

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ СИГРЭ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский государственный энергетический университет»

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
VIII МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

27–29 марта 2013 г.

Казань

В четырех томах

*Под общей редакцией
ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова*

Том 2

Казань 2013

УДК 371.334
ББК 31.2+31.3+81.2
М34

Рецензенты:

проректор по НиИД КНИТУ-КАИ,
доктор технических наук, профессор *С.А. Михайлов*;
проректор по НР КГЭУ, доктор технических наук, профессор *В.М. Гуреев*

М34 **Материалы докладов VIII Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения» / Под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. В 4 т.; Т. 2. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2013. – 222 с.**

ISBN 987-5-89873-381-0

В сборнике представлены тезисы докладов, в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло- и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

УДК 371.334

ББК 31.2+31.3+81.2

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук Э.Ю. АБДУЛЛАЗЯНОВ (гл. редактор); д-р техн. наук, проф. В.М. ГУРЕЕВ (зам. гл. редактора); д-р техн. наук, проф. В.К. ИЛЬИН; д-р хим. наук, проф. Н.Д. ЧИЧИРОВА; д-р физ.-мат. наук, проф. В.К. КОЗЛОВ; канд. физ.-мат. наук, доц. Ю.Н. СМИРНОВ; канд. техн. наук, доц. Е.Е. КОСТЫЛЁВА

Материалы докладов публикуются в авторской редакции.

Ответственность за содержание тезисов возлагается на авторов

ISBN 987-5-89873-381-0

© Казанский государственный
энергетический ун-т, 2013

НАПРАВЛЕНИЕ: ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА**СЕКЦИЯ 1. «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»**

УДК 621.311.04

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРИБОРА
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ КОТЛОВОЙ ВОДЫ**

АЗАМАТОВА Г.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

В теплоэнергетике основным теплоносителем является водяной пар или вода. Котел – устройство для получения горячей воды или водяного пара с давлением выше атмосферного за счет теплоты сгорания органического топлива.

Надежная и экономичная работа всей котельной установки в значительной степени зависит от качества воды, применяемой для питания котлов. Источниками водоснабжения для питания котлов служат пруды, реки, озера, а также грунтовые воды, городской или поселковый водопровод. Природные воды, обычно содержат примеси в виде растворенных солей, коллоидные и механические примеси, поэтому непригодны для питания паровых котлов без предварительной очистки. Так, обработка котловой воды для любого вида котельных включает в себя и установку умягчителей воды и фильтров для механической очистки.

Современную котельную невозможно представить себе без систем автоматизации. Технология производства котловой воды предъявляет высокие требования к автоматизации технологических процессов, к выбору оптимальных средств комплексной автоматизации. Конструкция котла, в которой использованы передовые и надежные технические решения, а также высокое качество изготовления обеспечивают исключительные характеристики котла: высокую производительность и качество пара, высокий КПД, безопасность и надежность работы, длительный срок службы. Оснащение котла средствами автоматического регулирования и контроля за качеством воды позволяет осуществлять работу котла без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Таким образом, автоматизация процессов подготовки и управления качеством воды позволяет наиболее точно выдерживать водно-химические режимы во всем диапазоне нагрузок работы основного технологического оборудования, что ведет к снижению образования отложений на стенках трубопроводов, к более длительному сроку службы и снижению затрат на замену и ремонт до 10–15 %.

УДК 621.36

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ДЛЯ ЗАКАЛКИ ДЛИННОМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

АМИНЕВ Я.В., БАЖУТКИН А.С., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. БАЗАРОВ А.А.

В процессе закалки длинномерных объектов, таких как валы, штанги, возникает проблема несимметричного нагрева, обусловленная или спиральной формой многовиткового индуктора, или зазором в одновитковом индукторе. Пути решения этой проблемы могут быть одинаковыми. Например, приведение во вращение закаливаемого изделия выравнивает распределение внутренних источников тепла в заготовке по угловой координате. Тем не менее, совмещение процессов нагрева и охлаждения требует разработки конструкции индуктора и спрейерной системы, а также системы управления, обеспечивающих создание необходимых температурных распределений по всей длине.

Решение задачи синтеза пространственно-временного управления индукционным нагревом включает два этапа: разработка конструкции индуктора и системы вращения изделия; разработка системы управления, позволяющей использовать форсированный режим нагрева в начале процесса. Системы закалки в силу быстротечности процесса обычно реализуются программным способом, так как системы автоматического управления из-за инерционности систем измерения не обеспечивают требуемого быстрого действия. Кроме того, перемещение изделия и пары воды затрудняют контроль с помощью бесконтактных датчиков температуры.

Для реализации алгоритма поиска параметров систем нагрева и управления используется мультифизическая математическая модель, объединяющая электромагнитные и тепловые процессы. Функция распределения уровня мощности задается непосредственно в программе

расчета. Непосредственно по результатам моделирования производится корректировка управляющих воздействий и требуемого распределения мощности. Для определения конструктивных параметров индуктора, обеспечивающих максимальное значение коэффициента мощности отдельно и минимальные потери мощности, используется встроенная процедура оптимизации программы Elcut 5.6. Для моделирования процессов нагрева движущихся изделий используется программа Comsol, позволяющая решать нелинейные связанные задачи.

УДК 681.5: 622. 276. 1/4

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫСОТЫ ПОДЪЕМА ТАЛЕВОГО БЛОКА ПРИ СПУСКО-ПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИЯХ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

АХМЕТОВ И.А., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. ст. преп. АНОХИНА Е.С.

Несколько лет назад, когда доля машинного времени при спуско-подъемных операциях составляла 20–30 % от времени проводки скважины, эти результаты не играли существенной роли. В современных условиях несоответствие между возможностями бурильщика и возможностями буровой установки становятся все очевидней.

С каждым годом увеличивается глубина бурения, что вызывает противоположную тенденцию – интенсивный рост объемов спуско-подъемных операций. Кроме того, совершенствование технологии бурения, а также всех других этапов строительства скважины увеличивает число скважин, которое может быть пробурено одним станком в год. В результате совершенствования буровой техники возникают определенные сложности, связанные с ручным управлением высокомеханизированными агрегатами.

Из всего вышперечисленного следует, что повышается вероятность появления аварийных ситуаций и внеплановых остановок бурения, связанных со спуско-подъемными операциями. При приближении блока к основанию кронблока срабатывают рукоятки кранов, при этом затормаживаются буровой и тартальный барабаны и отключаются все муфты, т.е. останавливается весь процесс бурения, следовательно, теряется время на восстановление оборудования, что значительно сказывается на всем производстве.

Предлагается внедрить новую систему безопасности, которая будет ограничивать высоту подъема талевого блока.

Данная система будет отсчитывать высоту подъема путем подсчета количества оборотов барабана, информировать бурильщика о приближении талевого блока к основанию кронблока, при необходимости будет способна остановить процесс подъема и также информировать бурильщика об остановке.

Это дает возможность минимизировать аварийные ситуации при спуско-подъемных операциях, сократить непроизводительные затраты времени и минимизировать участие человека, что крайне актуально в нефтегазовой промышленности.

УДК 621.365

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ПЛАСТИНЫ В ПОПЕРЕЧНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

ВАСИЛЬЕВ И.В., ДОМЕРТ Е.П., МАКАРОВ А.П., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ДАНИЛУШКИН А.И.

В работе исследуются динамические свойства индукционной системы для нагрева пластины в поперечном магнитном поле. Индукционный нагреватель как звено системы автоматического управления представляет собой сложный объект с распределенными параметрами. В то же время для синтеза системы автоматического регулирования его представляют в виде совокупности простых динамических сосредоточенных звеньев. Для исследования динамических свойств индукционного нагревателя создан экспериментальный стенд, состоящий из индукционного нагревателя с регулируемым источником питания, регулятора-измерителя температуры с блоком управления, датчика температуры и контрольно-измерительной аппаратуры. Исследование динамических свойств объекта заключается в снятии переходной функции объекта и последующей аппроксимации ее решением дифференциального уравнения первого или второго порядка. Для определения параметров передаточной функции используются численные методы поиска минимума некоторой функции, соответствующей наиболее точному определению искомых значений. Аппроксимация переходной функции осуществляется по минимуму

абсолютного отклонения ошибки приближения к искомой функции. Для поиска аппроксимирующей функции используется программа Mathcad. Полученная передаточная функция объекта используется для синтеза замкнутой системы автоматического управления. Моделирование системы управления производилось в среде технологических расчетов – MATLAB, а также сопутствующей системы для моделирования динамических нелинейных систем – Simulink.

УДК 621.186.2:681.5

УСТРАНЕНИЕ ПЕРЕРАСХОДА ТОПЛИВА ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СМЕШЕНИЯ

ВЕРЕМЬЁВ В.О., ИГЭУ, г. Иваново

В двухтрубных тепловых сетях с нагрузками отопления и горячего водоснабжения в период высоких температур наружного воздуха происходит перерасход топлива, который приводит к возрастанию температуры воздуха внутри отапливаемых помещений, что ведет к большому расточительству топливных энергетических ресурсов.

Устранение перерасхода топлива возможно за счет организации подмеса обратной сетевой воды в подающую воду и наоборот, при этом образуются два узла смешения. Основное техническое требование – обеспечение равных коэффициентов смешения, так как это позволяет сохранить расчетные расходы сетевой воды по участкам тепловой сети и через отопительные системы подключенных зданий. Коэффициенты смешения можно определять при помощи датчиков расхода или температуры, установленных до и после узла смешения на прямом и обратном трубопроводах тепловой сети.

В ходе выполнения дипломного проекта на тему «Разработка системы автоматического контроля и управления лабораторным стендом» нами был создан и апробирован учебный стенд для контроля и регулирования коэффициента смешения. Цель создания стенда – исследование функциональности и преимуществ применения в тепловых сетях насосного узла смешения с частотно-регулирующим преобразователем (ЧРП) и устройства по устранению перерасхода топлива с ЧРП и регулируемым клапаном. Экспериментальный стенд состоит из теплогидравлической модели тепловой сети и пульта системы автоматического контроля и регулирования. В состав теплогидравлической

модели тепловой сети входят: один сетевой и два рециркуляционных насоса; клапан регулирующий; нагреватель проточной; теплообменник; бак расширительный. В состав пульта управления входят: датчики температуры, давления и расхода; контроллер. Гидравлическая схема установки состоит из двух контуров: горячего теплоснабжения и холодного. Передача тепловой энергии от горячего теплоносителя к холодному осуществляется в пластинчатом теплообменнике. Для принудительной циркуляции воды в греющем контуре служит сетевой циркуляционный насос, оснащенный ЧРП. Узел устройства для устранения «перетопа» состоит из рециркуляционного насоса с ЧРП и регулируемого клапана.

УДК 621.365

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНДУКЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ НАГРЕВА И ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

ЗУБАРЕВ С.А., ТАЙМОЛКИН А.Ю., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ДАНИЛУШКИН В.А.

В работе исследуется автоматизированная система для нагрева и перемешивания неэлектропроводной вязкой жидкости, например, нефти, в индукционном нагревателе. Нагреватель представляет собой теплообменный аппарат проходного типа, состоящий из трубы, выполненной из магнетопрозрачного материала, по которой протекает нагреваемая жидкость. Внутри трубы расположен ферромагнитный полый цилиндр, закрепленный на оси вращения и имеющий на внутренней поверхности лопасти для перемешивания жидкости. Индуктор, охватывающий магнетопрозрачную трубу, подсоединен к регулируемому трехфазному источнику питания. Благодаря такой конструкции часть энергии, подводимой к индуктору, превращается в тепло, а другая часть идет на создание вращающего момента для ферромагнитного цилиндра, обеспечивающего перемешивание жидкости. Система автоматического регулирования, снабженная двумя датчиками температуры жидкости, установленными в центре потока и на поверхности, в зависимости от соотношения этих температур обеспечивает необходимое соотношение между мощностью, расходуемой на нагрев, и мощностью, идущей на перемешивание за счет изменения частоты и напряжения трехфазного источника питания. Проведено моделирование системы управления в программной среде «MATLAB SIMULINK».

УДК 681.5

ИНТЕГРАЦИЯ ТРЕНДА КПД ПЕЧЕЙ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

ГЕВЛИЧ А.К., КУЗНЕЦОВ А.В., (ф) УГНТУ в г. Салавате
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВИЛЬДАНОВ Р.Г.

В расчете КПД участвуют многие показатели такие как: количество форсунок, необходимая температура нагрева нефтепродукта, теплотворная способность топлива, расход топлива, давление, температура и др.

Для определения КПД печи на газообразном топливе применено выражение:

$$\eta^r = 95,1937 - 1,7574\text{ЧО}_2 - 54,56\text{Ч}10^{-3}\Delta t + 101,76\text{Ч}10^{-5}\text{О}_2\Delta t,$$

где О_2 – содержание кислорода в уходящих дымовых газах;

Δt – разность температур уходящих дымовых газов и окружающего воздуха.

В расчете КПД печи принимается во внимание также и экономическая составляющая (т.е. цена на различные виды топлива в определенный период времени, степень износа змеевика и арматуры, степень износа шамота и проч.). Тренд КПД позволит оператору блока печей оказывать влияние на процессы, проходящие в печи, определять и предпринимать меры, позволяющие довести работу печи до оптимального режима. При внедрении тренда КПД печей на производстве будет получена возможность через систему PI System рассчитывать потребление определенного вида топлива, его соотношения и прогнозировать плановые показатели рентабельности работы производства.

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУТП

ГЛЯЗНЕЦОВА А.В., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. д-р техн. наук, с.н.с. ЦЕЛИЩЕВ Е.С.

Проектирование АСУТП электрических станций – сложный и трудоемкий процесс, состоящий из трех основных этапов: функционального, конструкторского и технологического. На стадии функционального проектирования определяются алгоритмы реализации

функций АСУТП, формируются общесистемные решения. На стадии конструкторского проектирования разрабатывается проектная документация в объеме, необходимом и достаточном для выполнения следующей стадии – технологической, включающей в себя монтаж системы и проведение пусконаладочных работ по вводу АСУТП в эксплуатацию.

Использование систем автоматизированного проектирования (САПР) на стадии конструкторского проектирования позволяет оптимизировать процесс создания проекта и выпуска проектной документации. Однако сегодня большинство применяемых САПР автоматизируют лишь процесс формирования проектных документов. При этом собственно процедуры проектирования, такие как: выбор схем электрического подключения приборов, подключение сигналов к клеммникам, формирование кабелей, подключение к многоканальным приборам и т.д., – выполняются вручную.

Разработанная методика предназначена для автоматизации выполнения проектных процедур и операций. В результате применения этой методики на основе исходных данных, автоматически создается единая модель проекта – виртуальная модель проектируемой системы, которая содержит необходимую и достаточную информацию для формирования проектной документации.

В основе разработанной методики лежит агрегативно-декомпозиционная технология проектирования. Применение этой методики позволяет существенно повысить степень автоматизации проектирования систем контроля и управления, избежать возникновения случайных ошибок, сократить сроки создания проекта. Гибкая система настроек автоматических процедур гарантирует универсальность предлагаемой методики при проектировании различных объектов энергетического комплекса.

УДК 681.51

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕДУКЦИОННЫХ ОХЛАДИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ТЭС С ПОПЕРЕЧНЫМИ СВЯЗЯМИ

ГОТОВКИНА Е.Е., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ТВЕРСКОЙ Ю.С.

Редукционно-охладительные установки (РОУ) применяются в качестве необходимых элементов основных технологических схем ТЭС и АЭС. Они входят в состав пускосбросного оборудования, используются

для питания паром коллекторов собственных нужд и теплофикационных сетей. От уровня автоматизации РОУ, качества настройки регуляторов, скорости открытия клапанов зависит надежность и безопасность работы всей электростанции, а также количество пара, сброшенного в пусковых и аварийных режимах, что напрямую отразится на технико-экономических показателях работы станции.

Основное внимание в работе уделено разработке нелинейной математической модели РОУ и исследованию ее системы автоматического регулирования. Как объект регулирования РОУ представляет собой динамическую систему с двумя входными регулирующими воздействиями $G_{п.п.}$ и $G_{о.в.}$ и тремя регулирующими величинами: $p_{р.п.}$, $t_{р.п.}$ и $G_{р.п.}$.

На реальных объектах поддержание параметров редуцированного пара за РОУ осуществляется двумя отдельными контурами регулирования давления и температуры редуцированного пара. При проведении анализа результатов экспериментов, снятых с модели, видно, что изменение расхода перегретого пара на входе в установку оказывает значительное влияние на изменение температуры редуцированного пара. Для улучшения качества регулирования процессов в установке необходимо ввести дополнительный сигнал по каналу «расход перегретого пара – температура на выходе из РОУ», подаваемый на регулятор температуры через устройство компенсации.

Результаты исследования показывают, что ввод устройства компенсации ускоряет процесс регулирования температуры при нанесении возмущения на систему по каналу изменения задания давления, улучшая качества переходного процесса. При возмущении регулирующим органом по каналу давления регулятор температуры обрабатывает возмущение и без устройства компенсации.

УДК 658.26:66.0

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ СЛОЖНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

ЗВЕГИНЦЕВ А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПЛОТНИКОВ В.В.;

канд. техн. наук, доц. ПЛОТНИКОВА Л.В.

Основным направлением модернизации современной промышленности становится оптимизация процессов и эффективное потребление энергоресурсов. Достичь качественно нового уровня энергопотребления

позволяет организация систем комплексной рекуперации вторичной энергии, обеспечивающих получение дополнительного количества энергии за счет внутренних резервов предприятий.

Однако, такие комплексы представляют собой сложноструктурированные теплотехнологические схемы – объединения, состоящие из множества различных взаимозависимых элементов. Оценить эффективность работы такой системы возможно на основе системного анализа, который позволяет оценить резервы энергосбережения и выявить оптимальный вариант повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в теплотехнологических схемах.

Для осуществления рассмотренного выше анализа на языке C# разработана программа в среде Microsoft Visual Studio, в основе которой лежит алгоритм перемножения булевых матриц.

Данная программа выявляет наличие в системе обратных потоков энергии и вещества, что позволяет рассчитывать образованные данными потоками контуры, предварительно «разорвав» по одному из их потоков с наибольшей частотой, а затем провести итерационное согласование условно входных и выходных переменных, определяющих значение параметров потока. Кроме того, в процессе анализа программа позволяет исключить из области анализа те элементы оборудования, от которых не зависит расчет параметров контура, т.е. те потоки, которые не входят в контуры, а представляют собой звенья разомкнутой цепи. Дальнейшее включение в программу термодинамического блока позволит выявлять и рассчитывать варианты эффективного энергопотребления для таких схем.

УДК 681.51

РАЗРАБОТКА ПОЛИГОННОЙ АСУТП ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ ГТУ-110

**КОЛОСОВА Ю.С., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГОЛУБЕВ А.В.**

Задача оптимизации режимов работы ГТУ является актуальной научно-технической задачей. Решение задачи возможно проведением экспериментальных исследований. Испытания непосредственно на действующем оборудовании весьма сложны, трудоемки, дорогостоящи и экономически невыгодны и связаны с нарушением нормального режима эксплуатации объекта. Оптимальным решением задачи видится

проведение предварительных исследований на динамической модели ГТУ, функционирующей в режиме реального времени в составе полигонной версии АСУТП.

Для определения оптимальных режимов работы газотурбинной установки, была разработана модель, состоящая из модели компрессора, модели камеры сгорания, модели газовой турбины. Подсистема управления ГТУ, воздействующая на подсистему модели, включает в себя основные регуляторы мощности ГТУ и температуры газов за турбиной. Подсистема управления реализована на примере ПТК «Квинт» в лаборатории «Полигон АСУТП электростанций». Проведены предварительные испытания по оптимизации режимов на полигонной АСУТП.

УДК 681.5:681.3 (075.8)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ, ОПТИМАЛЬНЫХ ПО БЫСТРОДЕЙСТВИЮ, В ПТК КВИНТ

КУЗНЕЦОВ Д.Ю., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. ст. преп. ТЕТЕРЕВКОВ И.В.

Необходимость в росте эффективности производства энергии приводит к изменению подходов к проектированию систем управления: наряду с использованием стандартных регуляторов, реализующих жесткие законы, все большее внимание уделяется проектированию и эксплуатации так называемых оптимальных систем управления. Тем не менее, в современных отечественных ПТК практически отсутствуют алгоритмы, связанные с работой адаптивных и оптимальных систем. В попытке частично восполнить этот пробел и состоит суть предлагаемой работы.

При переходе на новый режим работы технологического объекта АСУ должна обеспечить переходный процесс с максимальным быстродействием и с отсутствием перерегулирования. Эту задачу решают системы, оптимальные по быстродействию. Классический подход к построению таких систем основан на применении метода фазового пространства. Практическая реализация на реальном микропроцессорном контроллере показала негативное влияние разрядности и недостаточно малого шага квантования прибора на качество работы системы, поэтому автором для построения системы было предложено применить метод переменного коэффициента усиления.

Разработанные алгоритмы реализованы в ПТК КВИНТ. Для практически важных типов передаточных функций объектов управления параметры системы рассчитываются автоматически. Реальные ограничения на мощность управляющего воздействия учитываются с помощью возможности перевести систему на работы с любым шагом квантования, не равным шагу самого микропроцессорного контроллера. На уровень нового задания объект выходит за n интервалов квантования, где n – порядок передаточной функции объекта.

В процессе тестирования созданная система показала отличные результаты работы: по сравнению с обычным ПИ-регулятором быстродействие повышается примерно в 15 раз. Однако при отработке внутренних возмущений применение обычных регуляторов оказывается более эффективным, поэтому автором реализована система с перестраиваемой структурой, которая в управляющей части реализует обычный ПИ-закон, а при изменении задания алгоритм управления соответствует системе, оптимальной по быстродействию.

В перспективе полученные результаты могут быть использованы в составе систем управления на тепловых и атомных электрических станциях.

УДК 621.35

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ МИКРОРАЗРЯДОВ В ХОДЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

ЛАЗАРЕВ Д.М., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАРФЁНОВ Е.В.

Плазменно-электролитическое оксидирование (ПЭО) является современной технологией и представляет собой процесс наращивания оксидных покрытий на поверхностях легких металлов в условиях воздействия высоких напряжений (200–800 В). В указанных условиях на поверхности металлов появляются микрозаряды, которые существенно интенсифицируют процесс анодного окисления.

Цель работы заключается в разработке алгоритмов автоматизации и управления процессом ПЭО на основе контроля толщины покрытия, обеспечивающих повышение эффективности и качества обработки. Для достижения поставленной цели проводились эксперименты по плазменно-электролитическому оксидированию образцов

из алюминиевых сплавов BS6082 и D16T с фотографированием микроразрядов. В результате были восстановлены зависимости толщины покрытия, формируемого в ходе процесса ПЭО, от условий (напряжение источника, длительность обработки) для указанных сплавов. Получены фотографии микроразрядов на поверхностях образцов при различных напряжениях и длительностях обработки. С помощью нейронных сетей восстановлены закономерности изменения характеристик микроразрядов (плотность распределения, средний размер) от условий обработки.

Анализ закономерностей изменения характеристик микроразрядов позволил разработать алгоритмы управления процессом ПЭО посредством контроля толщины покрытия, основанные: 1) на применении обобщенного информативного параметра, не зависящего от напряжения и времени и имеющего физический смысл доли поверхности детали, занятой микроразрядами; 2) на применении нейросетевой модели, с помощью которой по значениям параметров микроразрядов вычисляется идентифицируемая толщина покрытия.

Разработанные алгоритмы автоматизации и управления обеспечивают контроль толщины покрытия с точностью порядка 95 %, что повышает эффективность и качество обработки за счет исключения передержки обрабатываемой детали.

УДК 311.2:678.7

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА

ЛУКЪЯНЦЕВ М.А., АРИТКУЛОВ Т.И., (ф) УГНТУ в г. Салавате
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВИЛЬДАНОВ Р.Г.

На предприятии ОАО «Газпром нефтехим Салават» на данный момент запущено производство полиэтилена методом «Хостален». В связи с тем, что получение полиэтилена – процесс достаточно длительный, и отслеживать параметры, при которых процесс может отклониться от установленного технической документацией достаточно сложно, то для каждой марки полиэтилена, производимой в данное время, необходимо достигнуть всех требований спецификации качества в совокупности. Традиционные методы управления не обеспечивают желаемого результата, в связи с этим применение статистических методов наиболее целесообразно, поскольку регулирование непосредственно самого процесса намного предпочтительнее контроля выходных

характеристик (позволяет рационально расходовать ресурсы и потребляемую энергию, за счет повышения качества выходного продукта и уменьшения потерь при производстве).

Следует различать относящиеся к процессу данные по порошку полимера, являющиеся основой для регулирования производственного процесса, и данные продукции для проверки качества после гранулирования.

Характеристики качества полимера могут быть разделены на три группы: специальные свойства порошка, первичные параметры полимера и свойства, полученные при обработке полимера.

УДК 621.365

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНДУКЦИОННЫМ НАГРЕВОМ

МАКАРОВ А.П., ОШКИН Я.М., ТАБАЧИНСКИЙ А.С., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ДАНИЛУШКИН А.И.

Разработан многофункциональный экспериментальный стенд для исследования систем управления индукционным нагревом цилиндрических заготовок. Стенд содержит преобразователь частоты, созданный на базе IGBT-транзисторов, индуктор с устройством дискретного перемещения заготовок через индуктор, микропроцессорную систему управления на базе контроллера фирмы Siemens, контактные и бесконтактные датчики температуры, измеритель-регулятор температуры. На стенде исследуются стационарные и переходные режимы работы индукционного нагревателя. Нагрев можно осуществлять в различных режимах: периодический нагрев в разомкнутой системе; периодический нагрев в замкнутой системе с контролем температуры в двух точках – на поверхности заготовки с помощью бесконтактного датчика температуры и в центре заготовки с помощью термопары, установленной на торцевой поверхности; периодический нагрев по программе, формируемой с помощью контроллера; дискретно-непрерывный способ нагрева с обратной связью по температуре заготовки на выходе из индуктора и управлением механизмом подачи.

Стенд предназначен для экспериментальных исследований динамики систем автоматического регулирования процессов индукционного нагрева при выполнении диссертационных работ магистрантами и аспирантами, специализирующимися в области управления и оптимизации процессов индукционного нагрева.

УДК 519.85

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ

МИРГАЯЗОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

Компьютерные технологии проникают во все сферы человеческой деятельности: науку, производство, образование, быт – и можно говорить о наступлении новой компьютерной эры. Но компьютеризация образования – это не только обеспечение компьютерной грамотности, это, в первую очередь, средство для увеличения производительности труда, способ повышения эффективности и интенсификации обучения и самообучения.

На сегодняшний день все актуальнее становится разработка компьютерных тренажеров для подготовки персонала различных областей. Большинство крупных организаций уделяет большое внимание повышению квалификации своего эксплуатационного персонала. Практика последних лет показывает, что наиболее перспективным путем в этом направлении является разработка тренажеров.

До недавнего времени персонал проходил обучение при помощи различных методических указаний. Бурное развитие информационных технологий позволило упростить контроль качества обучения персонала, что, в свою очередь, требует совершенно нового инновационного подхода. Основным методом отработки любых навыков является метод многократного повторения тех или иных действий. Этим и обуславливается рост потребности тренажеров на рынке информационных технологий.

Разрабатываемая среда представляет собой логически увязанную оболочку, содержащую в себе все необходимые инструменты для создания тренажеров. В дополнение к этой среде планируется подготовка обновляемой библиотеки математических моделей систем различных уровней.

С помощью разрабатываемой среды пользователь, усвоивший основы объектно-ориентированного программирования сможет создавать тренажеры, адаптированные для любых автоматизированных систем управления в рамках библиотеки моделей.

Таким образом, при внедрении любого АСУТП упрощается создание тренажеров, что повышает надежность системы в целом за счет улучшения качества оперативно-эксплуатационного персонала.

УДК 621.365

ОПТИМИЗАЦИЯ СТАЦИОНАРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВАТЕЛЯ

МОСТОВОЙ А.П., ПИМЕНОВ Д.Н., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ДАНИЛУШКИН А.И.

В работе рассматривается задача статической оптимизации процесса нагрева ферромагнитных цилиндрических заготовок в индукционном нагревателе дискретно-непрерывного действия. Исследуемый объект включает в себя две автономные секции, подключенные к независимым источникам питания. Нагрев в первой секции нагревателя осуществляют на промышленной частоте 50 Гц до момента, когда находящаяся на выходе заготовка нагреется до температуры, соответствующей потере магнитных свойств. Вторая секция, в которой заготовки нагреваются до температуры пластической деформации, подключена к источнику повышенной частоты. Для решения задачи оптимального проектирования разработана двумерная математическая модель, адекватно отражающая реальные физические процессы в сложной нелинейной пространственно-распределенной системе. На базе полученной модели сформулирована задача оптимального проектирования двухчастотного индукционного нагревателя, разработаны методика и алгоритм поиска оптимального распределения мощности по длине нагревателя, обеспечивающие снижение энергозатрат за счет минимизации длины индукционной системы. Задача поиска состоит в определении формы, числа участков и уровня мощности с учетом накладываемых технологических, энергетических и конструктивных ограничений. Показано, что для достижения заданного температурного распределения алгоритм распределения мощности по длине нагревателя представляет собой релейную кусочно-непрерывную функцию. Предложена реализация неравномерного распределения мощности по длине нагревателя на основе индуктора с неравномерным шагом намотки.

УДК 621.35

АНАЛИЗ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО ПОЛИРОВАНИЯ

МУКАЕВА В.Р., ГОРБАТКОВ М.В., ТИМОФЕЕВ А.О., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАРФЁНОВ Е.В.

Технологический процесс электролитно-плазменного полирования (ЭПП) – перспективный метод обработки поверхности ответственных деталей энергетических машин, который отличается от традиционного механического метода большей эффективностью и меньшей трудоемкостью. Шероховатость в ходе ЭПП изменяется нелинейно, поэтому поставлена задача автоматизации процесса на основе диагностики состояния поверхности без прерывания обработки. Одним из путей решения данной задачи является анализ изменения оценок частотных характеристик процесса ЭПП во времени и сопоставление их с шероховатостью поверхности.

Проведены экспериментальные исследования ЭПП стали 20×13 в течение 15 мин. Для получения частотных характеристик в виде импедансного спектра на электроды подавалась сумма напряжений технологического источника постоянного напряжения в диапазоне 225–325 В и источника однополярных прямоугольных импульсов с амплитудой 50 В. Воздействие импульсами переменной частоты в диапазоне 20–2000 Гц проводилось циклически. Частота изменялась ступенчато, с периодом повтора 12 с. Осуществлялась поточная запись значений тока и напряжения с частотой выборки 40 кГц. Для расчета АЧХ и ФЧХ процесса ЭПП обработка сигнала, сильно зашумленного колебаниями парогазовой оболочки, проводилась двумя независимыми методами: с помощью полосовых КИХ фильтров с окном Кайзера и с помощью быстрого преобразования Фурье. Оба метода показали близкие значения импеданса.

Величина модуля удельной комплексной проводимости лежит в диапазоне 0,001–0,025 См/см² и увеличивается с ростом частоты в 5–10 раз. Аргумент комплексной проводимости φ на частотах 155–258 Гц составляет 180°, при дальнейшем возрастании частоты φ уменьшается до 90°.

Таким образом, показано, что полученные впервые электрические частотные характеристики процесса ЭПП несут большой объем информации о динамике состояния поверхности и могут быть

использованы для диагностики шероховатости и других свойств поверхности при автоматизированной обработке ответственных деталей энергетических машин.

УДК 620.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ В ХВОСТОВОЙ ЧАСТИ КОТЛА ТГМ-84 ПЕРЕД РВП-54

МУХАМЕТГАЛЕЕВ И.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

Действующий регенеративный вращающийся воздухоподогреватель (РВП) РВП-54 котлоагрегата типа ТГМ-84, имеет существенный конструктивный недостаток – перетоки (присосы) воздуха из воздушного тракта в газовый (из-за разности давлений горячих дымовых газов и холодного воздуха в районе верхних и нижних секторных плит). Практика показывает, что до 20 % воздуха протекает внутрь в газового тракта и, не совершая полезной работы, увеличивает загрузку дымососов и дутьевых вентиляторов, что существенно сказывается на таких показателях, как удельный расход электроэнергии, тяга и дутьё, что приводит к перерасходу топлива.

Общеизвестна формула расхода Q воздуха через уплотнения (присосы):

$$Q = \mu F \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}},$$

где F – живое сечение потока воздуха через неплотности, м²; ΔP – перепад статических давлений между воздушной и газовой сторонами, Па; ρ – плотность воздуха; μ – коэффициент расхода. Так как параметры F , ρ , μ остаются приблизительно одинаковыми при небольших перепадах давления, то можно сделать вывод о том, что присосы зависят от ΔP – чем он меньше, тем меньше присосы.

Для снижения присосов воздуха и увеличения КПД РВП предлагается на газовом тракте устанавливать на расстоянии $(0,5-0,7) \cdot d_{\text{экв}}$ (эквивалентный диаметр отводящего газового патрубка) от нижней секторной плиты перпендикулярно отводящему газовому патрубку дроссельную заслонку, выполненную в виде сужающего устройства

с высотой выступа $(0,1-0,17) \cdot d_{\text{ЭКВ}}$. Увеличение давления на 1–2 мм вод. ст. приводит к выравниванию давлений за РВП потока дымовых газов с давлением воздуха в подводящем воздушном патрубке.

По результатам моделирования следует, что давление в месте установки локально увеличивается приблизительно на 250 Па, а значит понижается ΔP , выравниваются давления дымовых газов и холодного воздуха.

УДК 621.577

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОТОПИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЖИЛОГО ДОМА НА ОСНОВЕ ТНУ

МУХАМЕТЗЯНОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

Дефицит топливно-энергетических ресурсов в России и экологические преимущества тепловых насосов стимулируют внедрение теплонасосных станций (ТНС) в промышленность и муниципальную энергетику. Для экономной работы ТНС необходимо благоприятное соотношение цен на топливо и электроэнергию, что справедливо только для тепловых насосов с электроприводом. Экономическая эффективность ТНС с приводом от двигателя внутреннего сгорания или от газотурбинной установки не зависит от стоимости электроэнергии, а зависит только от стоимости топлива. Однако такие установки требуют больших капиталовложений. На энергетическом рынке России сложилось благоприятное для внедрения тепловых насосов соотношение цен электроэнергии и топлива. При возрастании цены на природный газ свыше 120–130 долларов за тысячу кубометров большинство коммунальных водогрейных котельных становятся убыточными, что обуславливает необходимость повышения тарифов на тепловую энергию для потребителей. Выводом из этой ситуации является внедрение современных энергосберегающих технологий (в частности, сооружение теплонасосных станций на базе водогрейных котельных), что позволит сократить потребление природного газа и уменьшить стоимость тепловой энергии.

Внедрение ТНУ приведет к значительной экономии или вообще отказу от дорогостоящих ресурсов, так как ТНУ работает за счет геотермальных ресурсов земли, за которые не нужно платить, которые относятся к восполняемым.

