостатком сведений в рабочих условиях ($t=20^{\circ}\text{C}$; 1 ата; естественная конвекция). Экспериментальный стенд позволяет получить данные по λ для конкретных материалов различных производителей.

Расчет экспериментальных значений λ производится по зависимости (1), при установившемся режиме теплоотдачи ($\Delta T = \text{const}$)

$$\lambda = \frac{\ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi l (t_{ст} - t_{н})} \quad (1)$$

Недостатком данного стенда следует считать сложность изготовления образцов, искажение формы пор, из-за естественного сжатия и растяжения слоев теплоизоляции. Для ликвидации указанных недостатков была разработана конструктивная схема на базе плоского нагревателя.

Новый стенд представляет с собой индукционную плитку с установленным на ней термостойким теплоизолятором для лучшего распределения тепла и снижения температурного напора. Рабочая часть установки выполнена в виде цилиндра. На измерительный диск (с терморезистором) устанавливается образец теплоизоляции цилиндрической формы, который равномерно прогревается. Сверху образец прижимается вторым диском с терморезистором. Для исключения радиальных теплопотерь от излучающих поверхностей образца предполагается установка кожуха из более теплоизоляционного материала.

Новый стенд позволит испытывать разные виды листовых теплоизоляционных материалов. Для плоских образцов рассчитано ограничение по толщине $\delta = 5 \text{ мм}$ (без защитного кожуха) и до $\delta = 50 \text{ мм}$ (с защитным кожухом). Установка имеющая плоскую поверхность контакта более экономична и проста в использовании.

УДК 621.787

Серёгин В.В., Козлов А.М.

(Новомосковский институт РХТУ им Д.И. Менделеева)

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО БОРИРОВАННОГО СЛОЯ

Исследовано влияния предварительного пластического поверхностного деформирования на структуру и характер формирования борированного слоя на сталях 08X17 и 12X18H10T.

Пластическому деформированию подвергались образцы цилиндрической формы, диаметром 10 мм и длиной 150 мм, с шероховатость поверхности $R_a 3,5 \text{ мкм}$, разделённый проточками на 8 частей.

Образец изготавливался на токарном станке 16K20 и при той же установке обкатывался свободно вращающимся роликом из закалённой инструментальной стали P18. Обкаточное приспособление зажималось в резцедержатель, усилие прижатия регулировалось тарированной пружиной в пределах от 10 до 60 кг. Борирование образцов осуществлялось из порошковой среды в контейнерах с плавким затвором при температуре 1000°C в течение 4 часов.

Исследование поперечных шлифов борированных образцов показало, что их предварительное пластическое деформирование существенно сказывается на строении и качестве борированных слоёв.

При значениях остаточных напряжений, не превышающих предел текучести материала зона деформирования меняется в малой степени. А при напряжениях, превышающих предел текучести, возникает скачкообразное изменение диаметра в сторону его уменьшения. При нагрузках на образец свыше 60 кг идёт существенный рост наружных размеров.

Характер изменения размеров образцов по диаметру и после борирования свидетельствует о немонотонности влияния предварительной пластической деформации на борлируемость и сплошность покрытия. В области малых предварительных деформаций не обнаружено заметных изменений строения по сравнению с недеформированными образцами. В интервале нагружений от 20 до 40 кг рост размеров образцов после борирования минимален, а слои получаются плотными, хорошо сцеплёнными с основой.

Обжатие свыше 40 кг вызывало ухудшение качества покрытия, слои пористые и слабо связанные с основой.

Таким образом, применение предварительного пластического деформирования позволит управлять качеством ХТО покрытий.

УДК 621.762

Скоблицов А.Ю., Хордигов А.Э., Суменков А.Л.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОПОРОШКОВ

В течение последних нескольких лет производство новых материалов и продукции на их основе существенно возросло практически во всех отраслях промышленности. Нанодисперсные материалы также относятся к современным новым материалам. Они характеризуются значительным «улучшением» свойств при переходе к наноразмерам. При уменьшении размеров у нанодисперсных материалов проявляются значительное увеличение твёрдости, пределов прочности и текучести, снижение температур полиморфных превращений, спекания, плавления, возрастание однородности и плотности покрытий и др.

Оксидные наноматериалы, например оксид алюминия, широко применяются не только в химической промышленности, но и во многих других отраслях. Al_2O_3 традиционно используется для получения керамических инструментов, огнеупорных и абразивных материалов, катализаторов, при этом в последнее время всё чаще в виде нанопорошков.

В процессах получения и дальнейшего использования нанодисперсных порошков важно знать их основные механические свойства: коэффициенты внутреннего и внешнего трения и аутогезию. Выяснено, что они зависят от гранулометрического и фазового состава порошков (которые определяются способом и параметрами синтеза) и характеристик окружающей среды: температуры, давления, влажности. Названные зависимости позволяют получать нанопорошки с заданными заранее свойствами и даже разработать технологию оптимизации рабочих характеристик получаемых «нетрадиционных» материалов.

В работе рассматривались особенности определения механических свойств нанопорошков на приборах с ячейками разных размеров. Исследовались порошки Al_2O_3 со средним размером сферических частиц от 0,06 до 2,0 мкм. Средний диаметр частиц измеряли по методу БЭТ.

Получена зависимость механических свойств от размера ячейки прибора и среднего диаметра частиц, что позволит прогнозировать поведение нанопорошков при осуществлении многих процессов с их участием.

УДК 531.12

Исаев А.С., Ле Хонг Фук, Чинь Нгуен Куинь

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

СОВРЕМЕННЫЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

При изучении физики одним из основных направлений является изучение законов изменения, законов движения. Для построения более точных и сложных моделей целесообразным является использование современных программных средств. На наш взгляд, оптимальной для учебных задач является программа MathCAD. Она обладает достаточными функциональными возможностями, но не предъявляет повышенных требований к квалификации персонала (достаточно квалификации уверенного пользователя в Windows) [1].

При изучении законов движения можно выделить два направления: 1. качественный подход (формализация зависимости между различными параметрами движения); 2. количественный подход (получение значений). Для обоих направлений успешно может быть использован MathCAD, что подтверждается практикой [2].

Задача исследования движения (динамический процесс) в MathCAD может быть решена численно (решение уравнений на основе законов кинематики), аналитически (специальные функции программы, включая дифференцирование, для получения законов изменения скорости и ускорения и т.д.), графически (построение графиков – временных рядов физических величин с визуализацией решения).

В настоящее время основной тенденцией является преимущественное использование численных методов. Это связано с громоздкостью и ограниченностью самих аналитических методов и с развитием компьютерной техники и информационных технологий (возможность численного решения дифференциальных уравнений второго порядка, которые соответствуют основным законам кинематики).

При этом, используя компьютерные программы, с задач кинематики можно снять искусственные ограничения (связанные с переходом от производных к приращениям), приблизив модели к реальности.

Литература:

Гурский Д., Турбина Е. *Mathcad для студентов и школьников. Популярный самоучитель.* – СПб.: Питер, 2005. – 400 с.

Очков В.Ф. *Задачи по физике: новый подход к решению.* М.: НИУ МЭИ: «Открытое образование», 2012, №6. – с.30-39.

УДК 531.13

Аль Гассан Абдулла, Исаев А.С., Фока Флоран

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА MATHCAD ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ФИЗИКИ

Изучение физических явлений создает основу для будущего изучения специальных технических дисциплин. Более глубокое понимание физики процессов возможно при использовании в учебном процессе (семинары и лабораторный практикум) современных компьютерных технологий. В настоящий момент подобных комплексов достаточно много, но в курсе физики наиболее рациональным является использование программы MathCAD [1].

Это программное обеспечение имеет следующие преимущества перед аналогичными программами: 1. удобный графический интерфейс; 2. стандартные для Windows приемы работы; 3. построение файла MathCAD использует ту же логику, что и языки программирования высокого уровня (организация листингов подобна); 4. можно использовать физические величины (естественный перевод из одной размерности в другую); 5. широкие функциональные возможности; 6. электронные книги (Electronics Workbench), содержащие основные физические величины; 7. обширный опыт использования программы [2].

Использование MathCAD может быть осуществлено в трех уровнях: 1. в качестве интеллектуального калькулятора: в этом случае пользователь должен получить законченные расчетные соотношения – программа

используется только для вычислений; 2. для решения систем уравнений (включая дифференциальные): пользователь должен сформировать основные законы (для кинематики – законы движения) – программа использует соответствующие функции или «символьную математику»; 3. для решения оптимизационных задач – пользователь должен сформировать целевую функцию и начальные условия: программа определит положение ее максимума (минимума).

Таким образом, использование MathCAD при изучении физики уменьшает трудоемкость расчетов, освобождая от рутинных вычислительных процессов.

Литература:

- [1] Майер Р.В. «Решение физических задач с помощью пакета MathCAD», Глазов: ГПИ, 2006. – 37 с.
 [2] Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 368 с.

УДК 622:550.3

Логачёва В.М., Мишанова В.А., Овсянников Д.С.

(Новомосковский институт РХТУ им Д.И. Менделеева)

ПРИЧИНЫ ПРОРЫВОВ ВОДЫ В ЛАВЫ ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

По многочисленным данным шахтного электрометрического прогнозирования аномальных зон в углевмещающем комплексе горных пород были обоснованы схемы безаварийной подготовки к отработке выемочных столбов с учетом величины и расположения непереходимых нарушений.

На примере шахты Бельковская (выемочный столб лавы № 118 восточной) Подмосковского угольного бассейна, где необходимо было дать оценку состояния обводненности окских известняков по данным полевых электроразведочных наблюдений комбинированным способом полевой и подземной электроразведки (КСППЭ) по кровле и почве в штреках № 118 и № 120, закрепленных металлической крепью.

Однако проведенные методически правильно и в большом объеме геофизические исследования часто не могут решить поставленные горно-гидрогелогические задачи, если не предусмотреть обработку и интерпретацию первичного материала с использованием ПЭВМ.

Краткая геологическая характеристика участка заключалась в следующем. Выемочный столб лавы № 118 восточной имеет размеры 100×660 м, расположен в целике. На момент проведения КСППЭ штреки № 118 и № 120 были полностью обурены восстающими скважинами и все они воды не давали, только в некоторых отмечался капеж дебитом до 0,1 м³/час.

По обоим штрекам и в оконтуровках пробурено 162 восстающие скважины, т.е. в среднем с шагом в 10 метров. Восстающие скважины из первых и вторых надугольных песков действовали с дебитом до $10 \text{ м}^3/\text{ч}$, из тульских известняков воды поступало до $5 \text{ м}^3/\text{ч}$, устойчиво работала восстающая скважина на окские известняки с дебитом до $20 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Известно, что наибольшее влияние на максимальную длину лавы в Подмосковном бассейне оказывает обводненность горных пород. Анализ причин внезапных прорывов воды показал, что при работе лав длиной свыше 60 м слой глин, залегающий между угольным пластом и обводненными окскими песками и известняками, не может служить надежным водопором, способным предотвратить прорывы воды и песка в горные выработки даже при снижении уровня воды до допустимых пределов при существующих схемах отработки шахтных полей.

УДК 65.01

Родионов К.А.

(ГПОУ ТО «Донской политехнический колледж»)

ВЛИЯНИЕ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ НА ОКРУЖАЮЩЮЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Без здоровой окружающей среды не может быть ни здорового общества, ни социально активных граждан. К сожалению, в настоящее время в России экологическая ситуация характеризующая прогрессирующей деградацией окружающей природной среды, и ухудшение здоровья нации свидетельствуют о том, что в стране не обеспечивается экологическая безопасность [1].

Огромное влияние на окружающую среду оказывает автомобильный транспорт, а именно продукты переработки топливной системы, а также резиновая и асбестовая пыль [2].

Нами было изучено экологическое состояние атмосферного воздуха на территории с наибольшей пропускной способностью автомобильного транспорта города Донской, через количественное определение содержания газа с помощью индикаторных трубок (изучение и анализ загрязнения атмосферного воздуха выхлопами газа автомобильного транспорта) [2].

Актуальность данной темы обусловлена возрастающим количеством автомобильного транспорта в городе и его неблагоприятным воздействием на качество городской среды и здоровье населения.

В результате исследований были получены данные количественного содержания кислорода и различных оксидов в атмосферном воздухе исследуемых зон.

В местах с повышенным скоплением автомобильного транспорта увеличивается объемная доля (%) монооксида и диоксида углерода. В

условно чистой зоне процентное соотношение кислорода выше, чем в точках с высокой техногенной нагрузкой. Оксидов азота в исследуемых нами территориях обнаружено не было.

Согласно полученным данным следует сделать вывод о необходимости снижения техногенной нагрузки автотранспорта на окружающую среду, а в частности на атмосферный воздух.

К мероприятиям, позволяющим снизить воздействие транспорта, хочу отнести следующее: разработка ресурсосберегающих технологий защиты окружающей среды от транспортных загрязнений; постоянный мониторинг состояния окружающей среды; управление природоохранной деятельностью на транспорте; экологическое образование населения; рациональная организация перевозок и движения; совершенствование автомобиля и его техническое состояние; увеличение темпов и объемов работ по озеленению в городе, а также использовании растительных объектов для биоиндикации качества атмосферного воздуха; своевременное техническое обслуживание автомобилей согласно регламенту завода изготовителя.

Литература

1. Экология и экономика природопользования. Бобылев С.Н., Новоселов А.Л., Гирусов Э.В. и др. Учебник. Изд. 2-е, перераб., 2002 г.
2. <http://www.biofile.ru>

УДК 65.01

Ерофеев А.Н.