Большим недостатком является стоимость установки. И из-за тяжелых климатических условий Татарстана во время холодной зимы ТНУ не обеспечит должного результата. При проведенном расчете ТНУ оптимальным вариантом будет использование ТНУ в паре с другим источником тепла, что приведет к значительной экономии.

УДК 622.276

ГРУППОВАЯ ПОВЕРКА БЫТОВЫХ СЧЕТЧИКОВ ГАЗА НА МНОГОПОСТОВЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПОВЕРОЧНЫХ УСТАНОВКАХ

ГАФАРОВА Л.И., НАСИБУЛИНА Р.Ж., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

В последние годы неуклонно растет производственный выпуск приборов для измерения расхода газа. Для них обязательной является первичная поверка при выходе с конвейера и периодическая поверка во время эксплуатации.

При большом объеме приборов учета поверка становится настолько трудоемкой, что неизбежно возникает вопрос о повышении эффективности поверочных работ и обеспечении достоверности результатов поверки. Одним из путей разрешения таких вопросов является использование автоматизированных многопостовых поверочных установок.

ООО «Измеритель» (г. Казань) много лет проводит разработку и изготовление современных высокопроизводительных установок для поверки бытовых и промышленных счетчиков газа.

Установки для поверки бытовых счетчиков газа являются рабочими эталонами 1 разряда и входят в состав государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода в соответствии с ГОСТ 8.618-2006 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений объемного и массового расходов газа».

Данные установки реализуют методику поверки ГОСТ 8.324-2002 по схеме использования эталонного критического сопла, работающего на отсасывание (рис. 1).

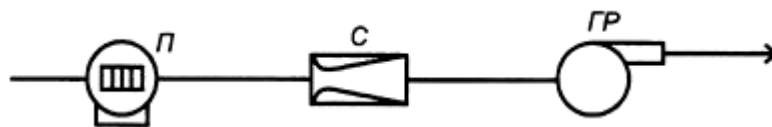


Рис. 1. Поверочная установка с эталонным критическим соплом, работающим на отсасывание: П – поверяемый счетчик; С – сопло; ГР – генератор расхода (насос, компрессор)

УДК 621.365

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОСВЕННОГО ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ЖИДКОСТИ

ПИМЕНОВ Д.Н., ЗУБАРЕВ С.А., ТАЙМОЛКИН А.Ю., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ДАНИЛУШКИН В.А.

Процесс косвенного индукционного нагрева потока вязкой жидкости теплом, выделяющимся в стенке трубы под действием вихревых токов, описывается системой линейных неоднородных уравнений Максвелла и Фурье. В работе приведены результаты моделирования процесса косвенного индукционного нагрева вязкой жидкости в нагревателях непрерывного действия. Показано, что для исследуемого объекта процесс нагрева потока жидкости в цилиндрической трубе можно рассматривать как задачу с внешним теплообменом, описываемую однородным уравнением теплопроводности для движущегося цилиндра с управлением, вводимым в граничные условия на внешней поверхности потока жидкости. Точная передаточная функция объекта, включающая в себя суммы бесконечных рядов, весьма громоздка и неудобна для последующего анализа. Для синтеза замкнутой системы регулирования используются приближенные соотношения, заменяющие точную передаточную функцию некоторой конечной суммой элементарных динамических звеньев. Показано, что при выполнении приближенных расчетов можно ограничиться учетом одного, двух или трех членов ряда. Передаточная функция, полученная на основе базовой модели процесса нагрева, может быть представлена в виде параллельного соединения конечного числа динамических звеньев с транспортным запаздыванием, коэффициенты и постоянные времени которых являются функциями пространственных координат объекта. Полученная передаточная функция положена в основу синтеза замкнутой системы автоматического регулирования температуры потока жидкости в нагревателях непрерывного действия.

УДК 536.24

НЕСТАЦИОНАРНЫЙ СВОБОДНОКОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЦИЛИНДРА ПРИ СБРОСЕ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

СЕМЁНОВ С.А., СИБГАТУЛЛИН И.Ф., ЗАКИРОВ И.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

Нестационарный свободноконвективный теплообмен возможен из-за особенностей работы или возникает при включении (отключении) установки и переходных режимах. Как правило, элементы установок участвуют в сопряженном теплообмене. Естественная нестационарная теплоотдача в условиях изменения во времени температуры стенки цилиндра приводит к значительным изменениям структуры конвекции, связанным с высокой нелинейностью процессов, и применение стационарных зависимостей становится малопримемлемым. Неучет нестационарности в ряде случаев приводит к существенным ошибкам при проектировании технических устройств, выборе режимов их оптимального функционирования и разработке систем контроля и автоматического регулирования. Знание методов расчета локальных коэффициентов свободноконвективного теплообмена в нестационарных условиях играет значительную роль в повышении эффективности работы аппаратов.

Экспериментальная установка для исследования нестационарной естественной конвекции представляет собой тонкостенный цилиндр диаметром 22,5 мм и длиной 15 диаметров. Тепловые нестационарные условия реализуются с помощью электронагрева. Измерение температуры поверхности опытного участка производится с помощью малоинерционных хромель-копелевых термопар диаметром 0,02 мм.

Представляются результаты экспериментов по изменению температуры опытного участка и локальные коэффициенты свободноконвективного теплообмена в функции времени.

УДК 621.35

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ДИАГНОСТИКА ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ ПО ПЕРЕХОДНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

ФАТКУЛЛИН А.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАРФЁНОВ Е.В.

Технологический процесс плазменно-электролитического оксидирования (ПЭО) широко применяют для получения на легких металлах и сплавах износостойких, терморегулирующих, светоотражающих, коррозионно-стойких, электроизоляционных и других покрытий. Процесс ПЭО характеризуется нелинейной зависимостью между входными и выходными переменными и классифицируется как сложный, нелинейный и многосвязный объект. В данной работе рассмотрен один из подходов к автоматизированной диагностике процесса ПЭО как объекта управления по электрическим переходным характеристикам.

Эксперименты по ПЭО проводились в импульсном униполярном потенциостатическом режиме. В ходе обработки регистрировались осциллограммы напряжения и тока нагрузки. Анализ вида переходных процессов реакции электролизера на импульсы напряжения показал наличие аperiodических выбросов на фронтах импульсов тока. С помощью ПК была произведена аппроксимация кривых тока экспоненциальными функциями. Наилучшее качество аппроксимации показала модель для аperiodического переходного процесса второго порядка. Рассчитаны постоянные интегрирования ($10\text{--}60 \text{ А/дм}^2$) и постоянные времени ($100\text{--}400 \text{ мкс}$) переходного процесса и восстановлены закономерности их изменения от условий (напряжение, длительность обработки). Аппроксимация переходных характеристик позволила определить передаточную функцию процесса, по которой была построена эквивалентная последовательно-параллельная схема замещения нагрузки, элементы которой соответствуют сопротивлениям и емкостям электролита, покрытия и двойного электрического слоя.

Таким образом, предложен способ диагностики параметров процесса ПЭО, основанный на расчете переходных характеристик, позволяющий получить оценку передаточной функции процесса ПЭО в виде линейной модели с медленно изменяющимися параметрами, зависящими от условий обработки. По данной модели возможна диагностика параметров процесса ПЭО как электрической нагрузки, позволяющая автоматизировать данный технологический процесс.

УДК 640

ОПТИМАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ТНУ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ЖКХ В РТ

ХАЛИУЛЛИНА Г.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

Использование теплонасосных установок (ТНУ) для энергетики, промышленности и предприятий ЖКХ является одним из наиболее перспективных направлений энергосберегающих и экологически чистых энерготехнологий. Проблема энергосбережения тепловой энергии на сегодняшний день сосредоточена в жилищно-коммунальном секторе.

Существенное улучшение экономических и экологических характеристик производства тепловой энергии достигается с помощью ТНУ, позволяющих трансформировать низкопотенциальную теплоту ВЭР, и возобновляемых природных источников до более высоких температур, пригодных для теплоснабжения.

Важнейшей особенностью ТНУ является универсальность по отношению к виду первичной энергии, возможность использования практически всех видов энергии, поскольку компрессор ТНУ можно приводить в действие механическим, электрическим и любым тепловым двигателем. Это способствует оптимизации топливного баланса с замещением дефицитных энергоресурсов менее дефицитными видами.

В современных условиях факторами, способствующими повышению роли теплонасосной техники и стимулирующими ее развитие, являются: рост стоимости топлива, ужесточение экологических требований; конкурентоспособность ТНУ; необходимость усовершенствования и снижения топливо- и капиталоемкости теплоснабжения.

Тепловые насосы в перспективе найдут широкое применение в жилом и общественном секторах.

Технико-экономические расчеты показывают, что затраты топлива в системах теплоснабжения на базе ТНУ для объектов ЖКХ могут быть уменьшены по сравнению с крупными отопительными котельными в 1,2–1,8 раз, по сравнению с мелкими котельными и индивидуальными теплогенераторами в 2–2,6 раза и с электронагревателями – 3–3,6 раза.

УДК 621.311

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕЖИМЫ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМАХ ТЕЧЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

ХАСАНШИНА Р.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

В настоящее время потенциал развития традиционных систем теплоснабжения в части увеличения теплопередачи практически исчерпан. В них почти полностью выбран максимум эффективности путем применения современного теплоиспользующего оборудования, электронных средств регулирования и контроля потребления тепловой энергии. Замена кожухотрубных водоподогревателей на пластинчатые была существенным шагом на пути увеличения турбулизации потока теплоносителя, а, следовательно, увеличении теплопередачи. С одной стороны, это позволило увеличить коэффициент теплопередачи в пределах 10 %, а с другой – возросла склонность к зарастанию, образованию накипи, шлама и прочих отложений, что со временем ведет к снижению коэффициента теплопередачи и повышенным затратам на транспорт теплоносителя. Кроме того, данные обстоятельства сдерживают их применение для независимых систем теплоснабжения.

Одним из кардинальных путей решения данной проблемы является перевод циркуляции теплоносителя в системе теплоснабжения из стационарного режима в нестационарный. При этом можно использовать несколько эффектов. Во-первых, увеличивается коэффициент теплоотдачи движущегося потока в зависимости от частоты и амплитуды пульсаций скорости его истечения; во-вторых, происходит самоочищение теплопередающих поверхностей оборудования и, в-третьих, появляется возможность трансформации части располагаемого напора греющего теплоносителя в напор нагреваемого в случае независимого присоединения отопительных установок или для циркуляции воды в системе горячего водоснабжения.

Целью исследования является повышение эффективности функционирования системы теплоснабжения общественного здания на основе перехода к нестационарной подаче теплоносителя за счет применения в ней самоподдерживающегося двухконтурного гидродинамического водоподъемного устройства.

УДК 681.5.017

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОГО СИМУЛЯТОРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА ТЭС

ХУСНУТДИНОВ И.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

Внедрение современной АСУТП не может быть полноценным без использования компьютерных симуляторов для подготовки эксплуатационного персонала.

Основными причинами технологических нарушений по вине персонала являются ошибки при переменных режимах, когда в короткие сроки необходимо правильно среагировать на изменившуюся ситуацию. Это требует от персонала полного понимания технологического процесса и опыта работы с энергетическим оборудованием.

Использование компьютерных симуляторов в подготовке персонала электростанции решает эту проблему. Работая на симуляторе, обучающийся на экране монитора может видеть как протекает весь процесс, может сам воздействовать на него и проследить за реакцией системы на эти действия. При этом управление осуществляется виртуальным объектом, потому в процессе работы на симуляторе нет риска нанести ущерб реальному оборудованию. Тем самым использование симуляторов позволяет повысить уровень профессиональных умений и навыков практической работы персонала.

Для создания симулятора используется среда LabVIEW. Среда позволяет разрабатывать прикладное программное обеспечение в автоматизированных системах управления технологическими процессами.

Разработка симулятора ведется для ПГУ 110 МВт на Казанской ТЭЦ-2, АСУТП которой выполнена в среде «Овация». Симулятор имеет абсолютно идентичный графический интерфейс для контроля состояния системы и управления технологическим процессом. Это позволит облегчить переход персонала после обучения на симуляторе к работе с реальной системой управления.

Планируется создание симулятора, на котором можно будет выполнить подготовку ПГУ к запуску: запустить дожимной газовый компрессор, заполнить котел-утилизатор, подготовить систему маслоснабжения генератора и газотурбинного двигателя, а затем выполнить сам запуск ПГУ.

УДК 681.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВТОРИЧНОЙ КОММУТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ТЭС СРЕДСТВАМИ SMARTPLANT ELECTRICAL DETAILED

ЧИКУНОВ И.М., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. д-р техн. наук, с.н.с. ЦЕЛИЩЕВ Е.С.

Проектирование вторичной коммутации электрической части ТЭС является одним из наиболее трудоемких этапов проектирования ТЭС, на котором предъявляются высокие требования к качеству проектной документации и детализации ее проработки. Применение систем автоматизированного проектирования (САПР) на данном этапе позволяет значительно сократить количество случайных ошибок, повысить производительность труда и уменьшить сроки проектирования. Однако сегодня САПР используется в основном для автоматизации формирования проектных документов, при этом большинство проектных процедур выполняются практически «вручную», что приводит к дублированию информации, повышению риска появления ошибок и увеличению продолжительности сроков проектирования.

В данном исследовании изучена часть процедур проектирования вторичной коммутации средствами SmartPlant Electrical Detailed (SPELD). SPELD является членом семейства решений SmartPlant Enterprise (SPE) и служит инструментом проектировщика-электрика. В системе SPE применяются новейшие технологии обработки информации, что позволяет использовать информационную модель технологического объекта, полученную в процессе проектирования, на всех стадиях его жизненного цикла.

SPELD дополняет программный продукт SmartPlant Electrical и применяется для создания детализированной части проекта вторичной коммутации электрической части ТЭС. SPELD позволяет формировать следующие виды проектных документов: общий вид шкафа, электрические схемы, схемы внешних подключений, спецификации, списки кабелей и т.д.

Во время проведения исследования были сформированы выше перечисленные виды проектных документов, отображено и описано их поэтапное проектирование с аналитическими выводами о преимуществе использования. Результаты исследования показали преимущества применения SPELD для проектирования вторичной коммутации по сравнению с «ручным» способом проектирования.

УДК 62-529

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА

ЧИНГИН В.Ю., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

В настоящее время создание автоматизированных систем управления климатом в зданиях является одной из наиболее актуальных проблем. В частности, особое внимание обращается на повышение уровня автоматизации, надежности, безопасности и гибкости системы управления.

Для большинства больших помещений в качестве источника поддержания климата используют системы приточной вентиляции. В качестве объекта автоматизации рассматривается установка приточной вентиляции с электрическим нагревателем. В данный момент в плане монтажа оборудования стенд находится в законченном состоянии.

Автоматизация приточных вентиляционных установок на базе нейросетевых алгоритмов управления – дает более быстрое время выхода на заданный режим с минимальными потерями по затратам электроэнергии на нагрев воздуха, поступающего с улицы. Способности искусственных нейронных сетей к самоорганизации и обучению сейчас рассматриваются как перспективные средства для интеллектуальных систем.

Правильный выбор нейронной модели, а также большой объем информации для ее изучения являются важной частью нейросетевых алгоритмов. Способность самообучения отбрасывает необходимость в использовании сложных математических аппаратов, которые используются во многих традиционных методах адаптивного и оптимального управления.

Высокая степень параллельности НС позволяет реализовать очень быстрые методы мультипроцессорной обработки на основе использования нейронных кристаллов или параллельных аппаратных средств.

Благодаря реализуемой в нейронной сети архитектуре параллельной обработке, повреждения отдельных элементов технических средств сети не могут существенно влиять на работу сети в целом.

УДК 681.5: 622. 276. 1/4

ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ДОЛИВА СКВАЖИНЫ ПРИ СПУСКО-ПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИЯХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

ШАКИРОВ Р.А., ШАМГУНОВА А.А., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. ст. преп. АНОХИНА Е.С.

Представляемое исследование разработано в рамках проекта «Автоматизация объектов нефтегазовой отрасли» и способствует решению ряда проблем возникающие при бурении и исследовании нефтяных и газовых скважин.

В сложившейся социально-экономической ситуации задача повышения надежности и эффективности отечественного бурового оборудования становится все более актуальной. Это служит поводом для всестороннего рассмотрения вопроса о внедрении в существующее оборудование приборов, которые повышали бы его надежность, экономичность и автоматизировали бы весь процесс бурения.

Так, одним из таких оборудований является противовыбросное оборудование, которое используется для предотвращения газонефтеводопроявлений (в дальнейшем ГНВП). Необходимое условие в процессе бурения постоянный долив скважины, особенно при спускоподъемных операциях. В настоящее время этот процесс усложняется тем, что бурильщик не получает информации об уровне жидкости в скважине, поэтому ему приходится доливать раствор периодически, хотя как часто это бывает, жидкости требуется либо больше, либо меньше. Следовательно, повышается опасность возникновения ГНВП.

В связи с этим перспективной является разработка автоматической системы долива скважины. Проводимые исследования показывают актуальность внедрения подобной системы, которая состоит из чувствительного элемента, микропроцессора и линии дистанционной передачи, установленной непосредственно горизонтально и строго параллельно (так как элементы прибора не должны выступать во внутреннюю часть скважины в целях сохранности и правильной работы прибора), на разъемном желобе или устьевой воронке. Система будет поддерживать уровень жидкости в скважине на заданном уровне.

Подобное решение дает возможность полностью автоматизировать этот процесс, снизить риск ГНВП и значительно сэкономить как время, так и затраты при бурении.

УДК 681.5: 622. 276. 1/4

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ. МОДЕРНИЗАЦИЯ КЕРНООТБОРОЧНОГО СНАРЯДА

ШАКИРОВ Р.А., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. ст. преп. АНОХИНА Е.С.

Представленное исследование разработано в рамках проекта «Автоматизация объектов нефтегазовой отрасли» и способствует решению ряда проблем возникающие при бурении и исследовании нефтяных и газовых скважин.

Разработка относится к нефтедобывающей промышленности, а именно к буровому инструменту, в частности к устройствам для бурения с отбором керна. Техническим результатом является исключение непроизводительных затрат времени и информирование о возможных заклинках керна, как в узле отделения керна, так и в самой керноприемной трубе, а также повышение выноса керна и возможность контролировать отбор керна на поверхности скважины.

Недостатком известного керноотборного снаряда является возможность снижения выноса керна, связанная с его заклиниванием, а также повышается возможность непрерывного отбора керна, что приводит к отклонению от заданного интервала отбора керна, особенно при его отборе в разрезах скважин с чередованием пластов, перемежающихся по прочности и весьма трещиноватыми рыхлыми и рассыпающимися породами. Также в настоящее время отбор керна происходит практически «вслепую», так как специалисты во время ведения данных работ не получают какую-либо информацию о возможной заклинке и вообще о состоянии изменения керна в керноприемной трубе, поэтому при возможной заклинке приходится заново перезапускать данный процесс.

В связи с этим перспективным является разработка системы контроля непрерывного отбора керна. В целом принцип работы существующего керноотборника не изменяется, однако в устройство внедряются некоторые приборы позволяющие измерять изменение уровня керна в керноотборной трубе и системы передачи данных на поверхность.

Подобное решение имеет ряд преимуществ. Во-первых, возможность непрерывного отбора керна и информирование о возможных заклинках; во-вторых, сокращение непроизводительных затрат, как средств, так и времени; в-третьих, сохранение заданного интервала отбора керна и повышение выноса керна.

УДК 621.1

ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ В ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ

ШАРАГИНА К.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЛЬФАНОВ К.Х.

В последние десятилетия все больше внимания уделяется разработке мероприятий по повышению энергоэффективности производства. Известно, что перед подачей потребителю высокое давление газа понижается (редуцируется). При этом потенциальная энергия сжатого газа теряется безвозвратно. Но ведь ее можно использовать для «бестопливного» получения электроэнергии. Одним из эффективных способов энергосбережения является использование перепада давления дросселируемого на ГРС и ГРП газа для выработки электроэнергии с помощью детандер-генераторного агрегата (ДГА).

ДГА представляет собой устройство, в котором энергия потока транспортируемого природного газа преобразуется сначала в механическую энергию в детандер, а затем в электроэнергию в генераторе. При этом природный газ используется в качестве рабочего тела (без его сжигания). Эти агрегаты понижают давление газа до требуемого потребителю, выполняя функцию газораспределительных пунктов и станций, и одновременно вырабатывают электроэнергию. Причем газ не сжигается, а только используется в качестве рабочего тела, поступаая далее потребителю.

УДК 681.51

ПОВЫШЕНИЕ МАНЕВРЕННОСТИ ЭНЕРГБЛОКОВ АЭС

ЯБЛОКОВ А.А., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ТВЕРСКОЙ Ю.С.

Стратегия развития атомной энергетики России предусматривает доведение мощности АЭС до 50 тыс. МВт. С ростом доли АЭС в общей структуре генерирующих мощностей неизбежны трудности в несении суточного графика нагрузки. Основная проблема энергоблоков АЭС связана с их низкой маневренностью. АЭС обладают ограниченными возможностями изменения мощности энергоблоков, особенно в оперативном режиме. В таких условиях нужны технические решения проблемы маневренности АЭС, при которых технологические ограничения сводятся до минимума для безопасности и экономичности АЭС в маневренных режимах.

В настоящей работе проведены исследования повышения маневренности энергоблока АЭС за счет частичного закрытия отбора пара паровой турбины в подогреватели высокого давления.

Для проведения исследования были разработаны математическая и имитационная модели второго контура энергоблока АЭС, включающие модели паровой турбины, конденсаторных групп, смешивающих подогревателей, поверхностных подогревателей низкого и высокого давлений, деаэрационной установки с соответствующими системами регулирования.

На первом этапе исследования на имитационной модели была проведена серия экспериментов по определению максимально допустимого закрытия отбора паровой турбины. При закрытии отбора турбины температура питательной воды на выходе системы регенерации понижается, поэтому отбор необходимо закрывать не полностью, а лишь на такую величину, при закрытии на которую температура питательной воды останется допустимой.

На втором этапе исследования была определена эффективность частичного закрытия регулирующего органа на отборе пара в ПВД-7 при переходе с мощности 800 МВт на мощность 825, 850, 875, 900 МВт.

Частичное закрытие отборов паровой турбины при переходе на новое значение мощности позволяет увеличить скорость набора мощности при допустимых изменениях параметров питательной воды, идущей в парогенератор.

СЕКЦИЯ 2. «ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

УДК 662

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ГЛАДКОТРУБНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ
МАЗУТА**

АНОСОВ М.П., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛОПУХОВ В.В.

Подогреватели мазута являются наиболее энергоемкими элементами теплотехнологических схем мазутных хозяйств. На сегодняшний день основным видом стационарных подогревателей мазута являются гладкотрубные подогреватели типа ПМ. Конструктивно выполнены они одинаково – поверхность теплообмена набрана из прямых гладких труб диаметром 38 мм и толщиной стенки 2,5 мм. Мазут движется внутри труб, пар – в межтрубном пространстве.

У подогревателей типа ПМ существует ряд недостатков: значительные габариты, высокая металлоемкость, а также основная проблема – низкая эффективность теплопередачи. Причиной низкой эффективности теплопередачи являются низкие значения коэффициентов теплоотдачи со стороны мазута. Так, к примеру, в подогревателе марки ПМ-10-120 видно, что коэффициенты теплоотдачи по мазуту $\alpha_M = 195,63 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а по пару $\alpha_{\text{П}} = 17062,13 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, что почти на два порядка выше чем α_M .

Путем проведения расчетов подогревателей мазута можно сделать вывод, что оребрение значительно сокращает разницу в значениях коэффициентов теплоотдачи и, соответственно, в целом повышает эффективность теплопередачи. Также мы можем значительно, а в некоторых случаях и в несколько раз, увеличить значения коэффициентов теплоотдачи по мазуту за счет интенсификации теплообмена при ламинарном течении вязкой жидкости.

УДК 620.98

ПЕРЕВОД СИСТЕМЫ ВУЛКАНИЗАЦИИ ШИН С ПЕРЕГРЕТОЙ ВОДЫ НА НАСЫЩЕННЫЙ ПАР

БАЗУКОВА Э.Р., ХИСМАТУЛЛИН А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИВШИЦ С.А.

Формование и вулканизация покрышек на ОАО «Нижекамскшина» происходит при помощи перегретой воды, получаемой на самом предприятии с использованием острого пара поступающего от внешнего источника.

Расход воды на циркуляцию в одном форматоре-вулканизаторе 75" составляет $16 \text{ м}^3/\text{ч}$. Температура воды в ходе процесса вулканизации изменяется от $175 \text{ }^\circ\text{C}$ до $170 \text{ }^\circ\text{C}$, при этом расход теплоты составит 74917 ккал/ч .

Использование перегретой воды не обеспечивает постоянной температуры в течение всего процесса вулканизации. В связи с этим, для оптимизации работы системы вулканизации предлагается перейти с перегретой воды, используемой в форматоре-вулканизаторе, на насыщенный пар.

Ниже приведен предварительный анализ перевода системы вулканизации шин 75" с перегретой воды на насыщенный пар.

P Давление подаваемого пара, [ата]	T Температура подаваемого пара, [$^\circ\text{C}$]	r Теплота выделяемая при конденсации, [кДж/кг]	D Расход пара, [кг/ч]
8	170,42	2047,5	36,6
9	175,36	2030,4	36,9

Использование в качестве теплоносителя насыщенного пара не только обеспечивает поддержание постоянной температуры в течение всего процесса, что положительно влияет на качество получаемой продукции, но и позволяет полезно использовать внутреннюю теплоту парообразования.

Переход на пар обеспечивает снижение энергоемкости процесса вулканизации и сокращение потребления теплоты. Это связано с сокращением потребления электроэнергии за счет исключения затрат на приготовление и перекачку перегретой воды. Отпадают материальные

затраты, связанные с эксплуатацией установок для приготовления перегретой воды. При использовании пара в формате вулканизаторе отпадает необходимость в подготовке химически очищенной воды.

УДК 620.98

ВАРИАНТЫ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИИ

БУШУЕВ А.Н., МГТУ им. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. КАРТАВЦЕВ С.В.

Черная металлургия – одна из наиболее энергоемких отраслей промышленности. Немалую долю расходов любого производства составляют траты на энергоресурсы. В условиях постоянного роста тарифов на сетевую электроэнергию особый интерес вызывает малая энергетика – генерация тепла и электроэнергии своими силами при помощи мини-ТЭЦ или иных источников.

Вопрос энергосбережения в металлургической отрасли за счет повышения эффективности генерации электроэнергии может быть решен только после статистической оценки множества энергетических источников, которые могут быть использованы непосредственно для энергоснабжения как при близком, так и при дальнем расположении относительно предприятия. Отмеченный темп роста доли промышленных электростанций ставит в первую очередь под вопрос возможность использования рассматриваемых вариантов энергетических источников при их расположении на промплощадке предприятия. Для решения системы поставленных вопросов должна быть оценена вся электроэнергетика России и «ближнего зарубежья».

Теоретически электрическая энергия в целях энергоснабжения электросталеплавильного производства может быть выработана как на традиционных, так и на нетрадиционных (возобновляемых) энергетических источниках (ВИЭ). Анализ основных показателей ВИЭ и состояния данной отрасли энергетики России показал невозможность использования ВИЭ в данных целях в ближайшие минимум 50 лет. В традиционной энергетике в рассмотрение могут приниматься тепловые источники, имеющие огромную базу различных вариантов схем, и ГЭС, наталкивающиеся при постройке на географические барьеры. Практики постройки индивидуальных АЭС мощностью порядка 100–300 МВт нет и,

принимая во внимание экологические аспекты, навряд ли когда-то будет. Таким образом, во внимание могут приниматься только тепловые источники как на традиционных углеводородах, так и обеспечивающие утилизацию вторичных энергетических и материальных ресурсов металлургического производства (прежде всего паротурбинные и газотурбинные технологии).

УДК 620.97

СИСТЕМА ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИИ НА БАЗЕ ГАЗОТУРБИНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

БУШУЕВ А.Н., МГТУ им. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. КАРТАВЦЕВ С.В.

Дуговые печи, выплавляющие углеродистую сталь и работающие с подогревом лома, особенно шахтные печи, являются крупными загрязнителями атмосферы диоксинами и фуранами. По современной технологии необходимо дожигание газов при температуре примерно 1200 °С и их последующая «закалка» путем орошения водой или примешивания охлаждающего воздуха.

Автором предлагается индивидуальная система энергообеспечения электросталеплавильного производства (рис. 1) на базе ближней газотурбинной установки при подаче уходящих газов турбины в конвейерную систему подогрева загрязненного лома и последующей утилизации загрязненных диоксинами газов с дожиганием (до 1250 °С) в парогенераторе, обеспечивающем выработку электроэнергии в паротурбинном цикле системы. Рассматриваемая система способна обеспечить и, при необходимости, тепловую утилизацию уходящих газов ДСП в котле-утилизаторе, также приводящую к удалению диоксинов. Либо уходящие газы за ДСП могут направляться на охлаждение и очистку. Преимущество системы заключается в обеспечении очистки газов до требуемых норм при одновременной выработке электроэнергии.

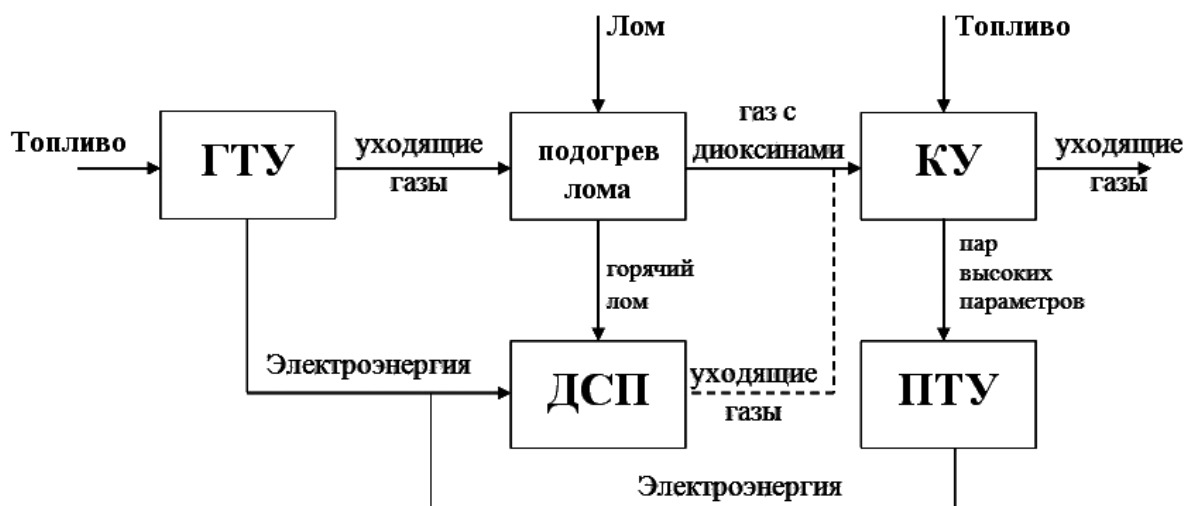


Рис. 1. Схема разрабатываемой системы энергообеспечения

УДК 620.92

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФА КАК ТОПЛИВА ДЛЯ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ВАЛИЕВА А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИВШИЦ С.А.

Необходимость развития альтернативной энергетики в условиях сокращения запасов нефти и газа, а также стремление к повышению энергетической и экологической эффективности промышленного производства является в настоящее время актуальной задачей. Необходимо отметить, что в последние годы отмечается рост заинтересованности к добыче и использованию торфа в энергетическом направлении. Суть комплексного использования торфяных ресурсов состоит в поиске и реализации биосферно-совместимых экологически сбалансированных и ресурсосберегающих технологий добычи и переработки торфа. Учитывая, что на территории многих регионов России имеются огромные запасы торфяного сырья, то переход на использования торфяного топлива является целесообразным. Низкая себестоимость производства; экологическая чистота сгорания (малая доля серы); малый остаток золы; появившиеся новые технологии сжигания позволяют говорить о торфе как о перспективном источнике получения тепловой и электрической энергии.

В рамках программы энергосбережения можно отметить, что одним из наиболее перспективных направлений развития торфяной топливной продукции является развитие малой энергетики, которая будет приближена и к местам добычи торфа за счет ввода простейших генерирующих мощностей – создания мини-ТЭЦ. Использование торфа и внедрение современных технологий его переработки и сжигания позволит не только получать качественную и дешевую энергию, но и модернизировать системы теплоснабжения, решить вопросы децентрализации и снижения затрат на капитальный ремонт теплотрасс.

У отечественной торфяной отрасли есть будущее, о ее перспективах свидетельствует опыт развитых стран мира.

УДК 621.311.2

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ ДЛЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

ГАЙНЕТДИНОВ А.В., САДЫКОВ Д.М., АХМЕТОВ Ч.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИВШИЦ С.А.

Согласно «Энергетической стратегии России на период до 2020 года» одним из основных направлений совершенствования и развития систем энергоснабжения будет оптимизация выбора степени централизации систем энергоснабжения с учетом концентрации спроса, изменений структуры себестоимости тепловой энергии, рыночных условий хозяйствования и структуры собственности потребителей энергии. Это направление предполагает экономически целесообразное энергообеспечение с одновременным применением централизованных и автономных энергоисточников, как взаимно дополняющих друг друга.

Сегодня все большее внимание привлекает проблема проектирования децентрализованных систем энергоснабжения (ДСЭ). А точнее выбора источника энергии для такого рода систем. Задача состоит в том, чтобы действие источника при параллельной работе с единой энергетической системой было наиболее эффективным.

Существуют различные методики по выбору автономного источника энергоснабжения для ДСЭ. Но в большинстве из них не рассматривается вышестоящая задача. К тому же на данный момент нет нормативно-методической базы по комплексному проектированию систем энергообеспечения, которая учитывала бы возможность установки сразу

нескольких источников энергии различного типа (например, ГТУ-котел-солнечная энергоустановка).

Необходимо разработать общую методику подбора автономного источника энергии по различным технико-экономическим показателям, таким как: годовая выработка электрической и тепловой энергии, энергоемкость объекта, себестоимость производимой энергии, годовой расход газа.

Разработка данной методики позволит выбирать оптимальную конфигурацию источников энергии применительно к конкретному объекту.

УДК 626

ПРОЦЕСС ТРИГЕНЕРАЦИИ. ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕД КОГЕНЕРАЦИОННЫМИ УСТАНОВКАМИ

ГАЛИЕВ А.Т., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. БАЛЬЗАМОВ Д.С.

Эффективная выработка энергии и оптимизация ее потребления является серьезной задачей, и ее решение важно и с экономической точки зрения, и в отношении улучшения экологии. С недавних времен, тригенерационные установки начинают находить все более широкое применение.

Достоинство установки систем тригенерации состоит главным образом в экономии энергоресурсов и, как следствие, – в сокращении выброса в атмосферу загрязняющих веществ. По сравнению с когенерационными установками, общая эффективность систем тригенерации гораздо выше, поэтому экономия энергоресурсов при их использовании достигает 60 %. Практическая реализация систем тригенерации выполняется достаточно несложно и не требует очень больших капитальных вложений, экономия же от нее дает впечатляющие результаты – установка окупается в кратчайшие сроки. Это позволяет считать тригенерацию одним из самых простых способов усовершенствования когенерационной установки, методом добавления к ней, в большинстве случаев, абсорбционной холодильной установки. Лучшие модели систем тригенерации на испытаниях продемонстрировали очень высокую общую производительность – до 86 %, часть из которой – 42 % – приходится на электрическую энергию.

УДК 621.182

ОРГАНИЗАЦИЯ МИНИ-ТЭЦ ИЗ ВОДОГРЕЙНОЙ КОТЕЛЬНОЙ С КОТЛАМИ ТВГ-8М

ГРИШИН О.В., ФАХРЕЕВ Н.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОНАХИНА И.А.;
канд. техн. наук, доц. ШИНКЕВИЧ О.П.

В работе произведен анализ эффективности решения по переводу водогрейной котельной в режим мини-ТЭЦ. Котельная оснащается двумя котлами ТВГ-8М с общей теплопроизводительностью 17,442 МВт. Котельная работает только на отопительную нагрузку в течение 5160 ч/год при расчетной температуре наружного воздуха $t_{\text{но}} = -32$ °С. Номинальная мощность каждого котла ТВГ-8М – 9,6 МВт. Стоимость топлива (природного газа) принята равной – 4,21233 руб./м³.

В ходе теоретического исследования были рассчитаны расход топлива $V_{\text{год}} = 4056,065$ т.н.т/год, расход электроэнергии на собственные нужды котельной $\mathcal{E}_{\text{с.н}} = 2,3325906 \cdot 10^6$ кВт · ч/год (452,05 кВт), расход теплоты на собственные нужды $\Sigma Q_{\text{с.н}} = 0,09802$ МВт, потери теплоты $Q_{\text{пот}} = 1,5467$ МВт.

Себестоимость отпущенной теплоты от котельной составила $S_q = 273,563$ руб./ГДж.

Котельная находится в зависимости от внешнего источника электрической энергии. Для надстройки котельной выбрана когенерационная газопоршневая установка (КоГУ), которая полностью покрывает собственные нужды в электрической энергии – Caterpillar G3508 LE. Номинальная электрическая мощность данной установки – 510 кВт, номинальная тепловая мощность – 560 кВт. Установка работает в номинальном режиме.

Анализ эффективности синтезированной мини-ТЭЦ показал, что себестоимость отпущенной теплоты снизилась на 3,15 раза по сравнению с исходной котельной и составила $S_q = 86,957$ руб./ГДж. Номинальная тепловая мощность КоГУ за вычетом собственных нужд в тепловой энергии составляет 461,98 кВт. Количество электроэнергии, отпускаемое сторонним потребителям – 57,95 кВт. Дополнительно вырабатываемую теплоту можно использовать для горячего водоснабжения, подключив дополнительных потребителей (например,

жилые дома, расположенные вблизи котельной). Дополнительную электроэнергию предполагается продавать в сеть. Чистая годовая прибыль от использования КоГУ Caterpillar G3508 LE для данной котельной при таких условиях должна составить 221638 руб./год.

УДК 697.9

РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА НА ЧЕЛОВЕКА

ЖУКОВА И.А., САФАРОВА Н.Р., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗАХАРОВ В.М.;
ст. преп. СМИРНОВ Н.Н.

Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров среды помещения, влияющих на теплообмен человека с окружающей средой, его тепловое состояние и, соответственно, на самочувствие, здоровье, работоспособность.

Известно, что в соответствии с нормативной документацией для микроклимата устанавливаются оптимальные и допустимые параметры, причем в достаточно широком диапазоне. Эти параметры были определены еще в советские годы в лабораториях по физиологии человека.

Немаловажно при проектировании систем ОВК ориентироваться на физиологические потребности конкретного человека (группы людей). На основании этого к разработке предлагается климатическая камера, в которой будут испытываться не только строительные конструкции, но и моделироваться различные параметры микроклимата (в теплом отделении). С помощью различных методов (в том числе ГРВ биоэлектрографии) будет определяться реакция организма конкретного человека на изменения параметров. В ходе проведения экспериментов также будет изучено влияние динамического микроклимата на самочувствие человека.

Компьютерное моделирование процессов в климатической камере будет произведено в программе RHONIX.

Данная исследовательская установка будет в ближайшее время создана при Управлении научной исследовательской работы со студентами ИГЭУ.

УДК 620.92

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ НА ГПА

КЛЮКВИН В.В., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. СУББОТИН В.И.

Утилизация теплоты уходящих дымовых газов после ГТУ остается одним из наиболее эффективных средств энергосбережения. Достаточно сказать, что при компримировании газа полезно используется не более 30 %, а остальная часть совершаемой работы приходится на потери с многочисленными уходящими газами. Анализ результатов обследований показывает, что фактический потенциал выхода ВЭР составляет всего 18,6 % от максимально возможного, а фактическое использование – 2,26 % от реального потенциала.

За многими газотурбинными двигателями установлены утилизаторы теплоты дымовых газов, однако в каждом конкретном случае необходимо проверять эффективность от их установки, так как при работе газотурбинного двигателя затрачивается дополнительная мощность на преодоление аэродинамического сопротивления утилизатора.

Результаты испытаний, проходивших на Оренбургской КС и Алексеевской КС ОАО «Газпром», показали:

1. Принудительное увеличение расхода уходящих газов через утилизатор в 2 раза приводит к увеличению выработки тепла для систем отопления в 1,5 раза, но при этом перерасход топливного газа на ГТУ увеличивается в 4 раза.

2. Тепловая мощность одного теплоутилизатора не должна превышать $700 \div 800$ кВт, дальнейшее увеличение мощности неэффективно.

Помимо энергетической стороны вопроса, весьма важным, безусловно, являются технико-экономические показатели. К примеру, замена утилизатора на современный, чуть более эффективный аналог не успевает окупиться до конца срока службы ГПА. Также, большая степень утилизации влечет за собой большие затраты. Основываясь на технико-экономических расчетах и опыте эксплуатации, следует на начальном этапе определить предполагаемый объем утилизируемого тепла и рамки рационального потенциала утилизации. Потребителями могут быть как непосредственно системы отопления, ГВС и вентиляции, так и потребители других видов ТЭР, в которые можно преобразовать теплоту (движущая сила, электроэнергия, холод и т.д.).

Актуальным является разработка системы утилизации тепла независимой от работы отдельных агрегатов на КС.

УДК 697.148

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОКОН С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕПЛОТРАЖАЮЩИХ ЭКРАНОВ

ЛАПАТЕЕВ Д.А., КОЗЛОВ А.С., ЯБЛОКОВ А.А., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗАХАРОВ В.М.;
ст. преп. СМИРНОВ Н.Н.

Снижение теплотерь через окна является насущным вопросом для потребителей, так как от 10 до 40 % трансмиссионных потерь приходится именно на светопрозрачные конструкции.

Нами предлагается снизить потребление ТЭР за счет использования автоматизированной эффективной энергосберегающей конструкции окон с применением теплоотражающих экранов, опускаемых в темное время суток или во время отсутствия людей. Автоматизация оконного блока заключается в установке электропривода, перемещающего теплоотражающий экран, и системы управления им.

Были разработаны способы управления теплоотражающими экранами:
– по заданному графику;
– по сигналу от датчика внешней освещенности.

Было проведено натурное испытание данной конструкции в сертифицированной климатической камере лаборатории «Ивановостройиспытания», а также математическое моделирование с помощью программы RHOENICS. В ходе эксперимента было получено значительное снижение величины тепловых потерь через окно с применением теплоотражающих экранов. Были проведены испытания оконного блока с применением как теплоотражающих покрытий, нанесенных на стекло, так и алюминиевых экранов, установленных на определенном расстоянии от окна, причем величина воздушной прослойки также варьировалась.

При проведении технико-экономических расчетов для условий отопительного периода Ивановской области был определен срок окупаемости мероприятия по установке металлических экранов, который составил 3,9 года.

УДК 621.57

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

МУЛЛАНУРОВА Э.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНАХИН А.М.

Эксплуатация оборудования любого источника тепла неизбежно сопровождается теплопотерями, которые влекут за собой дополнительные затраты на первичное тепло, а также увеличение выбросов в атмосферу. Одним из способов экономии топливно-энергетических ресурсов и защиты окружающей среды от теплового загрязнения является теплонасосная технология, основанная на использовании нетрадиционных источников тепловой энергии и вторичных энергоресурсов для получения теплоты, холода и электроэнергии.

Промышленное теплоснабжение с тепловыми насосами осуществляется за счет собственного тепла предприятия, выделяющегося от технологических процессов. Также тепловой насос может выполнять функции охлаждения технологического оборудования и поддерживать требуемые режимы охлаждения. На промышленных предприятиях, где требуется охлаждение с попутной выработкой тепловой энергии без дополнительного источника тепла, использование теплонасосных установок наиболее перспективно. В частности на компрессорных станциях могут применяться теплонасосные установки, в которых охлаждается оборотная вода. В промежуточных и концевом охладителях используемая оборотная вода подается в градирни для охлаждения. Предлагается заменить оборотную систему замкнутой системой охлаждения с тепловым насосом. Это мероприятие позволяет снизить энергозатраты на сжатие воздуха, одновременно получая тепло на горячее водоснабжение или отопление. Рассмотрены возможности для использования в качестве рабочих тел хладагентов R22, R134a и R142b.

УДК 536.24;621.771

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ДВУХМЕРНЫХ ЗАДАЧ НАГРЕВА

НОВИКОВ М.А., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГОРБУНОВ В.А.

Исследования проводились в конечно-элементном пакете ANSYS 14.0.

ANSYS – универсальная программная система конечно-элементарного (МКЭ) анализа, существующая и развивающаяся на протяжении 30 лет, является довольно популярной у специалистов в области компьютерного инжиниринга (CAE, Computer – Aided Engineering) и КЭ решения линейных и нелинейных (включая нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкции), задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена и т.д.

Целью является исследование влияние размера шага по пространству и по времени на результаты вычисления температурного поля в конце нагрева в среде ANSYS 14.0 при 1D и 2D нагреве металла с граничными условиями I-го рода.

Если при 1D были проведены исследования М.С. Седовым и Т.В. Татариновой, то 2D-постановка исследуется впервые. Результаты решения сравниваются с решениями между решениями в пакетах ANSYS и Femlab и аналитическим решением, полученным 2D-моделированием методом суперпозиции.

Решалась задача нагрева заготовки металла с сечением в виде квадрата с граничными условиями I рода с трех сторон и II рода (условия адиабаты) с одной стороны. Температура внешних сторон была равна 1273 К. Начальная температура нагрева 273 К. Сторона сечения квадрата равна 0,3 м, время нагрева принималось 1000 с. Варьировались размеры шагов по времени нагрева и по пространству (x ; y).

В отличие от решения задач в 1D в 2D-геометрии планируется исследовать влияние формы сетки на точность результатов полученного температурного поля в конце нагрева. Проведен аналитический анализ модели 2D в пакете Mathcad.

В ходе исследований были получены результаты, на основе которых были созданы номограммы для определения точности и времени расчета

в зависимости $\Delta\tau$ и Δx , Δy . А также была проведена проверка на точность пакета ANSYS при помощи аналитического решения. Полученная погрешность составила $\min = 0,0016\%$ при Δx (20; 220) и $\max = 0,195\%$ при Δy (420; 170).

УДК 621.311.4(73)

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ В США

САДЫКОВ Д.М., ГАЙНЕТДИНОВ А.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИВШИЦ С.А.

За последние два десятилетия в США сформировалась и прошла проверку концепция децентрализации энергетики или введение практики уменьшения централизованного регулирования производства энергии. Несмотря на неоднозначность результатов децентрализации, правительство США не отказывается от Энергорынка, созданного в 2004 году в Калифорнии. Однако, при этом принимаются меры по усилению перспективного планирования развития энергетики. В то же время признается, что даже, несмотря на поразительные успехи в энергосбережении, инерционность большой энергетики не позволяет обеспечить быстро растущие потребности экономики США. Поэтому в Западной Европе и США начинает проявляться новая концепция производства электроэнергии, которая основана на 2 пунктах: 1) развитие централизованного электроснабжения, теплоснабжения и охлаждения (когенерация или тригенерация, а по-нашему ТЭЦ); 2) децентрализованное производство электроэнергии.

Второй пункт появился, потому что западная промышленность выбросила на рынок высокоавтоматизированные экономичные котельные и электрогенерирующие установки, которые предлагаются в виде мини-ТЭЦ как для промышленных предприятий, так и для индивидуальных потребителей в виде микро-ТЭЦ вплоть до мощностей 3–5 кВт. Производство электроэнергии на месте позволяет избежать потерь при ее транспорте и затрат на эксплуатацию сетей. Поэтому проводятся работы как по совершенствованию централизованной системы энергоснабжения, так и по развитию автономных источников энергии.

УДК 541.18

СОВМЕСТНОЕ СЖИГАНИЕ ГАЗА И МАЗУТА В ТОПКЕ КОТЛА

УСМАНОВА И.Ш., ХАБИБУЛЛИНА А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИВШИЦ С.А.

Вопрос, связанный с обеспечением надежной и экономичной работы тепловых электростанций, остается одним из наиболее актуальных для российской энергетики. Решая проблему дисбаланса топлива, и для получения более устойчивых характеристик факела применяют совместное сжигание различных видов топлива, например, природного газа и мазута. Однако существующие методики не учитывают всех особенностей данного процесса. Особую сложность представляет нахождение температуры точки росы уходящих газов при совместном сжигании газа и мазута. На это следует обратить отдельное внимание, так как в целом потери теплоты с уходящими газами являются наибольшими среди потерь в тепловом балансе котла (5–2 %). Снижение температуры уходящих газов на 12–16 °С повышает КПД на 1 %.

В настоящее время при расчетах используется методика, изложенная в Указаниях по составлению отчета о тепловой экономичности оборудования (РД 34.08.552-95). Но использование в данных расчетах среднемассового расхода в случае совместного сжигания двух видов топлива приводит к огрублению результатов.

Нами предлагается методика определения температуры точки росы уходящих газов при совместном сжигании газа и мазута в топке котла. Ее применение позволяет получить более точные результаты в ходе технико-экономического анализа эксплуатации котла, а также разработать рекомендации по оптимизации процесса сжигания для повышения КПД. Экспериментальные исследования предложенной методики осуществлены на примере Ульяновской ТЭЦ-2. Испытания проводились на котлах типа ТПЭ-429, во время испытаний использовались газоанализаторы типа TESTO-33. Численные результаты, полученные при расчете по данной методике, в сравнении с данными, полученными по показанию приборов, дают право рекомендовать предложенную методику для технических расчетов. Расхождение расчетных величин и опытных данных оказались незначительными (менее 1,5 %).

УДК 697.3

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА К ИНДИВИДУАЛЬНОМУ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЮ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

ФАТХРАХМАНОВ Д.Ф., МИНГАЗУТДИНОВ Р.Ш., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОНАХИНА И.А.

Среди перспективных разработок по обеспечению теплоснабжением жилых помещений – децентрализованные схемы с использованием различных источников энергии, в которых при минимальном уровне энергопотребления обеспечиваются повышенные требования к комфорту в жилых помещениях. Это достигается применением оборудования с функцией регулирования по температуре и учета тепла в каждой квартире. При этом достичь энергосбережения удастся путем применения местного регулирования с помощью регуляторов температуры и балансировочных клапанов, в противном случае можно получить несбалансированность системы, резкие перепады температуры теплоносителя, неравномерное распределение тепла по зданию. Для получения наибольшего энергосберегающего эффекта и создания индивидуальных температурных режимов в квартирах требуются индивидуальное регулирование и учет. Квартирный тепловой пункт (КТП) отличается своими компактными размерами и легкостью монтажа – он монтируется в небольшой технологической нише. Использование КТП позволяет потребителю осуществлять индивидуальное регулирование с возможностью настройки температуры горячего водоснабжения (ГВС) и отопления для поддержания комфортных условий в помещении. Система с КТП имеет общие черты с традиционной стояковой системой. Закономерно, что в будущем КТП будут использоваться в большинстве блочных зданий, подключенных к системе централизованного теплоснабжения. Наиболее важные преимущества при использовании квартирных тепловых пунктов:

- независимость от конкретного источника энергии (т.е. можно использовать любую систему для присоединения);
- индивидуальный учет тепловой энергии и оплата только за потраченное тепло;
- минимизация инвестиционных трат;
- отсутствие образования накипи в теплообменнике;
- максимальный комфорт по горячей воде;
- незначительные тепловые потери.

Минимизировать энергопотребление возможно лишь за счет повышения энергоэффективности и применения энергосберегающего оборудования. Потенциал будущей экономии энергии и денежных средств во многом зависит от установки приборов местного регулирования. Таким образом, чем выше цены на энергоносители, тем более привлекательными становятся квартирные тепловые пункты.

УДК 697.3

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ВЕНТИЛИРУЕМОГО ВОЗДУХА В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ФАТХРАХМАНОВ И.Ф., МИНГАЗУТДИНОВ Р.Ш., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОНАХИНА И.А.

Нынешнее состояние системы централизованного теплоснабжения, заставляет многих застройщиков переходить на систему децентрализованного теплоснабжения. Центральное отопление потеряло свои позиции по причине неэффективных затрат и потерь при транспортировке, где теряется до 10 % тепловой энергии. Имеется большой перерасход топлива в теплые периоды отопительного сезона, когда происходит перетоп зданий. В связи с этими и другими факторами на современном этапе развития теплофикаций целесообразен переход к децентрализованной системе отопления. В последнее время наиболее экономически выгодным направлением становятся тепловые насосы. Тепловой насос является источником энергии для наших систем горячего водоснабжения и отопления, а также параллельно может быть источником и для системы кондиционирования воздуха. Однако тепловые насосы необходимо подбирать для различных климатических и природных условий, также необходимо исходить из условий его эксплуатации. Почти всю энергию, необходимую для работы, тепловые насосы берут из окружающей среды, а именно из воды, грунта, грунтовых вод, воздуха. Самым оптимальным источником энергии для тепловых насосов считаются грунтовые воды, температура которых почти не опускается ниже +5 °С. Но в реальности редко можно встретить такой тип тепловых насосов, так как не всегда доступные грунтовые воды имеют соответствующее качество, и требуется специальное разрешение на их установку. Да и монтаж таких насосов обходится дороже, вследствие того, что необходимо бурить не одну скважину, а две: подающую

и сбросную. Однако сравнительно высокая стоимость этого типа тепловых насосов оправдывается его эффективностью и долговечностью. Область применения грунтовых и водных насосов довольно таки ограничена по сравнению с тепловыми насосами, берущими тепловую энергию из воздуха, так как воздух можно брать отовсюду. Тепловые насосы, оснащенные воздушным теплозаборником, устанавливаются практически в любом месте. Очень популярен такой тип тепловых насосов в США. Исходя из вышеперечисленного, мы считаем, что наиболее выгодным является использование теплового насоса типа воздух-воздух с утилизацией тепла вентилируемого воздуха.

УДК 662.997:621.577

ТЕПЛОНАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА КАК ИСТОЧНИКА ТЕПЛА И ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

ХАКИМЗЯНОВА Г.Ф., ХАКИМЗЯНОВ И.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИВШИЦ С.А.

В теплонасосных установках используются низкопотенциальные источники энергии с температурой менее 50–70 °С, которые невозможно использовать в качестве греющей среды в обычном теплообменном оборудовании.

Все источники теплоты для тепловых насосов в той или иной мере используют солнечную энергию, но ее использование возможно в том числе с помощью солнечных коллекторов, размещенные на крышах, а также в схемах с аккумуляторами тепла. Последние представляют интерес и для тепловых насосов как источник тепла в облачные дни или ночью.

Главное преимущество солнечного коллектора – это способность преобразовывать 90–98 % энергии солнечного излучения в тепло. Для водяных систем наиболее распространенными являются плоскостанельные и вакуумные (пространство между двумя слоями трубки – вакуум, который создает эффект «термоса», который удерживает и накапливает тепло без потерь).

Электричество на привод компрессора получаем от объединенных фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) – полупроводниковых устройств, прямо преобразующих свет (солнечную энергию) в электричество, посредством сложных физико-химических процессов.

Основные компоненты фотоэлектрической системы: солнечный модуль – генерирует электричество из солнечного света; контроллер – управляет питанием от и к аккумуляторам; батареи (аккумуляторы) – хранение электрической энергии; инвертор – преобразовывает низкое напряжение постоянного тока в высокую постоянному тока; системы крепления.

Для более эффективной работы фотоэлектрические панели ориентированы на южную сторону, что обеспечивает максимальные поступления солнечной радиации и максимальную выработку электрической энергии.

УДК 665.75

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТОПЛИВНЫХ ХОЗЯЙСТВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

ХАММАТОВА Р.И., РЕДЬКИНА Е.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШАГЕЕВ М.Ф.

Топливное хозяйство является важнейшим элементом системы обеспечения предприятий нефтепродуктами. Чаще всего на энергетических объектах в качестве резервного топлива используют мазут. Следовательно, задача усовершенствования системы хранения и транспорта мазута является актуальной.

Одно из решений – преобразование мазутного хозяйства ТЭС в перевалочную базу, способную обеспечить ближайшие энергетические предприятия (котельные) необходимым количеством мазута требуемого качества с минимальными потерями. Распределение мазута может осуществляться автомобильным, железнодорожным транспортом или по трубопроводам.

В настоящее время посредством автомобильного транспорта успешно реализуется мазутоснабжение Елабужской ТЭЦ от Набережночелнинской ТЭЦ. На протяжении многих лет топливное хозяйство Нижнекамской ТЭЦ используется в качестве нефтебазы ОАО «Нижнекамскнефтехим» для обеспечения мазутом ближайших котельных. Был рассмотрен вариант создания подобной базы на Урусинской ГРЭС.

В ОАО «Генерирующая компания» может быть организовано мазутоснабжение РК «Азино» от Казанской ТЭЦ-1 и РК «Савиново» от Казанской ТЭЦ-2.

Такая схема топливоснабжения позволит снизить затраты котельных на содержание собственного мазутного хозяйства, а также улучшить экологическую обстановку и снизить стоимость отпускаемой тепловой энергии.

УДК 697.34

ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ В ЗАМКНУТЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

ХАСАНШИНА А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШАГЕЕВ М.Ф.

Работа нескольких источников теплоснабжения на общую тепловую сеть изучается достаточно длительное время. На сегодняшний день существует большой теоретический материал в этой области. Однако повсеместного применения результатов исследований пока не наблюдается.

В работе ставится задача расчета потокораспределения в тепловой сети поселка городского типа «Уруссу» при условии питания от двух источников теплоснабжения. Ранее рассматриваемая тепловая сеть работала от одного источника – Уруссинской ГРЭС, но в ближайшее время планируется строительство новой котельной. Соответственно возникает проблема обеспечения эффективного функционирования тепловой сети в новых условиях.

Понятно, что Уруссинские тепловые сети уже находятся в эксплуатации, поэтому ввод нового источника с работой на общую сеть ставит вопросы оптимизации гидравлических режимов. При этом может возникнуть задача оптимальной реконструкции сети, т.е. выбора участков, пропускная способность которых может быть изменена.

Совместное функционирование источников теплоснабжения с максимально возможной эффективностью требует изменения подходов к выполняемым расчетам. В результате анализа существующих методов решения наиболее удобным представляется использование метода контурных расходов, разработанного на базе теории гидравлических цепей. В качестве исходных данных используется: схема тепловой сети, ее параметры (диаметры, длины и гидравлические сопротивления участков), нагрузки потребителей.

В расчетах необходимо учитывать большое количество влияющих факторов и конкретных особенностей тепловых сетей, поэтому решение поставленной задачи возможно только на основе применения современных программных продуктов, относящихся к типу систем компьютерной алгебры. Расчеты упрощаются, если использовать программно-вычислительные комплексы, например, такие как ИВС «Ангара», ГИС Zulu. Для осуществления гидравлических расчетов тепловой сети поселка было принято решение использовать программный продукт ZuluThermo.

УДК 536:25

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ЕЕ РОЛЬ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ШАЙХУТДИНОВ Р.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАЧАГИНА Е.К.

Наиболее важной задачей развития современной промышленности является экономия материальных и энергетических ресурсов. Одним из методов ее решения является интенсификация теплообменного оборудования. Из анализа литературных источников следует, что интенсификаторы конвективного теплообмена отличаются большим разнообразием конструктивных решений: оребрение поверхности теплообмена, использование шероховатых поверхностей, криволинейных каналов, закручивание потока теплоносителей и др. На основании проведенного сравнения были выявлены конструкции интенсификаторов конвективного теплообмена, которые предпочтительно использовать в нефтяной промышленности.

Интенсификация теплоотдачи посредством дискретных выступов осуществляется за счет турбулизации и разрушения пристенной зоны течений. Увеличение интенсивности теплообмена и гидросопротивления зависит от высоты выступа, расстояния между выступами, формы выступов и их взаиморасположения.

Отмечается, что интенсификация теплообмена в трубах посредством кольцевой и винтовой накатки обладает рядом преимуществ:

- 1) канавки, образующиеся на наружной поверхности трубы при накатке выступов, интенсифицируют теплообмен в межтрубном потоке теплоносителя;
- 2) технология накатки проста;

3) существующая технология сборки кожухотрубчатых теплообменников целиком применима для накатанных труб;

4) дешевизна (стоимость накатки составляет лишь несколько процентов от стоимости гладкой трубы);

5) не требуется дополнительных затрат металла.

При использовании интенсификатора в форме спиральных выступов в трубе возникает эффект интенсификации, обусловленный закручиванием пристенного потока.

УДК 62-19

КОМПРЕССОРНАЯ СТАНЦИЯ КАК СЛОЖНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

ШАРАФИЕВА А.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОНАХИНА И.А

Компрессорную станцию можно определить как сложную гибкую техническую систему, в которой действие переменных различной физической природы представляют собой единое целое, обладающее качествами, ни одной из составляющих ее частей не присущими. Система может испытывать воздействия внешней среды – входные воздействия и сама воздействовать на нее – выходные воздействия. Воспринимая все эти воздействия, система отвечает на них определенными реакциями, такими как: изменением термогазодинамических характеристик перекачиваемой среды, возникновением волнового или пульсирующего течения газа, изменением шероховатостей поверхностей проточных частей оборудования, появлением отложений и т.д. Все эти реакции системы определенным образом воздействуют на режимы газопередачи от КС к магистральному трубопроводу.

Совокупность всех выходных параметров можно охарактеризовать как вектор технического состояния системы, который воспринимается датчиками, приборами, измерительными системами.

При формировании вектора отклика, который указывает на трансформацию действительного технического состояния оборудования КС, оценивают изменение выходных характеристик. Это позволяет уточнить и локализовать место возможной опасной ситуации или аварии, установить элементы системы, находящиеся в аварийном состоянии, а также наблюдать за изменением режимных и технологических параметров системы.

Информационно-управляющая система создает вектор коррекции, который является инициатором регулирующих воздействий как на входные факторы, так и на параметры самой технической системы.

Разрабатываемые методики должны позволять представить в соответствующей форме структуру системы, описывать ее особенности и способы их учета при определении важнейших параметров как системы в целом, так и отдельных технологически выделяемых частей.

УДК 620.91

АВТОНОМНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ – ПУТЬ К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

ЮНГ И.Е., МУЧИНСКАЯ А.В., ОГТИ (ф) ОГУ, г. Орск
Науч. рук. преп. БУШУЕВ А.Н.

В настоящее время значительная часть тепловой энергии вырабатывается на котельных, что весьма ненадежно и энергетически невыгодно (в случае раздельной выработки тепловой и электрической энергии происходят значительные потери с выбросом дымовых газов или при конденсации пара на КЭС). Оптимальным решением этих проблем является, по мнению авторов, постройка малых генерирующих источников мощностью порядка 10–30 МВт, обеспечивающих комбинированную выработку тепловой и электрической энергии. При этом в тепловую сеть может отдаваться главным образом тепловая энергия отработавшего в тепловых двигателях пара или газа. При таком техническом приеме значительно могут быть сокращены выбросы углекислого газа и тепловые выбросы в системе энергоснабжения и снижен расход топлива на 20–25 % по сравнению с раздельной выработкой энергии.

Для тепло- и электрификации российской глубинки из-за необходимости значительной автономии оправданным является применение только комбинированной генерации. Важным остается вопрос о необходимости обеспечения максимально высокой надежности тепло- и электроснабжения. При изношенности сетей, достигающей 100 %, в газифицированных районах разумнее использовать автономную генерацию на мини-ТЭЦ, а не восстанавливать ЛЭП. Предположительно, наибольшей эффективности в таких случаях будут отвечать мини-станции на базе двигателей внешнего сгорания, что может позволить использовать местные виды топлива с существенно меньшими затратами. Рациональна также и оценка эффективности малых парогазовых установок или газотурбинных установок, работающих в системе с водогрейными котлами-утилизаторами.

Следует также отметить, что разработка для регионов локальных планов электрификации должна включать минимум две задачи: во-первых, обеспечение тепловой и электрической энергией городов и промышленных объектов и, во-вторых, развитие массовой малой генерации на базе не только традиционного углеводородного сырья, но и обеспечивающей использование местных и возобновляемых источников (биотоплива, отходов древесины, ветровой и солнечной энергии и др.).

УДК 620.91

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ГТУ И КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

ЮНГ И.Е., МУЧИНСКАЯ А.В., ОГТИ (ф) ОГУ, г. Орск
Науч. рук. преп. БУШУЕВ А.Н.

От процесса получения, преобразования и транспортировки энергии напрямую зависят затраты конечного потребителя. Транспортировка до места использования больше всего влияет на удорожание энергии. Поэтому для промышленных предприятий стоимость тепла и электроэнергии от собственных источников оказывается значительно ниже – это первое преимущество автономных энергетических установок. Вторым является то, что в случае нового строительства их приобретение, монтаж и наладка могут обойтись дешевле сооружения питающих линий, подстанций и платы за подключение к централизованным сетям. И третье, это ненадежность и непредсказуемая тарифная политика энергоснабжающих организаций.

Известные технические решения по объединению газотурбинных установок (ГТУ) с ТЭЦ основываются на использовании теплоты отработавших газов. Их объединение может обеспечить дополнительную энергию за счет ГТУ не только для собственных нужд, но и обеспечить получение тепловой энергии в системе теплоснабжения с высокими показателями. Научный интерес представляет разработка методов подбора ГТУ малой мощности для надстройки ими котельных (на примере г. Орска и г. Новотроицка) с целью оптимизации теплоснабжения жилых и промышленных районов и определения эффективности измененной системы.

Традиционный способ получения электрической (на ГРЭС) и тепловой (на городских и промышленных котельных) энергии заключается в их раздельной генерации. В таком случае значительная часть первичного топлива не используется. Рассматриваемая операция

надстройки котельной газовой турбиной приводит к внедрению когенерации на производстве. Выгоды от использования систем когенерации условно делятся на четыре группы, тесно связанные друг с другом: экономия, надежность, утилизация тепла и экология.

Поставленными задачами исследования эффективности измененных котельных являются: разработка технических решений и методов расчета совместной работы при надстройке ГТУ котельных г. Орска, разработка метода выбора ГТУ для определенной котельной установки, разработка математической модели проектируемой когенерационной системы.

СЕКЦИЯ 3. «ЭКСПЛУАТАЦИЯ И НАДЕЖНОСТЬ ЭНЕРГОУСТАНОВОК И СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. ТЕПЛОВЫЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ»

УДК 620.9

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОКОТЛОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭНЕРГИИ ОТ ВЕТРА

АЗАНГУЛОВ Р.Ш., КОЛБИН М.А., ДЕРГАЧЕВ Д.С., АГНИ г. Альметьевск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАХИТОВА Р.И.

В нынешнее время сложилось представление, что использование электродкотлов – это дорогое удовольствие. Понятно, что электричество значительно дороже газа и в несколько раз дороже дизельного топлива. Если газопровод находится в сотнях километров от объекта, а проведение газопровода будет стоить 1 млн руб. на 1 км газопровода, то будет выгоднее установить комбинированный котел с ветроустановкой. Котел может потреблять электроэнергию от ветроустановки, но в безветренную погоду данный котел будет работать на электроэнергии от местных электрических сетей или же отапливаться пеллетами.

В случае выбора электрического котла, необходимо заплатить за котел, ветроустановку и монтаж оборудования, а в случае использования жидкотопливного котла необходимо дополнительное оборудование и монтаж будет стоить дороже. Электрический котел конструктивно гораздо проще, не нуждается в постоянном обслуживании и чистке, экологичнее жидко-топливного.

При проведении приблизительного экономического расчета данной установки, получаем, что общая стоимость составит примерно 300 тыс. руб., при отоплении площади около 100 м² и окупит данная установка себя примерно за 4 сезона. В расчете не принимаются во внимание автоматическое отключение котла при достижении заданной температуры и не учитывается ветровой режим местности. Также не учитывалась отдельная работа ветроустановки, которая в летний сезон может использоваться для покрытия нужд потребителя в электроэнергии.

Сделаем выводы о данной установке: установку можно применить на производстве для отопления и снабжения электрической энергией помещений операторских и прочих зданий и сооружений, находящихся вдали газопровода и теплотрассы.

УДК 681.12:697

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УТЕЧЕК В ТРУБОПРОВОДАХ АКУСТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

АХМЕТОВА Р.Р., МУТИГУЛЛИН Р.З., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

Утечка воды – серьезная проблема для любого предприятия. Износ сетей, нехватка средств на их своевременный ремонт, значительное количество скрытых потерь воды – все это приводит к актуальности таких мероприятий, как техническая диагностика трубопроводов и поиск протечек.

Когда имеет место протечка воды, наблюдается повышенный расход по приборам учета, могут происходить выбивания и подтопления. Для точного определения места утечки необходима экспертиза труб, диагностика систем трубопроводов водопровода либо тепловой сети. Это позволяет минимизировать затраты на раскопки и дальнейшее благоустройство при устранении утечки водопровода или отопления.

Существует три наиболее распространенных метода поиска течей:

- корреляционный метод определения мест утечки;
- акустический способ определения протечек;
- тепловизионное обследование на предмет определения утечек.

Наиболее распространенным способом является акустический способ. Акустический способ определения утечек состоит в «прослушивании» шума от трубопровода с поверхности. Оператор при помощи геофона (акустического течеискателя) слушает шум

с поверхности, перемещаясь по трассе трубопровода. В месте протечки труб этот шум приобретает особый характер и наибольшую интенсивность. Современные геофоны имеют индикацию, позволяющую количественно охарактеризовать уровень шума в различных точках, а также фильтры, отделяющие помехи и посторонние звуки. Акустический способ наиболее востребован для обнаружения протечек на неметаллических трубах, а также для уточнения результатов корреляционного метода.