(ГПОУ ТО «Донской политехнический колледж»)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУСТАРНИКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В условиях города на растительные объекты действует целый комплекс климатических и антропогенных факторов. В зонах промышленного производства антропогенный фактор выходит на первый план, в связи с увеличением техногенной нагрузки на атмосферный воздух пылевыми частицами и аэрозольными выбросами, компонентами которых являются тяжелые металлы, а также оксидами азота и серы и рядом органических компонентов, занимающих в ряду стресс-факторов одно из первых мест [1].

Комплексное воздействие токсикантов воздуха и почвы приводит к развитию окислительного стресса у растений. В нейтрализации активных форм кислорода (АФК) значительная роль отводится системе скоординированных реакций антиоксидантной системы растений.

Кустарники являются важнейшим биологическим фильтром, способным поглощать аэрозольные частицы и аккумулировать часть токсичных соединений [2].

Основным поставщиком загрязняющих веществ в воздушный бассейн области являются предприятия топливно-энергетической промышленности, черной и цветной металлургии, а также автотранспорт дающие от 50 до 85% загрязнителей.

Наиболее интенсивные отрицательные последствия наблюдаются в непосредственной близости от источников загрязнения, где содержание вредных примесей в воздухе может превышать допустимые нормы в десятки раз [3].

В качестве объектов исследований были выбраны 4 кустарника произрастающие в санитарно-защитных насаждениях предприятий черной и цветной металлургии города Тула и условно чистой зоны (УЧЗ) – ЦПКиО им. П.П. Белоусова.

Пробоотбор проводился в санитарно-защитной полосе предприятий черной и цветной металлургии (Точка I, II) в июне-июле в период активной вегетации с листьев верхнего и среднего яруса кустарников по периферии кроны на расстоянии 1-1,5 м от поверхности земли. Исследования велись на свежесобранном материале в день пробоотбора.

В контрольных образцах наибольшее содержание каталазы выявлено у кизильника блестящего, снежника белого, наименьшее - у боярышника кроваво-красного, пузыреплодника.

Исследования показали неоднозначную реакцию кустарников интродуцентов по активности фермента на полиметаллическое загрязнение почв. У ряда изученных видов (кизильник блестящий, снежника белый) активность каталазы снижалась в 5-8 раз по отношению к контролю. У боярышника кроваво-красного, пузыреплодника калинолистного активность фермента возрастала в условиях аэротехногенных выбросов предприятий металлургической промышленности в 1,5-4 раза.

Из проведенных исследований можно выявить следующие виды биоиндикаторы: по снижению уровня активности каталазы от 30 до 78 % - кизильник блестящий, снежника белый, пузыреплодник калинолистный.

В качестве биоиндикационного и мониторингового параметра из изученных рекомендуем использовать уровень активности каталазы в листьях кустарников. Содержание каталазы и ее активность в исследуемых кустарниках определяет загрязнение воздушной и почвенной среды тяжелыми металлами и их солями, а также соединениями фосфора, серы, углерода, азота (диаграмма 1).

Диаграмма 1
Активность каталазы в листьях кустарников



Литература

1. Горелова, С.В. Компоненты аскорбат-глутатионового цикла древесных интродуцентов в условиях техногенного стресса [Текст] / С.В. Горелова, Е.В. Меньшикова, А.Ю. Харихонов // Материалы Всероссийской научной конференции - Иркутск: СИФИБР СО РАН, 2013. -С.504
2. Горелова, С.В. Низкомолекулярные антиоксиданты: аскорбиновая кислота и глутатион в листьях кустарников в условиях полиметаллического загрязнения [Текст] / С.В. Горелова, А.Ю. Харихонов, Е.В. Меньшикова // 17-я Международная Пущинская школа конференция молодых ученых. Сборник тезисов. 2013.- С.494
3. Горелова, С.В. Реакция фотосинтетических пигментов и ряда компонентов антиоксидантной системы растений на воздействие аэрозольных выбросов предприятий металлургической промышленности (на примере г. Тулы) [Текст]/ Горелова С.В., А.Р. Гарифзянов, В.В. Иванищев// материалы международной научной конференции посвященной 100-летию со дня рождения П.И. Ляпина М.: Товарищество научных изданий КМК 2009.-С. 793.

УДК 515.18

Нифонтова Т.Ю., Сорсов К.И.

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

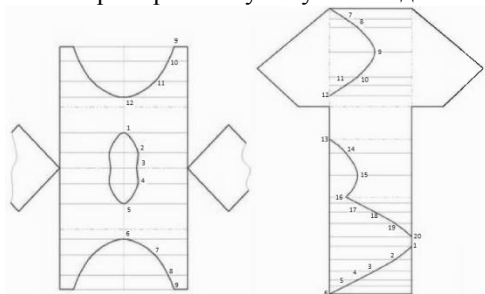
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Стремительный рост информации, привел к неэффективности традиционных методов обучения. Необходимы новые методы в том числе с применением компьютерной графики.

Изучение начертательной геометрии способствует развитию у студентов качеств, характеризующих высокий уровень инженерного мышления и необходимых для решения прикладных задач.

Важнейшими задачами начертательной геометрии являются: научить отображать на плоскости трёхмерные геометрические фигуры и научить читать чертёж. Прочтёшь чертёж - это представить себе пространственное изображение предмета.

Примером могут служить задачи на построение разверток (рис. 1.)



3D-графика - это одно из направлений компьютерной графики, позволяющие создавать пространственные объемные модели (3D-модели) и обладающие высокой фотореалистичностью.

Трёхмерное изображение на плоскости отличается от двумерного тем, что включает построение геометрической проекции трёхмерной модели на плоскость с помощью специализированных программ. Использование компьютерных технологий при проектировании и разработке геометрических объектов помогает студентам увидеть конечный вариант объемных геометрических объектов и линию их пересечения. Использование такого программного обеспечения, как 3ds MAX и Pepakura.Designer.3.07 дает возможность получать «живые и подвижные» модели.

Трёхмерная графика прочно вошла в современную жизнь, что каждый человек сталкивается с ней, порой даже не замечая ее.

Область применения трёхмерной графики необычайно широка: от рекламы до образовательного процесса.

УДК 515.18

Нифонтова Т.Ю., Матюшин Д.С.

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

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА: СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛА ПО ГЛАВНЫМ ПОЗИЦИОННЫМ ЗАДАЧАМ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Систематизация изложения учебного материала имеет огромное значение для усвоения знаний обучаемыми. Очень важен такой подход при рассмотрении первого раздела инженерной графики – начертательной геометрии. Ведь достижение основной цели ее изучения – овладение методом ортогонального проецирования – опирается на образное представление выполняемых по методу действий.

Следует отметить, что общепринятая последовательность изложения начертательной геометрии в начальной стадии изучения дисциплины такой очередности придерживается. Рассуждение при этом проводится на примерах простых геометрических образов: точка, прямая, плоскость. Когда же материал дисциплины подходит к поверхностям, то стройность его преподавания несколько размывается. Главным образом это объясняется довольно широкой классификацией поверхностей.

Еще большая путаница возникает с рассмотрением материалов Первой главной позиционной задачи (сечение поверхностей плоскостью 1ГПЗ) и Второй главной позиционной задачи (взаимное пересечение поверхностей 2ГПЗ). Для 1ГПЗ – это «точка», а для 2ГПЗ – «линия». Кроме того, определенные во 2ГПЗ линии пересечения бывают также различными. Они могут иметь плоскую и пространственную конфигурацию, иметь очертания плавных кривых или же иметь форму ломаных линий, состоящих из отрезков прямых, кривых и их сочетаний. Проведение такой детализации линий пересечения по их форме, за исключением частных случаев, позволяет охватить все многообразие задач блока 2ГПЗ следующей классификацией.

УДК 515.18

Казиева Л.В., Овсянников Д.С.

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

РОЛЬ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА

Создание и эксплуатация высокотехнологичных производств по плечу специалистам нового поколения, владеющих передовыми технологиями, способными осуществлять свою деятельность на уровне последних достижений в области науки и техники.

Без графических дисциплин невозможна любая инженерная деятельность, инженерное творчество и технический прогресс.

Вначале изучается начертательная геометрия, как основополагающий раздел учебной дисциплины. «Инженерная графика». Последующие разделы дисциплины – «Проекционное черчение», «Машиностроительное черчение», «Компьютерная графика и моделирование» изучаются в названном порядке, но могут изучаться и параллельно. На протяжении всего периода изучения графических дисциплин должна постоянно подчёркиваться взаимосвязь всех разделов черчения и компьютерной графики. Все это целостный курс, целью которого является подготовка специалистов, готовых и способных эффективно создавать на основе полученных знаний современные геометрические модели инженерных объектов, отвечающих требованиям высокотехнологичных производств и уровню развития науки и техники.

В последнее время к выпускникам вузов предъявляются повышенные требования по владению компьютерными программами с графическим редактором –«КОМПАС», «AutoCAD» и др. Появление новых программных средств (электронные каталоги оборудования, инерактивные справочные базы, электронные библиотеки ГОСТов) значительно подняло на более высокий уровень выполнение чертежей, рабочей документации и проектных работ в целом.

При использовании современных систем инженерной и компьютерной графики будущие инженеры учатся строить точные модели в виде проекционных комплексных чертежей. Для этого преподавателями кафедры разработаны комплекты заданий и задач. Комплект конструкторско-технических заданий на основе умственного графического конструирования способствует развитию у студентов инженерного мышления – важного компонента при самостоятельном и осознанном чтении и выполнении чертежей.

Таким образом, графические дисциплины, ориентированы на формирование общепрофессиональной подготовки инженера.

СЕКЦИЯ КИБЕРНЕТИКИ, АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 351.821

Лопатина С.В., Кочевин И.С., Лопатин А.Г.

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

АНАЛИЗ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ФОРМ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Подтверждение соответствия является обязательной процедурой для СИ, к которым предъявляются требования технических регламентов или иных нормативных документов.

Информация об иных нормативных документах, устанавливающих обязательные требования к средствам измерений, приведена в Постановлении Правительства РФ от 1 декабря 2009 года № 982 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии».

Существует единый перечень продукции, в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Таможенного союза. Эти перечни позволяют определить какая форма подтверждения соответствия требуется в каждом случае.

Например, СИ, относящиеся к электрическим или электронным, подлежат подтверждению соответствия в форме декларирования соответствия по Техрегламентам Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» и ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств». (при серийном выпуске схемы 1д, 3д, 6д) По решению заявителя декларирование соответствия может быть заменено сертификацией. В этом случае работы проводятся по схеме сертификации 1с – проверка производства у изготовителя, испытания типовых образцов. Если на СИ оформлен Сертификат Ех по ТР 012/201, то действие ТР ТС 004/2011 на него не распространяется.

При удачном прохождении процедуры подтверждения соответствия всем требованиям ТР, выдается полноценный сертификат ТС на средства измерений. Он действует на территории РФ, Белоруссии и Казахстана и дает право производителю маркировать свою продукцию знаком обращения на рынке. Знак маркировки соответствия требованиям ТР может быть использован только после оформления всех обязательных сертификатов соответствия ТР.

УДК 62-503.5

Бычков А.Д., Соболев А.В.

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

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ САР

Синтез энергосберегающей системы автоматического регулирования (ЭСАР) разбивается на две взаимосвязанные задачи: выделение энергоэффективного и динамически эффективного каналов управления, и расчет настроек регуляторов и полосовых фильтров. Решение первой задачи сводится к следующей методике:

1. Рассчитывается эксергетический баланс ХТС и на основании анализа потерь эксергии определяются фрагменты технологической схемы и аппараты, где наиболее ощутимы эксергетические потери на управление.

2. Для управляемых переменных, характеризующих состояние технологических аппаратов, выявленных на первом этапе, определяются все возможные по физическому смыслу управляющие воздействия. Кроме того определяются динамические характеристики по каждому из каналов управления (экспериментально или по адекватной модели исследуемой ХТС).

3. Определяется эксергетическая чувствительность наиболее характерных режимов работы ХТС к выявленным на этапе 2 возможным управляющим воздействиям и путем решения системы уравнений определяется оптимальный вектор управлений для статического режима.

4. Производится ранжирование всех управляющих переменных в ряд по двум характеристикам: эксергетической чувствительности технологического режима к управляющей переменной и частотным характеристикам относящегося к ней канала управления. В результате они располагаются в определенном порядке, учитывающего как степень энергосбережения при использовании конкретного управляющего воздействия, так и динамические свойства канала управления. Вследствие наличия двух конкурирующих критериев, практически не поддается формализации и выполняется в основном с помощью экспертных оценок значимости тех или иных факторов.

После этого переходят к решению второй задачи, а именно выбор законов управления регуляторов, определение их оптимальных настроечных параметров (на основе заданного динамического критерия оптимальности) и, наконец, нахождение настроечных параметров фильтров.

УДК 62-503.5

Ковальчук А.В., Соболев А.В.

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

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ САР**

Ввиду сложности математического описания динамических процессов в адаптивной энергосберегающей системе автоматического регулирования (ЭСАР) наиболее простым и доступным способом исследования является имитационное моделирование переходных процессов с помощью типовых программ. Для проверки работоспособности адаптивной ЭСАР создана программа в системе VisSim. Объект по каждому каналу управления моделируется аperiodическими звеньями 1-го порядка с запаздыванием:

$$W_i(s) = \frac{k_i \cdot \exp(-\tau_i \cdot s)}{T_i \cdot s + 1}, \quad i=1, 2$$

Регуляторы каждого из каналов управления обрабатывают типовой ПИ-закон регулирования и описываются следующей передаточной функцией:

$$R_i(s) = k_{p_i} + k_{u_i} \cdot \frac{1}{s}$$

Настройки регуляторов рассчитываются путем минимизации интегрального квадратичного критерия с помощью метода расширенных частотных характеристик. В качестве фильтрующих элементов выбраны фильтры Баттерворта 1-го порядка. В динамически эффективном канале используется фильтр высоких частот с передаточной функцией вида:

$$\Phi_1(s) = \frac{\omega_0}{s + \omega_0},$$

а в энергетически эффективном канале фильтр низких частот с передаточной функцией вида

$$\Phi_2(s) = \frac{s}{s + \omega_0}.$$

Моделирование показало, что благодаря предложенному способу адаптации можно улучшить качество работы ЭСАР нестационарным объектом управления при условии, что известна математическая зависимость между параметрами объекта и величиной возмущения.

УДК 62-503.5

Федин Н.А., Соболев А.В.

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

**ОБ ОДНОМ ВАРИАНТЕ АДАПТИВНОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ
САР**

На сегодняшний день актуальной проблемой является разработка способов обеспечения заданного качества управления объектами с нестационарными параметрами. Это справедливо и в случае построения энергосберегающей системы автоматического регулирования (ЭСАР).

Предлагаемый способ адаптации ЭСАР характеризуется тем, что в процессе работы системы в зависимости от изменения свойств объекта управления периодически происходит перенастройка параметров регуляторов и поиск частоты среза фильтрующих элементов с использованием пробного прямоугольного сигнала. При этом адаптация происходит только в тех случаях, когда качество регулирования становится неудовлетворительным из-за воздействия на объект управления возмущения, изменяющих его динамику. Это позволяет повысить устойчивость ЭСАР и качество регулирования. Отличительной особенностью является то, что подстройка осуществляется за одну итерацию, но при этом необходимо располагать математической моделью объекта и иметь возможность измерить основное возмущение, изменяющее его свойства.

Исследования показали, что наиболее сильное влияние на динамику объекта управления оказывает динамический контур, а к основному возмущению, чаще всего, следует относить изменение расхода среды со стороны регулирующего органа. Решение об адаптации ЭСАР принимается в том случае, если выполняется неравенство: $|I_s - I_r| > \Delta$ (где I_s , I_r - соответственно эталонное и текущее значение критерия работы ЭСАР, Δ - допустимое отклонение критерия качества от эталонного). В результате происходит перерасчет параметров регуляторов и фильтров. Независимо рассчитываются одноконтурные системы на процесс с минимальной квадратичной оценкой, строятся амплитудно-частотные характеристики замкнутых одноконтурных систем и решается оптимизационная задача, заключающаяся в нахождении частоты среза фильтров, разделяющей свойства каналов управления и минимизирующей квадратичный критерий. После найденные значения параметров передаются в соответствующие регуляторы и фильтры.

УДК 62-503.5

Камынин В.А., Соболев А.В.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)
**ОБОБЩЕННЫЙ КРИТЕРИЙ ОПТИМАЛЬНОСТИ В
 ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ САР**

Работа энергосберегающей системы автоматического регулирования (ЭСАР) происходит таким образом, чтобы минимизировать динамическую ошибку регулирования в переходном режиме и свести к минимуму потери эксергии в статическом режиме.

Поскольку критерии управления в статике и динамике носят разнородный характер, то для эффективного синтеза ЭСАР необходимо сформировать новый критерий оптимальности, который бы объединил в себе обе задачи, решаемые в процессе регулирования, и мог бы отражать, например, только динамический режим работы.

Формулировка единого критерия оптимальности разбивается на два критерия, отражающих изменение потерь эксергии и точность регулирования в динамическом режиме.

Первый критерий задается следующей зависимостью:

$$I_1 = \Delta E = \sum_{i=1}^n \int_0^T \left(\frac{\partial E}{\partial u_i} + \frac{\partial E}{\partial y} k_i \right) du_i + \int_0^T \left(\frac{\partial E}{\partial f} + \frac{\partial E}{\partial y} k_f \right) df$$

где k_i - коэффициенты передачи по соответствующим каналам регулирования; k_f - коэффициент передачи по каналу возмущения; ΔE - величина потерь эксергии; u_i - i -ое управляющее воздействие; T - время наблюдения за работой ЭСАР.

Второй критерий, отражающий точность регулирования, имеет вид:

$$I_2 = \int_0^T \varepsilon^2(t) dt,$$

где ε - ошибка регулирования в системе. Интервал интегрирования принимается также равным T , чтобы совместить воедино точность регулирования и затраты энергии на процесс регулирования.

Общий критерий оптимальности работы ЭСАР принимает вид:

$$I = \gamma_1 I_1 + \gamma_2 I_2,$$

где $\gamma_1 + \gamma_2 = 1$.

УДК 62-503.5

Губин Е.П., Соболев А.В.

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

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СИНТЕЗА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ САР

Энергосберегающие системы автоматического регулирования (ЭСАР) имеют сложную структуру, включающую в себя несколько взаимосвязанных контуров регулирования, работа которых разделяется посредством полосовых фильтров. Алгоритм работы такой системы направлен на минимизацию динамического критерия оптимальности и величину потерь эксергии в статическом режиме.

Применение ЭСАР в производственном процессе связано с определенными трудностями, поскольку невозможно в режиме реального времени получить точную математическую модель (часто такая модель заменяется опытом работы операторов-технологов), учесть нестационарность объекта. Поэтому актуальной становится задача применения нечетких методов управления, а также методов искусственного интеллекта для синтеза ЭСАР.

Основные задачи, которые необходимо решить в процессе синтеза, касаются выделения энергосберегающего и динамически эффективного каналов управления, а в случае их большего числа выполнение ранжирования по динамическому и энергетическому критериям управления. Это можно сделать при наличии соответствующей математической модели, отражающей специфику функционирования объекта на основе знаний обслуживающего персонала. При этом создаваемая модель должна интуитивно отражать изменяющиеся режимы работы в зависимости от действующих возмущений, помех, режимных уставок. В результате то, что раньше выполнял проектировщик, перекладывается на соответствующую систему управления.

Вторая составляющая синтеза ЭСАР (расчет регуляторов и фильтров) тоже может быть решена с помощью интеллектуального управления, поскольку характер работы ЭСАР с типовыми регуляторами и полосовыми фильтрами сводится к нечетким ПИ- и ПД- законам управления. Тем самым применение методов искусственного интеллекта должно повысить эффективность работы ЭСАР и в динамическом режиме.

УДК 517.2

Ионова Л. Г., Платонова О.Ю., Романенко Н. А.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ФУНКЦИИ $L(x) = \int_1^x \frac{dt}{t}$

Доказать что функция $L(x)$, задаваемая в промежутке $(0, \infty)$ интегралом

$$L(x) = \int_1^x \frac{dt}{t},$$

обладает следующими свойствами:

$$\begin{aligned} L(x_1 x_2) &= L(x_1) + L(x_2), \\ L\left(\frac{x_1}{x_2}\right) &= L(x_1) - L(x_2), \end{aligned}$$

Решение. По свойству аддитивности

$$L(x_1 x_2) = \int_1^{x_1 x_2} \frac{dt}{t} = \int_1^{x_1} \frac{dt}{t} + \int_{x_1}^{x_1 x_2} \frac{dt}{t}$$

Во втором интеграле произведем замену переменной $t = x_1 z$, $dt = x_1 dz$,

t	z
x_1	1
$x_1 x_2$	x_2

Тогда

$$L(x_1 x_2) = \int_1^{x_1} \frac{dt}{t} + \int_1^{x_2} \frac{dz}{z} = L(x_1) + L(x_2).$$

Пологая здесь $x_1 x_2 = x_3$; $x_2 = x_3 / x_1$, получим $L(x_3) = L(x_1) + L(x_3 / x_1)$, т.е. $L(x_3 / x_1) = L(x_3) - L(x_1)$.

Легко также получить и другое следствие $L\left(x^{\frac{m}{n}}\right) = \frac{m}{n} L(x)$ для любых целых m и n .

Действительно, для положительных m и n это следует из соотношений $L(x^{m/n}) = mL(x^{1/n})$, $L(x) = nL(x^{1/n})$, а для отрицательного показателя из $L(1) = 0$, $L(x^{-1}) = L\left(\frac{1}{x}\right) = L(1) - L(x) = -L(x)$.

Теперь пользуясь непрерывностью интеграла как функции верхнего предела, можно получить общее свойство $L(x^a) = aL(x)$.

Замечание. Как известно, $L(x) = \ln(x)$. Мы здесь получили основные свойства логарифма, исходя лишь из его определения с помощью интеграла.

УДК 517.2

Ионова Л. Г., Платонова О.Ю., Белолипецкая В.О.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

НЕРАВЕНСТВО ШВАРЦА-БУНЯКОВСКОГО

Докажем, что для любых интегрируемых на интервале (a, b) функций $f(x)$ и $g(x)$ имеет место неравенство Шварца-Буняковского:

$$\left| \int_a^b f(x)g(x)dx \right| \leq \sqrt{\int_a^b f^2(x)dx \int_a^b g^2(x)dx}.$$

Решение.

Рассмотрим функцию

$$F(x) = [f(x) - \lambda g(x)]^2,$$

где λ -любое действительное число. Так как $F(x) \geq 0$, то

$$\int_a^b [f(x) - \lambda g(x)]^2 dx \geq 0,$$

или

$$\lambda^2 \int_a^b g^2(x) dx - 2\lambda \int_a^b f(x)g(x)dx + \int_a^b f^2(x)dx \geq 0.$$

Выражение, стоящее в левой части последнего неравенства, является квадратным трехчленом относительно λ . Из неравенства следует, что при любом λ этот трехчлен неотрицателен. Следовательно, его дискриминант неположителен, т.е.

$$\left\{ \int_a^b f(x)g(x)dx \right\}^2 - \int_a^b f^2(x)dx \int_a^b g^2(x)dx \leq 0.$$

Отсюда

$$\left| \int_a^b f(x)g(x)dx \right| \leq \sqrt{\int_a^b f^2(x)dx \int_a^b g^2(x)dx},$$

что и требовалось доказать.

УДК 517.2

Ионова Л. Г., Платонова О.Ю., Овсянников Д. С.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ВЫВОД РЕКУРРЕНТНЫХ ФОРМУЛ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕГРАЛОВ

Рекуррентные формулы дают возможность свести интеграл, зависящий от индекса $n > 0$, к интегралу того же типа с меньшим индексом.

$$\text{Рассмотрим } I_{n-m} = \int \frac{\sin^n x}{\cos^m x} dx.$$

Применим метод интегрирования по частям, положив $u = \sin^{n-1} x$;

$$dv = \frac{\sin x}{\cos^m x} dx, \text{ откуда}$$

$$du = (n-1)\sin^{n-2}x \cos x dx; \quad v = \frac{1}{(m-1)\cos^{m-1}x} \quad (m \neq 1).$$

$$\begin{aligned} I_{n-m} &= \frac{\sin^{n-1}x}{(m-1)\cos^{m-1}x} - \frac{n-1}{m-1} \int \frac{\sin^{n-2}x dx}{\cos^{m-2}x} \\ &= \frac{\sin^{n-1}x}{(m-1)\cos^{m-1}x} - \frac{n-1}{m-1} I_{n-2, 2-m} \quad (m \neq 1). \end{aligned}$$

Рассмотрим $I_n = \int (a^2 - x^2)^n dx$

Интегрируем по частям, положив

$$u = (a^2 - x^2)^n; \quad dv = dx,$$

$$du = -2nx(a^2 - x^2)^{n-1} dx; \quad v = x.$$

$$\begin{aligned} I_n &= x(a^2 - x^2)^n + 2n \int x^2(a^2 - x^2)^{n-1} dx = \\ &= x(a^2 - x^2)^n + 2n \int (x^2 - a^2 + a^2)(a^2 - x^2)^{n-1} dx = \\ &= x(a^2 - x^2)^n - 2nI_n + 2na^2I_{n-1}. \end{aligned}$$

Отсюда, приведя подобные члены, получим

$$(1 + 2n)I_n = x(a^2 - x^2)^n + 2na^2I_{n-1}.$$

$$I_n = \frac{x(a^2 - x^2)^n}{2n + 1} + \frac{2na^2}{2n + 1} I_{n-1}.$$

Например, заметив, что

$$I_{-1/2} = \int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \arcsin \frac{x}{a} + C,$$

Мы можем последовательно найти

$$\begin{aligned} I_{1/2} &= \int \sqrt{a^2 - x^2} dx = \frac{x}{2}(a^2 - x^2)^{1/2} + \frac{a^2}{2} I_{-1/2} = \\ &= \frac{x}{2}\sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^2}{2} \arcsin \frac{x}{a} + C, \end{aligned}$$

$$I_{3/2} = \int (a^2 - x^2)^{3/2} dx = \frac{x}{4}(a^2 - x^2)^{3/2} + \frac{3}{4} a^2 I_{1/2}, \text{ и т.д.}$$

УДК 517.2

Ионова Л. Г., Платонова О.Ю., Лобанов А. В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ИНТЕГРИРОВАНИЕ ИРРАЦИОНАЛЬНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПОДСТАНОВКИ ЭЙЛЕРА

Интегралы типа $\int R(x, \sqrt{ax^2 + bx + c}) dx$ вычисляются с помощью одной из трех подстановок Эйлера:

$$1) \sqrt{ax^2 + bx + c} = t \pm x\sqrt{a}, \text{ если } a > 0;$$

Доказательство. Пусть $a > 0$. Делаем подстановку:

$$\sqrt{ax^2 + bx + c} = \pm x\sqrt{a} + t$$

Возводим в квадрат:

$$ax^2 + bx + c = (\pm x\sqrt{a} + t)^2 = ax^2 \pm 2\sqrt{a}xt + t^2$$

Вычитаем из обеих частей равенства ax^2 и преобразовываем.

$$bx + c = \pm 2\sqrt{a}xt + t^2$$

$$bx \pm 2\sqrt{a}xt = t^2 - c$$

отсюда видно, что x является рациональной функцией от t

$$\sqrt{ax^2 + bx + c} = \pm x\sqrt{a} + t = \pm \frac{t^2 - c}{b \pm 2\sqrt{a}} \sqrt{a} + t - \text{ тоже рациональная}$$

функция от t

То есть, при такой подстановке, подынтегральное выражение будет рациональной функцией от переменной интегрирования t .

$$2) \sqrt{ax^2 + bx + c} = tx \pm \sqrt{c}, \text{ если } c > 0;$$

$$3) \sqrt{ax^2 + bx + c} = (x - \alpha)t, \text{ если } ax^2 + bx + c = a(x - \alpha)(x - \beta),$$

т.е. если α - действительный корень трехчлена $ax^2 + bx + c$.