УДК 697.34

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

БЕЛЯНИНА Н.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

Тепловые пункты предназначены для присоединения теплоснабжающих установок к тепловой сети и обеспечивают их работоспособность, управление режимами подачи тепла, трансформацию и регулирование параметров теплоносителя.

С целью повышения качества централизованного теплоснабжения возникает необходимость реконструкции существующих Центральные тепловые пункты (ЦТП).

Анализ работы одного из ЦТП г. Казани, прошедшего полную реконструкцию показал, что замена старого оборудования на новое позволяет повысить энергоэффективность на стадии транспортировки целевого продукта к потребителям; качество теплоснабжения потребителей в соответствии с погодными условиями; упрощается эксплуатация Центральные тепловые пункты.

Целью работы является разработка методических указаний по проектированию Центральные тепловые пункты для последующего их применения в курсовом и дипломном проектировании, что позволит развивать такие профессиональные компетенции студентов, как:

- знание базовых принципов и правил проектирования тепловых пунктов;
- умение воплощать современные проектные решения в программных средствах;
- умение пользоваться нормативными документами;

– умение пользоваться специализированными программными средствами, применяемыми в проектных организациях;

– умение выбирать оптимальные проектные решения, связанные с минимизацией затрат на сооружение и эксплуатацию объекта.

Данные методические рекомендации позволят получить знания о базовых принципах и правилах проектирования установок и систем теплоснабжения, научиться проектировать установки и системы теплоснабжения на начальном уровне.

УДК 621.4

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ВОДООБОРОТНЫХ СИСТЕМ И ТЕПЛОТЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА

БОРМОТОВ С.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

В современных условиях сложившихся в отрасли производства тепловой и электрической энергии крайне важным направлением развития является повышение энергоэффективности. Результатом этого будет снижение затрат на топливо и снижение себестоимости отпускаемой продукции.

Существует два основных способа достижения положительного экономического эффекта: утилизация теплоты водооборотных систем и утилизация теплоты дымовых газов.

В большинстве систем оборотного водоснабжения тепловых электростанций в качестве утилизатора теплоты используются либо градирни, либо водохранилища-утилизаторы, где избыточное тепло снимается воздухом, который потом выбрасывается в атмосферу. С экономической точки зрения такой подход крайне неэффективен.

С другой стороны дымовые газы обладают куда более высоким потенциалом, чем теплота в системе оборотного водоснабжения, однако тут существует ряд ограничений по снижению потенциала. При излишнем понижении температуры и при переходе через точку росы на поверхностях дымохода будут образовываться жидкие кислоты, которые способны разрушать конструкцию.

В качестве теплоутилизатора может выступать двигатель Стирлинга, который будет включаться в работу в качестве теплового насоса (с подводом механической энергии к валу) либо в качестве двигателя

(с выводом механической энергии на вал электрогенератора), что позволит утилизировать сбросную теплоту, повысить ее потенциал, направить в систему отопления или ГВС, вырабатывать электроэнергию на собственные нужды.

В отличие от множества других систем конструкция двигателя очень проста, он не требует дополнительных устройств, таких как газораспределительный механизм. Он запускается самостоятельно и не нуждается в стартере. Это позволяет обеспечить недостижимый для других систем ресурс непрерывной и бесшумной работы.

УДК 658.26:621.577

ВКЛЮЧЕНИЕ АБСОРБЦИОННЫХ БРОМИСТОЛИТИЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТЕПЛОТЫ В ТЕПЛОВЫЕ СХЕМЫ ТЭС

ВАЛИУЛЛИНА М.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАЛИЕВ Р.Н.

Тепловые электростанции являются крупными потребителями топливно-энергетических ресурсов. Процессы получения электроэнергии и теплоты связаны со значительными энергозатратами.

Среди актуальных проблем человечества одними из важнейших на сегодняшний день являются задачи экономии топливно-энергетических ресурсов и охраны окружающей среды. Рост цен на энергоносители повышает значимость энергосберегающих технических решений. Сокращение тепловых выбросов предприятий улучшает экологические показатели территорий.

При использовании абсорбционных бромистолитиевых преобразователей теплоты (АБПТ) в режиме теплового насоса за счет рекуперации теплоты повышается коэффициент полезного действия. В режиме холодильной машины АБПТ используются в системах охлаждения, частично замещая градирни. Также АБПТ могут работать в комбинированном режиме.

Задача включения АБПТ в тепловую схему ТЭС требует определения потенциала тепловых потоков и мест возможной рекуперации теплоты, подбора и расчета АБПТ подходящей конструкции, учета дополнительных затрат, оценки эффективности выбранных технических решений.

В качестве первичного греющего энергоносителя предлагается использовать уходящие газы после энергетических котлов, газотурбинных установок и котлов-утилизаторов, а также водяной пар из отборов паровых турбин.

В результате проведенных исследований для тепловой схемы ТЭС будут определены функциональные задачи АБПТ, разработана схема включения АБПТ, рассчитаны режимы работы АБПТ, выполнена оценка эффективности технического решения.

УДК 620.93

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ В ПЛОТНОМ СЛОЕ

ГАБИТОВ Р.Н., СЁМИН Е.С., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОЛИБАБА О.Б.

Процесс фильтрации газа в слое твердых бытовых отходов (ТБО) зависит от его гидравлического сопротивления. Слой ТБО имеет структуру с неопределенной формой и размером элементов. Его геометрическое описание сложная задача. Предлагается геометрию слоя ТБО описывать элементами фрактальной структуры.

При создании 3D-модели слоя использовался пространственный аналог квадратного «ковра Серпинского», называемый «губкой Менгера» со значением фрактальной размерности – $D = \ln 20 / \ln 3 = 2,7268$.

В численном пакете была создана математическая модель процесса фильтрации газа. В качестве газовой среды в модели использовался средний состав пиролизного газа. На границе контакта геометрической фрактальной модели ТБО и газа скорость движения принималась равной нулю. Начальная скорость пиролизного газа на входе варьировалась в пределах от 0,4 м/с до 1,4 м/с при постоянной мере фрактала. Варьирование плотности слоя ТБО от 125 до 300 кг/м³ осуществлялось за счет меры фрактала. При моделировании использовался турбулентный режим движения газа, и производилось усреднение давлений в каждом сечении слоя по уровням. При моделировании использовалась k-ε-модель.

При скорости движения газа до 0,9 м/с результаты расчета близки к экспериментальным данным, расхождение составляет менее 8 % для фрактальной модели в виде «ковра Серпинского», а при скорости свыше 0,9 м/с – до 3 %.

Выводы. Определены оптимальные параметры: высота слоя ТБО в установке при его различной плотности ($150 \text{ кг/м}^3 - 0,71 \text{ м}$, $200 \text{ кг/м}^3 - 0,64 \text{ м}$, $250 \text{ кг/м}^3 - 0,59 \text{ м}$, $300 \text{ кг/м}^3 - 0,55 \text{ м}$) и высота рабочей зоны установки фильтрации – $0,9 \text{ м}$; режимные параметры работы установки: оптимальная скорость загрузки ТБО в шахту $9-13 \text{ м/ч}$ (производительность установки от 13 до 15 кг/ч); коэффициент гидравлического сопротивления при плотности слоя ТБО 70 кг/м^3 и высотой $0,5 \text{ м}$ и диаметром $0,45 \text{ м}$ в диапазоне скорости газа $0,4-1,4 \text{ м/с}$.

УДК 620.93

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА ОРГАНОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНОГО ГАЗА

ГАЛАНОВА У.Д., САМЫШИНА О.В., НАГОРНАЯ О.Ю., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГОРИНОВ О.И.

Для исследования процессов пиролиза органосодержащего сырья была использована установка, которая позволяет определить выход пиролизных газов и тепловой энергии при пиролизе высушенной органической части твердых бытовых отходов и режимные параметры процесса пиролиза: температура сырья, влажность сырья и количество пиролизного газа.

В качестве метода моделирования работы для исследования процессов пиролиза органической части выбран метод моделирования с помощью нейронных сетей.

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

Целью создания нейросетевой математической модели для исследования процессов пиролиза органосодержащего сырья является определение режимных параметров ее работы в оптимальном режиме. В качестве целевой функции оптимизации режима работы принимается выход пиролизного газа с максимальной теплотворной способностью на единицу массы сырья.

На основе экспериментальных данных, полученных во время выполнения работы, была получена нейросетевая математическая модель. Погрешность вычислений составляла около 12 %. Эта модель имитирует работу блока для исследования процессов пиролиза органической части ТБО в существующем во время замеров диапазоне варьирования параметров влияющих на состав пиролизного газа. Ее использование позволило получить зависимости компонентов пиролизного газа от влажности ТБО, массы ТБО и температуры ТБО.

УДК 550.812.14

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ И ПОИСКА МЕСТ УТЕЧЕК РАБОЧЕЙ СРЕДЫ

ГАПОНЕНКО С.О., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

В устройство для определения расположения трубопроводов и поиска мест утечек рабочей среды, содержащее вычислитель разности вибросигналов и два чувствительных элемента, расположенных вдоль горизонтальной плоскости на расстоянии друг от друга, введены две телескопические штанги, тележка, имеющая люльку. При этом чувствительные элементы выполнены в виде пьезоэлектрических датчиков, закрепленных на штырях, имеющих рукоять, и установлены на концах телескопических штанг с возможностью регулирования расстояния между ними. Сами телескопические штанги закреплены на тележке, причем на люльке размещен вычислитель разности вибросигналов, соединенный с пьезоэлектрическими датчиками, а на концах телескопических штанг закреплены фиксирующие кольца, в которых коаксиально установлены штыри с пьезоэлектрическими датчиками.

При помощи телескопических штанг производится регулировка расстояния между чувствительными элементами, что особенно важно при сканировании трубопроводов различных диаметров. Для удобства сканирования регулировку производят таким образом, чтобы штыри с пьезоэлектрическими датчиками располагались на одинаковом расстоянии от оси тележки. Для регистрации виброколебаний штыри втыкаются в грунт при помощи рукоятей.

В связи с тем, что штыри с пьезоэлектрическими датчиками расположены на определенном расстоянии друг от друга, уровень вибросигнала в каждом из них будет различным. Для определения

оси заглубленного в грунт трубопровода или источника течи тележку перемещают в сторону увеличения сигналов в обоих пьезоэлектрических датчиках. При этом разность уровней сигналов в обоих пьезоэлектрических датчиках будет уменьшаться и достигнет минимума при нахождении оси тележки над осью трубы или источником течи.

УДК 697.3

НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ГАТАУЛЛИН Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАНЬКОВ Ю.В.

Надежность систем теплоснабжения – их способность производить, транспортировать и распределять среди потребителей в необходимых количествах теплоноситель с соблюдением заданных параметров при нормальных условиях эксплуатации. Понятие надежности систем теплоснабжения базируется на вероятностной оценке работы системы, что, в свою очередь, связано с вероятностной оценкой продолжительности работы ее элементов, которая определяется законом распределения времени этой работы.

Главный критерий надежности систем теплоснабжения – безотказная работа элемента (системы) в течение расчетного времени. Система теплоснабжения относится к сооружениям, обслуживающим человека, ее отказ влечет недопустимые для него изменения окружающей среды. Методика оценки надежности систем теплоснабжения учитывает социальные последствия перерывов в подаче теплоты. При выходе из строя система теплоснабжения переходит из работоспособного состояния в отказное и считается, что она не выполнила задачу, поэтому в течение отопительного периода она рассматривается как перемонтируемая. Надежность систем теплоснабжения совершенствуют повышением качества элементов, из которых она состоит, или резервированием. Первый путь реализуют при конструировании, изготовлении и приемке элементов и узлов в эксплуатацию.

Когда технической возможности повышения качества элементов исчерпаны или когда дальнейшее повышение качества экономически не выгодно, переходят к резервированию. Оно необходимо и в том случае, когда надежность систем теплоснабжения должна быть выше надежности ее элементов. Для оценки надежности пользуются понятиями отказа

элемента и отказа системы. Под первым понимают внезапный отказ, когда элемент необходимо немедленно выключить из работы. Отказ системы – такая аварийная ситуация, при которой прекращается подача теплоты хотя бы одному потребителю.

УДК 687.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

ЗАГРЕТДИНОВ А.Р. КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАНЬКОВ Ю.В.

Теплоснабжающая система как объект исследования надежности – это трубопроводная система энергетики, которая предназначена для снабжения потребителей тепловой энергией и представляет собой совокупность источников тепловой энергии (ИТ), тепловых сетей (ТС), сетевых сооружений и узлов потребления, взаимосвязанных в процессе производства, преобразования, хранения, передачи и распределения тепловой энергии. Объектами исследования надежности могут быть как подсистемы, так и их оборудование.

Существующие методы оценки надежности теплоснабжающих систем (ТСС) относятся, как правило, к ее отдельным подсистемам. Гипотетическая увязка результатов расчетов, основанных на этих подходах, не обеспечивает объективной картины надежности ТСС в целом. Это обусловлено тем, что обособленное рассмотрение надежности подсистем ТСС не учитывает их совместного воздействия на надежность всей системы по отношению к конечному потребителю. Конечно, для отдельных подсистем данные методы достаточно проработаны и позволяют получить подробную информацию о ее надежности.

Таким образом, можно предварительно сформулировать основную задачу определения надежности функционирования ТСС следующим образом: необходимо дать количественную оценку надежности теплоснабжения для каждого потребителя с учетом всех этапов в процессе производства и распределения тепловой энергии. Основная задача обеспечения требуемой надежности заключается в оптимальном выборе мероприятий, направленных на повышение надежности до требуемого уровня.

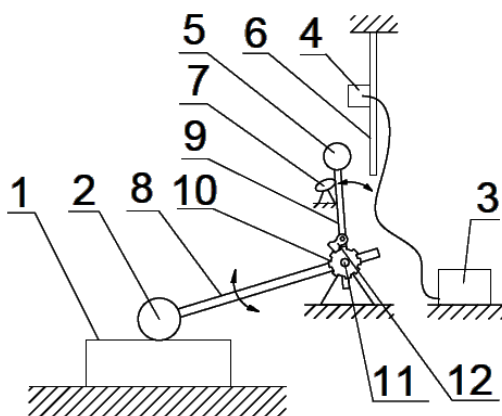
УДК 620.179.1

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УПРУГИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

ЗАГРЕТДИНОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

Для определения упругих свойств материалов широко применяются устройства, основанные на измерении высоты отскока ударного бойка, расположенного в направляющей трубе. Недостатком таких устройств являются непостоянные потери энергии ударного бойка, обусловленные его положением в направляющей трубе. Для повышения точности измерений предложено новое техническое решение, изображенное на рисунке.



Устройство для определения упругих свойств материалов: 1 – стальной брусок; 2 – первый боек; 3 – регистратор; 4 – пьезоэлектрический датчик; 5 – второй боек; 6 – упругая пластина; 7 – ограничитель; 8 – первый стержень; 9 – второй стержень; 10 – храповое колесо; 11 – вал храпового колеса; 12 – перекидная собачка

Устройство работает следующим образом. В исходном состоянии второй стержень 9 опирается на ограничитель 7. Исследуемый материал (например, стальной брусок 1) располагается под первым бойком 2. Перекидную собачку 12 перекидывают в правую сторону, и первый стержень 8 поднимают на заданный угол до ограничителя 7. Затем перекидную собачку 12 перекидывают в левую сторону, и опускают первый стержень 8. Первый боек 2 под действием силы тяжести падает с определенной высоты на исследуемый брусок 1. Энергия отскока первого бойка 2 при помощи храпового механизма передается второму

стержню 9 со вторым бойком 5, что вызывает его падение на упругую пластину 6. Колебания упругой пластины 6 принимаются пьезоэлектрическим датчиком 4. Регистрация принятого пьезоэлектрическим датчиком 4 сигнала производится регистратором 3. По величине амплитуды сигнала, принятого пьезоэлектрическим датчиком 4, судят об энергии отскока первого бойка 2.

УДК 620.179

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ ТРУБОПРОВОДА С ПОМОЩЬЮ РАЗРАБОТАННОГО МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

ИЗМАЙЛОВА Е.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАНЬКОВ Ю.В.

Разработано мобильное устройство для диагностирования трубопровода. Данная разработка относится к диагностированию оборудования и различных изделий на основе использования акустико-эмиссионного метода неразрушающего контроля и может быть использована в химической, нефтехимической, энергетической, металлургической промышленности, на объектах трубопроводного транспорта, в том числе корпусов ядерных реакторов.

Задачей разработки является создание мобильного устройства для диагностики трубопровода, позволяющего повысить качество неразрушающего контроля трубопроводов применением высокочувствительных датчиков акустической эмиссии (АЭ) и снизить трудоемкость диагностики трубопровода за счет автоматизированного мобильного комплекса. Мобильный диагностический комплекс содержит датчики АЭ со встроенным усилителем, которые устанавливаются на исследуемый участок трубопровода с помощью электромагнитов, аналого-цифровой преобразователь/цифро-аналоговый преобразователь (АЦП/ЦАП) – компактный персональный компьютер с программным обеспечением для записи сигналов, поступающих с датчиков. Мобильное устройство имеет каучуковые колеса для плавного передвижения по всему участку трубопровода, также содержит механизм для устойчивости устройства при передвижении по исследуемому трубопроводу.

В качестве программного обеспечения используется среда LabVIEW и разработанная в ней специализированная программа FlawDefiner, в которой реализовано нахождение местоположения координат дефектов АЭ по разнице во времени прихода сигнала от источника до датчиков АЭ.

Данная программа, виртуальный прибор, записывает сигналы с АЦП/ЦАП, считывает записанные данные, обрабатывает их, ведет счет импульсов АЭ, определяет расстояния до дефекта от первого и второго датчиков АЭ, записывает в отчет и выводит информацию о состоянии исследуемого участка трубопровода.

УДК 697.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

ЛАТЫПОВА А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАЛИЕВ Р.Н.

На ближайшую перспективу транспорт тепловой энергии будет осуществляться по тепловым сетям. В связи с чем, возникают проблемы, связанные с транспортировкой тепловой энергии – потери с утечками, затраты энергии на перекачку теплоносителя, сложность учета и регулирования, проблемы, связанные с водоподготовкой и т.п.

В январе 2010 г. из 200 тыс. км коммунальных сетей России более половины уже исчерпало свой амортизационный срок. Изношенность этих сетей достигла 60–70 %, а примерно 25–30 % вообще в аварийном состоянии.

Программы повышения энергоэффективности по срокам их реализации можно разделить на две группы.

Мероприятия, которые дают быстрый, но незначительный эффект (внедрение насосов с ЧРП, применение труб с ППУ изоляцией и т.д.). Они обычно не требуют больших инвестиций, срок окупаемости у них достаточно небольшой. Эти мероприятия имеют существенный недостаток – при изменении условий, в которых они создавались, они снижают или вообще теряют свою эффективность. Тут и вытекает основное требование к мероприятиям такого плана – они должны иметь малый срок окупаемости.

Можно выделить и другую категорию мероприятий, основанных на долгосрочных прогнозах развития науки и техники. Они предполагают значительные изменения в технологиях – использование комплекса автоматических устройств, предназначенных для управления технологическими процессами в системах теплоснабжения. Системы теплоснабжения автоматического регулирования без постоянного присутствия обслуживающего персонала обеспечивают в автоматическом режиме контроль и управление параметрами теплоносителя в системах отопления и горячего водоснабжения. При грамотной эксплуатации и использовании систем автоматического регулирования снижение расхода тепла достигает 20 %.

УДК 621.564

ТЕХНИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР В ЭНЕРГЕТИКЕ

КОСТЫЛЁВА К.А., КНИТУ (КХТИ), г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГУМЕРОВА Г.Х.

В условиях нарастающего дефицита энергоносителей в последние десятилетия в мировой практике широкое распространение получают системы низкотемпературной энергетики, использующие для получения тепла, холода и электроэнергии низкопотенциальное тепло природных, промышленных и бытовых источников.

Тепловые насосы – один из видов техники низкопотенциальной энергетики. Такие машины легко осуществимы, надежны, относительно дешевы и дают быстрый результат. Поэтому в настоящее время в РФ на объектах малой энергетики и жилищно-коммунальной сферы, энергетических хозяйствах промышленных предприятий активно внедряются энергосберегающие технологии на основе применения тепловых насосов. Объектами внедрения теплонасосных установок являются системы отопления и горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования различных зданий и сооружений, системы тепло- и холодоснабжения сельскохозяйственных объектов. Используемые в системах теплоснабжения тепловые насосы потребляют в 1,5–2,0 раза меньше первичной энергии, чем при прямом сжигании топлива.

Кроме этого можно выделить ряд перспективных направлений развития техники низких температур в сфере энергетики:

– в установках сжижения природного газа и водорода, который в обозримом будущем будет применяться в качестве экологически чистого моторного топлива;

– в системах охлаждения сверхпроводящих материалов для электрических машин нового поколения;

– в криогенных системах, обеспечивающих охлаждение на уровне 3,6–80 К для создаваемых экологически чистых установок термоядерного синтеза (энергетика XXI века);

– в системах искусственного климата.

Для успешного развития этих направлений от отечественных ученых и конструкторов в ближайшем будущем потребуется поиск новых технических решений при разработке оборудования для систем низкотемпературной энергетики.

УДК 620.9

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СТИРЛИНГА В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

МОРОЗОВ А.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

В настоящее время для транспорта и стационарных энергетических установок двигатель Стирлинга рассматривают как обладающий возможностями для дальнейшей разработки.

Низкий уровень шума, малая токсичность выхлопа, возможность работы на различном топливе, большой ресурс, сравнимые с ДВС размеры и масса, хорошие характеристики в режимах частичной нагрузки (что особенно важно для городского транспорта) и благоприятные характеристики крутящего момента – все эти параметры составляют конкуренцию двигателю внутреннего сгорания. Однако, двигатели с искровым зажиганием и дизели с их большим разнообразием конструкций будут являться еще достаточно сильными конкурентами до тех пор, пока высококачественное очищенное топливо остается доступным при его относительном избытке на рынке. По мере истощения природных источников энергии стремление к всеобщей экономии в энергетике станет неизбежным. Естественно, что при таких обстоятельствах двигатель Стирлинга в сочетании с подзаряжаемой теплоаккумулирующей системой может оказаться доминирующим в двигательных установках для автомобилей и вообще для транспорта.

Двигатель Стирлинга можно использовать во всех областях, где требуется преобразование тепловой энергии в механическую (чаще всего для солнечных, космических и подводных энергетических установок). Почти нельзя назвать ни одной сколько-нибудь серьезной области потенциального применения двигателя Стирлинга, в которой уже не было бы предпринято попытки его использования, или, по крайней мере, такая возможность не изучалась. Можно с уверенностью гарантировать использование двигателей Стирлинга для стационарных энергетических систем в широком диапазоне мощностей. Очевидно, что эти двигатели найдут более широкое применение в криогенной технике, военных технологиях, космонавтике.

УДК 621.4

ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ ГТУ ПУТЕМ ВПРЫСКА ВОДЫ ВО ВХОДНОЕ УСТРОЙСТВО

МУСТАФИН Р.Р., Уфимская ТЭЦ-2 им. М.С. Резяпова,
ООО «Башкирская генерирующая компания», г. Уфа

В летнее время года мощность газотурбинных установок (ГТУ) резко падает с повышением температуры воздуха. Форсировать ГТУ можно впрыскиванием легко испаряющейся жидкости перед входом в двигатель, в компрессор или в камеру сгорания. В качестве такой жидкости может быть использована вода. В передних ступенях компрессора сжатию подвергается не гомогенная смесь сухого воздуха и паров воды, а гетерогенная смесь влажного воздуха и капель воды. Все это вызывает опасность эрозийного износа лопаток первых ступеней компрессора. Во избежание этого неблагоприятного фактора автор данной работы считает актуальными установление длины испарительного участка и времени испарения на основе разработки адекватной математической модели процессов теплообмена. Все это позволяет провести испытания не на действующем оборудовании, а на ЭВМ. В работе исследован процесс теплопереноса капель воды, впрыснутых в поток воздуха входного устройства (ВУ) газотурбинной установки, математическая модель которого основывается на следующих допущениях: частицы жидкости играют роль источников или стоков тепла, вещества и количества движения; все процессы рассматриваются как квазистационарные, кроме процесса теплопроводности в капле, и используются стационарные уравнения газодинамики и движения капель; стенки канала адиабатны и отсутствуют потери энергии как на трение, так и при смешении пара с присоединенной массой; нагревание и испарение капель считается равномерным по поверхности. Математическая модель процессов теплообмена в ВУ с учетом принятых допущений основывается на совместном рассмотрении уравнений воздействий. Численное исследование процесса основывалось на детальном рассмотрении теплообмена капель с потоком воздуха. Были учтены движения внешней границы капли вследствие протекания процессов конденсации и испарения и формирование температурного поля в ней. Для тестирования предлагаемого алгоритма была написана программа, позволяющая достаточно быстро получить информацию

о параметрах смеси влажного воздуха и капель жидкости по длине канала ВУ. Были проанализированы температура и относительная влажность атмосферного воздуха в г. Уфе за июнь месяц 2007 года. Эти данные позволили задать условия для моделирования, приближенные к реальным.

Анализ проведенных расчетов позволяет рекомендовать применение впрыска воды в ВУ ГТУ в вечернее время летнего периода. При этом существенное значение играет расход впрыскиваемой жидкости. Оптимальный расход жидкости зависит от окружающих условий и особенностей модели ГТУ.

УДК 236.89

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА

МУХАМЕТЗЯНОВ Ф.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

В последнее время все чаще поднимаются вопросы о несовершенстве принятой в России системы тепловодоснабжения с центральными тепловыми пунктами (ЦТП), о больших потерях тепла и воды в разводящих сетях, о низкой эффективности установленного оборудования.

Исходя из вышеизложенного, представляются перспективными несколько направлений совершенствования существующей системы коммунального тепловодоснабжения:

1. При новом строительстве использование систем тепловодоснабжения ИТП.

2. При модернизации существующих систем в зависимости от размещения ЦТП, состояния оборудования и здания, количества присоединенных строений и перспективы сохранения существующей застройки следует рассматривать как минимум два варианта:

а) ликвидация ЦТП с устройством ИТП в зданиях и одновременной заменой сетей отопления и холодного водоснабжения;

б) модернизация ЦТП с переводом на независимую схему, замена сетей ГВС и отопления на пластиковые и при необходимости установка регуляторов давления в зданиях, а по возможности и систем пофасадного регулирования в домах.

3. При новом строительстве, капитальном ремонте и модернизации ЦТП и ИТП надо преимущественно ориентироваться на установку современного оборудования в блочном исполнении как наиболее полно отвечающем существующим требованиям тепловодоснабжения и энергосбережения.

Проведенные расчеты показывают, что переход от циклического капитального ремонта ЦТП (1 раз в 9 лет) к их модернизации не на много увеличивает стоимость работ, и она многократно перекрывается четырехкратным увеличением срока службы тепловых сетей

УДК 658.351

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ

НАЗАРЫЧЕВ С.А., КАМАРДИН А.С., МАЛАХОВ А.О., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАНЬКОВ Ю.В.

Метод аварийно-ремонтных зон (АРЗ) позволяет получить вероятность поступления теплоносителя конкретному потребителю с учетом структуры сети и надежности функционирования отдельных зон. Метод ориентирован на трубопроводные сети, которые по сложности своей структуры соизмеримы со сложностью трубопроводных транспортных сетей, функционирующих в различных отраслях народного хозяйства.

Для проведения исследования взяли системы с разными структурами трубопроводных сетей на примере плана г. Углича с котельной «Угличэнергия». Нашей задачей являлось повышение коэффициента функциональной надежности трубопроводной транспортной сети. Для решения поставленной задачи мы разбили граф трубопроводных транспортных систем на подграфы, каждый из которых соответствует одной АРЗ. Примером для данной операции послужили методики улучшения магистральной трубопроводной системы с несколькими источниками. В итоге получилось 8 АРЗ. Расчет функциональной надежности показал, с какой эффективностью трубопроводная сеть обеспечивает поступление теплоносителя от источника в n -ю АРЗ. По результатам расчетов мы имеем значения наиболее близкие к единице. Это доказывает высокий уровень функциональной надежности, что позволяет считать данную систему устойчивой к нарушениям подачи целевого продукта (ЦП).

При помощи метода АРЗ для расчета функциональной надежности, можно сделать вывод, что вероятность беспрерывной поставки ЦП конкретному потребителю возрастает с увеличением количества задвижек, и тем самым увеличивается функциональная надежность сети относительно потребителей.

УДК 628

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОНСАЛТИНГА И ОПЫТ ЕГО ВНЕДРЕНИЯ

НУРИЕВА Л.К., САЛЯХОВА Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗИГАНШИН Ш.Г.

Основными направлениями деятельности в сфере энергетического консалтинга являются: проведение комплексного энергетического обследования; проведение технико-экономического обоснования внедрения как малобюджетных, так и инвестиционных мероприятий, технологий, повышающих энергетическую эффективность; разработка комплексной программы энергосбережения, в том числе, с перспективным бизнес –планированием, обоснованием источников финансирования, расчетом сроков окупаемости; обеспечение нормативно-правового и технического сопровождения разработанных энергоэффективных подходов и программ.

На базе кафедры «Промышленные теплоэнергетические установки и системы теплоснабжения» (ПТС) КГЭУ магистранты и аспиранты участвуют в выполнении хоздоговорных работ в рамках Студенческого проектно-конструкторского бюро «Студия теплоэнергетических проектов» (СПКБ «СТЭП»).

В рамках данного проекта были проведены следующие работы:

1. Исследование системы отопления корпуса «Д» КГЭУ. Проведен анализ существующей системы отопления и разработаны рекомендации по устранению недостатков с наиболее приемлемыми новейшими техническими решениями.

2. Энергетические обследования школ, агрофирм, стекольного завода и др. Целью проведения работ являлась оценка эффективности использования энергетических ресурсов, разработка эффективных мер для снижения затрат организациями, составление энергетического паспорта.

3. Разработка программ энергосбережения и повышения энергоэффективности муниципальных районов до 2020 года.

4. Выбор рационального решения для теплоснабжения объектов судостроительного завода, в котором из-за неправильно подобранных калориферов температура в цехах падала до -10°C .

Внедрение результатов научных исследований на данных объектах позволит значительно экономить потребление энергетических ресурсов.

УДК 621.3

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ КОЛЬЦЕВЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

ПОЛИТОВА Т.О., ГОРБУНОВА Т.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАНЬКОВ Ю.В.

Целью данной работы является расчет показателей надежности системы теплоснабжения крупного города на основании методики нормирования надежности тепловых сетей, предложенной А.А. Иониным. В результате проделанной работы определен показатель надежности системы теплоснабжения потребителей северо-восточной части г. Набережные Челны.

Расчет основного показателя надежности:

- 1) для всех участков сети определяют параметр потока отказов;
- 2) разрабатывают эквивалентную схему сети для расчета надежности путем объединения всех элементов, соединенных по надежности последовательно;
- 3) определяют среднее значение вероятности отказа системы за время t ;
- 4) рассчитывают математическое ожидание отключаемой тепловой мощности в аварийных ситуациях;
- 5) вычисляют показатель надежности тепловой сети.

В рамках закона «О теплоснабжении» при разработке схемы теплоснабжения г. Набережные Челны согласно постановлению Правительства РФ № 154 от 22.02.2012 г. часть 9 обосновывающих материалов должна содержать описание показателей по надежности и качеству предоставляемых услуг. При этом никаким официальным документом не регламентирована методика расчета данных показателей. По мнению авторов, в качестве методики, позволяющей получить результаты, сопоставимые с нормируемыми показателями надежности в МДС 41-6.2000, можно выбрать методику автора А.А. Ионина.

На основании полученных результатов расчета системы теплоснабжения части г. Набережные Челны можно сказать, что показатель надежности характеризует систему теплоснабжения в соответствии с МДС 41-6.2000 как надежную. При этом не отражает полной информации, так как на настоящий момент нет возможности вычислить реальный параметр потока отказов на тепловых сетях по причине неполной статистики.

УДК 621.1

ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

САЙФУЛЛИН Э.Р., ГОРБУНОВА Т.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАНЬКОВ Ю.В.

В связи с распадом Единой Энергосистемы, часть генерирующих предприятий перешли в руки новых собственников, что привело к появлению конфликта интересов. Новые владельцы поставили как первоочередные задачи снижение затрат предприятия и увеличение прибыли, а проблемы надежности ушли на второй план. С другой стороны, энергетическая отрасль является стратегической, что предполагает интерес со стороны государства, которое заинтересовано в первую очередь в надежности этого сектора.

Обеспечение надежности требует больших затрат, что влияет на рост тарифов. Проблемой является нахождение баланса между капиталовложениями в развитие надежности и сохранение относительно невысоких тарифов.

Повышение тарифов может привести к переходу потребителей тепла на индивидуальное теплоснабжение, что приведет к еще большим проблемам теплоэнергетики. Поэтому также необходимо учитывать требования потребителей, не завышая тарифы.

Актуальной эта проблема является в связи с выходом постановления от 22 февраля 2012 г. № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения». В перечень требуемой постановлением документации входит раздел надежности.

УДК 628.8

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО КОНСАЛТИНГА В СФЕРЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ХОЗЯЙСТВА

САЛЯХОВА Р.Р., НУРИЕВА Л.К., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗИГАНШИН Ш.Г.

Сегодня вопросы повышения энергоэффективности в сельском хозяйстве получили гораздо меньшую огласку, чем повышение энергоэффективности в сфере жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ),

в бюджетной сфере и в промышленности. Между тем, для агропромышленного комплекса (АПК) России энергосбережение актуально ничуть не меньше, чем для других отраслей народного хозяйства.

Мероприятия по повышению энергетической эффективности в сельском хозяйстве предусмотрены государственной программой энергосбережения, однако направлены они не столько на повышение эффективности использования энергоресурсов, сколько на снижение расхода энергии при производстве сельхозпродукции (в том числе снижение нерациональных трат). Основные виды энергоресурсов, потребляемые агропромышленным комплексом, – это горюче-смазочные материалы, тепловая и электрическая энергия, а также газ. Для оценки реального состояния предприятий агропромышленного хозяйства и внедрения энергосберегающих мероприятий проводятся энергоаудиты, которые приобретают особую актуальность в условиях постоянно растущих цен на энергоносители.

В соответствии с Федеральным законом № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» от 23.11.2009 г. многим организациям в срок до 31 декабря 2012 г. необходимо провести энергоаудит, получить энергетические паспорта и сформировать программу мероприятий, направленных на снижение расходования энергетических ресурсов. Организация консалтинговых услуг по энергосбережению силами студентов под руководством квалифицированных преподавателей подразумевает информационно-консультационную поддержку в области повышения энергоэффективности, что позволяет проводить детальный анализ энергопотребления объекта исследования, объективно оценивать текущее состояние дел, разрабатывать эффективные рекомендации для уменьшения потребления энергоресурсов, а в итоге снижать себестоимость выпускаемой продукции.