УДК 517.2

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

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

ИНТЕГРИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ДРОБЕЙ ПО МЕТОДУ ОСТРОГРАДСКОГО

Остроградского метод интегрирования рациональных дробей.

Рассмотрим рациональную дробь – выражение вида $\frac{P_m(x)}{Q_n(x)}$, где числитель и

знаменатель – многочлены степени m и n соответственно. При этом мы будем рассматривать случай, когда дробь правильная, т.е. когда $m < n$, в противном случае сначала выделим «целую часть» дроби.

В случае, когда знаменатель рациональной дроби имеет несколько корней большой кратности и не имеет простых корней, при ее интегрировании удобно применять метод Остроградского.

Суть метода состоит в том, что интеграл представляют в следующем виде:

$$\int \frac{P_m(x)}{Q_n(x)} dx = \frac{R_{m_1}(x)}{S_{n_1}(x)} + \int \frac{T_{m_2}(x)}{U_{n_2}(x)} dx, \quad (1)$$

где знаменатель подынтегральной функции правой части – многочлен $U_{n_2}(x)$ – имеет лишь простые корни, причем они – все различные корни многочлена $Q_n(x)$; знаменатель первого слагаемого правой части – многочлен S_{n_1} – частное от деления многочлена $Q_n(x)$ на многочлен $U_{n_2}(x)$, а числители обоих слагаемых правой части – многочлены R_{m_1} и T_{m_2} – многочлены с неопределенными коэффициентами, степени которых на 1 меньше степеней соответствующих знаменателей.

После нахождения всех четырех многочленов правой части (это делается с помощью почленного дифференцирования выписанного выше равенства Остроградского (1) полученный справа интеграл легко считается методом разложения на простейшие дроби, причем из-за того, что все корни знаменателя подынтегральной функции правой части простые, получаются табличные интегралы вида $\int \frac{dx}{x+a}$ и/или $\int \frac{dx}{x^2+px+q}$, где $p^2-4q < 0$ – знаменатель дроби в подынтегральной функции последнего интеграла не имеет действительных корней.

УДК 681.384

Беляев Ю.И., Предместын В.Р., Предместын И.В., Ковальчук А.В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В современном мире эффективная работа промышленных производств, в том числе и прибыль в значительной мере зависят от качества системы управления.

На предприятиях с ПИД регуляторами до 63% контуров работают с настройками, которые приближены к размыванию контуров. Настройки этих контуров были ослаблены для того, чтобы обеспечить работу АСУТП при изменении нагрузки на объект, свойств сырья, параметров окружающей среды и т.д. Приблизительно одна треть контуров работает с настройками, заданными фирмой поставщиком, треть с приближенными к размыванию контуров, треть практически с разомкнутыми.

Основной порок современных систем регулирования – “слабые” (т.е. приближенные к размыванию контуров) настройки на процесс.

Главной причиной ослабления настроек и, как следствие, ухудшение качества работы систем регулирования являются крайне частые изменения характеристик объекта регулирования. Подобные изменения возникают из-за неустойчивого режима работы объектов, свойств измерительных устройств и регулирующих органов, взаимосвязанностью контуров в многомерных системах. На сегодняшний день обслуживающий персонал не располагает пригодными для промышленных условий методическими и инструментальными средствами определения произошедшего нарушения работы контура и методиками необходимого пересчета настроечных параметров. В условиях эксплуатации единственное решение – ослабление настроек, что снизит взаимовлияние контуров друг на друга, обеспечив тем самым требуемый запас устойчивости при различных режимах работы объекта. Однако качество работы системы при этом ухудшится, а прибыль будет меньше чем при настройках, соответствующих характеристикам объекта.

Поэтому решение этой проблемы видится в создании регулятора, который не требовал бы никакой предварительной настройки. Для решения этой проблемы предлагается использовать метод управления, основанный на прогнозе поведения объекта регулирования при стандартном на него воздействии.

УДК 681.5.075

Брыков Б.А.

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

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССА РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА ОТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

Процесс радикальной полимеризации метилметакрилата отличается наличием жесткого гель-эффекта, который заключается в резком повышении скорости полимеризации с выделением большого количества тепла. При повышении температуры протекания процесса влияние гель-эффекта становится более выраженным, в связи с чем управлять процессом становится все сложнее, поэтому, для выбора температурного режима процесса необходимо точно знать зависимость скорости его протекания от температуры.

С этой целью в среде MATLAB Simulink была реализована кинетическая модель Куртиану, позволяющая наблюдать изменение конверсии мономера во времени. Используя данную кинетическую модель, были получены кривые изменения конверсии мономера во времени при различных температурных режимах процесса.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что чем выше температура, тем быстрее протекает процесс. Важным является тот факт, что зависимость скорости протекания процесса от температуры нелинейна, т.е. чем больше температура, тем меньше увеличивается скорость протекания процесса. Следовательно, чрезмерное увеличение температуры не даст большого прироста скорости полимеризации, но приведет к нестабильности процесса, для компенсации которой необходимо поддерживать небольшую температуру, что негативно скажется на скорости процесса, либо синтезировать робастную систему управления, которая могла бы, несмотря на большие возмущающие воздействия, поддерживать заданный температурный режим.

УДК 681.5.075

Брыков Б.А.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА

В качестве объекта управления в процессах полимеризации чаще всего используется реактор-полимеризатор периодического действия. Параметры объекта управления прямо пропорционально зависят от объема, плотности и теплоемкости реакционной массы, от концентрации мономера и других параметров, которые, в свою очередь, изменяются во времени и зависят от степени конверсии мономера и от температуры.

Для исследования изменений в параметрах объекта управления была реализована кинетическая модель процесса радикальной полимеризации метилметакрилата Куртиану в среде MATLAB Simulink. Данная модель достоверно отображает изменение конверсии мономера во времени при заданных начальных условиях.

Используя данную модель, были получены кривые изменения коэффициента усиления и постоянной времени объекта управления.

Анализ полученных данных показал, что во время действия гель-эффекта происходит резкое увеличение коэффициента усиления в 1.7 раза по сравнению с моментами стабильного протекания процесса; одновременно с этим постоянная времени уменьшается более чем на 10%.

Такое резкое изменение параметров объекта управления во время протекания процесса радикальной полимеризации требует наличия соответствующей системы управления, которая могла бы поддерживать заданный температурный режим, несмотря на неопределенность параметров объекта управления в течении процесса.

УДК 681.5

Лопатин А.Г., Тимофеев К.А., Лопатина С.В.

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ САУ ПРОЦЕССАМИ СУСПЕНЗИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ С УЧЕТОМ ИХ КИНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Процессы суспензионной полимеризации, протекающие в реакторах периодического действия, для полимеров растворимых в своем мономере, в динамическом отношении характеризуются весьма сложным и нелинейным поведением, обусловленным нелинейной зависимостью скорости реакции от температуры и концентрации реагентов. Поведение такого рода систем описывается с помощью кинетики.

Кинетика реакции существенно зависит от вязкости, особенно в гомогенных полимеризационных системах. Наиболее чувствительна к увеличению вязкости константа скорости завершения реакции, сильно зависящая от диффузии макрорадикалов. Рассматривая уменьшение константы скорости реакции завершения при изменении конверсии можно наблюдать автоускорение реакции с увеличением степени полимеризации известное как гель-эффект.

Немаловажным фактором протекания процесса является количество теплоты, выделяемое в ходе синтеза. Температурный режим в реакторе необходимо поддерживать в строгом соответствии с кинетикой, для достижения оптимального количества и качества желаемого продукта и минимизации побочных явлений.

Реактор при одних и тех же условиях может иметь несколько стационарных состояний, различающихся температурой, степенью превращения мономера и производительностью. Другой особенностью, обусловленной нелинейностью характеристик реактора, является возможность возникновения при определенных условиях автоколебательных режимов его работы. Основной целью управления является обеспечение максимальной производительности реактора при выпуске полимера с заданными свойствами.

Существенной практической проблемой автоматического управления процессами суспензионной полимеризации является нестационарность параметров объекта управления. В условиях, когда происходит изменение свойств управляемого объекта, первоначальные настройки регулятора не обеспечивают требуемого качества, а в некоторых случаях и устойчивости систем управления.

Наибольшую трудность вызывает стабилизация температуры реактора полимеризации, что обусловлено наличием гель-эффекта и ухудшением

условий теплообмена с возрастанием вязкости реакционной смеси по мере превращения мономера в полимер.

Алгоритмы идентификации процессов позволяют определить структуру модели объекта управления и восстановить параметры этой модели как непосредственно в контуре управления, так и вне его. Эти алгоритмы используются при синтезе не только обыкновенных, но и адаптивных систем управления, приспособляющихся к изменениям характеристик объекта управления, а также определение максимально допустимого изменения для каждого из управляющих параметров с учетом его конечного значения и ограничений на технологические параметры и реализацию изменений управляющих параметров.

УДК 681.5

Лопатин А.Г., Шалабай В.П., Лопатина С.В.

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

ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКТОРАМИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Повышение эффективности систем автоматического управления (САУ) является актуальной проблемой в условиях возрастающей сложности технологического оборудования, процессов и систем.

Для проектирования САУ сложными объектами важную роль играет решение задач построения адекватных математических или имитационных моделей и синтеза алгоритмов управления, обеспечивающих решение задач в условиях нестационарности параметров объекта управления.

В комплексной автоматизации параметров работы реакторов периодического действия (РПД) в настоящее время применяются усовершенствованные алгоритмы управления, основанные на оптимизации параметров и минимизации влияния факторов возмущения.

Применение классических методов синтеза, как правило, предполагает, что РПД описываются линейными динамическими звеньями невысокого (обычно не выше третьего) порядка. Указанное допущение часто приводит к тому, что классические регуляторы на практике не обеспечивают заданные показатели качества управления, так же существенным недостатком классических систем управления является необходимость полной, достоверной информации о системе, в связи, с чем применение САУ основанных на использовании нечеткой логики, позволяет обеспечить формализацию качественных, не полных в смысловом отношении понятий и связей.

Опыт создания САУ для реакторов – полимеризаторов периодического действия, в условиях большой неопределенности и неполноты знаний об

физических и химических процессах протекающих в ходе реакции полимеризации, нечеткости описаний показал неэффективность применения только формальных, классических методов теории управления.

Общей предпосылкой для применения интеллектуальных регуляторов (ИР) является, с одной стороны, наличие неопределенности, связанной как с отсутствием информации об управляемом объекте, так и сложностью управляемой системы и невозможностью или нецелесообразностью ее описания традиционными методами, и с другой стороны, наличие информации качественного характера об объекте управления, необходимых управляющих воздействиях, возмущениях и т.п.

Известно, что процессы суспензионной полимеризации, протекающие в РПД являются слабоструктурированными объектами, подверженными достаточно большому числу возмущений, основным из которых является наличие гелевого эффекта, отсутствия априорной информации о реакции системы, а так же нестационарность параметров реактора – полимеризатора делает применение систем управления на базе ИР для управления реактором – полимеризатором наиболее актуальной задачей.

УДК 681.5

Лопатин А.Г., Камынин В.А., Лопатина С.В.

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

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕАКТОРОМ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

В настоящее время остается актуальной проблема управления сложными химико-технологическими системами с нелинейными связями между входящими в их состав элементами. Если при управлении устойчивыми объектами управления (ОУ) классические системы автоматического управления (САУ) на основе ПИД регулятора справляются достаточно успешно, то проектирование систем управления для сложных динамических систем в условиях их нестационарности и нелинейности, которыми являются реактора периодического действия (РПД), в которых протекают процессы суспензионной полимеризации, представляет собой уже не тривиальную задачу.

В динамическом отношении РПД характеризуются весьма сложным и нелинейным поведением, обусловленным нелинейной зависимостью скорости реакции от температуры и концентрации реагентов. Экзотермический тепловой эффект реакции полимеризации играет роль положительной обратной связи. Вследствие этого возникает опасность появления неустойчивых состояний реактора и развития аварийных режимов.

РПД при одних и тех же условиях может иметь несколько стационарных состояний, различающихся температурой, степенью

превращения мономера и производительностью. Так как среди стационарных состояний реактора могут быть как устойчивые, так и неустойчивые, то в поведении реактора возможны бифуркационные переходы от одного режима работы к другому.

Кроме того, в реальных условиях всегда присутствуют флуктуации параметров внешней среды и внутренних параметров системы (возмущения в каналах связи и управления, задержки различной длительности, колебания значений параметров ОУ и т.п.), что часто приводит к некорректности работы системы управления или к ее отказу.

Робастность системы управления объектом – это ее способность обеспечить требуемое качество переходных процессов по управляемым переменным, несмотря на неточность математической модели ОУ и неопределенность или изменчивость его характеристик в конкретных условиях эксплуатации при синтезе алгоритма управления.

Управление такими объектами в условиях недостатка информации, описывающих протекающие в системе процессы, возможно только с использованием робастных интеллектуальных систем управления (РИСУ).

Разработка РИСУ позволяет эффективно решить задачу управления сложным динамическим объектом, функционирующим в условиях априорной неопределенности, а также приложенных к объекту управления задающих воздействий и действующих на него внешних возмущений. Важный аспект таких систем заключается в сохранении работоспособности, а также основных показателей качества в условиях возможных вариаций параметров объекта управления.

УДК 681.2 : 536.083

Азима Ю.И., Бычков А.Д.

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

ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ НЕКОТОРЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА БАЗЕ ВТОРОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ФОРМЫ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Вторая интегральная форма уравнения теплопроводности (ИФУТ-2) получена в результате преобразования уравнения баланса тепла в пространстве для некоторого объема. Она представляет собой баланс *средних на интервале* выбранной координаты количеств тепла: прошедшего через границы объекта, прошедшего вследствие теплопроводности и аккумулированного за счет теплоемкости.

Применительно к наиболее распространенным моделям объектов теплофизических измерений: прямой цилиндр, параллелепипед и полуограниченное тело, ИФУТ-2 для составляющей вектора теплового потока

по выбранной координате χ_i на интервале $[\beta, B]$ может быть представлена в следующем виде:

$$\int_{\beta}^B \frac{d\chi_i}{S(\chi_i)} \iint_{\Omega(\bar{\chi}, \tau)} Q(\bar{\chi}, \tau) dS + S(\chi_i) = \beta, \tau \int_{\beta}^B \frac{d\chi_i}{S(\chi_i)} = \\ = \lambda \int_{\tau} [\dots] d\tau + C \int_{\beta}^B \frac{d\chi_i}{S(\chi_i)} \int_{\beta}^{\chi_i} S(\chi_i) d\chi_i$$

где $\bar{\chi}$ – вектор координат в прямоугольной, цилиндрической или сферической системе: $\chi_1 = x, \chi_2 = y, \chi_3 = z$ – для прямоугольных координат, $\chi_1 = r, \chi_2 = z$ – для цилиндрических, $\chi_1 = r$ – для сферических; β, B – границы интервала на выбранной оси координат $O\chi_i$; $S(\chi_i = \beta), S(\chi_i)$ – площади поверхностей, перпендикулярных составляющей вектора теплового потока по координате χ_i

Уравнения, полученные для различных моделей, являются оригинальными и достаточно сложными математическими выражениями, требующими подтверждения их достоверности.

В докладе представлены результаты исследований на различных непрерывных и дискретных моделях, подтверждающих достоверность полученных интегральных уравнений теплопроводности для различных моделей теплофизических измерений.

УДК 681.5

Ивашков Д.Н., Лопатин А.Г.

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

РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЯЗКОСТИ РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ

Трудности оперативного определения вязкости реакционной смеси в процессе синтеза суспензионного полистирола, не позволяет нам построить математическую модель в традиционном виде.

Эту обуславливается рядом причин, во первых у нас нет возможности измерить в каком диапазоне меняется вязкость мы можем только косвенно по сигналу с выхода регулятора оценить ее изменение, и во вторых отсутствуют надежные данные по изменению вязкости в научной литературе.

В связи с этим мы разработали нечеткую математическую модель, по которой можно косвенно определить изменение вязкости реакционной смеси в реакторе–полимеризаторе.

Даная модель строилась в два этапа, с начало мы на основании экспериментальных данных получили зависимость изменения вязкости от степени конверсии полимера. На основании этой зависимости мы разработали

базу знаний нечеткой модели, которая включает в себя 12 производственных правил и для нее применили алгоритм логического вывода Мамдани.

На втором этапе воспользовавшись нечетким логический выводом по алгоритму Сугено, составив для него базу знаний из 7 производственных правил, мы включили в модель скорость вращения мешалки.

В результате мы получили нечеткую математическую модель, состоящую из двух алгоритмов нечеткого логического вывода, которая позволяет косвенно определять вязкость реакционной смеси в зависимости от степени конверсии полимера, а значит и от рецептуры загрузки реактора–полимеризатора и от заданной скорости вращения мешалки.

Адекватность математической модели проверяли по полученным экспериментальным данным, средняя относительная ошибка составляла в зависимости от скорости вращения мешалки от 3 до 15%, таким образом, полученная модель может быть использована для целей управления процессом суспензионной полимеризации стирола.

УДК 681.5

Ивашков Д.Н., Лопатин А.Г.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ МЕШАЛКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ВЯЗКОСТИ РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ

Изучение изменения вязкости реакционной смеси имеет большое значение для решения многих важных производственных вопросов в процессах суспензионной полимеризации. Например, количество энергии, необходимой для перемешивания реакционной среды, находится в прямой зависимости от ее вязкости, и поэтому без знания значений вязкости и закономерностей ее изменения нельзя произвести необходимых производственных расчетов.

С целью исследования влияния скорости вращения мешалки на динамику процесса суспензионной полимеризации поставлена серия из 7 опытов при следующих условиях загрузки реактора полимеризатора: соотношение мономер/вода=1,2/0,8 (110 мл. стирола, 88 мл. вода), масса стабилизатора (1%ПВС) 17 г., масса инициатора (БПО) 1,05 г., скорость вращения мешалки изменялась в диапазоне от 480 до 1200 об/мин с шагом 120 об/мин. В результате данных исследований получили графики (рис1.) изменения выходного сигнала регулятора, который косвенно характеризует изменение вязкости реакционной среды.

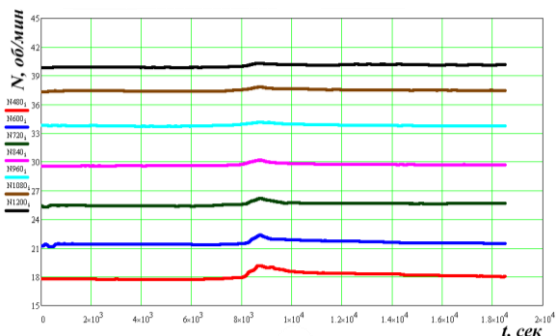


Рис. 1. Изменение выходного сигнала регулятора необходимо для поддержания заданной скорости вращения мешалки

В результате проведенного исследования было выявлено, что изменение количества энергии подводимой к электродвигателю мешалки сопровождаются явно выраженным пиком, который по нашему мнению соответствует максимальной вязкости реакционной среды, которая проявляется в момент проявления гель-эффекта.

УДК 681.326

Силин А.В., Силина И.В., Сантуш Э.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)
**МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ БЕСПРОВОДНЫХ
СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ**

Беспроводные сенсорные сети (БСС) – активно развивающаяся система мониторинга и контроля, автоматизации и управления. Объединение датчиков позволяет создать распределенную, способную самоорганизовываться систему сбора, передачи и обработки информации. Понятие «самоорганизующаяся сеть» появилось вследствие того, что устройства в состоянии сами находить друг друга и формировать сеть, а при выходе из строя одного из узлов умеют прокладывать новые маршруты для передачи сообщений.

Технология сенсорных сетей позволяет при разворачивании сети отказаться от дорогостоящих кабелей и вспомогательного оборудования (клеммы, кабельные каналы, шкафы и прочее). Так как сенсорная сеть поддерживает основные протоколы и интерфейсы, применяемые в настоящее время, есть возможность интегрировать её в существующую сеть без проведения масштабной модернизации.

Беспроводные сенсорные сети наиболее оптимальным решением для мониторинга и контроля производственных помещений, ввиду легкости

монтажа, отсутствия проводов и недорогой аппаратной части. Миниатюрность узлов сети обеспечивают низкое энергопотребление, узлы могут работать вплоть до нескольких лет без замены источников питания. Узлы сенсорной сети могут быть как стационарными, так и мобильными. Применительно к беспроводным сенсорным сетям используется стандарт ZigBee.

В предлагаемой работе с помощью программы имитационного моделирования OMNeT++ предлагается создать сенсорную сеть с передвижными и стационарными датчиками. Для датчиков проводится сравнительная характеристика по таким параметрам как задержки, передача пакетов, помехи при передаче кадров, энергопотребление. Исследования показали, что по всем параметрам более стабильные показатели у стационарных датчиков, что в действительности соответствует показателям реальной сети. Также проводится сравнение двух программ имитационного моделирования, OMNeT++ и NS-2. По таким параметрам, как пропускная способность и соотношение доставки пакетов (PDR). Значение пропускной способности у OMNeT++ около 18000 кбит/с, в то время как у NS-2 высшее значение около 7500 Кбит/с. Также значение PDR 90 % к 84 % у NS-2.

УДК 681.326

Силин А.В., Силина И.В., Шикангала И.

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

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ ВИДАМ МАРШРУТИЗАЦИИ

Задача маршрутизации представляет собой выбор маршрута для передачи от отправителя к получателю. Выбор маршрутов в узлах связи телекоммуникационной системы производится в соответствии с реализуемым алгоритмом маршрутизации.

В предлагаемой работе ставится задача разработки комплекса имитационных практических заданий по различным видам маршрутизации. Основным программным средством выбрана программа Cisco Packet Tracer. Это многофункциональная программа для моделирования сетей, она позволяет студентам экспериментировать с поведением сети. Packet Tracer дополняет физическое оборудование, что позволяет студентам создавать виртуальные сети с почти неограниченным количеством устройств, поддерживая накопление практического опыта, а также развитие навыков устранения неполадок. Программное решение Cisco Packet Tracer позволяет имитировать работу различных сетевых устройств: коммутаторов, маршрутизаторов, беспроводных точек доступа, ПК, сетевых принтеров, IP-телефонов. Интерактивный симулятор дает крайне правдоподобное ощущение настройки реальной сети, которая может состоять из множества

устройств. Настройки также зависят от характера устройств: их можно настроить командами операционной системы Cisco IOS, а также за счет графического веб-интерфейса и через командную строку ОС или графические меню.

В режиме визуализации, пользователь может отследить перемещение данных по сети, появление и изменение свойств IP-пакетов при прохождении данных через сетевые устройства, скорость и пути их перемещения. Анализ событий, происходящих в сети, позволяет понять механизм её работы, что позволит обнаружить неисправность.

В рамках работы выполнен анализ применимости имитационных программ моделирования сетей. Выполнено моделирование имитационной схемы, проведена имитация статической маршрутизации с настройкой маршрутизатора. Кроме того проведена настройка маршрутизаторов через командную строку.

Поизведена настройка динамической маршрутизации по протоколу RIP, а также по протоколу OSPF.

УДК 681.326

Силин А.В., Силина И.В., Чунаев И.Д.

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

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И УЧЁТА МОНОГРАФИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ

В работе рассматриваются этапы разработки информационной системы хранения и учёта монографических коллекций палеонтологических образцов. Объектом исследования является монографическая коллекция образцов в Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, занимающийся изучением морфологии, систематики и филогении ископаемых организмов.

Для достижения поставленной задачи реализовано:

- изучена система хранения монографических коллекций образцов в Палеонтологическом институте РАН;
- проанализирована структура существующей базы данных коллекций образцов, реализованная при помощи СУБД MS Access;
- спроектирована и создана новая база данных MySQL;
- разработано клиентское приложение, позволяющее автоматизировать процесс экспорта данных из СУБД MS Access в MySQL.

Созданная при помощи СУБД MySQL база данных хранения монографических коллекций образцов является основой для построения современной информационной интранет системы, обладающей высокой производительностью, безопасностью и удобством предоставления информации. В свою очередь, клиентское приложение после выполнения

экспорта всех записей может использоваться для добавления записей в базу данных, а так же стать основой для написания программы, являющейся инструментом администрирования базы данных MySQL по добавлению, просмотру и редактированию сведений об образцах монографических коллекций.

В процессе выполнения данной работы были получены дополнительные знания в области проектирования и реализации систем управления реляционными базами данных, в частности СУБД MySQL. Был изучена работа инструмента хранимых процедур для манипулирования данными в базе данных MySQL. Так же изучены возможности языка программирования С# для создания графических приложений и возможности платформы Microsoft.NET Framework для работы с базами данных.

УДК 681.326

Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Лантева А.Г.

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

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ «ОБЛАЧНЫХ» ВЫЧИСЛЕНИЙ

В ближайшем будущем большинство задач в «облаке» будут обрабатывать малопотребляющие процессоры, работающие в высокоавтоматизированных центрах обработки данных и поддерживающие тесно интегрированную, масштабируемую архитектуру ПО.

Помимо этого получают развитие технологии, поддерживающие «облака». Быстрое увеличение вычислительной мощности сделает возможность использования «облаков» еще дешевле.

Ожидается, что к 2020 г. при организации «облаков» произойдет переход на недорогое оборудование, поскольку такие схемы, как Open Compute Project, выйдут за пределы ЦОДов крупных компаний и станут внедряться и небольшими компаниями.

Скоро на рынке появятся малопотребляющие процессоры ARM с 64-разрядными возможностями. Для RISC-процессоров будет разработано корпоративное ПО, позволяющее компаниям применять в своих ЦОДах экономно расходующие энергию процессоры.

Сочетание потребностей в широко распределенных приложениях и наращивании числа ядер в процессорах приведет к появлению в ЦОДах сверхскоростных внутренних соединений.

«Облачный» ЦОД будет постепенно превращаться в экосистему путем сочетания абстрагированного от аппаратуры ПО и ставшего массовым товаром оборудования.

На рынке «облачных» провайдеров произойдет консолидация. Получат развитие различные облака, предназначенные для конкретных целей.

Сегодня облака различаются в зависимости от того, какие услуги они предоставляют: инфраструктура как сервис, платформа как сервис или ПО как сервис. А к 2020 г. появятся более специализированные облака.