УДК 621.311.22

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА ПРИ КРАТКОСРОЧНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

СОКОЛОВ Д.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. начальник СЭРиБ (ф) ОАО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана
АХМЕРОВ И.Б.

В современных условиях вопросы краткосрочного прогнозирования электропотребления играют важную роль. Особое значение прогнозирование имеет для ведения режима диспетчером энергосистемы. Прогноз потребления электроэнергии влияет на экономичность работы. При ошибках в прогнозировании потребления возникает необходимость в загрузке или разгрузке электрооборудования на станциях, что приводит к увеличению стоимости электроэнергии.

На данный момент на территории операционной зоны РДУ Татарстана при краткосрочном прогнозировании электропотребления не используется влияние температурного фактора. Это приводит к возрастанию погрешности при прогнозировании. Зависимость потребления (для республики Татарстан) от изменения температуры выглядит следующим образом. Изменение температуры на 1 градус приводит к изменению потребления: $\approx 0,21\%$ при температурах от -35 до -15 ; на $\approx 0,26\%$ при температурах от -15 до $+20$; на $\approx 0,09\%$ при температурах от $+20$ до $+35$.

Для уменьшения погрешности при прогнозировании электропотребления предлагается рассчитывать влияние температурного фактора. Коэффициент температурного влияния рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{T.Э.j} = \frac{N \sum_{j=1}^N \Delta W_{i,jcp} \Delta T_{i,jокр} \sum_{j=1}^N \Delta W_{i,jcp} \sum_{j=1}^N \Delta T_{i,jокр}}{N \sum_{j=1}^N \Delta T_{i,jокр}^2 \left(\sum_{j=1}^N \Delta T_{i,jокр} \right)^2}.$$

В результате расчета температурного коэффициента уменьшится погрешность при краткосрочном прогнозе электропотребления, что приведет к более экономичной работе электростанций энергосистемы.

УДК 621.311

РАСЧЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ГИБРИДНОЙ МИНИ-ТЭЦ С ДОЖИГАНИЕМ АНОДНЫХ ГАЗОВ ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА ПЕРЕД ГАЗОВОЙ ТУРБИНОЙ

ТУМАНОВ А.Е., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БУДАНОВ В.А.

Для увеличения выработки электроэнергии на тепловом потреблении, а также для повышения общей экономичности мини-ТЭЦ с газотурбинной установкой возможно использование на мини-ТЭЦ гибридных первичных двигателей с высоким электрическим КПД. В данном случае камера сгорания ГТУ заменяется топливным элементом с твердоокисным электролитом.

Для расчетного исследования тепловой схемы была разработана ее статическая модель.

Методика расчета гибридной установки аналогична расчету ГТУ за исключением уравнений для расчета камеры сгорания. В данном случае она заменяется топливным элементом и камерой дожигания анодных газов.

При расчете топливного элемента и камеры дожигания определялись: электрическая мощность топливного элемента; состав; значения температуры и теплоемкостей газов на выходе из топливного элемента и после их дожигания.

УДК 697.3

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОДСИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ХАКИМОВА Р.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАЛИЕВ Р.Н.

Одним из направлений в системах централизованного теплоснабжения является совершенствование схем и параметров тепловых сетей. Исследование режимов работы таких тепловых сетей, являющихся связующим звеном между источниками и потребителями теплоты, обеспечивает принятие конкретных проектных и технологических решений,

способствующих экономии тепловой и электрической энергии. Поэтому совершенствование методики выбора новых и повышение эффективности существующих тепловых сетей является актуальной задачей, решение которой позволит повысить качество и надежность работы систем централизованного теплоснабжения в целом, что соответствует одному из стратегических направлений развития России – модернизации энергетики и повышению энергоэффективности систем теплоснабжения.

Основными направлениями повышения эффективности систем теплоснабжения являются:

- повышение эффективности работы источников теплоснабжения;
- снижение удельного расхода топлива (повышение эффективности использования топлива);
- снижение потерь при передаче тепловой энергии;
- повышение эффективности потребления тепловой энергии потребителями;
- улучшение экологической обстановки.

Корректный анализ энергетической эффективности систем теплоснабжения базируется на подходе к системе теплоснабжения как к единому теплоэнергетическому комплексу, в котором все составные элементы функционально связаны и взаимно влияют друг на друга. Основными технологическими процессами являются: производство тепловой энергии в виде пара и горячей воды энергетическими источниками за счет исходных ресурсов, а также по возможности производство электроэнергии; транспорт энергоносителя с соответствующими параметрами; а также потребление энергии. Модель транспорта тепловой энергии имеет множество связанных элементов, из-за чего усложняется анализ данной системы.

УДК 697.3

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

ШАЙМУХАМЕТОВ И.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

Большой физический износ тепловых сетей России приводит к ряду проблем, которые помимо технического характера имеют и социальную сторону жизненно важных интересов населения. Замена отдельных участков трубопроводов тепловых сетей не может повысить надежность

теплоснабжения и может привести к тому, что темпы ремонтов не будут перекрывать темпы физического износа теплотрасс, что в свою очередь приведет к регулярным перерывам или полному прекращению в теплоснабжении отдельных объектов жилищного фонда и социальной сферы в период отопительного сезона.

Отсутствие у теплоэнергетических предприятий денежных средств на замену выработавших свой ресурс тепловых сетей и установленного для их функционирования оборудования приводит к повышению затрат на производство тепловой энергии за счет перерасхода топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), которое является следствием сверхнормативных тепловых потерь и утечек сетевой, горячей воды. Неэффективность ежегодных, самостоятельно проводимых эксплуатирующими организациями ремонтов приводит к необходимости программного метода в подходе к капитальному ремонту и технологической модернизации ветхих тепловых сетей на новые, отвечающие современным требованиям.

В рамках реализации программы модернизации тепловых сетей необходимо решить следующие основные задачи:

- сокращение потерь энергоресурсов, в том числе при их транспортировке;
- повышение эффективности использования энергоресурсов;
- достижение устойчивой работы теплоэнергетического комплекса;
- оптимизация систем теплоснабжения населенных пунктов района;
- обновление и модернизация основных фондов (теплотрасс и оборудования) коммунального теплоснабжения в соответствии с современными требованиями к технологии и качеству услуг;
- использование современных теплоизоляционных материалов при модернизации тепловых сетей.

УДК 697.49

ПЕРЕВОД СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ АБК МАЗУТНОГО ХОЗЯЙСТВА II ОЧЕРЕДИ НА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ КОНДЕНСАТОМ МАЗУТОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

ТИХОНОВ Е.Г., Заинская ГРЭС, г. Заинск
Науч. рук. начальник ПТО ЛОМАГИН С.Н.

В настоящее время теплоносителем в системе отопления и подготовки горячего водоснабжения административного бытового комплекса (АБК) мазутного хозяйства II очереди филиала ОАО «Генерирующая компания» Заинская ГРЭС является сетевая вода от трубопроводов теплосети II очереди, отпускаемая на договорной основе ОАО «Таттеплосбыт». Поскольку стоимость СВ от Зай ПТС значительно превышает себестоимость производимой на ГРЭС теплоэнергии, то актуален вопрос замены теплоносителя для отопления и горячего водоснабжения АБК МХ 2-й очереди.

В данном докладе предлагается перевод системы отопления и горячего водоснабжения АБК мазутного хозяйства II очереди на теплоснабжение конденсатом мазутоподогревателей.

Греющий пар, подаваемый на мазутоподогреватели, имеет начальные параметры: температура – 200°C , давление избыточное – 8 кгс/см^2 . Конденсат греющего пара с температурой $150\text{-}160^{\circ}\text{C}$ направляется в группу мазутоподогревателей (ст.№№7,8,9,16,17,18), выделенных для использования его в качестве греющей среды. Пройдя через МП №№7,8,9,16,17,18 конденсат с температурой $90\text{-}100^{\circ}\text{C}$ собирается в баках-сборниках, откуда насосами направляется в бак грязного конденсата РКО (резервной конденсатоочистки). При этом не используется значительная часть теплосодержания конденсата после МП. В связи с этим было предложено использовать конденсат после мазутоподогревателей в качестве греющей среды системы отопления и горячего водоснабжения АБК мазутного хозяйства II очереди. При этом нет необходимости в изменении существующей схемы отопления АБК, поскольку для горячего водоснабжения АБК теплоноситель не используется, т.к. система подключена в настоящее время к тепловой сети закрытой системы теплоснабжения. Для подачи конденсата после мазутоподогревателей в систему отопления и горячего водоснабжения АБК мазутного хозяйства II очереди необходимо:

1. Установить насосы “Grundfos” UPS 25-120 производительностью $3,5 \text{ т/ч}$ – 2 шт.

2. Проложить 100 м прямого и обратного трубопровода $d\text{-}32 \text{ мм}$ с установкой регулятора расхода.

Преимуществами предлагаемой схемы теплоснабжения являются:

- отсутствие платы за теплоноситель (сетевая вода);
- отсутствие затрат на оплату обслуживания узла учета тепловой энергии.

СЕКЦИЯ 4. «ТЕХНОЛОГИЯ ВОДЫ И ТОПЛИВА НА ТЭС И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ»

УДК 620.193:625

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА НЕФТЯНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

БИКМУРАТОВА М.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. ЛАПТЕДУЛЬЧЕ Н.К.

При добыче и транспортировке нефти из-за наличия в ней воды, сероводорода и углекислого газа и возникающей вследствие этого коррозии, наносится большой вред нефтепромысловому оборудованию и нефтепроводам. В настоящее время для защиты оборудования от коррозии используются различные неметаллические и металлические покрытия, ингибиторы коррозии и электрохимическая защита.

Ингибиторы коррозии – это наиболее технологичный и эффективный способ борьбы с коррозией нефтедобывающего оборудования, в связи с этим они нашли широкое применение в нефтяной и газовой промышленности. Отличительная черта метода защиты конструкции от коррозии с помощью ингибиторов – это возможность при небольших капитальных затратах замедлять их коррозионное разрушение, даже если эти конструкции или оборудование давно находятся в эксплуатации. Кроме того, введение ингибиторов в любой точке технологического процесса может оказать эффективное защитное действие и на оборудование последующих стадий: подготовка и транспортировка продукции. Ингибиторная защита может быть применена как самостоятельный метод защиты от коррозии, а также в сочетании с другими методами – как комплексная защита. Известен довольно широкий ассортимент применяемых в настоящее время при добыче и транспортировке нефти ингибиторов и ингибирующих композиций.

Однако ингибиторы не должны влиять отрицательно на технологию добычи и переработки нефти, должны быть безопасными для окружающей среды: не содержать химически вредных веществ, обладать способностью к переработке и биологическому разложению; оставаться экономически выгодным средством защиты нефтедобывающего оборудования.

Целью данной работы является разработка ингибирующих композиций, сочетающих высокий защитный эффект нефтедобывающего оборудования с минимально возможным вредным воздействием на окружающую среду.

УДК 628.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА УВИС-АК-В ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

ГАЙСИНА А.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. САФИНА Г.Г.

Повышение эффективности извлечения металлов из различных сред и соединений является одной из наиболее актуальных экологических проблем. Тяжелые металлы относятся к стойким химическим загрязнителям кумулятивного действия со специфическими токсическими свойствами. Поступая в водную среду, они вступают во взаимодействие с другими компонентами среды, образуя гидратированные ионы, оксигидраты, ионные пары, комплексные неорганические и органические соединения. Многие тяжелые металлы образуют синергетические смеси, которые оказывают на водные организмы токсическое воздействие, значительно превышающее сумму действий отдельных компонентов. Поведение тяжелых металлов в реальных средах сложно и малоисследованно. При этом они не извлекаются из воды механически, не удаляются при биологической очистке и такими традиционными методами водоочистки, как коагуляция и флотация. Это обуславливает необходимость введения в комплексную технологическую схему водоподготовки стадии доочистки.

Целью работы является экспериментальное исследование сорбционных свойств углеродного волокнистого материала УВИС-АК-В-170 и возможности его использования на стадии доочистки от ионов тяжелых металлов при фильтровании через него низкоконцентрированных сточных вод.

Анализ существующей литературы по данной теме свидетельствует о том, что материал УВИС-АК-В используется для изготовления объемно-пористых электродов, применяемых при электролитическом извлечении благородных, редких и цветных металлов из низкоконцентрированных растворов. При этом материал обеспечивает эффективное их извлечение, однако данный процесс достаточно энергозатратный. В связи с этим ожидается, что материал проявит не меньшую эффективность при фильтровании через него сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, и это будет способствовать снижению энергозатрат.

УДК 628.39

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМОВ

ГАРАЕВА М.Я., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. ЛАПТЕДУЛЬЧЕ Н.К.

За десятилетия эксплуатации на территории современных нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих заводов накопилось огромное количество нефтеотходов в виде нефтешлама. В связи с ростом производства количество вновь образующихся отходов растет. Ежегодно их накопление в соответствии с технологическими нормами может составлять до 0,1 % объема перерабатываемой нефти.

До настоящего времени их обезвреживание в большинстве случаев осуществлялось путем захоронения на промышленных полигонах, не только выводящих из хозяйственного оборота значительные земельные площади, но и являющихся источником длительного загрязнения окружающей среды. Необходимость разработки технологических решений по утилизации нефтешлама связана в первую очередь с минимизацией его антропогенного воздействия на окружающие экосистемы и возможностью использования в качестве вторичного сырья.

В связи с этим переработка нефтешламов как вторичных сырьевых ресурсов весьма целесообразна и является одним из путей решения проблемы рационального природопользования в нефтяной промышленности. К настоящему времени в этой области накоплен определенный опыт, например, предложено использовать нефтешлам в дорожном строительстве как технологическую добавку, повышающую качество асфальтобетонной смеси. Это направление представляет практический интерес, так как на сегодняшний день потребность в битумах, получаемых из фракций обычной и тяжелой нефти, составляет более 2,5 млн т. Прогнозируемый же спрос на битумы к 2015 году оценивается в 9–10 млн т. Кроме того, перспектива освоения природных битумов становится все более актуальной в связи с возможностью получения из них энергоносителей.

Целью данной работы является исследование состава нефтешламов различных полигонов и технологий утилизации отходов, образующихся при добыче и переработке тяжелых высокосернистых нефтей Татарстана.

УДК 621.187

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА РАБОТЫ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВПУ

ГОМЫРОВА А.А., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. БУШУЕВ Е.Н.

Известные программные продукты (ПП) по расчету водоподготовительных установок (ВПУ) ТЭС предназначены в основном для технологического расчета только одной схемы обессоливания. Разработанный на кафедре ХХТЭ ИГЭУ ПП «ПРОЕКТ ВПУ» позволяет смоделировать большое количество схем ВПУ из ее отдельных элементов и представить их в привычном для технолога виде. ПП позволяет в рамках одного проекта (объединение схем) проводить полный технологический расчет для различных схем обессоливания и разных исходных данных. В связи с тем, что для конкретных исходных данных редко можно предложить самую оптимальную схему по всем критериям (экологическим, технологическим и технико-экономическим), в «ПРОЕКТе» рассчитываются все эти показатели, а выбор оптимального варианта остается за проектировщиком.

На первом этапе пользователь komponует на экране монитора с помощью специального встроенного графического редактора расчетную схему водообработки из элементов различных типов (осветлителя, Na-катионитных фильтров, испарителя и т.д.).

После создания схемы программа переходит в режим ввода данных, на этом этапе для элементов схемы (оборудования) вводятся необходимые для расчета данные.

После проведения расчета программа переходит в режим представления результатов расчета, в ходе которого можно получить результаты проведенного расчета для любого отдельного элемента, а также общий отчет для схемы в целом.

Применение ПП позволяет использовать в процессе обучения современный уровень проведения технологических расчетов, комплексный подход по характеристике технологий водоподготовки и дает возможность сосредоточиться на принятии технологических решений.

В настоящее время часто предлагаются новые технологии водоподготовки, с недостаточной технической информацией о них и при этом она носит в основном рекламный характер – превозносятся преимущества предлагаемых технологий и при этом замалчиваются ее недостатки. Получаемые результаты с помощью ПП позволяют объективно характеризовать эти технологии водообработки.

УДК 66.048.37

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАРБОТАЖНЫХ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ С УЧЕТОМ ГРАДИЕНТА УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

ДОЛГОВА А.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ЛАПТЕВА Е.А.

Разработка технических решений по модернизации массообменных тарелок невозможна без определения эффективности разделения смеси при различных конструктивных и режимных параметрах. Существенную роль в эффективности массообменного процесса играет структура потоков в аппарате. Математическое описание структуры потока имеет ограниченную область применения, вызванную конструкцией и размерами контактного устройства. Из многочисленных исследований и промышленной практики известно, что при увеличении размера аппарата (тарелки) структура потоков значительно меняется, это вызывает падение эффективности массообмена. Так, например, при увеличении диаметра колонны в два раза КПД может уменьшиться в 2–3 раза. Отсюда следует вывод, что при моделировании процессов разделения в аппаратах большого масштаба необходимо учитывать отмеченные факторы и принимать конструктивные решения для ослабления их влияния или полного устранения.

Основным видом неравномерности в колонне и на тарелке является градиент уровня жидкости и скорости газа (пара) в сечении входа на контактное устройство. Разделим полотно тарелки на секции. Число секций соответствует числу контактных элементов на полотне тарелки. Экспериментальные и расчетные данные показывают, что высота статического столба жидкости выше у приемной планки и ниже у сливной, а скорость газа (пара) наоборот выше у сливной планки и ниже у приемной.

Получено, что КПД промышленной тарелки с учетом неравномерностей распределения уровня жидкости можно вычислить, используя эффективность лабораторного макета по выражению:

$$\eta = \frac{\eta'}{1 + b \frac{\Delta}{h_{ст}}},$$

где η' – КПД макета тарелки, небольшого диаметра; Δ – градиент уровня жидкости на тарелке, м; $h_{\text{СТ}}$ – высота столба жидкости на тарелке, м; b – коэффициент, зависит от типа контактного устройства.

УДК 621.646.7

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОЙ ВЯЗКОСТИ В НАСАДКЕ

ДУДАРОВСКАЯ О.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЛАПТЕВ А.Г.;

канд. техн. наук ФАРАХОВ Т.М.

Существует большое количество конструкций статических смесителей: с винтовыми элементами, с промежуточными камерами, пластинчатыми и гофрированными элементами и т.п. Для увеличения поверхности раздела между компонентами смеси, достигаемое за счет сдвигового течения и за счет хаотичной переориентации потоков жидкости, используются проточные насадочные смесители с нерегулярными насадками.

Современные насадки, которые по форме значительно отличаются от колец и седел, способствуют развитию интенсивной турбулентности в ядре потока.

Турбулентность в насадочных слоях возникает значительно раньше, чем в гладких трубах, и границе ламинарного режима соответствует значение $Re_3 = 15 - 40$. Полностью развитый турбулентный режим наступает при значениях Re_3 от $2 \cdot 10^3$ до $6 \cdot 10^3$, где $Re_3 = u_{\text{CP}} d_3 / \nu$.

Используя модели локальной изотропной турбулентности, получено выражение для расчета коэффициента турбулентной вязкости в насадочном слое:

$$\nu_T = 1,72 \sqrt{\xi d_3 u_{\text{CP}} \nu} = 1,72 \nu \sqrt{\xi Re_3},$$

где ξ – коэффициент гидравлического сопротивления; d_3 – эквивалентный диаметр насадки, м; u_{CP} – средняя скорость в насадочном слое, м/с; ν – кинематический коэффициент вязкости, м²/с.

Данное выражение позволяет оценить эффективность турбулентного переноса (смешения) в статическом смесителе насадочного типа на основе известного гидравлического сопротивления.

Используя данное выражение, произведен расчет определения зависимости турбулентной вязкости от режима течения.

Из расчетов следует, что значение коэффициента турбулентной вязкости в трубе с насадкой примерно в 5–9 раз больше, чем в пустой трубе. Отсюда следует, что эффективность турбулентного переноса (смешения) в статическом смесителе насадочного типа высокая.

УДК 628.32.001.7

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ВЕРХНИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ТИПА «ЗВЕЗДА» НА АНИОНИТОВЫХ ФИЛЬТРАХ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ КАРМАНОВСКОЙ ГРЭС

ЗАКИРОВ Э.Т., КГРЭС (ф) – ООО «БГК», г. Нефтекамск
Науч. рук. начальник ХЦ ПАНЕНКО О.А.

Назначением водоподготовительной установки (ВПУ) на Кармановской ГРЭС является подготовка добавочной воды для питания котлов ПК-41 сверхкритического давления 300 МВт, а также подготовка воды для выполнения пусковых операций и промывок оборудования блоков.

ВПУ работает по следующей технологической схеме: известкование и коагуляция воды в осветлителях, осветление в механических фильтрах, последующее 2-ступенчатое обессоливание в схеме с параллельным включением фильтров и окончательное глубокое обессоливание на фильтрах смешанного действия с выносной регенерацией.

При эксплуатации ВПУ на Кармановской ГРЭС наблюдалась периодическая нестабильная работа анионитных фильтров первой и второй ступени, что приводило к снижению фильтроциклов и увеличению удельного расхода щелочи. В результате осмотра внутренней поверхности фильтров было выявлено нарушение гидродинамики. Причиной нарушения гидродинамики стало отклонение от горизонтали верхнего распределительного устройства (ВРУ) типа «отбойный щит». В результате этого были проведены расчетно-экспериментальные работы.

В данной работе рассмотрены следующие вопросы:

- причины нарушения гидродинамики;
- конструктивное решение проблемы;
- сделаны выводы о положительном опыте применения ВРУ типа «звезда».

Опыт внедрения ВРУ типа «звезда» на Кармановской ГРЭС показал, что применение ВРУ типа «звезда» привело к улучшению технико-экономических показателей ВПУ и к снижению трудозатрат эксплуатационного и ремонтного персонала.

УДК 628.316:665

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ТЭС ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

ЗАХАРОВА С.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. НИКОЛАЕВА Л.А.

Наиболее эффективным способом очистки сточных вод от нефтепродуктов является процесс адсорбции. В более ранних работах автором предлагалось использовать высушенный карбонатный шлам химводоочистки Казанской ТЭЦ-1 в качестве нефтяного сорбента.

Сорбционные свойства шлама и его высокая гидрофильность объясняются наличием на поверхности большого количества сильнополярных групп. Анализ шлама методом газовой хрома-масс-спектрографии выявил наличие функциональных групп гуминовых веществ: -ОН, -NH, -CH₃, -CH₂, ароматические С=C-связей, С-О-карбокисильных групп и ОН-спиртовых групп. Для придания шламу водоотталкивающих свойств проводят гидрофобизацию его поверхности. В качестве гидрофобизатора используется кремнийорганическая жидкость «Силор» ТУ 2229-05205766764-2003.

При оценке эффективности полученного сорбента экспериментально определены его влагоемкость, плавучесть и сорбционная емкость к ряду нефтепродуктов и нефти Шийского месторождения. Результаты кинетики процесса адсорбции показали, что сорбционная емкость через 60 мин достигает 1,37 г/г по бензину, 1,39–1,53 г/г по дизельному топливу и нефти, 1,46 г/г по турбинному маслу, что составляет 137 %, 139–153 %, 146 % и далее не увеличивается, что свидетельствует о наступлении сорбционного равновесия. Проводились исследования процесса адсорбции

сорбента при удалении нефтяных пятен с поверхности воды. Для этого производилось искусственное загрязнение поверхности воды нефтью. Исходная концентрация нефти – 100 мг/дм^3 . Остаточная концентрация растворенных нефтепродуктов – $0,0009 \text{ мг/дм}^3$. Предложена технологическая схема очистки сточных вод от нефтепродуктов, в которой сорбционные фильтры первой и второй ступеней загружены гидрофобным гранулированным адсорбентом с $d_{\text{ч}} = 4\text{--}15 \text{ мм}$ и $d_{\text{ч}} = 1\text{--}2,5 \text{ мм}$, а также предлагается удаление с поверхности отстойника нефтяных пятен порошкообразным гидрофобным адсорбентом. Произведен расчет экономического эффекта модифицированной схемы на примере Казанской ТЭЦ-3 и расчет предотвращенного экологического ущерба.

УДК 628.162-5

ВЛИЯНИЕ ДЕЭМУЛЬГИРУЮЩЕЙ ПРИСАДКИ НА СВОЙСТВА МАЗУТА

ЗИННАТУЛЛИНА Р.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, проф. ЗВЕРЕВА Э.Р.

Мазут занимает важное место в топливном балансе энергогенерирующих предприятий. За исключением некоторых регионов России, где мазут на ТЭС сжигается постоянно в качестве основного топлива, для большинства ТЭЦ и ГРЭС мазут является резервным топливом, составляющим не более 5–10 % от общего объема топливопотребления.

В последние годы наметилась тенденция к ухудшению свойств жидкого котельного топлива, что вызвано углублением переработки нефти, с ростом объемов получения высококачественных легких нефтепродуктов, при этом доля гудрона и тяжелых нефтепродуктов в котельном топливе растет.

Присадки к топочному мазуту могут устранить многие отрицательные моменты, связанные с использованием мазута в энергетике.

При перегрузке и хранении мазута традиционными способами потребитель получает мазут с повышенным содержанием влаги. Допустимое содержание влаги в мазуте – 0,3–1,5 %.

Деэмульгаторы – поверхностно-активные вещества, способные вытеснить с поверхности глобул воды, диспергированной в нефти, бронирующую оболочку, состоящую из полярных (входящих в ее состав) компонентов, а также частиц парафина и механических примесей.

Результаты исследования по влиянию на эксплуатационные свойства топочных мазутов марки М-100 присадки на основе деэмульгатора дипроксамина-157 показали снижение температуры застывания на 23,08 % и условной вязкости исходного мазута на 8,8 %. Проценты выражены в относительных величинах.

Высокая эффективность (до 90 %) обезвоживания мазутов при помощи присадки наблюдалась при концентрации присадки в количестве 3 и 5 масс. %. При концентрации присадки 3 масс. % количество отделившейся воды составило 80 %, а при концентрации присадки 5 масс. % – 84 %.

Механизм действия данной присадки основан на том, что деэмульгатор, вытеснив с поверхностного слоя капель воды природные эмульгирующие вещества, образует гидрофильный адсорбционный слой, в результате чего капли воды при столкновении коалесцируют (сливаются) в более крупные капли и оседают.

УДК 621.187:66.074.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СОРБЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТХОДОМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

ИСРАФИЛОВА А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. НИКОЛАЕВА Л.А.

В настоящее время активно проводится разработка новых методов снижения и ограничения выбросов вредных газообразных веществ, образующихся при эксплуатации угольных и мазутных тепловых электростанций. Потребляя большое количество топлива и воздуха, эти ТЭС выбрасывают в атмосферу через дымовую трубу продукты сгорания, содержащие оксиды углерода, серы и азота. Главными токсичными компонентами являются SO_2 и оксиды азота NO и NO_2 . В топочной камере образуется NO , однако при движении в атмосфере происходит его доокисление до токсичного NO_2 .

Целью работы является экспериментальное исследование сорбционной емкости смеси шлама химводоочистки и ила, образующейся после очистки сточных вод промышленных предприятий. В ранних работах была рассмотрена возможность утилизации шлама водоподготовки ТЭС в качестве сорбента в процессе биологической очистки сточных вод промышленных предприятий. Образующаяся смесь

шлама и ила может утилизироваться путем совместного сжигания и получения дополнительного тепла для станции, а оставшаяся зола для частичной очистки дымовых газов станции от токсичных оксидов.

Для исследования сорбционных свойств образующейся золы в газовой среде, приближенной по составу к дымовым газам энергетических котлов, исследовали установку, собранную на кафедре «Технология воды и топлива» Казанского государственного энергетического университета. В качестве адсорбера применялась реакционная колонка, изготовленная из нержавеющей стали, что обеспечивает ее стойкость к агрессивной среде.

Из экспериментальных данных видно, что сорбционная способность золы, образующейся после сжигания смеси шлама и ила, реализуется в течение первых 25 мин и достигает 1,6 г/г – по SO_2 и 1,0 – 1,1 г/г – по (NO_x) , что соответствует 160 % и 100–110 % соответственно и далее не увеличивается, что свидетельствует о наступлении сорбционного равновесия.

УДК 66.074

ДВУМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТОГО ПЕРЕНОСА ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ В ГАЗАХ

ИСХАКОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЛАПТЕВ А.Г.

В энергетике и на предприятиях химической и нефтехимической промышленности в различных технологических процессах используются газообразные среды. Как правило, данные среды содержат некоторое количество дисперсной фазы в виде капель и твердых частиц. Подобные примеси обычно удаляют в газосепараторах, в которых используются различные контактные устройства для увеличения площади границы раздела фаз.

Для определения профиля изменения концентрации по высоте контактного устройства в докладе применяется модель турбулентного переноса дисперсной фазы в газах. В конечных разностях в размерном виде уравнение выглядит следующим образом:

$$V_{rij} \frac{x_{ij} - x_{i-1j}}{a_{ij}} + V_{zij} \frac{x_{ij} - x_{ij-1}}{b_{ij}} = D_{Tij} \frac{x_{i+1j} - 2x_{ij} + x_{i-1j}}{a_{ij}^2} + \\ + D_{Tij} \frac{x_{ij+1} - 2x_{ij} + x_{ij-1}}{b_{ij}^2} + \beta_{da} \cdot x_{ij},$$

где V_{rij}, V_{zij} – соответственно поперечная и продольная составляющие вектора скорости в ij -ячейке, м/с; x_{ij} – концентрация дисперсной фазы; a_{ij}, b_{ij} – соответственно длина и ширина ij -ячейки; D_{Tij} – коэффициент турбулентной диффузии; β_{da} – объемный коэффициент массоотдачи (переноса частиц), 1/с.

Выражение является объемным источником массы и записывается в форме аналога уравнения массоотдачи.

В результате решения уравнения численным методом мы находим концентрации дисперсной фазы по длине контактного устройства, зная которые можно определить эффективность сепарации дисперсной фазы.

УДК 628.3

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ШЛАМОМ ХИМВОДООЧИСТКИ ТЭС

ИСХАКОВА Р.Я., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. НИКОЛАЕВА Л.А.

Для математического описания процесса очистки сточных вод шламом ТЭС получена биосорбционная модель очистки сточных вод, построенная на основе уравнений биохимической и адсорбционной кинетики.

$$R_{\text{БО}} = \frac{dS_{\text{БО}}}{dt} = -\frac{1}{Y} \left[\left[\frac{\mu_{\text{max}} S X}{K_s + S} - K_g X \right] \right];$$

$$R_{\text{АИ}} = \frac{dS_{\text{АИ}}}{dt} = \beta_1 (S - S_1^*);$$

$$R_{\text{Ш}} = \frac{dS_{\text{Ш}}}{dt} = \beta_2 (S - S_2^*);$$

$$\frac{dS}{dt} = R_{\text{БО}} - R_{\text{АИ}} - R_{\text{Ш}},$$

где $R_{\text{БО}}, R_{\text{АИ}}, R_{\text{Ш}}$ – скорости изменения концентрации загрязнений в процессе биоокисления, загрязнений, адсорбированных на хлопьях активного ила и загрязнений, адсорбированных шламом водоподготовки соответственно, мг/дм³ · ч; S – концентрация загрязнений, мг/дм³;

t – время, ч; C – концентрация активного ила, г/дм³; Y – экономический коэффициент; μ_{\max} – максимальная удельная скорость роста микроорганизмов, ч⁻¹; K_S – константа полунасыщения, мг/дм³; K_g – константа Герберта, учитывающая отмирание клеток, мг/дм³; S_1^* , S_2^* – равновесные концентрации загрязнений для поглощения соответственно для активного ила и шлама водоподготовки, мг/дм³; β_1 , β_2 – коэффициенты массопередачи загрязнений по БПК из жидкости соответственно в хлопья активного ила и в поры шлама, ч⁻¹.

Первое уравнение представлено зависимостью Моно, описывающей процесс роста и учитывающей влияние на рост микроорганизмов концентрации субстрата, и зависимостью Герберта, показывающей процесс отмирания микроорганизмов при условии постоянства отмирания биомассы. Второе и третье уравнения представляют собой уравнения адсорбции загрязнений в хлопья активного ила и ишлама соответственно. Четвертое уравнение суммирует биохимический и адсорбционные методы очистки, и с его помощью производится расчет скорости изменения концентрации загрязнений при применении биосорбционной очистки сточных вод.

УДК 621.187.11

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХИМКОНТРОЛЯ ЗА ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ЭНЕРГОБЛОКА ТЭС С ПГУ

КОЛЕГОВ А.В., ЕРЁМИН Н.В., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛАРИН А.Б.

Водно-химический режим котлов-утилизаторов определяется требованиями к качеству водного теплоносителя. Ввиду частых остановов энергоблоков, больших водяных объемов и поверхностей нагрева, особенностей дозируемых реагентов, не всегда удается выдерживать проектные (заводские) нормы качества водного теплоносителя котлов-утилизаторов ПГУ, что требует информативного и непрерывного химконтроля.

На кафедре ХХТЭ ИГЭУ разработана методика косвенного определения нормируемых и диагностических показателей качества питательной и котловой воды блоков ПГУ, использующих гидразинно-аммиачный водный режим (ГАВР). Особенностью схемы котла-

утилизатора блока ПГУ является наличие контуров низкого давления (НД) и высокого давления (ВД), содержащих барабаны и циркуляционные системы. Методика ИГЭУ предполагает измерение χ , $\chi_{\text{Н}}$ и рН в питательной и котловой воде контуров ВД и НД, и расчет ряда основных показателей: концентрации аммиака, хлорида натрия, форм углекислоты.

Такой подход позволяет повысить информативность химконтроля и обеспечивает диагностику состояния ВХР по быстротекущим процессам.

Методика проверена на ГТЭС «Терешково» (г. Москва). Отмечена высокая надежность системы автоматического химконтроля, основанная на измерениях удельной электропроводности и рН теплоносителя, а также высокая информативность системы химико-технологического мониторинга.

УДК 621.187.11

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЭНЕРГОБЛОКА ПГУ-210

КОЛЕГОВ А.В., СОРОКИНА А.Я., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛАРИН А.Б.

В качестве объекта промышленной реализации методики ИГЭУ был принят энергоблок ПГУ-210 МВт ГТЭС «Терешково» (г. Москва). Испытания системы химконтроля (ХК) и водно-химического режима (ВХР) проводились в два этапа с октября по декабрь 2012 года.

На основании исследований было установлено следующее:

1. Наиболее надежными и точными являются измерения удельной электропроводности охлажденных проб водного теплоносителя (вода и пар), приведенные согласно требованиям к температуре 25 °С. Однако, следует заметить, что численные значения удельной электропроводности химобессоленной воды ($\chi_{\text{ХОВ}}$) после ФСД в ряде случаев занижены.

2. Измерения рН являются менее точными и достоверными по сравнению с измерением удельной электропроводности и требуют учета температуры и состава примесей измеряемой среды.