Можно ожидать, например, появления инструментов промежуточной виртуализации, динамических сервисов аутсорсинга бизнес-процессов и т.п. Т.е. наряду с несколькими крупными провайдерами, предоставляющими простые технологии, возникнет большое количество провайдеров, специализирующихся на «облачных» сервисах, позволяющих компаниям переносить в «облака» задачи, которые иначе пришлось бы решать с помощью весьма специфических и дорогостоящих приложений.

УДК 681.326

Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Семенихин С.И.

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

СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ДОКУМЕНТОВ ОТ КОПИРОВАНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ

На практике защита от копирования и редактирования обычно требуется для документов в форматах DOCX и PDF, чтобы предотвратить их несанкционированное использование и распространение. Также необходимо обеспечение защиты всех важных электронных документов от подмены, т.е. гарантировать, что документ навсегда останется в неизменном виде.

Существует большое количество методов защиты электронных документов:

1. Метки (маркировка). Документу присваивается особый статус и его нельзя редактировать и копировать. Иногда маркировку делают незаметной.
2. Пароль. Самый распространенный и доступный всем способ защиты. Обычно это реализуется встроенными инструментами редактора.
3. Доступ по цифровому ключу. Метод основывается на наличии у пользователя физического ключа для расшифровки документа, т.е. существует возможность копировать файл, но копию невозможно открыть без определенного физического ключа.
4. Система управления правами доступа. Метод используется для корпоративных пользователей на базе службы управления правами.
5. Комбинированные методы защиты документов. Во всех вышеперечисленных методах есть свои достоинства и недостатки. Идеальной является комбинация методов защиты:

- предоставление доступа к документу по паролю;
- привязка к уникальному физическому ключу;
- управление правами доступа через Интернет;
- отображение на документе специальных меток для обозначения особого режима распространения.

В настоящее время на рынке существует довольно много готовых решений на базе комбинированных методов для защиты электронных документов от копирования, редактирования и утечки.

УДК 681.326

Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Костина О.В.

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

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Для обеспечения защиты web-приложений необходимо уделять внимание не только безопасности кода плагинов браузера, но и архитектуре систем дистанционного банковского обслуживания (ДБО), web -интерфейсам и прикладному ПО, а также процессам распространения исправлений разработчиками банкам.

В подавляющем большинстве систем выявляются ошибки класса XSS (межсайтовый скриптинг). Данная уязвимость может быть использована для обмана пользователя и установки электронной цифровой подписи (ЭЦП) на поддельное платежное поручение.

Кроме того, были обнаружены ошибки архитектуры, которые позволяют обходить проверку ЭЦП при приеме платежного поручения, например, в случае воздействия уязвимости типа SQL-инъекции. Так, злоумышленник может изменить статус платежного поручения с помощью SQL-инъекции без установки ЭЦП, после чего такая платежка попадет в автоматизированную банковскую систему, где уже нет такого понятия, как ЭЦП, и поэтому будет исполнена (если другие параметры платежного поручения не вызовут подозрения у операциониста банка). Кроме большого количества ошибок в web-приложениях, по-прежнему также актуальны проблемы с плагинами ActiveX на клиентах.

Такие уязвимости опасны тем, что позволяют реализовывать целевые атаки на пользователей системы, компрометируя их рабочие станции.

Существуют большие проблемы с распространением исправлений уже давно найденных уязвимостей. Так же обстоит ситуация и с web-уязвимостями (в серверной части), когда после выявления уязвимостей разработчик выпускает обновления и устанавливает их в рамках одного конкретного внедрения ДБО.

Таким образом, можно сказать, что большинство разработчиков систем ДБО просто скрывают проблемы информационной безопасности в своих продуктах от банков и не решают проблемы в этой области.

УДК 681.326

Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Ледаков Д.А.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)
**ЗАЩИТА КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ КЛАССА
INFORMATION PROTECTION AND CONTROL (IPC)**

IPC - это одна из технологий защиты конфиденциальной информации от внутренних угроз. Решения класса IPC предназначены для защиты информации от внутренних угроз и предотвращения различных видов утечек информации.

Технология IPC объединяет в себе шифрование носителей информации на всех точках сети и контроль технических каналов утечки информации с помощью технологий Data Loss Prevention (DLP).

Технология IPC является логическим продолжением технологии DLP и позволяет защищать данные не только от утечек по техническим каналам, то есть инсайдеров, но и от несанкционированного доступа пользователей к сети, информации, приложениям и в тех случаях, когда непосредственный носитель информации попадает в руки третьих лиц.

Основной задачей IPC-систем является предотвращение передачи конфиденциальной информации за пределы корпоративной информационной системы. Дополнительные задачи систем класса IPC:

- предотвращение передачи вовне не только конфиденциальной, но и другой нежелательной информации;
- предотвращение передачи нежелательной информации не только изнутри наружу, но и снаружи внутрь ИС организации;
- предотвращение использования сотрудниками компании Интернет-ресурсов и ресурсов сети в нерабочих целях;
- защита от спама и вирусов;
- оптимизация загрузки каналов передачи информации;
- учет рабочего времени сотрудников;
- архивирование информации;
- защита от случайного или намеренного нарушения внутренних нормативов компании;
- обеспечение соответствия стандартов в области информационной безопасности и действующего законодательства РФ.

УДК 681.326

Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Тюриков А.Н.

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

**ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА И РАСПОЗНАВАНИЯ
КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ
INFORMATION PROTECTION AND CONTROL (IPC)**

В концепции IPC применяются следующие технологии поиска и распознавания конфиденциальной информации.

1. Сигнатуры – поиск в потоке данных запрещенной последовательности символов. К достоинствам этого метода можно отнести простоту пополнения словаря. Недостатки появляются при настройке правил фильтрации.

2. «Цифровые отпечатки». Суть данного метода заключается в том, что для всех конфиденциальных документов вычисляется некоторая хэш-функция таким образом, что, если документ будет незначительно изменен, хэш-функция останется такой же, или тоже изменится незначительно. Таким образом, процесс детектирования конфиденциальных документов значительно упрощается. К достоинствам технологии можно отнести прозрачность простоту добавления новых шаблонов, довольно высокую степень детектирования и прозрачность для сотрудников подразделений по защите информации.

3. Метки. Суть этого метода заключается в расстановке специальных меток внутри файлов, содержащих конфиденциальную информацию.

4. Регулярные выражения. Технология позволяет находить совпадения по форме данных, в нем нельзя точно указать точное значение данных. К достоинствам технологии стоит отнести то, что они позволяют детектировать специфичный для каждой организации тип контента.

5. Лингвистические методы. Самым распространенным на сегодняшний день методом анализа в DLP/IPC-системах является лингвистический анализ текста. К достоинствам лингвистических методов можно отнести то, что в морфологии и других лингвистических методах высокая степень эффективности. К недостаткам лингвистических методов можно отнести зависимость от языка.

6. Ручное детектирование. Ручная проверка конфиденциальной информации. Достоинством метода можно считать наибольшую эффективность. Но он применим для ограниченного объема данных.

УДК 502.7

Авраменко Л.В., Быкова А.А.

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

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЫБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ВЕЛИЧИНУ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА

Оценка эколого-экономического ущерба, возникающего в результате хозяйственной деятельности, в условиях рыночной экономики становится крайне актуальной задачей.

Под ущербом, наносимым окружающей среде, следует понимать фактические или возможные потери, возникающие в результате каких-либо негативных изменений в природной среде вызванных антропогенным воздействием.

Эколого-экономический ущерб обычно подразделяют на фактический (реальный ущерб, представленный в стоимостном выражении), потенциальный (не требующий дополнительных расходов на ликвидацию), возможный (наблюдаемый при отсутствии природоохранных мероприятий), предотвращённый (возможный ущерб за вычетом фактического), восполнимый (характеризующийся обратимыми последствиями) и невосполнимый (характеризующийся невосполнимыми последствиями)

При экономической оценке экологического ущерба к основным реципиентам относят: население, основные фонды промышленности, объекты жилищно-коммунального и бытового хозяйства, сельскохозяйственные угодья, представителей фауны и флоры, рекреационные и лечебно-курортные объекты.

Механизм возникновения ущерба от загрязнения можно представить следующей схемой: образование отходов вследствие хозяйственной деятельности; поступление загрязнений в окружающую среду; изменение (ухудшение) некоторых свойств окружающей среды; изменение (ухудшение) условий жизнедеятельности под воздействием изменения окружающей среды; ухудшение показателей качества жизни.

Авторы, используя компьютерное моделирование попытались выяснить как влияют параметры выброса загрязняющих веществ (высота трубы, объем, скорость и температура выброса, метеопараметры в момент выброса) на концентрацию загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы и как следствие на величину потенциального эколого-экономического ущерба. Расчет экономического ущерба велся в соответствии с Временной методикой определения предотвращенного экологического ущерба ГКООС РФ. 30.11.99.

В результате исследований было выяснено, что минимальный ущерб наносят «горячие» выбросы, осуществляемые через высокие трубы.

УДК 621.565 ББК 31.392

Инюшина Е.С., Быкова А.А.

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

ПРОИЗВОДСТВО АММИАКА; ВОЗМОЖНЫЕ АВАРИИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

Проблема промышленной безопасности значительно обострилась с появлением в первой половине нашего века крупномасштабных химических производств. Основу химической промышленности составили производства непрерывного цикла, производительность которых не имеет, по существу, естественных ограничений. Постоянный рост производительности обусловлен значительными экономическими преимуществами крупных установок. Как следствие, возрастает содержание опасных веществ в технологических аппаратах и как следствие возможных катастрофических пожаров, взрывов, токсических выбросов и других разрушительных явлений.

Аммиак – бесцветный газ с резким запахом, температура плавления равна -78°C , температура кипения -33°C , легче воздуха почти в два раза. По объемам производства аммиак занимает одно из первых мест; ежегодно во всем мире получают свыше 150 миллионов тонн этого соединения.

Аммиак выпускается в жидком виде или в виде водного раствора – аммиачной воды, которая обычно содержит 25% NH_3 . Огромные количества аммиака далее используются для получения азотной кислоты, которая идет на производство удобрений и множества других продуктов. Аммиачную воду применяют также непосредственно в виде удобрения, а иногда поля поливают из цистерн непосредственно жидким аммиаком. Из аммиака получают различные соли аммония, мочевины, уротропин. Его применяют также в качестве дешевого хладагента в промышленных холодильных установках.

Основными факторами опасности в производстве аммиака выступают:

- повышенное давление в блоках производства, выход параметров (температура, давление) за критические значения
- возможность разгерметизации блоков во фланцевых соединениях, крышках и люках аппаратов;
- возможность механического износа и разгерметизации уплотнений компрессоров и турбин;
- использование в производстве пожаро-взрыво и взрывопожароопасных веществ
- наличие большого количества насосного оборудования в блоке, возможный механический износ сальников и торцевых уплотнений насосов и их разгерметизация.

Авторами был рассмотрен следующий сценарий развития аварийной ситуации при производстве аммиака:

выход параметров за критические значения или механические повреждения изотермического хранилища аммиака → разгерметизация или полное разрушение хранилища → выброс аммиака → образование токсичного

облака → распространение токсичного облака → интоксикация людей на промышленной площадке и за её пределами.

Расчет масштабов заражения производился на основании РД 52.04.253.90.

Результаты расчета приведены в таблице 1

Таблица 1.

Скорость ветра	Время после аварии	Глубина зоны заражения, км				Площадь зоны возможного заражения	Площадь зоны фактического заражения	Время подхода облака
		Заражение первичным облаком	Заражение вторичным облаком	заражения	полная			
1	0,5	15,138	31,5	2,5	39,1	9,81	0,441	1 час
	1	15,138	44,5	5	52,1	39,24	2,025	40 мин
	4	15,138	52,4	20	60	627,8	42,75	н
4	0,5	5,1812	15,3	10,5	17,9	43,26	7,774	0 час
	1	5,1812	21,2	21	23,8	173	35,72	25
	4	5,1812	21,2	23,84	23,8	222,9	60,72	мин

При авариях с разрушением емкости с АХОВ возможны случаи со смертельным исходом, если персонал окажется в момент аварии в непосредственной близости от источника выброса. Как показывают практические данные максимальное расстояние, на котором зафиксировано смертельное воздействие на людей при аварии на НАК «АЗОТ» составляет от 200 м до 14 км для наиболее вероятных сценариев.

Одной из главных задач по локализации аварийной ситуации является проведение работ по уменьшению поверхности разлива, т.е. скорости испарения АХОВ.

В случае аварийной разгерметизации емкости с АХОВ поступление паров веществ в атмосферу происходит более медленно и времени для применения средств индивидуальной защиты и самостоятельного выхода людей из загазованной зоны будет достаточно. Токсический эффект поражения будет зависеть от правильности действий персонала.

УДК 614.84

Глаголева П.С., Коледенкова О.А.

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

ОСОБЕННОСТИ АВАРИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ АХОВ

Химическая продукция является одним из наиболее опасных техногенных источников воздействия на человека и окружающую среду. Большая ее часть отправляется потребителю по железной дороге.

Железнодорожный транспорт считается наиболее экономичным и надежным и видом транспорта для перевозки АХОВ.

АХОВ – это аварийно химически опасные вещества, применяемые в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе которых может произойти заражение окружающей среды в поражающих живые организмы концентрациях (токсодозах).

Аварии, случающиеся при перевозке АХОВ, чаще всего сопровождаются пожарами, взрывами и химическим заражением местности. Во время аварий происходит разгерметизация емкостей с АХОВ и аварийный разлив из цистерн. Образующееся при этом облако зараженного воздуха формирует зону химического заражения, представляющую серьезную опасность для здоровья и жизни населения, близлежащих населенных пунктов.