При косвенных измерениях рН, как это делается анализатором Deltoson рН по измерению χ и $\chi_{\text{Н}}$, на показания рН влияют ионы водорода и углекислоты. В условиях повышенного содержания углекислоты в питательной воде показания рН могут завышаться.

3. Фактическая концентрация аммиака рассчитывается по измерениям χ , $\chi_{\text{н}}$, рН и достаточно хорошо согласуется с измеренными аналогами. Степень концентрирования ($K_{\text{к}}$) котловой воды по отношению к питательной воде по хлоридам составляет от 6 до 8, большая часть бикарбонатов подвергается термолизу с выносом CO_2 в пар и образованием CO_3^{2-} ионов.

4. Необходимо рассмотреть мероприятия по повышению качества автоматического химконтроля, по снижению концентрации углекислоты в добавочной и питательной воде, по проведению консервационных мероприятий на периоды остановов оборудования.

УДК 621.187.12

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЕР «ЭКСПЛУАТАЦИЯ СВО-1 И СВО-2» ДЛЯ ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС С ВВЭР

КОРШАК А.О., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЛАРИН Б.М.

В ИГЭУ смонтирован и введен в эксплуатацию полномасштабный тренажер блочного щита управления энергоблока АЭС с ВВР-1000. В рамках освоения тренажера авторским коллективом разработаны комплексные программы по обучению студентов ведению водно-химического режима 1 и 2 контуров АЭС. При этом в рассмотрение включены следующие задачи: выполнение химического контроля качества теплоносителя 1 и 2 контура и его вспомогательных систем; обеспечение требуемого качества теплоносителя и подпиточной воды 1 и 2 контуров; выявление и устранение отклонений от требований норм качества теплоносителя и подпиточной воды первого контура и второго.

В объем АОС-1 по поддержанию ВХР 1 контура входят следующие разделы: разработка гипертекстового учебника (собственно АОС) с тестирующей частью и разработка лабораторных работ, позволяющая изучить процессы, происходящие в 1 контуре при различных условиях их работы.

В лабораторных работах рассматриваются действия химического цеха при различных состояниях реактора. Лабораторные работы состоят из трех частей: теоретической, информационной и практической.

Теоретическая часть позволяет ознакомиться с основными моментами и особенностями работы. В информационную часть входят вспомогательные материалы, которые могут пригодиться студенту при выполнении лабораторной работы. Практическая часть – это собственно лабораторная работа.

В настоящее время разработаны АОС по поддержанию ВХР 1 контура, а также лабораторные работы по управлению установками СВО-1, СВО-2. В работах рассматривается перечень мероприятий, проводимых для ввода оборудования систем СВО-1 и СВО-2 в работу, регенерации или останова оборудования систем для проведения ремонта, замены фильтрующего материала после топливной компании.

Дальнейшим этапом работы развития будет создание лабораторных работ по поддержанию ВХР-2. Достоинствами данной обучающей системы являются: повышение наглядности и качества информации; возможность дистанционного обучения; возможность контроля дистанционным путем.

УДК 628.161

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ В АППАРАТЕ ДИАФРАГМЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА

НАСКАЕВА Р.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШИНКЕВИЧ Е.О.

В настоящее время методы электрообработки получили широкое распространение в технологии очистки воды. Электрическая обработка воды при правильном ее сочетании с другими способами позволяет успешно очищать воду от ряда примесей различного состава и дисперсности. Поэтому совершенно очевидной становится актуальность проблемы разработки таких способов подготовки воды, которые значительно сократили бы сброс различных солей и отработавших регенерационных растворов.

Устранение проблем, которые заключаются в некачественном обессоливании природных вод, стало возможным в результате создания установок электрохимического обессоливания. Среди известных методов наиболее эффективным является способ электрообработки воды в аппарате диафрагменного электролиза, использование которого позволяет получить воду с необходимой степенью умягчения. А также возможна эффективная утилизация образовавшихся в стоках труднорастворимых солей в виде полезных продуктов.

Целью нашей работы является выбор наиболее эффективных диафрагм, использование которых по всем своим требованиям и характеристикам позволяет получить воду с необходимой степенью умягчения.

В своей работе мы используем различные мембраны (диафрагмы), которые отличаются друг от друга различными свойствами. К таким свойствам можно отнести: проницаемость, проводимость, селективность, прочность. Наши исследования направлены на выбор и использование таких диафрагм, которые соответствуют нормам качества воды и позволяют получить высокую степень умягчения воды.

УДК 628.32.001.7

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛУБОКОГО УДАЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ФОСФОРА НА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ КАРМАНОВСКОЙ ГРЭС

НИКОЛАЕВА Э.Х., САИТГАРЕЕВА Е.А.,
КГРЭС – (ф) ООО «БГК», г. Нефтекамск
Науч. рук. инженер-технолог БОС ДАВЛЕТОВА Р.Р.

Биологические очистные сооружения (БОС) предназначены для глубокой очистки хозяйственно-бытовых сточных вод Кармановской ГРЭС и жилой застройки села «Энергетик». Кроме того, биологические очистные сооружения рассчитаны на прием и очистку в аварийных ситуациях очищенных стоков очистных сооружений промышленных стоков (ОСПС).

В связи с разрастанием села «Энергетик» существенно увеличилось поступление на очистные сооружения хозяйственно-бытовых стоков, повысилось содержание иона аммония и фосфатов в сточной воде, которые значительно превышали значения ПДК рыбохозяйственного значения и велась недостаточная очистка сточных вод. С учетом этих обстоятельств возникла необходимость внедрения современных технологий, принципиально решающих проблему снижения показателей по биогенным элементам после очистки на БОС. Основной задачей реконструкции являлось увеличение производительности на стадии биологической очистки и обеспечение более глубокой очистки стоков от соединений аммония и фосфора. Для решения этих задач целесообразно было произвести замену биофильтров на аэротенки и дополнительно применить глубокую очистку сточных вод от аммонийного азота в биореакторах на стадии доочистки.

УДК 628.161

ПОВЫШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА СТАДИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ

СОЗЫКИНА Ю.Л., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ДРЕМИЧЕВА Е.С.

Природная вода является сложной коллоидной системой, содержащей органические и неорганические вещества, а также тонко диспергированные компоненты. Кроме того, качество природных вод может меняться в зависимости от времени года, химического и дисперсионного состава. Поэтому при производственных испытаниях необходимо учитывать качество исходной воды и индивидуальные особенности водоочистных станций.

Роль предварительной очистки водоподготовительных установок не ограничивается техническими и экономическими пределами непосредственно водоподготовительной системы в части оптимизации расхода реагентов на последующую обработку воды, потерь воды в собственном цикле и качественного состава сточных вод установки. Выбор технологии обработки воды и соответствующего оборудования оказывают решающее влияние на всю систему водообеспечения-водоотведения, а также на состояние водно-химических режимов теплоэнергетического оборудования.

Целью проведения экспериментальных исследований является повышение показателей качества воды на стадии предварительной очистки. Используя коагуляцию, флокуляцию и совмещение этих процессов, получаем сравнительные данные по очистке воды в разное время года. Для интенсификации процессов подаем воздух при вводе реагентов.

В процессе исследований влияния ввода воздуха, коагулянта и флокулянта на физико-химические характеристики воды (водозабор р. Волга, г. Казань) были использованы: коагулянт – $Al_2(SO_4)_3$, флокулянт – праестол; были замерены значения параметров исходной воды, а также их изменения в ходе очистки.

Качество осветления воды контролировалось по окисляемости органических примесей воды, реакции среды рН, мутности и содержанию железа. Наилучшие показатели реакции среды рН и концентрации взвешенных веществ получены при совместной коагуляции, флокуляции и вводом воздуха; а значения окисляемости и содержания железа – при использовании коагуляции с вводом воздуха.

УДК 621.187.11

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕМБРАННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВОДЫ НА ТЭС И АЭС

СУХАРЕВ А.С., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЛАРИН Б.М.

Правильная методика выбора мембранных установок и их расчет является важным критерием их надежной работы. Существующие методы расчета мембранных установок достаточно разрознены, чтобы выполнить комплексный расчет, в ходе которого можно было бы детально определить сразу все характеристики для данной установки, включая компоновочное расположение элементов в установке. Каждая методика имеет определенный спектр возможностей расчета и может применяться только при определенных условиях и исходных данных. В частности, программа ROSA помогает рассчитать качество воды после мембранных элементов, но дает поверхностные представления по компоновочной структуре схемы. Поэтому первоочередной задачей расчета схем на основе мембранных установок является, прежде всего, надежная методика, которая позволила бы рассчитывать такие схемы достаточно быстро и наглядно при изменении каких-либо исходных данных либо промежуточных или конечных при автоматическом указании на то, какие при этом исходные данные нуждаются в корректировке.

Точный и детальный подход при проектировании мембранных установок связан с многочисленными рисками их эксплуатации. Часто паспортные характеристики и теоретический расчет мембранных установок на практике не дают ожидаемых результатов. В большинстве случаев это связано с неудовлетворительным качеством воды, поступающей на мембранный элемент. Так как некоторые показатели качества воды после предыдущих стадий очистки принимаются условно, то в связи с этим принимаемые допущения при оценке качества воды, поступающей на мембранную установку, могут в ходе расчета привести к неверным конечным результатам, которые будут приниматься за истинные. Кроме того, методика может оперировать показателями, которые в современной теории и практике водоподготовки не используются, что приводит к трудностям в анализе и понимании этой методики.

Целесообразно сопоставить между собой известные методики расчета мембранных установок и разработать такую, которая максимально подробно давала бы конечные результаты и рекомендации по использованию этих установок. Будет полезно, когда расчет с использованием мембранных установок проводился в целом для всей схемы ВПУ, состоящей из разного оборудования, что позволит более подробно обосновать место и функции мембранных установок в данной схеме.

УДК 66.063.62

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОАГУЛЯЦИИ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ЭМУЛЬСИЙ В НАСАДОЧНОМ СЛОЕ

ФАРАХОВА А.И., КГЭУ, Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЛАПТЕВ А.Г.;

канд. техн. наук БАШАРОВ М.М.

В работе рассмотрено турбулентное движение эмульсий в неупорядоченном насадочном слое коагулятора. Используется подход, когда турбулентное осаждение мелких капель (<100 мкм) представляется как разновидность массообменного процесса с использованием уравнений из теории массопередачи. Коэффициент турбулентной миграции u_t определяется по выражению:

$$u_t = \gamma / (\omega_E \tau_p) \quad (1)$$

где ω_E – угловая частота энергоемких пульсаций, с^{-1} ; τ_p – время релаксации частицы, с; γ – коэффициент переноса импульса, м/с:

$$\gamma = \left[\frac{\delta \tau^*}{\int_0^{\delta} (v + v_T) dy} \right]^1, \quad (2)$$

где $\tau^* / \tau_{\text{CT}}$ – относительный поток импульса частиц; τ_{CT} – поток импульса (касательное напряжение трения) на стенке (насадке), Па; y – поперечная координата к стенке, м; δ – толщина пристенной области, м. Коэффициент турбулентной вязкости v_T находится по известным функциям в зависимости от соотношения вязкостей дисперсной μ_d и сплошной μ_c фаз:

$$1) \text{ при } \mu_{\partial} \geq \mu_c \quad v_T \sim y^{3 \div 4}; \quad (3)$$

$$2) \text{ при } \mu_{\partial} < \mu_c \quad v_T \sim y^2. \quad (4)$$

После интегрирования (2) с использованием (3) и (4) получены уравнения для расчета коэффициента u_t и числа единиц переноса $N = u_t F / G$, где F – поверхность контактных устройств, m^2 ; G – расход эмульсии, m^3/c .

Эффективность коагуляции определяется по выражению:

$$\eta = 1 - \exp(-N). \quad (5)$$

После коагулятора капли имеют значительно больший размер, чем на выходе и далее можно использовать гравитационное разделение.

УДК 662.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ШЛАМА ВОДОЧИСТКИ ДЛЯ ОСУШКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

ХАМЗИНА Д.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. НИКОЛАЕВА Л.А.

Тепловые электрические станции, эксплуатируемые на природном газе, снабжаются газом от газораспределительных станций (ГРС) через газораспределительные пункты (ГРП). Осушка и очистка сырого газа происходит на газоперерабатывающих заводах. Одним из надежных способов осушки и очистки природного газа перед подачей его на низкотемпературную переработку считается адсорбция. К адсорбентам, используемым в газовой промышленности, предъявляются определенные требования: большая поверхность пор, высокая избирательность и скорость массообмена, стабильность адсорбционных свойств при длительной эксплуатации, низкое сопротивление к потоку газа, высокая механическая прочность.

Кроме того, адсорбенты должны быть дешевыми, некоррозионно-активными, не токсичными, химически инертными, легко регенерируемыми. В каждом случае при выборе адсорбентов необходимо учитывать стоимость оборудования, срок службы и цены адсорбента, цели процесса.

В настоящей работе в качестве сорбента предлагается использовать высушенный шлам химводоочистки Казанской ТЭЦ-1.

Шлам осветлителей ТЭС – природная сырая и устойчивая смесь определенного химического состава, которая так же, как и соотношение компонентов шлама, зависит от химического состава сырой воды.

При оценке эффективности шлама как сорбента при осушке и очистке природного газа экспериментально определены его сорбционная емкость и влагоемкость. Влагоемкость шлама определена согласно ТУ 214-10942238-03-95.

Для исследования сорбционных свойств шлама в газовой среде, использовалась, созданная на кафедре «Технология воды и топлива» КГЭУ модельная установка с неподвижным слоем сорбента.

Результат исследования сорбционных свойств шлама по отношению влажному природному газу показал, что осушка газа реализуется в течение первых минут контакта и через 20 мин достигает – 1,5 г/г, что составляет 150 % (масс).

УДК 697.358

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПЛЕНОЧНЫХ ИСПАРИТЕЛЕЙ

ХАМИДУЛЛИНА Г.К., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ЛАПТЕВА Е.А.

Различные технологические процессы в энергетической, химической, нефтехимической, пищевой и других отраслях промышленности органически связаны с процессами нагрева, охлаждения, выпаривания, конденсации, ректификации, которые в ряде случаев целесообразно проводить при пленочных течениях жидкостей. Целесообразность проведения процессов нагрева, охлаждения, выпаривания в стекающих пленках жидкости заключается в том, что, во-первых, эти процессы в стекающих пленках часто происходят интенсивнее, а, во-вторых, при нагреве или выпаривании химических и пищевых продуктов в стекающих пленках они сохраняют химические, вкусовые и другие качества.

Существует большое количество конструкций пленочных аппаратов. Как показывает анализ выпарных аппаратов, наиболее перспективными являются пленочные трубчатые испарители вертикального типа. Эти устройства по направлению движения потоков выполняются с восходящей и со стекающей пленкой. Аппараты с восходящей пленкой широко распространены в промышленности. Недостатком таких аппаратов

является чувствительность к изменению режима работы. Также довольно перспективными являются пленочные выпарные аппараты с нисходящей пленкой. Данная конструкция, по сравнению с конструкцией аппарата с восходящей пленкой, позволяет создать равномерное распределение жидкости по всем трубам, увеличить производительность по выпариваемой влаге. Наименьшим гидравлическим сопротивлением и наибольшей производительностью обладают аппараты с нисходящей пленкой и прямоточным движением пара. Также известен аппарат с байпасным отводом вторичного пара для снижения скорости пара в трубах. Таким образом, конструкций пленочных испарителей множество и выбор того или иного аппарата зависит прежде всего от специфики производства.

УДК 628.477

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМА И ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА

ХУСАЕНОВА А.З., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. НИКОЛАЕВА Л.А.

В настоящее время вопросам утилизации промышленных отходов уделяется особое внимание, так как данное направление является одним из ключевых элементов ресурсосбережения. Утилизация отходов – это комплексная переработка отходов с целью получения готовой продукции.

В ранних работах автором была предложена ресурсосберегающая технология биосорбционной очистки сточных вод промышленных предприятий. Проведен модельный эксперимент по биологической очистке сточных вод завода синтетического каучука им. С.М. Кирова г. Казани совместно с высушенным шламом химводоочистки Казанской ТЭЦ-1, который исследовался в качестве сорбента.

В данной работе предлагается дальнейшая утилизация образующегося большого количества шлама и избыточного активного ила. Существуют различные пути утилизации избыточного активного ила и осадков, полученных на различных технологических стадиях самых разнообразных отраслей промышленности. Перспективным методом вторичной утилизации полученной смеси активного ила и шлама химводоочистки является ее сжигание с возможной регенерацией тепла.

Экспериментально в работе определена теплота сгорания смешанного осадка – 1860 ккал/кг.

Схема утилизации, предложенная в работе, включает следующие стадии: предварительное уплотнение, обезвоживание, термоосушку, сжигание, очистку газовых выбросов.

В данной работе рассматривается метод повышения КПД котла-утилизатора за счет тепла уходящих газов ГТУ Казанской ТЭЦ-1 и камеры сгорания, которая используется в схеме утилизации шлама и избыточного активного ила. Приводится ряд технико-экономических показателей предложенной схемы.

Таким образом, предложенная технология является актуальной для проведения вторичной утилизации отхода биосорбционной очистки сточных вод.

УДК 662.641

МОДЕЛЬ ОЧИСТКИ ЖИДКОСТЕЙ МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ

ШАКИРОВА А.Х., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЛАПТЕВ А.Г.;

канд. техн. наук БАШАРОВ М.М.

Одним из эффективных методов удаления загрязнений из воды считается процесс флотации. Этот метод обеспечивает высокую степень очистки, прост в аппаратном оформлении и является относительно дешевым по себестоимости. В основном его используют для очистки сточных вод нефтедобывающих, нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий от нефти и продуктов ее переработки.

Основной характеристикой, позволяющей количественно описать процесс флотационного захвата и определить интенсивность флотационного процесса, является эффективность столкновения частиц с поверхностью пузырька, вызванная турбулентной миграцией.

Эффективность процесса флотации:

$$\eta = \frac{C_{\text{н}} - C_{\text{к}}}{C_{\text{н}}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{н}}$, $C_{\text{к}}$ – начальная и конечная концентрации загрязняющего вещества.

Конечную концентрацию найдем из уравнения массопереноса дисперсной фазы с объемным источником массы:

$$u_{\text{ср}} \frac{dC}{dz} = D_T \frac{dC^2}{dz^2} + \beta_d \alpha_v C, \quad (2)$$

где $u_{\text{ср}}$ – средняя скорость потока в аппарате, м/с; z – длина аппарата, м; D_{T} – коэффициент турбулентной диффузии, м²/с; β_d – коэффициент массопереноса частиц, м/с; a_v – удельная поверхность, м²/м³.

Решив уравнение (2) с использованием конечно-разностной схемы, получим:

$$C_i = \frac{u_{\text{ср}}C_{i-1}\Delta z + D_{\text{T}}C_{i+1} + D_{\text{T}}C_{i-1}}{u_{\text{ср}}\Delta z + 2D_{\text{T}} + \beta_d a_v \Delta z^2}. \quad (3)$$

Из уравнения (3) вычисляется профиль концентрации и $C_{\text{к}}$, и далее по (1) определяется эффективность процесса флотации.

Результаты расчета по (1) с использованием (3) удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

УДК 268.316

ИССЛЕДОВАНИЕ КОАЛЕСЦИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОЙЛОКА ПРИ ОЧИСТКЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

ЮСУПОВА А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. САФИНА Г.Г.

Наиболее распространенным методом очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов является гравитационное отстаивание в резервуарах, однако для достижения требуемого эффекта очистки требуется достаточно долгое время. Это связано с тем, что эффективная очистка воды методом отстаивания достигается в том случае, когда размеры частиц нефти и нефтепродуктов в очищаемой воде составляют не менее 30–40 мкм. Главной проблемой очистки нефтесодержащих природных и промышленных сточных вод является выделение из них эмульгированных нефтепродуктов.

Одним из наиболее перспективных и эффективных способов интенсификации процессов отстаивания с целью выделения из устойчивых малоконцентрированных водонефтяных эмульсий эмульгированных частиц нефтепродуктов размером несколько микрометров является их предварительное укрупнение путем пропускания нефтесодержащих вод через коалесцирующие материалы.

Целью исследования является изучение коалесцирующих свойств технического войлока. Решение поставленной задачи предполагается проводить путем фильтрования водоуглеводородной эмульсии через предварительно насыщенный материал, изменяя при этом концентрацию эмульсии и условия проведения эксперимента (рН и т.д.).

Поиск новых коалесцирующих материалов, имеющих высокую износоустойчивость, с целью расширения спектра фильтрующих материалов, используемых при разделении водонефтяных эмульсий, является перспективным ввиду высокой эффективности, экономичности и простоты конструктивного оформления процесса коалесценции, как метода предварительной обработки нефтесодержащих вод перед отстаиванием.

СЕКЦИЯ 5. «ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ»

УДК 621.311

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ, ПРОЧНОСТНОЙ И ЧАСТОТНЫЙ РАСЧЕТ ПОСЛЕДНЕЙ РАБОЧЕЙ ЛОПАТКИ ЦНД ТУРБИНЫ К-800-240 В ИНЖЕНЕРНОМ ПАКЕТЕ SOLIDWORKS

ГРЕЧИН А.В., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КИСЕЛЁВ А.И.

Принципиально новым подходом при проектировании новых турбин является проектирование на основе численного моделирования. В настоящее время довольно широкое применение на отечественных и зарубежных турбостроительных заводах нашел программный комплекс для инженерных расчетов SolidWorks. Применение данной программы позволяет еще на стадии проектирования выявить особенности течения в проточной части турбомшины, провести оптимизацию проточной части.

Задача данной работы получить результаты расчетов в аэродинамическом, прочностном и частотном анализе рабочих лопаток паровых турбин в программном комплексе SolidWorks с последующей интеграцией в учебный процесс и возможностью продолжить работу в рамках научно-исследовательских изысканий.

Для проектирования в SolidWorks была выбрана последняя рабочая лопатка мощной паровой турбины. На предварительном этапе было сделано профилирование лопатки по высоте по основным трем законам, применяемым в практике турбостроения: постоянства угла выхода, циркуляции и удельного расхода. Также были оценены хорды профилей в контрольных сечениях.

В материалах доклада представлены ключевые этапы процесса создания твердотельной модели лопатки, а также результаты аэродинамического, прочностного и частотного исследований.

УДК 621.9.047

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАНАЛОВ МАЛОГО СЕЧЕНИЯ В ФОРСУНКАХ КАМЕР СГОРАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

САЛТАНАЕВА Е.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГАЗИЗУЛЛИН К.М.

В тепловых энергетических системах широко используются форсунки, имеющие один или несколько каналов малого сечения для подачи газообразных жидких и смешанных рабочих сред. В процессе изготовления таких изделий требуется удаление припуска. Оно достаточно хорошо освоено в отверстиях диаметром более 2–3 мм и выполняется развертыванием, расточкой, притиркой и другими технологическими приемами. Также требуется наращивание малых (в пределах одного или нескольких микрон) слоев в отдельных отверстиях для подачи рабочих сред с целью обеспечения требуемого расхода и распыла подаваемых продуктов горения. Наращивание качественных слоев в меньших каналах вызывает серьезные трудности.

При гальваническом нанесении покрытий трудно обеспечиваются точность и качество наносимого слоя (особенно в отверстиях с сечением менее 1 мм^2), а также возникают сжимающие напряжения в поверхностном слое, что снижает адгезию покрытий и может вызвать их осыпание и, как следствие, нарушение подачи рабочей среды. Особенностью гальваномеханического способа является раскатывание или растирание тонкого слоя покрытия инструментом из твердого материала (например, из керамики) с регулируемой силой прижима, что позволяет еще до образования зернистой структуры покрытия (при гальваническом осаждении формируется крупное, до долей миллиметра, зерно) создать в нанослое сжимающие напряжения и препятствовать осыпанию последнего.

Новая схема гальваномеханического покрытия предложена поскольку технологические схемы, использующие перемещение в отверстия инструмента для раскатки, не осуществимы для отверстий малого диаметра (менее 6–8 мм).

Принципиальным отличием схемы является совмещение в едином инструменте электрода – инструмента и дорнующего элемента. Кроме того, необходимо дозирование рабочей среды и ограничение силы протягивания электрода-проволоки. Для обеспечения требуемого контактного давления дорнующих поясков с покрытием сечение поясков уменьшается в направлении, обратном перемещению инструмента на величину покрытия.

УДК 621.43

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДОГРЕВАТЕЛЯ СМЕШИВАЮЩЕГО ТИПА

ВАЛЕЕВА К.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛАПТЕВ С.А.

В настоящее время в мире созданы подогреватели смешивающего типа, которые используются в регенеративных системах крупных энергоблоков. Основное условие эффективной работы таких подогревателей – обеспечение равномерного распределения в аппарате взаимодействующих пара и конденсата. При этом необходимо обеспечить как можно большую поверхность их соприкосновения. Увеличение поверхности воды можно достигнуть путем дробления ее на капли или тонкие струи. Дробление воды в известных конструкциях производится с помощью перфорированных тарелок, различных разбрызгивающих сопел или насадок. Дробление воды может осуществляться также потоком пара.

Для интенсификации процесса теплообмена был разработан вертикальный подогреватель смешивающего типа с вихревыми элементами для взаимодействия фаз. Завихритель для жидкости выполнен в виде двух горизонтальных, тангенциально расположенных входных патрубков, а завихритель для пара смонтирован на горизонтальной кольцевой перегородке. При истечении из завихрителя жидкость в виде тонкой пленки, а затем в виде отдельных капель, начинает взаимодействовать с закрученным потоком пара, где осуществляется интенсивный теплообмен, нагрев жидкости и конденсация пара.

Расчеты на прочность новой конструкции проводились в соответствии с нормативными документами. В разработанной конструкции стандартными элементами являются обечайки, днища и крышки, фланцевые соединения. Для расчета на прочность нестандартных элементов были выбраны обечайки с продольными щелевыми отверстиями, конструктивные элементы завихрителя для пара. Для них были составлены расчетные схемы и исследованы прочностные характеристики численными методами.

УДК 621.311.22

ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ МАТЕРИАЛА НА НДС КОНСТРУКЦИИ ПАРОВОДА СО СВАРНЫМ ШВОМ С УЧЕТОМ ПОЛЗУЧЕСТИ

ГАЙНЕТДИНОВА Л.А., КАМАЕВА К.Е., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р. физ.-мат. наук, проф. САИТОВ И.Х.

Исследование влияния неоднородности материала на НДС конструкции паропровода является актуальной задачей энергомашиностроения, связанной с совершенствованием ремонтных технологий и обеспечением долговечности паропроводов.

В этой связи была поставлена задача исследования влияния неоднородности конструкции на НДС тройникового соединения паропровода. Задача решалась в нелинейной постановке с учетом деформации ползучести.

В работе была рассмотрена модель тройникового соединения паропровода 426×22 мм под внутренним давлением 24 МПа из стали 12Х1МФ с учетом ползучести. С учетом симметрии была рассмотрена четверть конструкции. Модель рассмотрена с учетом геометрической и физической нелинейности конструкции. При построении модели использован восьмиузловой конечный элемент Solid 185. Для моделирования деформации ползучести была использована обобщенная модель Грэма.

На основе полученных результатов проанализировано влияние нелинейности свойств на НДС конструкции, разработана программа постпроцессорной обработки экспериментальных расчетных данных. В результате расчета получены напряжения и деформации, а также выявлены зоны концентрации напряжений и деформаций.

УДК 621.79

АНАЛИЗ НДС СВАРНЫХ ШВОВ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ

ГАТАУЛЛИНА Л.М., КАМАЕВА К.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. САИТОВ И.Х.

В настоящее время оценку изменения структуры металлических материалов осуществляют традиционными металлографическими методами, а механических свойств – соответствующими исследованиями. Однако традиционные методы исследований не дают достаточно точную корреляцию структуры и свойств и требуют трудоемкой подготовки образцов и многочисленных испытаний в соответствии с нормативно-технической документацией. Поэтому моделирование нелинейности материалов при эксплуатации и проведение численных модельных экспериментов является актуальным.

В своей работе мы произвели расчет стыкового сварного соединения труб под действием внутренней нагрузки и температуры. Установили характер распределения напряжений и деформаций, возникающих в процессе эксплуатации сварных соединений из стали 20, и оценили их влияние на прочность конструкции.

УДК 621.311.22

**ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ФЛАНЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ
ПАРОПРОВОДА**

НУРГАЛЕЕВ Н.Р., КАМАЕВА К.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. САИТОВ И.Х.

Фланцевые соединения являются одним из наименее надежных элементов паропроводов. Об этом свидетельствует ряд аварий, имевших место на энергетических установках. Если в других узлах паропроводов напряжения возникают, как правило, лишь при появлении внутреннего давления или температурной неравномерности, то фланцевые соединения напряжены уже в исходном нерабочем состоянии, а при появлении внутреннего давления и разностей температур с исходными напряжениями холодной затяжки суммируются дополнительные напряжения.

Хотя на энергетических установках количество фланцевых соединений сведено к минимуму и их заменяют на сварные. В эксплуатации фланцевых соединений достаточно много, поэтому исследование их эксплуатации не теряет актуальности.

В работе рассмотрено фланцевое соединение из стали 12МХ с жесткими воротниковыми фланцами, стянутое 12 шпильками из стали 25Х2МФА. Данное соединение эксплуатируется при температуре 510 °С и давлении 10 МПа.

В работе исследуется нагрев фланцевого соединения, перераспределение температур в радиальном направлении, напряжения и деформации.

В результате работы разработана модель фланцевого соединения в ПК ANSYS методом конечных элементов и проанализировано напряженно-деформированное состояние конструкции.

УДК 621.311.22

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ НА УКРЕПЛЕНИЯ КОРПУСА БАКА ДЕАЭРАТОРА В ПРОЧНОСТНОМ АНАЛИЗЕ «ANSYS»

АБРАМОВ А.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. КЛЕЙДМАН О.В.

Программный комплекс «ANSYS» основан на методе конечных элементов и позволяет точно оценивать прочностные характеристики конструкций для сложных геометрии и граничных условий.

Целью работы является построение расчетной схемы для прочностного анализа укреплений в виде швеллера с учетом остаточных напряжений в образовавшихся дефектах, смоделированных в виде погнутости и вмятины. Рассматриваемая нелинейная задача с поэтапным нагружением, сопряженная с математическими трудностями, требует особой квалификации специалиста.

На первом этапе решается упругопластическая задача возникновения дефекта, на втором этапе проводится расчет элемента конструкции с дефектом на эксплуатационную нагрузку с учетом возникающих на первом этапе пластических деформаций и остаточных напряжений. Построен универсальный алгоритм с возможностью быстрой смены исходных данных в программном комплексе «ANSYS 11».

Численный анализ элемента конструкции показал, что дефект типа вмятина размером до $1/10$ толщины швеллера, учитывая все остаточные напряжения и пластические деформации, пригоден к дальнейшей эксплуатации. В случае дефекта типа погнутость необходимо рассматривать отдельно различные способы нагружения, существует возможность разрушения конструкции на начальной стадии нагружения.

УДК 621.646

ПРИМЕНЕНИЕ ПК «ANSYS» К РАСЧЕТУ ТРОЙНИКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ

КАРИМОВА М.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. КЛЕЙДМАН О.В.

Целью работы является построение расчетных схем на основе метода конечных элементов (МКЭ) с использованием объемного (solid) и оболочного (shell) конечных элементов для разных геометрических параметров (толщины и радиуса) и свойств материала (Ст5сп, Ст12 ХМФ) в прочностном анализе симметричных и несимметричных (угол сопряжения равен 60°) тройниковых соединений под действием внутреннего давления. Тройниковые соединения являются одним из наиболее «слабых» элементов в системе паропровода.

Использование современных систем автоматизированного инженерного анализа является на сегодня самым эффективным способом оценки прочности, прогнозирования долговечности и оптимизации конструкций и технологических процессов их производства. «ANSYS» – лидер систем автоматизированного инженерного анализа на основе МКЭ.

Построен универсальный численный алгоритм анализа напряженно деформированного состояния (НДС) тройниковых соединений трубопроводов. По торцам трубы задавались граничные условия радиального смещения, а на границах сечения – условия симметрии. Получена общая картина НДС на внешней и внутренней поверхностях, более детально в области пересечения штуцера и трубы рассмотрены кривые распределения напряжений в зависимости от расстояния до линии сопряжения в сравнении с экспериментальными данными. Результаты численного анализа и эксперимента хорошо согласуются. Анализ концентрации напряжений показал превышение интенсивности напряжений в 16 раз по сравнению с основной областью. Найдено предельное внутреннее давление. Учет влияния температуры привел к незначительным изменениям в картине НДС.

УДК 621.646

РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ ТРУБОПРОВОДА С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

КЛИМИН А.П., КАМАЕВА К.Е., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. САИТОВ И.Х.

Основная задача расчета трубопроводов на прочность – это определение напряженно-деформированного состояния, обусловленного нагрузками, действующими в различные периоды времени и оценка этого состояния исходя из предельно допустимого.

Для обеспечения конструктивной надежности трубопровода требуется оценка всех силовых и деформационных факторов, воздействующих на трубопровод. Надежность трубопроводного транспорта обеспечивается за счет прогнозирования изменения гидрогеологических условий в процессе эксплуатации трубопровода, выбора физических и математических моделей, отражающих работу трубопровода. Современные методы расчета с применением ПК ANSYS позволяет более полно учесть многочисленные нелинейные факторы и с большей достоверностью определить фактическое напряженно-деформированное состояние трубопровода. Применение численных методов расчета и, в частности метода конечных элементов, позволяет учесть геометрическую нелинейность конструкции и получить более экономичное решение при заданной точности.

УДК 621.83

РАСЧЕТ ТЕРМИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ С УЧЕТОМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И НЕЛИНЕЙНОЙ ДЕФОРМАЦИИ

ЛАПИН И.В., КАМАЕВА К.Е., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. САИТОВ И.Х.

Болтовые соединения применяются главным образом как монтажные, а также в местах, труднодоступных для сварки и клепки и широко распространены в энергетике. Качество болтового соединения определяется величиной натяжения болтов, которое должно обеспечить наибольшее трение между соединяемыми элементами, и лимитируется пределом текучести материала болтов.

В работе рассматривается расчет термических напряжений с учетом предварительных напряжений и нелинейной деформации в сборке болтового соединения в программном комплексе «ANSYS». Рассмотрена конструкция болтового соединения из углеродистой стали. Целью работы являлось исследование зависимости напряжений и деформаций детали от температуры с учетом предварительных нагрузжений и нелинейности.

Данные расчета болтового соединения помогут проанализировать напряженно-деформированное состояние конструкции с течением всего времени эксплуатации и определить ресурс конструкции.

УДК 621.64

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПАРОПРОВОДА

ЛЕВАНОВ А.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. КЛЕЙДМАН О.В.

Режимы работы энергосистем характеризуются возрастающей неравномерностью графиков нагрузки, приводящей к необходимости в ряде случаев ежесуточных остановок и пусков котлов и турбин, охлаждения и прогрева паропроводов. При этом изменяется длина паропровода. С переходными пускоостановочными режимами паропроводов тесно связана задача регулировки пружинных опор, обеспечивающей минимальный уровень изгибных напряжений от весовых нагрузок. Для регулировки пружинных опор требуется знание вертикальных температурных перемещений в точках расположения опор или подвесок. А эти значения могут быть получены экспериментальным путем либо расчетным путем с учетом упругости опор.

Существуют множество безмашинных методов определения температурных перемещений, но в большинстве не учитываются податливость опор и подвесок. С учетом всего этого была поставлена задача произвести расчет вертикальных температурных перемещений паропровода методом, который учитывал бы податливость подвесок и давал результаты, близкие с данными непосредственных измерений по реперам, а также сравнение полученных результатов с расчетами в программном комплексе ANSYS. Для аналитического расчета был выбран метод «балки на упругом основании», учитывающий упругость опор.

Полученные результаты температурных перемещений в программном комплексе ANSYS, хорошо согласуются с экспериментальными данными и аналитическим расчетом по методу «балки на упругом основании» с погрешностью 0,96 %. Следует, что моделирование температурных перемещений трубопроводов в ANSYS адекватно реальности и его можно распространить на разветвленные трассы паропроводов.

УДК 621.56

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

МУХАМЕТЗЯНОВ И.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. СУЛТАНОВ Л.У.

Целью работы является построение модели корпуса теплообменного аппарата, а также его численный расчет МКЭ с использованием ПК ANSYS. Повышение надежности и долговечности технологического оборудования является важнейшим фактором, определяющим рост конкурентоспособности изделий, связанных с достоверным определением «опасных» мест конструкции.

В последнее время теплоэнергетика сделала серьезный шаг в направлении общей мощности и в совершенствовании термодинамического цикла. Повышение параметров пара потребовало применения более толстостенных труб технологического оборудования. Это, в свою очередь, сделало необходимым уточнение методов расчета на прочность труб и для всей конструкции теплообменных аппаратов.

Теплообменные аппараты занимают важное место в промышленной теплоэнергетике и составляют исключительно многочисленную группу теплосилового оборудования, занимая значительные производственные площади и превышая зачастую 50 % стоимости общей комплектации не только в теплоэнергетике, но и химической, нефтеперерабатывающей промышленности и ряде других отраслей. Следовательно, для решения такой актуальной проблемы для промышленной теплоэнергетики как рациональное использование топливно-энергетических ресурсов необходимо создание нового экономичного оборудования: снижение его металлоемкости и габаритов, повышение эффективности и надежности его работы.

Метод конечных элементов позволяет значительно уменьшить затраты при разработке новых изделий, так как позволяет существенно сократить объемы или даже полностью отказаться от дорогостоящих стендовых испытаний.

В конечном счете применение ЭВМ и метода конечных элементов дает полную и выгодную оценку характеристики технологического оборудования без лишних затрат на проведение дорогостоящих испытаний.

УДК 629.036

ОЦЕНКА ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЕТАЛЕЙ ГТУ ПОСЛЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

МУХАМЕТОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАСЛОВ И.Н.

Оценка надежности деталей турбин после ремонтных работ является обязательной частью технического обслуживания ГТУ.

Основными процессами изнашивания деталей ГТУ являются: износ при трении, усталость, эрозия и коррозия. Усталостный износ деталей приводит к интенсивному износу и разрушению. Усталость на элементах и деталях компрессоров возникает вследствие аэродинамических и вибрационных изгибных сил и колебаний. Результатом накопленных в материале деталей ГТУ усталостей является возникновение усталостных трещин.

В общих технических требованиях на ремонт компрессоров оговорено обеспечение: радиальных зазоров между лопатками и корпусом, осевых зазоров, шероховатости рабочих поверхностей деталей, но главная проверка производится восстановленной структуры и механических свойств турбин.

При контроле восстановленных деталей ГТУ можно использовать статистические методы обработки механических испытаний образцов деталей.

Определяем необходимый объем испытаний образцов с целью оценки среднего значения предела прочности алюминиевого сплава, если $\alpha = 0,1$ и $\Delta\alpha = 0,02$. Данные о коэффициенте вариации предела прочности аналогичных материалов отсутствуют.

Задаемся коэффициентом вариации $\gamma = 0,04$. По формуле определяем минимально необходимый объем выборки n исходя из целей испытаний. Пусть по результатам испытаний 11-ти образцов выборочный

коэффициент вариации составил $v = 0,051$. В этом случае производим корректировку необходимого объема испытаний. Так как выборочный коэффициент вариации оказался больше первоначально принятого γ , то при $n = 11$ фактическая ошибка будет больше $\Delta\alpha = 0,02$, что не допустимо при испытаниях. Проводим подбор количества испытаний до тех пор, пока не получим близкое значение $\Delta\alpha = 0,02$. Так в нашем расчете оказалось 20 испытаний.

УДК 621.18

КОТЛЫ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ГОРЕНИЯ

РЫКОВ С.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛАПТЕВ С.А.

В настоящее время выпускается немало видов автономных отопительных установок, в число которых входят и автоматические водогрейные котлы пульсирующего горения. Используемая принципиально новая технология выработки тепла, достигнутые технические характеристики позволяют утверждать, что котлы пульсирующего горения являются одним из наиболее эффективных и безопасных средств решения задачи отопления.

Принцип действия котла можно представить следующим образом. В камеру сгорания через воздушно-пульсирующий и газопульсирующий мембранные клапаны, расположенные в ресиверных камерах, поступают воздух и топливный газ. С помощью электрозапальной свечи осуществляется первичное воспламенение газозвушной смеси в камере сгорания и кратковременное повышение давления, приводящие к возникновению акустических волн в резонаторе. Камера сгорания совместно с резонаторными трубами образуют объемный акустический резонатор типа резонатора Гельмгольца.

Основной задачей исследования является изучение нестационарных процессов, происходящих в ходе вибрационного горения в камере сгорания котла, для разработки методики расчета и нового конструктивного решения по созданию энергоэффективной системы импульсно-детонационного сжигания топлива и обеспечения прочности ее элементов.

УДК 531.768(088.8)

СОСТАВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И РЕАКЦИЙ ОПОР

КАЗАНЦЕВА Н.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. МАРКИН Ю.С.

Составные конструкции широко используют, как в различных технических областях, так и в учебном процессе. На их примере студенты могут детальнее изучить свойства плоских произвольных систем сил.

Рассматривается пример известной составной конструкции, представленной в сборнике заданий для курсовых работ по теоретической механике под ред. А.А. Яблонского (задание С3, вариант 5, рис. 1).

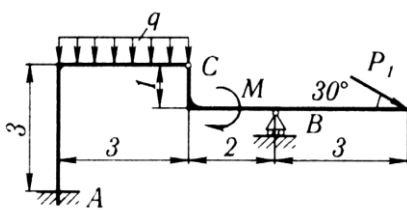


Рис. 1. Схема известной конструкции

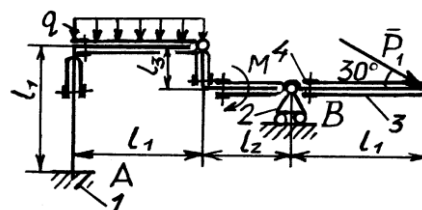


Рис. 2. Схема новой конструкции

При решении были составлены соответствующие уравнения равновесия и определены силы взаимодействия и реакции опор. После проведены исследования новой составной конструкции (патент РФ № 115900, рис. 2), предложенной преподавателем д.т.н., проф. Ю.С. Маркиным и разработанной под его руководством.

По изначально разработанной программе исследований был проведен анализ зависимостей сил взаимодействия и реакций опор от длин стержней составных конструкций. Так были получены новые результаты при научных исследованиях составных конструкций.

Использование конструкций, состоящих из телескопических стержней, позволяет сделать процесс обучения более наглядным, что значительно улучшает инженерную подготовку обучаемого.

СЕКЦИЯ 6. «ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 620.91

ПРИМЕНЕНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ДЛЯ СУШКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

ДМИТРИЕВА Ю.Е., МАКАРЫЧЕВА О.А., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ТИМОШИН Л.И.

Для уменьшения энергозатрат при сушке растительного сырья используют аккумуляторы тепловой энергии, так как солнечная энергия в течение суток поступает неравномерно. Они необходимы для выравнивания суточных нагрузок, а также создания запаса теплоты в ночные часы и пасмурные дни. К ним относятся баки с водой, абсорберы, фазовые аккумуляторы. В ряде стран проводятся работы по созданию тепловых аккумуляторов с большой поглощающей способностью, а, следовательно, с малыми габаритными размерами. В нашей стране в сельском хозяйстве в гелиосушилках в качестве аккумуляторов теплоты часто используются строительные материалы.

Рассмотрим применение аккумуляторов тепловой энергии на примере поточной линии СТГ-1,5 для сушки табака. В гелиоколлекторе происходит накопление теплоты теплоаккумулирующим веществом (парафином) в трубках. При снижении интенсивности солнечного излучения в вечернее время, с наступлением холодного осеннего периода и во время непогоды необходимо поддерживать оптимальные условия сушки, такие, которые создаются в благоприятный период. Теплота аккумуляирования в трубках нагревает сушильный агент и создает естественную циркуляцию в камере, что позволяет не снижать интенсивность обезвоживания табака и поддерживать параметры воздуха на уровне дневных. При падении температуры теплоаккумулирующего вещества в трубках, насосом прокачивается конденсат греющего пара из бака-аккумулятора, что позволит поддержать циркуляцию сушильного агента в камере. Поддержание требуемых параметров воздуха позволит сократить время пребывания табака в камере томления до 2-х суток, уменьшить размеры камеры и увеличить производительность модернизированной поточной линии по сравнению с существующей поточной линией СТГ-1,5.

Экономический эффект при внедрении аккумуляторов тепловой энергии может быть достигнут за счет:

- улучшения качества получаемой продукции (уменьшение запаривания, выравнивание полей температуры и относительной влажности воздуха в массе высушиваемого материала);
- увеличения производительности;
- экономии тепловой энергии.

УДК 621.5

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

НИЗАМУТДИНОВА Ю.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АКМАЕВ Н.Н.

Как известно, низкопотенциальная энергетика представляет собой научно-техническое направление, которое стало широко развиваться в последние 20 лет. Оно связано с проблемами экономии топливно-энергетических ресурсов и защиты окружающей среды от теплового загрязнения и основано преимущественно на использовании для получения холода, теплоты и электроэнергии нетрадиционных источников тепловых ресурсов.

Использование теплонасосных установок вместо традиционных источников энергии экономически выгодно: отсутствует процесс горения; отсутствует необходимость в закупке, транспортировке, хранении топлива и, соответственно, денежных затрат, связанных с этим.

Однако в России ТНУ установки на данный момент не получили такого широкого распространения, как в других странах, так как постоянно возникает вопрос рентабельности их использования в зависимости от влияния различных факторов.

Целью работы является исследование влияния выбора хладагента, разности температур источника низкопотенциальной теплоты и теплоносителя после ТНУ и соотношения тарифов на тепловую и электрическую энергии на рентабельность теплонасосной установки.

В ходе исследования был произведен расчет влияния выбора хладагента, разности температур источника низкопотенциальной теплоты и теплоносителя после ТНУ и соотношения тарифов на тепловую и электрическую энергию на коэффициент трансформации теплоты.

По результатам расчетов были построены графические зависимости и сделаны нижеследующие выводы о наиболее выгодном для использования ТНУ сочетании параметров.

Оптимальным для использования в ТНУ в качестве хладагента является R22. Но в связи с его запретом (Монреальская конференция) рекомендуется использовать R142b.

Полученные зависимости для теплового насоса могут быть использованы при проектировании теплонасосных установок.

УДК 66.045

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

ТУХФАТУЛЛИНА Э.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АКМАЕВ Н.Н.

Использование теплонасосного оборудования в области теплоснабжения стало основным энергосберегающим мероприятием не только в мире, но и в России, так как Россия имеет огромный потенциал низкотемпературных тепловых ресурсов, которые можно использовать для теплоснабжения. Множество российских и зарубежных организаций занимаются созданием опытно-промышленных образцов теплонасосных установок отопительного и технологического назначения.

По имеющимся данным наиболее полно изучены данные вопросы применительно к теплообменникам, проведен сравнительный анализ характеристик кожухотрубчатого и пластинчатого теплообменников, рассчитаны экономические показатели. По данным расчетам пластинчатые теплообменники имеют ряд преимуществ: интенсивный теплообмен, простота изготовления, компактность, малые гидравлические сопротивления, удобство монтажа и очистка от загрязнений. Разработан на базе пластинчатого теплообменника испаритель для низкокипящих жидкостей. Исследован вопрос себестоимости подогрева воды при параллельном и последовательном включении, характеризующий определенный оптимум капитальных и эксплуатационных расходов, который определяется графически.

По полученным расчетам можно сделать вывод, что последовательное включение ряда пластинчатого теплообменника с точки зрения энергосбережения наиболее выгодно.

УДК 621.311.04

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ В ПРОЦЕССЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТИ

ХАЙРУЛЛИНА Г.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. НОВОДВОРСКИЙ В.Л.

Обезвоживание нефти проводят путем разрушения водно-нефтяной эмульсии с применением деэмульгаторов, которые, адсорбируясь на границе раздела фаз, способствуют разрушению капель диспергированной в нефти воды.

Деэмульгаторы – это синтезированные химические соединения.

Характеристики деэмульгаторов: способны не изменять свойства нефти и не реагировать с молекулами воды; просто извлекаются из сточной воды, отделенной от нефти; нетоксичны, инертны по отношению к оборудованию.

Существует два типа деэмульгаторов – неэлектролитные и коллоидного типа. К неэлектролитным деэмульгаторам относятся органические вещества, растворяющие эмульгаторы нефти и снижающие при этом ее вязкость. Это способствует быстрой коалесценции капель воды и их осаждению. В промышленной технологии обезвоживания нефти неэлектролиты не применяют из-за большого расхода и высокой стоимости, а также из-за их отделения от нефти после осаждения воды. Наиболее широко в промышленности используют поверхностно активные вещества (ПАВ) коллоидного типа. Они бывают трех видов: анионные, катионные и амфотерные. Деэмульгаторы, применяемые для разрушения эмульсий типа В/Н, делятся на две группы: на ионогенные и неионогенные. В нефтяной промышленности наибольшее применение нашли неионогенные деэмульгаторы.

Эффективность процесса обезвоживания нефти с помощью деэмульгаторов зависит от многих факторов. К ним можно отнести: температуру эмульсии, ее дисперсионность, рН среды, продолжительность контакта деэмульгатора с эмульсией и количество вводимого деэмульгатора.

Для определения оптимальных параметров процесса необходимо разработать его математическую модель, связывающую эффективность обезвоживания с технологическими параметрами процесса и характеристиками конкретной нефти.

УДК 620.193

ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РЯЗАНОВА Н.П., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. НОВОДВОРСКИЙ В.Л.

Коррозия металлов является одной из наиболее распространенных проблем любой промышленности. В настоящее время для защиты оборудования от коррозии используются различные неметаллические и металлические покрытия, ингибиторы коррозии и электрохимическая защита.

В данной работе рассматривается метод применения ингибиторов коррозии в нефтедобывающей промышленности.

Ингибиторами коррозии (ИК) называют химические соединения, которые, присутствуя в коррозионной системе в достаточной концентрации, уменьшают скорость коррозии без значительного изменения концентрации любого коррозионного реагента.

Выбор ингибиторов коррозии на основе математических зависимостей, связывающих свойства ингибиторов с параметрами среды, позволяют провести предварительный расчет и в разы снизить количество опытов и затраты на проведение мероприятий по предотвращению коррозии вместо существующих методов эмперического подбора.

УДК 621.438.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОДНОКАМЕРНОГО СТЕКЛОПАКЕТА С ОБЫЧНЫМИ СТЕКЛАМИ И С И-ПОКРЫТЫМ СТЕКЛОМ

ХАДИЕВА Г.К., НЕКРАСОВ В.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. КЛЮЧНИКОВ О.Р.

И-стекло с 90-х годов более известно как низкоэмиссионное стекло, получает все большее распространение. Однако в литературе отсутствуют сравнительные экспериментальные данные по сопротивлению теплопередаче оконных конструкций с разными стеклами.

Нами проведены исследования по определению значений сопротивления теплопередаче однокамерного стандартного стеклопакета с двойным остеклением и однокамерного стеклопакета с И-стеклом.

Экспериментальная установка составлена из стандартного однокамерного пакета из обычных стекол и с И-стеклом, помещенных в пластиковую раму. Исследования проводились в аудитории Д-625 КГЭУ при помощи прибора измерения плотности тепловых потоков ИТП МГ4 03 X(Y) «Поток», внесенного в реестр средств измерения РФ.

Два или три датчика тепловых потоков и один датчик температуры устанавливались со стороны помещения, второй датчик температуры был установлен на наружное стекло со стороны улицы. Измерения проводились в течение суток, данные плотности тепловых потоков записывались в память прибора каждые 15 мин.

УДК 620.9:658

РАСЧЕТ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ВЫПУСК ПРОДУКЦИИ

АЙМУРЗАЕВА Я.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РЫЖКОВ Д.В.

Решение задач энергосбережения привело к частому обращению к такому показателю энергоэффективности как нормы расхода топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Нормы служат для планирования потребления ТЭР и оценки эффективности их использования на предприятии и разрабатываются отдельно по топливу, тепловой и электрической энергии.

Для комплексной оценки эффективности использования ТЭР в производстве определяются обобщенные удельные энергозатраты, включающие прямые расходы всех видов топлива и энергии в производстве единицы продукции, приведенные к единой единице измерения (условное топливо).

Удельный расход энергоресурса – показатель, который определяется как величина отношения общего количества энергоресурса к количеству произведенной годной продукции данного вида и используется для определения расчетной нагрузки на различных стадиях проектирования.

Проблемы определения реальных расходов ТЭР на производство основных видов продукции не существовало бы, если бы удельные расходы на один и тот же вид продукции на разных предприятиях были бы близки друг к другу, т.е. имели бы незначительный разброс (разница зависит от качества сырья и топлива, нередко из-за отсутствия учета расхода ресурсов). В отличие от теоретических реальные расходы ТЭР изменяются во времени и имеют различные числовые значения для каждого объекта.

Таким образом, удельные расходы (нормативы) ТЭР по одинаковым агрегатам на разных предприятиях могут быть близки друг к другу, а удельные расходы по производству, заводу, цеху на разных предприятиях могут отличаться значительно. Правильная организация нормирования расхода энергоресурсов имеет решающее значение для осуществления режима их экономии, что особенно актуально в период кризиса.

УДК 658.28

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ С ЦЕЛЮ УМЕНЬШЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ

ГАЛИНА Э.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИЛЬИН В.К.

На сегодняшний день в рамках мероприятий по преобразованию аграрной сферы РФ первостепенное значение приобретает проблема стабилизации и повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Именно уровень эффективности сельского хозяйства во многом предопределяет степень обеспеченности населения продовольственными товарами. Важная роль в решении данной проблемы принадлежит свиноводству.

Значительные потери и недополучение свиноводческой продукции во многих хозяйствах можно объяснить не только нарушением кормления, но и плохими условиями содержания свиней, в частности неправильным температурно-влажностным режимом, размещением молодняка на сыром влажном полу, несоблюдением принципа «все помещение пустое – все помещение занято» и т.д. Только по этим причинам от каждой сотни животных хозяйства недополучают до одной тонны свинины.

Повышение продуктивности животных и увеличение производства товарной продукции свиноводства предполагаются ряд долгосрочных мероприятий:

- 1) поддержание микроклимата (внедрение автоматизированной системы вентиляции);
- 2) использование лучистого обогрева;
- 3) установка обогреваемых водяных полов.

Несмотря на увеличение общих затрат энергетических ресурсов, уменьшаются удельные затраты, так как увеличивается привес свиней.

УДК 620.9+(470.41)

МЕТОДОЛОГИЯ И ВВЕДЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ЕЛАБУЖСКОЙ ТЭЦ

ШУМАЕВА Е.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. АХМЕРОВ А.В.

В данной работе производится оценка эффективности внедрения энергосберегающих технологий на Елабужской ТЭЦ. Важно оценить не только возможность и последующий результат внедрения, но и взаимосвязь нововведений и вышеуказанных мероприятий с последующим эффектом на себестоимость вырабатываемых тепла и электричества. Кроме экономического эффекта также учитывается и экологический аспект мероприятий. Осуществляется попытка разработать методологию внедрения энергосберегающих технологий на типовых отечественных ТЭЦ, учитывая зарубежный опыт, общие перспективы развития энергетики и изменения ценовой политики на энергоносители. К сведению, уже используются такие типичные мероприятия, как: 1) автоматизация процессов горения топлива в котельной – применение этого комплексного метода позволяет достичь экономического эффекта в размере 20 тыс. руб./мес.; срок окупаемости составляет 1 год 7 мес.; 2) внедрение частотно-регулируемого привода на дутьевые вентиляторы и дымососы – экономический эффект составит 4 тыс. и 54 тыс. руб. соответственно; срок окупаемости – 5,5 и 3,6 года; 3) реконструкция тепловых сетей тепловой изоляцией пенополиуретановыми сегментами – при этом мероприятии можно достигнуть экономии тепловой энергии в размере 16000 Гкал; экономический эффект составил 54000 тыс. руб., а срок окупаемости – 2 года.

УДК 628.3

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ФИЛЬТРЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ТЭЦ

ЗИНАТУЛЛИНА Л.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц., АХМЕРОВ А.В.,
асс. ИСМАГИЛОВА Р.Ф.

Целью работы является разработка модели сорбционного фильтра с наложением пульсации для обеспечения более эффективной очистки стоков, что позволит уменьшить количество потребляемой воды и затраты на очистку аппаратуры. В частности в моей работе поставлена проблема повышения эффективности сорбционного фильтра в очистных сооружениях мазутного цеха, а также внесены предложения по усовершенствованию технологического участка.

Совершенствование технологических процессов очистки водных стоков видется с использованием новых эффективных способов введения физико-химических процессов с соответствующим аппаратным оформлением, а также противоточным, непрерывным, пульсационным технологическим транспортированием твердых дисперсий в виде плотного слоя.

Изучение периодической фильтрации требует как феноменологического, так и физического моделирования процессов переноса в сорбционном фильтре с последующим определением коэффициента переноса в зависимости от структуры твердой дисперсии и частотно-амплитудных характеристик импульса.

Для анализа математической модели работы сорбционных фильтров в данной работе планируется использовать математический пакет Mathcad.

Внедрение пульсационного режима для сорбционного фильтра позволит повысить продолжительность работы аппарата до 70 %, также ожидается повышение степени очистки.

УДК 658.28

СТАБИЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГИИ ПОЛУЧЕННОЙ ОТ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

СИРАЕВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БАЛЬЗАМОВ Д.С.

Многие заблуждаются в том, что для использования возобновляемых источников энергии достаточно только смонтировать солнечную панель и уже можно пользоваться бесплатной энергией. Но это не так. В системах электроснабжения, построенных на основе альтернативных источников энергии, необходимо решать задачи преобразования и хранения энергии. Эти задачи решаются применением в системе аккумуляторной батареи. Для преобразования энергии постоянного тока из АКБ напряжением 12 В, 24 В, 36 В, 48 В, ... 240 В ... 360 В в переменное 220 В / 380 В с частотой 50 Гц используется преобразователь напряжения (инвертор).

В связке с инвертором работают аккумуляторные батареи (АКБ) в системе с альтернативным источником энергии, что предусматривает частый разряд-заряд АКБ (как показывает опыт, классические (свинцово-кислотные) батареи более предназначены для этих целей). Для подключения нагрузки необходимо подключить батареи к инвертору, затем подключается любое оборудование к выходу инвертора. В системах с большим диапазоном потребляемой мощности надежнее использовать несколько маломощных инверторов, настроив их таким образом, что при отсутствии максимальной нагрузки работает только основной инвертор, а все ведомые работают в ждущем режиме. Как только нагрузка превышает определенный уровень, вспомогательные инверторы начинают функционировать, система построенная таким образом помогает уменьшить скорость разряда батарей, тем самым увеличивая срок их службы.

В подобной системе для бесперебойности и защиты электропитания применяются источники бесперебойного питания (ИБП). Преимущество таких источников (резервные ИБП) – это простое техническое решение, а, следовательно, низкая цена и малые размеры.

Крайне важно применение контроллеров заряда в системах, где применяются свинцово-кислотные аккумуляторы. Они отключают источники энергии (фотомодули) при полном заряде АКБ и DC нагрузки при разряде аккумуляторов. Самые современные на сегодня контроллеры умеют следить за точкой максимальной мощности фотомодулей.

В системе с солнечным теплоснабжением (солнечные коллекторы) и тепловыми насосами необходима установка аккумуляторов теплоты, которые решают проблему необходимости накапливать тепло в связи с несовпадением по времени поступления солнечной энергии и теплоснабжением.

УДК 658.28

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

АЗИЕВА А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РЫЖКОВ Д.В.

В настоящее время положение производственных предприятий, владельцев собственных котельных, обстоит не лучшим образом. Спад производства привел к тому, что доля затрат на тепловую энергию в себестоимости выпускаемой ими продукции возросла, что делает их продукцию неконкурентоспособной. К тому же состояние этих котельных таково, что в любой момент предприятие может оказаться на грани замерзания. Сегодня большинство котлов, установленных в заводских котельных, малоэффективны, тепловая сеть также устарела и требует больших затрат на ремонт. Конвекция сегодня является наиболее распространенным способом отопления, который используется в классических, привычных отопительных системах.

При использовании традиционной (конвекционной) системы отопления, происходит прежде всего нагрев воздуха и только потом предметов. Однако горячий воздух, согласно законам физики, стремится вверх и нагревает в основном пространство под перекрытиями цеха. Инфракрасный излучатель посылает длинноволновые тепловые лучи поверхностям (полу, стенам, предметам), нагревая их, а они, в свою очередь, отдают это тепло воздуху. Одним из наиболее перспективных решений на сегодняшний день является использование инфракрасных (лучистых) систем отопления или газовых инфракрасных излучателей (ГИИ). Технология ГИИ позволяет получить существенную экономию средств, как при создании системы, так и в процессе ее эксплуатации. Оценка фактически реализованных проектов показывает, что при внедрении ГИИ можно получить экономию затрат на отопление до 50 %.

УДК 658.28

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА НА ВЫПУСК ПРОДУКЦИИ

ГАНЕЕВА М.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РЫЖКОВ Д.В.

Частотно-регулируемый привод (ЧРП) – система управления частотой вращения ротора асинхронного (или синхронного) электродвигателя. ЧРП состоит из собственно электродвигателя и частотного преобразователя.

Внедрение частотного регулирования электроприводов позволяет:

- повысить надежность работы оборудования и систем;
- улучшить качество производимой продукции и предоставляемых услуг;
- автоматизировать производство;
- экономить ресурсы и энергию.

Целью работы является анализ влияния внедрения частотно-регулируемого привода на выпуск продукции цеха по переработке сухого обезжиренного молока (СОМ) «Арского молочного комбината».

Электрический двигатель преобразует электрическую энергию в механическую энергию и приводит в движение исполнительный орган технологического механизма.

Преобразователь частоты управляет электрическим двигателем и представляет собой электронное статическое устройство. На выходе преобразователя формируется электрическое напряжение с переменными амплитудой и частотой.

Название «частотно регулируемый электропривод» обусловлено тем, что регулирование скорости вращения двигателя осуществляется изменением частоты напряжения питания, подаваемого на двигатель от преобразователя частоты.

УДК 536.24

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ХАКИМОВА В.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук. доц. РЫЖКОВ Д.В.

В настоящей работе рассматриваются холодильные установки, применяемые для охлаждения молочных продуктов.

В компрессионном и абсорбционном холодильнике охлаждение рабочей камеры происходит за счет испарения хладагента (чаще всего аммиака). В абсорбционном холодильнике, в отличие от компрессионного, циркуляция хладагента происходит за счет его растворения (абсорбции) в жидкости, обычно в воде. Преимущества абсорбционных холодильников – бесшумность работы, отсутствие движущихся механических частей, возможность работы от нагрева прямым сжиганием топлива; недостатки – плохие удельные показатели хладопроизводительности на единицу объема, чувствительность к положению в пространстве, а также недолговечность: трубопроводы такого холодильника относительно быстро засоряются продуктами коррозии. Кроме того, холодильный агрегат содержит ядовитый аммиак и горючий водород. Наиболее эффективно их использование в промышленности совместно с когенерационными установками, что позволяет утилизировать избыточное тепло и повысить КПД. Помимо этого, абсорбционные машины позволяют использовать сбросное тепло.

Холодопроизводительность на фреоне больше, чем на аммиаке. Что касается КПД агрегатов, то на среднетемпературных режимах аммиак оказывается существенно экономичнее. Для низкотемпературных режимов энергопотребление аммиачных компрессоров меньше фреоновых.

В молочной промышленности наиболее целесообразным будет использование абсорбционных холодильных машин, что позволит снизить затраты на электроэнергию и, соответственно, уменьшить долю энергетических ресурсов в стоимости конечного продукта.

УДК 621.311:655

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РЕЖИМА ОЧИСТКИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ И ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА

МУРТАЗИНА Д.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. АХМЕРОВ А.В.

Целью исследования является разработка режимов работы мобильной пульсационной установки в режиме с пакером с целью минимизации энергетических затрат на очистку скважины и призабойной зоны пласта. Данный метод заключается в том, чтобы воздействовать на скважину и пласт низкочастотными пульсациями, которые способны влиять на распределение твердотельной фазы в призабойной зоне пласта с их последующим извлечением из пористого пространства.

Для разработки технологий с пакером важно учитывать следующие факторы:

- собственную частоту колебаний системы «пакер-скважина-пласт»;
- выбор насоса-нагнетателя;
- выбор промывочной жидкости или используемого реагента;
- упругие свойства пласта.

В режиме с пакером наблюдается частотный режим на протяжении всего периода пульсаций, что позволяет предотвратить закупорку значительных объемов коллектора и вернуть их в нормальный эксплуатационный режим скважины за счет воздействия на зону, наиболее подверженную отложениям парафина.

УДК 66.067

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПУЛЬСАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

ШИПКОВ В.П., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. АХМЕРОВ А.В.

Одним из достоинств использования мобильной пульсационной установки является ее высокая эффективность – в процессе работы происходит очистка как ствола скважины, так и призабойной зоны

пласта (ПЗП). Состояние ПЗП является одним из важнейших факторов, влияющих на коэффициент нефтеотдачи. Скин эффект, кальматация пласта АСПО и борьба с ними широко освещены в научных статьях специалистов данной области. Разрабатываемый нами подход основывается на хорошо изученных процессах экстрагирования вещества из пористого тела импульсными методами. По всей видимости, данная методология упростит технологию очистки ПЗП и, тем самым, увеличит эффективность добычи нефти.

УДК 628.3

ПРОЕКТ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПО ОТДЕЛЕНИЮ ТВЕРДОЙ ДИСПЕРСИИ

НИКОЛАЕВ А.И., ЗАЙНУЛЛИН А.З., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. АХМЕРОВ А.В.

Целью данной работы является разработка и нахождение технологических решений по оптимизации процесса и снижению энергетических затрат.

В настоящее время важной научно-технической проблемой является экологическая защита природной среды от загрязнения ее отходами промышленных производств. Попадание загрязнений в водные бассейны происходит при сбросе коммунальных и промышленных сточных вод, образующихся при реализации технологических процессов производства и переработки продукции. В связи с этим возникает необходимость строительства сложных очистных сооружений, проведения энергосберегающих мероприятий, обеспечивающих показатели очистки и, тем самым, способствующих снижению затрат.

Создается лабораторная установка, изучающая процесс сепарации твердой дисперсии твердой фазы из сточных вод.

УДК 628.3

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОЙ ДИСПЕРСИИ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

БЛАГОДАРОВ Н.Г., ГРУБСКАЯ О.С., РАДАЕВ А.В., АХМЕРОВ А.В.,
КГЭУ, г. Казани

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГУРЬЯНОВ А.И.

Современное состояние промышленности и экологическая ситуация в России требует развития нового подхода к правильному и быстрому выбору схем очистки сточных вод. Для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения применяются решетки и для более полного выделения грубодисперсных примесей – сито.

Существующие принципы, методы, средства очистки сточных вод могут лежать в основе новых технологий, так что прогресс в области средств очистки способствует созданию технологии. Методы очистки сточных вод весьма разнообразны и предопределяются физико-механическими, физическими, химическими и микробиологическими (биологическими) характеристиками содержащихся в них примесей.

Цель исследования состоит в оптимизации процессов очистки грубодисперсных примесей.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие научные и практические задачи:

– исследование процесса концентрирования отходов при изменении расходов жидкости, размеров дисперсии, поведения частиц с различной плотностью под решеткой;

– определение напора в емкости необходимого для самоочищения решетки.

УДК: 621.311:685

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ

ХАЛИКОВ Л.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. РАДАЕВ А.В.

В настоящее время на балансе малых нефтяных компаний преимущественно находятся истощенные месторождения с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Одним из факторов, существенно

влияющим на эффективность нефтедобычи из таких месторождений, является повышение затрат на освоение и увеличение продуктивности нефтедобывающих скважин.

Существующие, даже наиболее распространенные и эффективные способы обработки (например, кислотная обработка) из-за значительных затрат и продолжительности операций в условиях рыночной экономики оказываются недостаточно производительными и рентабельными. Необходима разработка новых комплексных методов воздействия на пласт, предусматривающих совместное проведение операций кислотной обработки призабойной зоны пласта и физико-механического воздействия, ориентированных на высокопроизводительную и рентабельную добычу трудноизвлекаемых нефтей. Высокоэффективным и универсальным в плане решения широкого круга задач является предлагаемая технология обработки скважины в режиме гидродинамических пульсаций, предназначенных для очистки ствола скважины от АСПО без разрушения структуры пласта. В связи с тем, что в процессе работы аппарата в режиме несимметричных сложных режимов гидродинамических пульсаций происходит распределение твердотельной фазы в призабойной зоне пласта, предлагаемая технология обработки скважин позволяет предотвратить закупорку значительных объемов коллектора и вернуть их в нормальный эксплуатационный режим и предотвратить образование закупорок.

УДК 536.24

ВНЕШНИЙ ТЕПЛООБМЕН ПРИ НИЗКОЧАСТОТНОМ ПУЛСАЦИОННОМ ПОТОКЕ В ПУЧКЕ ТРУБ

МУСАЕВА Д.А., ХАЙРУЛЛИН А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГУРЬЯНОВ А.И.;

ст. преп. СИНЯВИН А.А.

В настоящей работе численным методом рассчитывается двумерная задача поперечного обтекания пучков труб с целью исследования влияния искусственно созданной нестационарности движения потока жидкости в межтрубном пространстве на процесс теплообмена. Рассматривалось влияние низкочастотных ($f = [0; 0,8]$ Гц) пульсаций потока жидкости, имеющих различную скважность ($\Psi = [0; 1]$) в интервале чисел Рейнольдса от 30 до 90.