Размеры зоны заражения зависят от количества вещества, находившегося в разрушенных емкостях, метеоусловий (скорости и направления ветра), вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха и рельефа местности

Характерными особенностями аварий являются: значительные размеры и высокая скорость формирования зоны химического заражения; большая вероятность попадания людей в эту зону; трудность ликвидации последствий аварии; необходимость обеззараживания территории.

Высокая скорость формирования зоны заражения и действия поражающих факторов АХОВ, указывают на необходимость строгого соблюдения правил безопасности при перевозке опасных грузов.

Поэтому при подготовке персонала особое внимание необходимо уделять: изучению правил перевозки опасных грузов; обучению действиям по локализации аварийных ситуаций; отработке навыков совместной работы с аварийно-спасательными бригадами; правилам оказания первой помощи пострадавшим. Это позволит повысить безопасность перевозок АХОВ и уменьшить риск химического заражения местности.

УДК 614.8

Глаголева П.С., Коледенкова О.А.
(Новомосковский институт РХТУ им.Д.И.Менделеева)

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ЧС

Любая чрезвычайная ситуация сопровождается нарушением нормальных условий жизни и деятельности людей, приводит к значительным людским и материальным потерям. Своевременное оказание первой помощи может сохранить жизни людей.

Первая помощь - это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение жизни и здоровья пострадавшего. Ее целью

является устранение явлений, угрожающих жизни людей, и предупреждение дальнейших повреждений. Она оказывается при отсутствии сознания; остановке дыхания и кровообращения; наружных кровотечениях; при наличии инородных тел в верхних дыхательных путях; различных травмах; ожогах; отморожениях и отравлениях.

Первую помощь могут оказывать все люди, в том числе и не имеющие медицинского образования. Для этого необходимо знать комплекс простейших мероприятий, используемых для оказания первой помощи, и уметь применять их на практике.

В настоящее время разработан и успешно применяется универсальный алгоритм оказания первой помощи пострадавшим при ЧС, в котором прописаны правила поведения и порядок действий на месте происшествия. Согласно этого алгоритма, сначала следует оценить безопасность ситуации для себя и пострадавшего, а затем уже приступить к оказанию помощи.

Оказание помощи включает в себя: определение наличия сознания у пострадавшего; восстановление проходимости дыхательных путей и определение наличия сознания; вызов «Скорой медицинской помощи»; проведение сердечно-легочной реанимации; поддержание проходимости дыхательных путей; обзорный осмотр на предмет наружного кровотечения и других травм; придание пострадавшему оптимального положения тела; контроль состояния пострадавшего и оказание ему психологической поддержки до приезда «Скорой помощи».

Обязательное обучение населения основам оказания первой помощи и действию в ЧС позволяет сократить время на оценку сложившейся ситуации, а применение универсальный алгоритм оказания первой помощи, значительно снизить количество пострадавших.

УДК 796

Санаева Н.А., Костина О.В., Санаева Г.Н.

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

О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СУДЕЙСТВА ДЕТСКИХ СПОРТИВНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ТХЭКВОН-ДО

Современные электронные системы судейства тхэквон-до, в основном, ориентированы на «взрослых» спортсменов, участвующих в соревнованиях самого высокого квалификационного уровня (Олимпийские игры, Чемпионаты и Кубки Мира и Европы и т.д.). Это затрудняет применение указанных систем на уровне местных Федераций тхэквон-до, не имеющих возможность приобрести лицензионный программный продукт и потребность в использовании всех его функций. При этом организация судейства детских соревнований имеет ряд особенностей, поскольку дети могут начинать

заниматься тхэквон-до в разном возрасте и иметь различный уровень подготовки, находясь в одной весовой и возрастной категории.

Для решения данной задачи в среде Borland C++ Builder разработан вариант программного обеспечения судейства соревнований по тхэквон-до ITF в части массогы (спарринг) и туль (техничность выполнения) для областных Федераций, которое в соответствии с выдвинутыми ими требованиями выполняет следующие функции:

- распределение спортсменов по категориям в соответствии с полом, весом, гупом (квалификацией), возрастом;
- формирование турнирной таблицы соревнований в соответствии с Правилами Федерации тхэквон-до ITF;
- формирование последующих этапов соревнований, исходя из количества участников и результатов поединков на предыдущих этапах;
- автоматическое определение победителей и призеров в соответствующих категориях;
- автоматическое создание общего отчета (итогового протокола) соревнований.

Разработанный программный продукт оснащён удобным интуитивно понятным интерфейсом, адаптированным для пользователей, не обладающих навыками программирования. Работоспособность предлагаемого программного обеспечения тестировалась контрольной выборкой участников с учетом реальных результатов поединков на уровне областных и городских соревнований, проводимых Тульской Федерацией тхэквон-до.

УДК 519.6.075

Королева Е. А., Бездомников А. В.
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

При решении задач дискретной оптимизации характерным приемом является разбиение задачи на ряд подзадач (т. н. ветвление). Так как задачи дискретной оптимизации сводятся к выбору на конечном множестве решений (альтернатив), то в принципе каждая подобная задача может быть решена методом прямого перебора. Однако алгоритмы прямого перебора имеют экспоненциально возрастающую трудоемкость. В настоящее время для решения задач дискретной оптимизации разработаны две группы методов: методы отсечения и комбинаторные методы. В методах отсечений вводятся специальные дополнительные ограничения, которые отсекают (исключают из рассмотрения) некоторые части области допустимых решений, например, в которых отсутствуют точки с целочисленными координатами. Комбинаторные методы, в свою очередь, делятся на методы динамического

программирования и методы ветвей и границ. В методах ветвей и границ основным приемом является ветвление. Цель разбиения исходной задачи на подзадачи состоит в том, чтобы понизить размерность или упростить исходную задачу. Полученные подзадачи либо решают, либо, в свою очередь, применяют к ним процедуру ветвления. Решение всей задачи получается в результате анализа всех подзадач наиболее низкого уровня ветвления. Прием ветвления позволяет построить эффективный алгоритм решения задачи. Уменьшение времени решения задачи определяется одним из двух факторов:

- суммарное время решения подзадач за счет особенностей применяемых численных методов оказывается меньшим, чем время решения исходной задачи;

- анализ, подтверждающий отсутствие оптимального решения для некоторых подзадач, выполняется быстрее, чем формальное решение соответствующей подзадачи.

Применение приема ветвления не приводит автоматически к построению эффективного алгоритма решения задачи. Речь идет не об универсальной схеме, а о совокупности приемов, которые успешно применяются для решения ряда задач дискретного программирования. Творческий элемент, связанный с выбором конкретного варианта ветвления, всегда остается за человеком.

УДК 004.056

Камынин В.А., Санаева Н.А., Санаева Г.Н.

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

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДОСТУПА К КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Социальная инженерия – метод получения необходимого доступа к информации, основанный на особенностях психологии людей, основной целью которого является получение доступа к конфиденциальной информации, паролям, банковским данным и другим защищенным системам. В сфере информационной безопасности рассматриваемое понятие широко используется для обозначения ряда техник, используемых киберпреступниками с целью выманивания конфиденциальной информации у жертв либо побуждению жертв к совершению действий, направленных на проникновение в систему в обход средств обеспечения безопасности. При этом жертва может быть как частным лицом, так и сотрудником какой-либо организации. Полезную для себя информацию о потенциальной жертве злоумышленники могут получать, в том числе, из сведений, размещаемых жертвами в социальных сетях. Основные приемы социальной инженерии: претекстинг, фишинг, «троянский конь», «кви про кво» (услуга за услугу), «дорожное яблоко», обратная социальная инженерия, «виртуальное

похищение» – характеризуются применением к потенциальной жертве манипулятивных психологических техник, включая и нейролингвистическое программирование, в результате чего жертва может сообщить свой пароль, разгласить конфиденциальную информацию, отказаться от какой-либо меры обеспечения безопасности и т.д.

Основными способами защиты от применения методов социальной инженерии для организаций являются: запрет на использование за пределами организации выданных ею учетных данных и передачу их третьим лицам; повышение уровня знаний по информационной безопасности с целью противодействия методам социальной инженерии; строгое выполнение инструкций и регламентов по безопасности для недопущения утечки информации; использование актуального программного обеспечения для защиты от вредоносных программ и наличие брандмауэров; запрет или ограничение на использование съемных носителей внутри организации; ограничение доступа к web-сайтам и социальным сетям; максимальное ограничение прав пользователей в системе. Перечисленные способы противодействия методам социальной инженерии актуальны и для частных лиц в повседневной жизни.

УДК 004.056

Часовских Д.А., Санаева Н.А., Санаева Г.Н., Гербер Ю.В.

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

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ АТАК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВРЕДНОСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Целевые атаки, как правило, направлены на заражение сети определенной компании, организации, сервера в сетевой инфраструктуре организации, что отличает целевые атаки от атак компьютерных вирусов, заражающих максимальное количество компьютеров. Основной задачей большинства целевых атак является кража пользовательских данных, что актуально как для простых пользователей, так и для крупных веб-ресурсов или баз данных. Целевая атака может быть растянута во времени и для ее реализации может быть написана специальная троянская программа.

В большинстве случаев на компьютерах жертв предварительно устанавливается вредоносное программное обеспечение для организации самого короткого маршрута между злоумышленником и пользовательскими данными, для этого применяются спизрфишинговые письма с вредоносным вложением или документы Word, эксплуатирующие известные уязвимости. С целью обхода корпоративной системы безопасности могут использоваться методы фишинга или применяться фальшивые персональные данные.

При использовании метода «человек посередине» (MITM-атака)

атакующий ставит себя или свои вредоносные инструменты между жертвой и целевым ресурсом, например: сайтом, банковским или почтовым ящиком. Эти нападения эффективны и трудно обнаруживаем. В качестве инструмента перехвата сообщений достаточно часто используется Wi-Fi-маршрутизатор, при этом создается подмена используемого роутера и подмена самой сети. Помимо этого возможно обнаружение злоумышленником уязвимостей в настройке или шифровании в легальной сети, что предоставляет ему возможность незаметно «прослушивать» интересующую сессию. При использовании MITM-атаки «человек-в-браузере» вредоносный код, работающий внутри браузера, заносится на компьютер жертвы, после чего незаметно записывает все данные, передаваемые между браузером и различными сайтами, и отправляет полученные сведения злоумышленнику. К способам защиты от MITM-атак относятся использование стойкого шифрования между клиентом и сервером, а также отказ от использования открытых Wi-Fi-сетей для работы с личными данными.

УДК 004.056

Ковальчук А.В., Санаева Н.А, Санаева Г.Н., Гербер Ю.В.

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

ОБЗОР И АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММ-ШИФРОВАЛЬЩИКОВ

В настоящее время шифрование пользовательских данных является одним из самых быстроразвивающихся направлений киберпреступности, целевой аудиторией которого являются рядовые пользователи. Программы-шифровальщики (криптолокеры) вносят несанкционированные изменения в пользовательские данные или блокируют нормальную работу компьютера. Реализация программного кода большинства шифровальщиков выполнена на языке Delphi. При этом общая схема работы довольно типична: троянец добавляет свой исполняемый файл в список планировщика задач системы, производит поиск файлов с определенными расширениями, осуществляет их шифрование и показывает пользователю требование выкупа, чаще всего – в валюте Bitcoin. Возможна совместная работа нескольких вредоносных модулей: если банковский троянец Zeus не обнаружил на компьютере полезной для себя информации, то вымогатель CryptoLocker шифрует файлы с целью выкупа. Современные шифровальщики имеют ряд особенностей: уменьшен срок, выделенный жертве на ответ до 48 часов (Cryakl); командный сервер злоумышленников находится в анонимной сети Tor (CTB-Locker), возможность дешифровки данных при этом отсутствует; нестандартный подход к шифрованию для дополнительной защиты соединения с командным сервером (связка алгоритмов AES и RSA); отсутствие администраторских полномочий не препятствует шифрованию пользовательских данных

(Фантомас); для сообщения о готовности к работе посылается специальный POST-запрос к серверу злоумышленников (Trojan-Ransom.Win32.Cryakl.bo); возможность кражи паролей; сжатие файлов перед шифрованием.

Для защиты от шифровальщиков следует создавать резервные копии важных файлов и размещать их на отдельном носителе или на другом компьютере; игнорировать письма с подозрительными вложениями и ссылками независимо от адресата, а в случае сомнений связываться с приславшей письмо организацией по телефону или электронной почте, указанной на официальном сайте; скачивать программное обеспечение только с официальных сайтов; пользоваться актуальным антивирусным программным обеспечением и настроить защиту таким образом, чтобы программы-шифровальщики не могли получить уникальный ключ для шифрования через Интернет.

УДК 004.056

Санаева Н.А., Санаева Г.Н., Камынин В.А., Моисеева И.Д.

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

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ПРОГРАММАМ-ВЫМОГАТЕЛЯМ

«Трояны»-вымогатели являются одной из самых опасных современных киберугроз. Попав в систему, эти программы незаметно для пользователя в фоновом режиме шифруют файлы определенных типов, после чего за возвращение доступа к данным требуют отправить смс, электронные деньги или пополнить баланс мобильного номера через терминал. Шифровальщик запускается на короткое время, генерирует открытый и закрытый ключи, шифрует файлы и отправляет закрытый ключ злоумышленнику, после чего удаляет все свои следы. При этом файлы остаются у пользователя, но вернуть их в первоначальный вид без ключа практически невозможно, поскольку новейшие версии вымогателей используют очень стойкое шифрование.

Для предотвращения заражения шифровальщиком целесообразны: регулярное создание резервных копий всех важных файлов (бэкап); установка для съемного устройства ограниченных прав доступа только на чтение и запись, без возможностей удаления или перезаписи; регулярная проверка созданных бэкапов; игнорирование писем, отправленным незнакомыми людьми; учет возможности отправки зараженного письма со взломанного аккаунта друга или знакомого; включение функции «Показывать расширения файлов» в настройках для определения опасности файла (особенно подозрительными являются файлы с расширениями «.exe», «.vbs» и «.scr»); установка надежного антивируса, который защитит важные файлы с помощью специальной функции; регулярная установка обновлений для операционной системы, браузера, антивирусного и другого программного

обеспечения.

При обнаружении подозрительного процесса нужно отключить компьютер от Интернета – если «троян»-вымогатель не успеет стереть ключ шифрования на компьютере, есть шанс восстановить файлы. Не стоит платить выкуп, если в этом нет серьезной необходимости. При этом нельзя переустанавливать операционную систему, а также удалять, переименовывать и менять расширение зашифрованных файлов, – имя файла очень важно при расшифровке в будущем. Для заразившихся «старым» шифровальщиком существует возможность бесплатного восстановления файлов с помощью специальных утилит размещаемых в публичном доступе для расшифровки. Если утилиты не помогли, зараженные файлы следует отправить вирусным аналитикам.

УДК 004.056

Санаева Н.А, Костина О.В., Санаева Г.Н., Моисеева И.Д.

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

О СОЗДАНИИ НАДЕЖНЫХ ПАРОЛЕЙ

В настоящее время использование паролей является наиболее частым способом защиты конфиденциальной информации. При том традиционные способы создания паролей не отвечают современным требованиям по обеспечению должного уровня защиты даже в случае, если пароль представляет собой комбинацию случайных букв, цифр и знаков, что, помимо прочего, очень сложно для запоминания особенно с учетом того, что пароль должен быть достаточно длинным.

При создании пароля следует учитывать классические рекомендации: наличие в пароле различных регистров букв и добавление специальных символов существенно снижает шансы взлома простым перебором; надежный пароль должен состоять, как минимум, из десяти символов, при этом желательно избегать регистрации на ресурсах, ограничивающих количество символов пароля; нежелательно использовать русские слова, написанные с использованием латинской раскладки клавиатуры, поскольку существует специальный словарь, облегчающий взлом пароля; нежелательно использование известных или легко определяемых дат, названий и т.д.; не следует использовать один и тот же пароль для разных ресурсов.

Для повышения степени стойкости пароля можно использовать методы, сочетающие мнемонику и интервальные повторения. Например, если вспомнить фразу, строку из песни, цитату из фильма и т.д., записать первые буквы первых пяти слов и вставить между ними специальные символы, можно получить «базовую» комбинацию, дополняя которую можно составлять бесконечное число уникальных паролей, ассоциирующихся с конкретным ресурсом. Поскольку пароль, который служит для входа в

аккаунт основной электронной почты, является самым важным, он не должен быть похожим на остальные.

Выбирая длину и сложность пароля, надо оценить важность защищаемой информации, предполагаемую частоту пользования защищаемым ресурсом, необходимость набирать пароль на смартфоне или планшете. Целесообразно использование специального инструмента для управления паролями, предлагаемого ведущими производителями программного обеспечения для защиты от вредоносных программ

При вводе пароля по возможности следует использовать виртуальную клавиатуру – это защитит пароль от кражи с помощью клавиатурного шпиона или другого вредоносного приложения.

УДК 004.9

Ланцов С.Р., Санаева Н.А., Гринюк О.Н., Санаева Г.Н.

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

О ЮЗАБИЛИТИ И ДИЗАЙНЕ САЙТОВ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ СПОРТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

За короткий период времени Россия уже приняла и будет принимать спортивные мероприятия общемирового значения, от которых ожидается существенная финансовая отдача по итогам их проведения. Используемые при этом интернет-ресурсы разрабатываются для получения прибыли, поэтому цифры посещаемости и конверсии для них становятся особенно важными. При этом юзабилити включает простоту, удобство в пользовании, тестирование, проведение аудита сайта и характеризует степень эффективности, результативности, продуктивности и удовлетворенности, с которой пользователь решает определенную задачу в конкретных условиях. Высокий уровень юзабилити веб-страниц обеспечивает полновесный трафик и большое количество посетителей. Грамотное PR-продвижение спортивного мероприятия должно помочь в превращении высокозатратного события в высокодоходное. Главная страница сайта спортивного мероприятия должна удовлетворять следующим требованиям: содержать краткое и понятное разъяснение, что собой представляет веб-ресурс и для чего он нужен; включать обзор содержимого (коммерческие предложения, заголовки последних статей, сервисы (авторизация, подписка и т.д.), а также регулярно обновляемая информация (новости)). С точки зрения людей и поисковых машин оптимальный дизайн спортивного веб-ресурса должен быть предельно простым и четко структурированным.

Анализ сайтов проведенных спортивных мероприятий общемирового масштаба показал, что большинство из них имеет дружелюбный интерфейс, удобный для пользователя. Ряд ресурсов обладает высокой эргономичностью. Особенно удобными являются сайты, структура которых предусматривает

меню, содержащее пункты по каждому отдельному виду спорта. Большинство сайтов имеет уникальный узнаваемый фирменный стиль, что повышает их привлекательность. Однако, мобильные версии сайтов, во-первых, не всегда присутствуют, во-вторых – не всегда удобны.

В конечном итоге, правильная и успешная организация спортивного события мирового уровня и его освещение, в том числе, с помощью интернет-ресурсов, должны привести к появлению спортивного бренда страны.

УДК 62-5

Волкова В.В., Волков В.Ю., Гаврилов В.А.

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

ЭНТРОПИЯ ПОКРЫТИЯ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Оптимальный выбор управляющего воздействия, направленного на снижение концентрации загрязняющих веществ в атмосфере мы предлагаем выбирать на основе принципа Эджворта – Парето [1]. В соответствии с аксиомами Парето составим алгоритм выбора оптимального управляющего решения для ЛППР.

I этап. Формируется перечень управляющих воздействий с дифференциацией по «месту приложения» каждого воздействия на соответствующий уровень управления.

II этап. Определяются экспертные оценки эффективности принятия решений.

III этап. Формируются матрицы решений (стратегий) F_i для каждого из загрязняющих веществ.

IV этап. При принятии решения ЛППР необходимо осуществить выбор - обосновано, эффективно, используя имеющуюся информацию о целях и предпочтениях. При выборе оптимального решения по предложенному алгоритму будут учтены как интересы промышленных предприятий, так и контролирующих органов в области охраны окружающей среды, представляющие интересы населения.

Применение разработанного метода для выбора оптимальных решений позволяет избежать конфликтов интересов (экономических и экологических) при условии соблюдения принципа заинтересованности химико-технологического предприятий в соблюдении выработанных решений.

Следует отметить, что принципиальная сложность задачи многокритериального выбора заключается в невозможности простого определения наилучшего решения. Процедура выбора зависит от большого числа параметров, которые невозможно учесть при составлении математической модели. Для повышения эффективности выбора предлагается

использовать энтропию покрытия.

Литература:

1 Ногин В.Д. Обобщенный принцип Эджворта-Парето и границы его применимости // Экономика и матем. Методы . 2005. С.

УДК 62-5

Зрожевский Р.В., Волков В.Ю.

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

РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ ПОДЪЕМА И ДАЛЬНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВЫБРОСАХ В АТМОСФЕРУ ОТ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Распространение в атмосфере выбрасываемых химико-технологическими предприятиями загрязняющих веществ подчиняется законам турбулентной диффузии. На процесс рассеивания выбросов существенное влияние оказывает состояние атмосферы, расположение предприятий, характер местности, физические свойства выбросов, высота трубы, диаметр ее устья и др. Горизонтальное перемещение примесей определяется в основном скоростью ветра, а вертикальное - распределением температур в вертикальном направлении.

Обычно выделяют пять типов метеорологических условий, влияющих на форму и распространение дымовых факелов от источников. При отсутствии ветра факел поднимается вертикально вверх, а при сильном ветре направлен горизонтально земле по ветру. В [1] указано, что на величину концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы влияют высота выброса и скорость ветра. Так как турбулентная диффузия создает некий меандр факела, то имеет смысл оперировать с осредненными концентрациями. При времени отбора проб 20-30 минут, опытные данные оказываются существенно ниже расчетных. Почти при любых условиях возникает начальный подъем примеси над трубой, величина которого обратно пропорциональна корню кубическому из скорости ветра на высоте флюгера (10 м).

Согласно [2] выбросы из трубы не могут подниматься выше определенного уровня - «потолка», который для мощных тепловых источников (ТЭС) может достигать 200-800 м, а для сравнительно холодных (близких к температуре окружающей среды) труб небольшого диаметра – 20-40 м.

Литература:

1. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л: Гидрометеоиздат, 1985 г., 272 с.

2. Берлянд М.Е. Об опасных условиях загрязнения атмосферы промышленными выбросами. ТрГТО, вып.185., 1966, с.15-25.

УДК 62-5

Мухин А.А.

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

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНОГО АППАРАТА

Для мониторинга концентрации загрязняющих веществ в выбросах химико-технологических предприятий в атмосферный воздух мы предлагаем использовать не только стационарные посты контроля качества воздуха, но и мобильные станции на базе беспилотных летательных аппаратов, оснащенных портативными газоанализаторами.

Такие аппараты обычно называются эко-дронами. Их для изучения таяния полярных льдов, с их помощью определяют пути миграции животных, обнаруживают несанкционированные свалки, борются с браконьерами, выявляют случаи нарушения норм экологического законодательства, определяют уровень загрязнения, а также влияние различных загрязнителей на глобальную экологическую ситуацию.

В Китае дроны уже используются для мониторинга загрязнения воздуха над электростанциями, очистительными заводами и другими потенциальными нарушителями. В рамках проекта NASA ATTREX армейский дрон Global Hawk задействовали для измерения влажности, концентрации озона и ряда других параметров стратосферы для выявления глобальных изменений в земной атмосфере.

Нет сомнений, что беспилотники по целому ряду параметров - привлекательный инструмент для экологов и других природоохранителей. Они дешевле и проще в использовании, чем пилотируемая авиация и спутники, их негативное воздействие на окружающую среду минимально. В ближайшие годы мы увидим их активное использование в самых различных областях [1].

Так, например, в Китае уже используются подобные методы для мониторинга состояния окружающей среды поблизости от крупных химических производств. Что позволяет осуществлять мониторинг в реальном времени и находить области с максимальным содержанием вредных веществ.

Литература:

- 1 В экологических проектах все чаще используются беспилотники. <http://robotrends.ru/pub/1538/v-ekologicheskikh-proektah-vse-chashe-ispolnyutsya-bespilotniki> 12.12.2016

УДК 62-5

Крылов М.А., Волков В.Ю.

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

ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Универсальный квантовый компьютер является пока гипотетическим устройством, однако это не мешает делать обоснованные предположения о его будущей архитектуре и интерфейсе взаимодействия с ним человека.

В отличие от классического компьютера, подчиняющегося законам классической физики и использующего двоичную систему счисления, квантовый компьютер использует квантово-механические явления (в особенности квантовую интерференцию), чтобы осуществлять совершенно новый способ обработки информации. В квантовом компьютере фундаментальная единица информации (называемая квантовый бит или кубит), не двоична по своей природе. Кубит может существовать не только в состоянии, соответствующем логическим 0 или 1, как классический бит, но также в состояниях, соответствующих суперпозиции этих классических состояний, т.е. как 0, как 1, и как одновременно 0 и 1. При этом можно указать некоторый численный коэффициент, представляющий вероятность оказаться в каждом состоянии. Такая особенность позволяет квантовому компьютеру работать экспоненциально быстрее классического.

Языки квантового программирования — языки программирования, позволяющие выражать квантовые алгоритмы с использованием высокоуровневых конструкций. Их главной особенностью является не столько создание инструмента для программистов, сколько предоставление средств для исследователей для облегчения понимания работы квантовых вычислений. На сегодняшний день известны всего несколько языков программирования квантовых компьютеров: QPL, QCL, QML, Q, Qirreg.

Синтаксис QCL похож на C или Паскаль. Язык Q использует объектно-ориентированные особенности языка C++ для реализации квантовых регистров и операторов. QPL представляет программы в виде потоковых схем.

На сегодняшний день известно как минимум 45 алгоритмов для квантовых компьютеров. Все они описаны в научных статьях, но ни один не был реализован в программном коде. Высокоуровневый язык Qirreg дает такую возможность. В дальнейшем программисты смогут просто использовать готовые библиотеки для квантовых компьютеров, как они это делают сейчас на высокоуровневых языках для классической архитектуры.

Построение квантового компьютера в виде реального физического прибора, является фундаментальной задачей современной физической науки. Платформа IBM не первый квантовый компьютер, доступный в сети для всех

желающих. Так, меньше года назад, Google создала собственную лабораторию, которая занимается разработкой квантового компьютера на сверхпроводниках. Промежуточным результатом работы её специалистов стало создание онлайн-сервиса «Quantum Computing Playground», который является аналогом облака IBM.

Научное издание

**XIX научно-техническая конференция молодых
ученых, аспирантов, студентов**

ЧАСТЬ 3

Редактор Туманова Е.М.

Подписано в печать 05.05.2017 г. Формат 60x84^{1/16}

Бумага «Снегурочка». Отпечатано на ризографе.

Усл. печ. л. 6,9 . Уч.- изд. л. 5,1.

Тираж 50 экз. Заказ № 1708/1392.

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт (филиал). Издательский центр

Адрес университета: 125047, Москва, Миусская пл., 9

Адрес института: 301655 Тульская обл., Новомосковск, ул. Дружбы, 8