Для моделирования гидродинамики и теплообмена была использована k - ϵ модель турбулентности, а в качестве метода решения уравнений метод конечных объемов. Физическая модель представляет собой пять рядов труб в шахматном или коридорном расположении поперечно обтекаемых потоком жидкости. Пульсация потока формируется за счет прямоугольных колебаний давления воды на входе в исследуемую область при постоянном на выходе.

Анализ эффективности наложения пульсаций проведен на основе сравнения интенсивности переноса теплоты от цилиндра с постоянной температурой стенки к жидкости в пульсирующих с различной частотой потоках и течениях без пульсаций путем усреднения коэффициентов теплоотдачи по поверхности цилиндров.

Исходя из данных, полученных в результате математического моделирования, можно сделать вывод о повышении теплоотдачи в пульсирующем потоке по сравнению со стационарным на 15–55 %. При этом следует отметить, что интенсификация переноса теплоты происходит с увеличением скважности и частоты. С точки зрения расположения цилиндров, в пучке можно отметить незначительное преимущество коридорного пучка.

УДК 621.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ЖИДКОКЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ «КОРУНД» И «ТЕПЛОСИЛ», СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА ОТ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ

ИГОНИНА М.А., СЕДЛОВА П.П., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. КЛЮЧНИКОВ О.Р.

В связи с появлением на рынке жидкокерамических покрытий (ЖКП), предлагаемых и рекламируемых как энергосберегающие материалы, становится актуальной проблема исследования их эффективности и сравнения теплоизоляционных свойств с более дешевыми материалами.

Нами для изучения зависимости сопротивления теплопередаче от толщины выбранных ЖКП «Корунд» и «Теплосил», строительный гипс использовалась экспериментальная установка, состоящая из воздушного термостата и измерителя плотности тепловых потоков ИТП-МГ 4.03/Х(У) «ПОТОК». Данная установка определяет плотность тепловых потоков и сопротивление теплопередаче через многослойные ограждающие конструкции.

Проведено исследование ИК-отражательной способности ЖКП, алюминиевой фольги и ряда других материалов тепловизором Testo 882.

В качестве конструктивного материала применялся стальной лист толщиной 0,5 мм, а в качестве теплоизоляционных материалов – жидкокерамические теплоизоляционные покрытия «Корунд» и «Теплосил», строительный гипс. Ранее были получены данные о теплоизоляционных свойствах ППЭ. Сравнительные результаты зависимостей сопротивления теплопередаче R , ($\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) от толщины покрытия δ (мм) приведены ниже:

- «Теплосил» δ/R : 1,54/0,02; 2,62/0,04;
- «Корунд»: 1,42/0,018; 2,48/0,032;
- гипс: 1,45/0,006; 2,6/0,011;
- ППЭ: 2,0/0,052; 4,0/0,068.

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что сопротивление теплопередаче пенополиэтилена в среднем в 2 раза выше, чем у исследуемых жидкокерамических покрытий.

УДК 658

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПОД ДАВЛЕНИЕМ

ЯЛАЛОВ Р.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. МУТРИСКОВ А.Я.

Проблема загрязнения поверхностных водоемов, подземных вод, почв воздуха сточными водами населенных пунктов, групп жилых зданий, отдельных промышленных предприятий, ресторанно-гостиничных комплексов, оздоровительных учреждений, учебно-тренировочных баз и других объектов, расположенных на неканализуемых территориях, особенно острая и требует неотложного решения.

Ресурсосохраняющие технологии кондиционирования загрязненных природных вод и сточных вод промышленных и коммунальных предприятий, объектов сельского хозяйства позволяют обеспечить получение конечной продукции – кондиционной воды – с минимальным использованием вещества и энергии на всех этапах производственного цикла и с наименьшим неблагоприятным воздействием на человека и природные экосистемы, и особенно – для кондиционирования сточных вод на неканализуемых территориях.

Первая стадия очистки – гравитационное отделение. Процесс осуществляется в нефтеловушках различных конструкций, не отличающихся по принципу действия. Вторая стадия очистки – физико-химическая очистка сточных вод от сильно эмульгированных и коллоидных частиц посредством коагуляции, реагентной флотации и др. Третья стадия ставит своей задачей очистку сточных вод от растворенных нефтепродуктов и прочих органических загрязнителей, оставшихся в воде после первых двух стадий очистки. Среди перспективных методов:

– жидкостное окисление нефтепродуктов и других органических примесей методами озонирования;

– интенсификация работы сооружений биологической очистки с использованием технического кислорода в окситенках, повышение дозы активного ила, применение комбинированных сооружений.

УДК 620.9:697

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА КИРПИЧНОМ ЗАВОДЕ С СОСТАВЛЕНИЕМ ЭНЕРГОПАСПОРТА И МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

ПАЛАГИН П.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИЛЬИН В.К.

В настоящее время все острее встает вопрос энергосбережения и энергоэффективности. И ответ на этот вопрос поможет найти энергетическое обследование. Энергетическое обследование призвано выявить энергетическую эффективность предприятия, организации или технологического процесса. Для регулирования энергетического обследования был издан Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 г.

На примере кирпичного завода будет проведено энергетическое обследование, результатом которого будет энергетический паспорт содержащий:

- оборудованность средствами учета энергоресурсов;
- объем потребляемых энергоресурсов и его динамика;
- класс энергетической эффективности;
- процент потери энергоресурсов;
- потенциал энергосбережения, оценка возможной экономии;
- план энергосбережения и увеличения показателей энергетической эффективности.

УДК 621.311.04

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ОХЛАДИТЕЛЕЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ВОДЫ ПАРОТУРБИНОЙ УСТАНОВКИ

ГАДАЛЬШИН Д.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АКМАЕВ Н.Н.

В настоящее время в условиях острого дефицита тепловой и электрической энергии интенсивный поиск рациональных способов утилизации сбросной теплоты тепловых электростанций является важной задачей.

Для внедрения ТНУ в схему паротурбинной установки, важнейшей предпосылкой являются достаточно большие объемы теплоты, выбрасываемые при охлаждении конденсата в градирнях и охладительных водоемах, что ведет к тепловому загрязнению прилегающей к ТЭЦ территории. Например, охлаждение конденсата на Казанской ТЭЦ-1 происходит посредством открытого водоема (оз. Кабан), что ведет не только к тепловому загрязнению водоема, но и к потере тепловой энергии. Поэтому внедрение ТНУ в схему паротурбинной установки приведет к улучшению экологической обстановки и эффективному использованию вырабатываемого тепла.

С помощью ТНУ можно передать большую часть сбросной теплоты в теплосеть (около 50–60 %). При этом:

- на производство этой теплоты не надо затрачивать дополнительное топливо;
- снижение пагубного влияния на экологию;
- за счет понижения температуры циркуляционной воды в конденсаторе турбин существенно улучшатся параметры вакуума, и повысится электрическая выработка с турбин;
- обеспечение постоянной температуры циркуляционной воды независимо от времени года;
- сократятся потери циркуляционной воды и затраты на ее перекачку.

Также внедрение ТНУ в схему паротурбинной установки позволит реализовать высокотемпературные процессы, проходящие в турбине и низкотемпературные процессы непосредственно в ТНУ.

УДК 66.045.1

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ СОЗДАНИЯ ПУЛЬСАЦИИ ПУЛЬСАЦИОННОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

ХАННАНОВ С.Ф., СНИГИРЁВА Ю.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МОРЯШОВ А.А.

Для генерации пульсационных импульсов исследовали две системы создания пульсации (ССП) – пневматическую (рис. 1) и пневмогидравлическую (рис. 2).

Выявлено, что в пневмогидравлической ССП амплитуду и частоту пульсации нельзя менять независимо друг от друга, что не позволяет определить влияние каждого из параметров на интенсификацию теплообмена. Этому недостатка лишена пневматическая ССП.

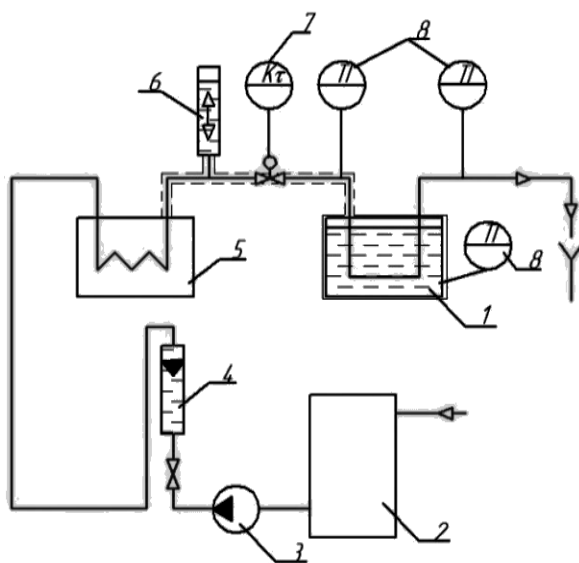


Рис. 1. Пневматическая ССП:

- 1 – теплообменник; 2 – приемная емкость; 3 – центробежный насос; 4 – ротаметр;
5 – термостат; 6 – пульсационная камера; 7 – электромагнитный клапан;
8 – ртутный термометр

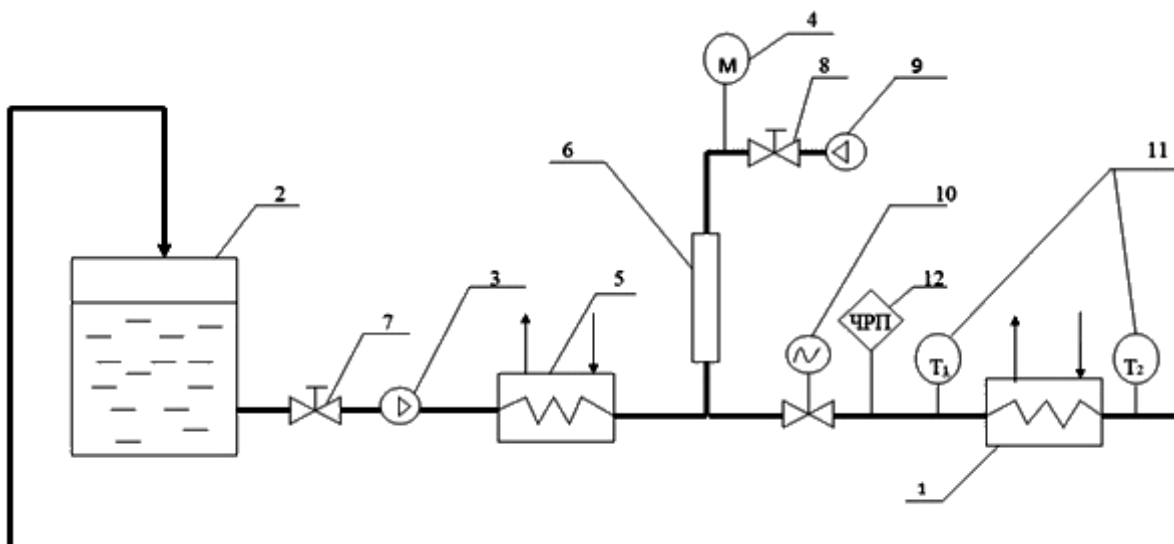


Рис. 2. Пневмогидравлическая ССП:

1 – теплообменник; 2 – приемная емкость; 3 – центробежный насос; 4 – манометр;
 5 – термостат; 6 – пульсационная камера; 7 – регулировочный вентиль для подачи
 теплоносителя; 8 – регулировочный вентиль для подачи сжатого воздуха; 9 – компрессор;
 10 – электромеханический клапан (пульсатор); 11 – термометры сопротивления

УДК 697:620.9.004.18

ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ИХ ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ

МУХАМЕТОВА Л.Х., КГЭУ, г. Казань
 Науч. рук. ст. преп. КУЗНЕЦОВА М.А.

Отопительный прибор должен компенсировать дефицит тепла в помещении. Использование приборов той или иной конструкции и установка их в различных местах помещения не должны вызывать заметный перерасход тепла. Показателем, оценивающим эти свойства, является отопительный эффект прибора – отношение теплопотерь помещения к количеству тепла, затрачиваемого прибором для создания в помещении заданных тепловых условий.

Наилучшим отопительным эффектом обладают панельно-лучистые приборы, установленные в верхней зоне помещения или встроенные в конструкцию потолка. По данным отдельных авторов, у таких приборов отопительный эффект равен 1,1–1,05, т.е. теплоотдача потолочных панелей-излучателей может быть даже несколько ниже расчетных теплопотерь помещения без ухудшения комфортности внутренних условий. У панели, расположенной в конструкции пола, отопительный эффект около 1,0.

Наиболее распространенные приборы – радиаторы обычно устанавливаются в нишах или около поверхности наружной стены. Зарadiatorная поверхность сильно перегревается, и через эту часть наружной стены бесполезно теряется некоторое количество тепла. В результате отопительный эффект радиаторов равен 0,96–0,94. Низкие приборы, располагаемые вдоль наружной стены, целесообразнее радиаторов. Отопительный эффект, например, низкого конвектора ~0,97.

Отопительный прибор, встроенный в конструкцию наружной стены, имеет заметные бесполезные потери тепла, и его отопительный эффект ~0,9.

Кроме потерь, связанных с размещением отопительных приборов, в системе отопления наблюдаются бесполезные потери тепла трубопроводами, проходящими по неотапливаемым помещениям или прислоненными и встроенными в конструкции наружных ограждений, а также в тепловом узле и других элементах системы. Величина всех дополнительных потерь в системе не должна превышать 15 % расчетных потерь тепла.

Таким образом, можно заключить, что наибольший отопительный эффект имеют панельно-лучистые приборы, установленные в верхней зоне помещения или встроенные в конструкцию потолка.

УДК 622.3

ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ В ПРОМЫСЛОВОЙ ПОДГОТОВКЕ НЕФТИ

ГАЙНУЛЛИНА Л.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. НОВОДВОРСКИЙ В.Л.

Применение химических реагентов-ингибиторов солеотложения является наиболее эффективным и технологичным способом борьбы с солями, так как он не требует больших затрат энергии, конструктивных изменений оборудования и остановки на текущий или капитальный ремонт.

Ингибиторы применяются, как для предупреждения солеотложения, так и для их удаления. Основная часть ингибиторов представляет собой поверхностно-активные вещества, которые, сталкиваясь с кристалликами соли в потоке флюида, концентрируются на его поверхности, тем самым не давая другим молекулам той же самой соли закрепиться на зародыше. Различные типы ингибиторов применяются в различных ситуациях.

Все ингибиторы солеотложений (ИС) подразделяются на два вида – жидкие и капсулированные, при этом первые распространены более широко. В зависимости от механизма действия ИС условно разделяются на следующие три типа:

- хелаты – вещества, способные связывать солеобразующие катионы и препятствовать их взаимодействию с солеобразующими анионами;
- ингибиторы «порогового» действия, добавление которых в раствор препятствует зарождению и росту кристаллов солей;
- кристаллоразрушающие ингибиторы, не препятствующие кристаллизации солей, а лишь видоизменяющие форму кристаллов.

Эффективность ингибитора солеотложений зависит не только от его химического состава и свойств, но и от того, насколько правильно он подобран к условиям той или иной скважины. Как правило, для оптимального подбора реагентов к скважинам применяется метод лабораторного тестирования.

В результате чего возникает задача получения математической зависимости между эффективностью ИС, техническими параметрами процесса и характеристиками добываемой нефти. При этом должна достигаться максимальная эффективность удаления и предупреждения солеотложений при минимальной дозе ингибитора солеотложений.

УДК 622.276

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНГИБИТОРОВ ПАРАФИНОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ПРОМЫСЛОВОЙ ПОДГОТОВКЕ НЕФТИ

ИСМАГИЛОВА А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. НОВОДВОРСКИЙ В.Л.

В процессе эксплуатации скважин и наземного оборудования во всей технологической цепочке добычи, транспорта и подготовки нефти происходит образование асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), приводящее к уменьшению срока службы и изменению межремонтного периода скважин и наземного оборудования. Эти обстоятельства существенно затрудняют добычу нефти и требуют применения специальных технологических операций.

Существует несколько известных и активно применяемых методов предотвращения АСПО. Тепловые методы основаны на способности парафина плавиться при температурах выше 50 °С; механические –

предполагают удаление уже образовавшихся отложений; физические основаны на воздействии механических и ультразвуковых колебаний. Недостатками данных методов являются их высокая энергоемкость, ненадежность и низкая эффективность применяемых технологий. Практика показала, что наиболее перспективным способом остается химический метод, базирующийся на дозировании в добываемую продукцию химических соединений, уменьшающих, а иногда и полностью предотвращающих образование отложений. Ингибиторы парафиноотложений (ИП) подразделяются на смачивающие, модификаторы, депрессаторы и диспергаторы. Положительная сторона – использование ИП без остановки оборудования на капитальный ремонт. Однако проблема подбора ИП в конкретных условиях весьма далека от своего разрешения. Как правило, подбор ИП для конкретных месторождений осуществляется эмпирически. Это связано с недостатком информации и малой изученностью механизма взаимодействия нефтяных дисперсных систем с растворителями.

В связи с этим возникает задача получения математической зависимости между эффективностью ИП технологического процесса и характеристиками добываемой нефти. На практике использование математической зависимости приводит к снижению количества экспериментов и возможности подбора ИП для конкретных условий.

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СЛОЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СХЕМ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

КАШИПОВА Л.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПЛОТНИКОВА Л.В.

В условиях роста спроса на промышленную продукцию актуальна задача повышения энергоэффективности производства в связи с его расширением и соответствующим повышением его энергоемкости. Перспективным направлением энергосбережения в сложных технологических промышленных схемах, состоящих из сотен взаимосвязанных элементов, является организация систем утилизации вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), обеспечивающих получение дополнительного количества энергии за счет внутренних резервов

предприятий. Выявить эффективный вариант таких систем возможно на основе системного анализа, включающего структурный и термодинамический анализ.

Структурный анализ позволяет установить взаимосвязи между элементами внутри схемы, между входными и выходными потоками и определить наилучшую последовательность расчета схемы с целью дальнейшего выбора эффективного энергосберегающего мероприятия, реализуемого в виде организации системы утилизации ВЭР. Для осуществления структурного анализа на языке С# разработана программа в среде Microsoft Visual Studio, в основе которой лежит алгоритм перемножения булевых матриц. Используя данную программу на примере схемы пиролиза и компримирования в производстве этилена было выявлено наличие систем контуров элементов, определены частота и ранг потоков в контурах, выявлены потоки, условный разрыв которых позволит рассчитать всю схему, а также исключены из области анализа потоки, не входящие в контуры. В результате произведена декомпозиция схемы и определена оптимальная последовательность расчета термодинамических характеристик потоков, входящих в замкнутые последовательности элементов – контуры.

Результаты проведения структурного и термодинамического анализа позволяют выявить приоритетные для утилизации потоки и, как следствие, определить вариант повышения энергоэффективности производства.

УДК 681.518.5

ТЕХНОЛОГИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ГОРЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

БОБРОВ А.С., ВятГУ, г. Киров

Внедрение инновационных технологий в производственные процессы наблюдается во всех отраслях промышленности. Обусловлено это экономическим эффектом от их применения, так как повышается энергоэффективность на всех ключевых этапах производства продукции.

На этапе преобразования энергии топлива в другие виды энергии для максимальной экологичности и экономичности процесса сжигания топлива в энергетической установке необходимо достичь максимального КПД процесса горения. Что обеспечивается полнотой сгорания топлива при коэффициенте избытка окислителя близком к единице.

Поддержание соотношения давления топлива и воздуха в соответствии с заранее разработанной режимной картой является относительно грубым и недостаточно эффективным способом, не учитывающим влияния изменений температуры и влажности воздуха, теплотворной способности и температуры топлива и ряда других внешних факторов. Автоматизированные системы регулирования процесса сгорания топлива на основе контроля содержания кислорода с применением газоаналитического оборудования работают с запаздыванием управляющего сигнала, имеют высокую стоимость и требовательны в обслуживании, обуславливающего запаздывание управляющего сигнала.

Предложенный нами способ отличается тем, что избыток окислителя определяется при обработке электрических характеристик пламени, полученных при его зондировании с помощью пассивного (электростатического) зонда. Благодаря чему минимизируется запаздывание в отработке изменения расхода окислителя (горючего), поступающего в камеру сгорания, для поддержания его на уровне необходимом для полного сгорания при избытке окислителя, близком к единице, что обеспечивает максимальный КПД процесса горения.

Использование принципиально новой технологии определения полноты сгорания топлива посредством зондирования электрической структуры пламени обеспечивает надежность диагностики и регулирования процесса горения. А отсутствие необходимости использования газоанализатора на порядок снижает стоимость автоматических систем управления процессом горения.

УДК 536:620.9

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

АРХИПОВА И.Г., ДИДЕНКО Е.С., ПАЛЛЫЕВА А.Б., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАХИТОВА Р.И.

При строительстве в отдаленных от газопроводов районах стоит задуматься – подводить газопровод или искать более дешевое решение.

Одним из наиболее оптимальных решений является применение пеллетных котлов.

Пеллетные котлы – относительно новый вид отопительного оборудования, обеспечивающий своим владельцам независимость от централизованных источников тепла.

КПД специализированных котлов на пеллетах составляет 85–97 %, что соответствует уровню газовых и жидкотопливных котлов и во многом зависит от используемой технологии сжигания пеллет.

Мощность пеллетных котлов, устанавливаемых, как правило, в коттеджах, составляет от 15 до 100 кВт.

Стабильное ценообразование пеллетного топлива гарантировано высокой конкуренцией среди производителей, обилием деревообрабатывающих производств и большими лесными запасами нашей страны.

Авторами рассмотрена возможность установки пеллетного котла в «Детско-юношеской спортивной школе по конному спорту АМР РТ» вместо электрических отопительных котлов серии РусНИТ типа РТ-245, мощностью 45 кВт. Процесс газификации неоправданно дорог из-за удаленности газопровода от рассматриваемого объекта.

На основании расчетов выбран котел марки FАСI ЕСO-4 KW 44-56 мощностью 56 кВт. Максимальный часовой расход пеллет 6,984 кг у.т/ч.

Суммарное потребление электроэнергии за отопительный период 3600,17 кВт/год.

Капитальные вложения на строительство блочной мини-котельной, включающие в себя СМР, ПИРы, транспортные расходы составили 291,329 тыс. руб. Затраты на заработную плату персонала составят 576 тыс. руб./год.

Затраты на амортизационные отчисления – 14,56 тыс. руб./год.

Срок окупаемости проекта – 2 года 4 месяца.

УДК 621.182

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВОГО МОДУЛЯ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

АРХИПОВА И.Г., ДИДЕНКО Е.С., ИНЧАКОВА Т.А., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАХИТОВА Р.И.

Дефицит энергоресурсов – одна из актуальных реальностей современной России. От того, насколько динамично развивается и устойчиво функционирует топливно-энергетический комплекс,

насколько быстро осваиваются и внедряются новые нетрадиционные источники энергии, зависит в конечном итоге экономический рост и благополучие населения страны.

Объектом исследования выступила «Детско-юношеская спортивная школа по конному спорту АМР РТ» (г. Альметьевск), в которой теплоснабжение АБК – местное, отопление осуществляется электрическим отопительным котлом серии РусНИТ типа РТ-245, мощностью 45 кВт (один котел – рабочий, один – резервный). Процесс газификации неоправданно дорог из-за удаленности газопровода от рассматриваемого объекта.

Альтернативным вариантом теплоснабжения объекта рассматриваем установку биогазогенератора – модуль Б20.

Биогаз используют в качестве топлива для производства: электроэнергии, тепла или пара, либо в качестве автомобильного топлива. Биогаз плохо растворим в воде (состоит из метана (55,85 %) и углекислого газа (15,45 %), могут содержаться следы сероводорода). Его теплота сгорания составляет 21–27,2 Мдж/м³.

Для отопления объекта исследования было подобрано оборудование: биогазовая установка Б20, стальной водогрейный котел марки RIELLO RTT 59 мощностью 58,7 кВт, газовая горелка Gulliver BS2. Произведен расчет экономической эффективности. Срок окупаемости проекта составил 4,06 лет.

С помощью биогазовой установки появляется реальная возможность не только значительно сократить расходы на энергию, но и получить дополнительную прибыль, продавая переработанные отходы животного происхождения.

УДК 66. 041

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА КИРПИЧА С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВИЗОРА

НИКИТИН А.С., ЦВЕТКОВА М.С., ЛОПАТИНА М.В., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГНЕЗДОВ Е.Н.

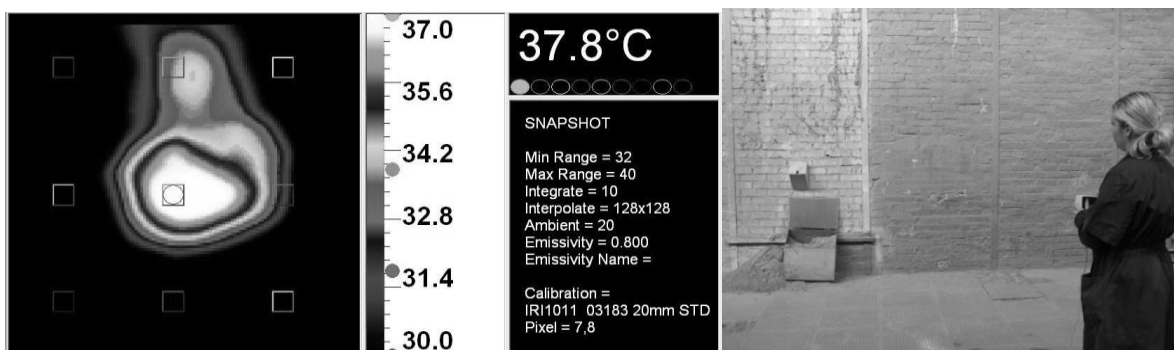
Целью обследования печи с помощью тепловизора является выявление участков, температура которых заметно отличается от соседних. Определив области этих участков, можно планировать ремонт и другие различные пути снижения теплопотерь.

Нами была разработана методика применения тепловизора в условиях ЗАО «Норский керамический завод» (г. Ярославль), в которой учитывались особенности тепловизора, печи и другие факторы, влияющие на качество тепловизионных снимков.

Совместно с тепловизионным снимком делались фотографические снимки. Это было необходимо, так как у тепловизора был выбран наиболее удобный автоматический режим работы, для которого необходима подробная идентификация отдельных участков.

Результаты этих исследований получились в виде набора примерно 80-ти пар тепловизионных и фотографических снимков. Особенность наших исследований заключалась в получении более подробных изображений аномальных участков печи (участки с температурой, отличающейся от соседних). Дополнительно температуры наружных поверхностей печи были измерены инфракрасным пирометром С-300.

В конечном итоге мы получили схему расположения аномальных участков вместе с дискретно измеренным полем температуры наружных поверхностей кладки.



УДК 621.1

ПРИМЕНЕНИЕ КОНДЕНСАЦИОННЫХ КОТЛОВ

САЙФУТДИНОВА А.Р., МУХАМАДЕЕВА Л.Т., РАХИМБЕРДИЕВА Г.Р.,
 АГНИ, г. Альметьевск
 Науч. рук. асс. ОСИПОВА Д.Н.

Газовые конденсационные котлы приобретают все большую популярность в России благодаря многим преимуществам, которые отличают данный вид отопительного оборудования.

Конденсационные котлы представляют собой особую конструкцию поверхностей нагрева теплообменника, который отбирает у продуктов сгорания помимо явного тепла, еще и теплоту конденсации водяного пара и это суммарное тепло передает в отопительную систему. Использование этой теплоты повышает КПД котла, позволяет снизить расход газа до 35 %.

Конденсационные котлы оснащены уникальными горелками, изготовленными благодаря интенсивному развитию высоких технологий. Принцип работы конденсационных котлов состоит в том, что используется энергия продуктов сгорания. Освобождающаяся в процессе горения скрытая теплота также передается циркулирующему теплоносителю.

Также к преимуществам относятся: 1) экономия до 30 % газа; уменьшение объема выходного угарного газа до 70 %; 2) отсутствие необходимости в виброизолирующих платформах для котлов и звукоизоляции помещений под котельной; 3) экономия на дымоходе.

Современные конденсационные котлы особенно эффективны в низкотемпературных системах.

Сдерживающим фактором для применения конденсационных котлов является высокая цена, по сравнению с традиционными котлами. Однако экономия эксплуатационных затрат обеспечивает довольно приемлемый срок окупаемости.

УДК 621.1

ИНДУКЦИОННЫЕ КОТЛЫ – АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

РЯБОВА К.Ю., ТРОФИМОВА Т.В., ФЕДОТОВА В.С., АГНИ,
г. Альметьевск

Науч. рук. ст. преп. АБРАМОВА Э.В.

Сегодня далеко не вся территория нашей страны охвачена газификацией и нередки случаи, когда для организации теплоснабжения объектов приходится искать альтернативные варианты. Один из наилучших способов – применение электрических котлов.

Электрический индукционный котел – простой и очень надежный нагреватель (жидкости). Он состоит из стержневого магнитопровода с однофазной или трехфазной первичной обмоткой и короткозамкнутой вторичной обмотки (теплообменника). При включении с сеть первичной обмотки в магнитопроводе трансформатора возбуждается переменный

магнитный поток, создающий в металле теплообменника (вторичной обмотке) ток, вызывающий его нагрев. В результате большой поверхности соприкосновения теплообменника с теплоносителем между ними происходит теплообмен. Основное отличие индукционных котлов – это отсутствие нагревательных элементов, следовательно, отпадает возможность перегорания нагревательного элемента котла.

Индукционные котлы экономичнее ТЭНовых на 20–30 %. Теплоотдача с 1 кВт ТЭНового котла позволяет прогреть 10 м^2 . 1 кВт индукционного котла обогреет 13 м^2 . Для ТЭНа второй отопительный сезон означает потерю мощности от 15 %, таким образом он будет работать дольше, чтобы достичь заданной температуры помещения и, соответственно, больше тратить электричества. КПД индукционного котла не падает. Каждый месяц эксплуатации электрической индукционной системы отопления экономит владельцу определенную сумму. И если в течение первого года экономия по отношению к ТЭНовому котлу составляет 3 675 руб. в месяц, то на 5 году потребитель будет экономить больше, чем по 11 тыс. руб. ежемесячно. При соотношении стоимости ТЭНа к индукционному 1:3 и сроке службы 1:10 экономическая эффективность индукционного котла очевидна.

Установки индукционного нагрева – это лучшая, с точки зрения надежности, безопасности и энергоэффективности, альтернатива другим типам нагревателей.

УДК 62-68

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ СУШКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

АЛЕКСЕЕВ А.И., КОЗЛОВСКАЯ А.А., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ТИМОШИН Л.И.

Качество растительного сырья (табак, лекарственные растения, чай и др.) во многом зависит от процесса послеуборочной сушки. Так табачный лист состоит из листовой пластинки, средней жилки и боковых жилок. Листовая пластинка, содержащая до 70 % сухого вещества табачного листа, представляет основную технологическую ценность.

Качество получаемого готового продукта в большой степени зависит от поддерживаемых оптимальных параметров сушки. Процесс высушивания растительного сырья является крайне энергоемким. Поэтому может представлять особый интерес для энергетиков ввиду сложившейся

в последнее время тенденции к повышению энергетической эффективности использования топливных ресурсов. Однако, ввиду того, что сушка растительного сырья проводится в месте его сбора, применение классических энергосберегающих технологий осложнено. В качестве примера рассмотрим поточную сушилку табака СТГ-1,5. Она имеет следующие недостатки:

- несовершенство системы вентиляции и теплоснабжения в зоне сушки, что ведет к непостоянству поддерживаемых параметров сушки и снижению качества получаемого продукта;

- отсутствие устройств, позволяющих использовать вторичные энергоресурсы, такие как отработанный воздух и конденсат греющего пара;

- низкая эффективность использования солнечной энергии.

Для повышения эффективности работы поточной линии необходимо следующее:

- поддержать параметры воздуха в сушильной камере в течение суток;
- максимально использовать солнечную энергию из вторичных энергетических ресурсов поточной линии.

Экономический эффект может быть достигнут за счет:

- улучшения качества получаемой продукции;
- увеличения производительности за счет поддержания оптимальных параметров в процессе сушки вне зависимости от погодных условий и времени суток.

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

ВАСЯГИН Д.М., ОГТИ (ф) ОГУ, г. Орск
Науч. рук. ст. преп. ПРАСЛОВА Е.А.

Мы предлагаем применение системы газового инфракрасного отопления в производственном помещении. Эти системы являются современным решением в области отопления промышленных объектов. Инфракрасные обогреватели при соблюдении всех правил установки и эксплуатации не вредят здоровью человека. Дискомфорт возникнет при неправильном монтаже (без учета высоты потолка, например) и неверном расчете интенсивности излучения. Инфракрасные газовые обогреватели (излучатели) создают для человека здоровую, комфортную, безопасную и климатически регулируемую атмосферу вокруг рабочей зоны.

Преимущества использования инфракрасного отопления перед традиционными способами:

- снижение затрат на отопление в 2–5 раз;
- возможность обогрева только рабочей зоны;
- равномерное распределение теплового потока;
- не сушит воздух и т.д.

Преимущества обеспечиваются за счет следующих факторов;

- улучшенные климатические условия внутри помещения;
- полное отсутствие вредных выбросов;
- обеспечивают снижение относительной влажности воздуха до нормативных значений.

Инфракрасные обогреватели функционируют по принципу обогрева солнца: тепловая энергия, которую они излучают, поглощается окружающими поверхностями. Таким образом, нагревается пол, стены и потолок, а они, в свою очередь, передают тепло воздуху. Важным является и то, что инфракрасные обогреватели не выжигают при работе кислород.

Сравнение затрат на отопление ремонтно-механического цеха № 8 ОАО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ» за прошлый год с расчетными затратами на отопление при помощи инфракрасных обогревателей показывает, что такой вид отопления можно считать оптимальным для обогрева цеха.

УДК 697.34

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ В ГОРОДЕ ОРСКЕ

ЛИТВИНОВА И.С., ПОЛЕНОВ В.А., КУЛЕШОВ И.В.,
ОГТИ (ф) ОГУ, г. Орск

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АНУФРИЕНКО О.С.

Тепловое потребление – одна из основных статей топливно-энергетического баланса нашей страны. На удовлетворение тепловой нагрузки страны расходуется ежегодно более 600 млн т.у.т., т.е. около 30 % всех используемых первичных топливно-энергетических ресурсов. Централизованные системы теплоснабжения в условиях г. Орска обеспечивают наиболее экономное использование топлива и имеют наиболее высокие экономические показатели.

Для централизованного теплоснабжения используются два типа источников тепла: теплоэлектроцентрали (ОТЭЦ-2) и районные котельные (РК), которые в условиях г. Орска находятся в ведомственной принадлежности МУП ОПТС или промышленных предприятий на территории города.

На ОТЭЦ-2 осуществляется комбинированная выработка тепла и электроэнергии, обеспечивающая существенное снижение удельных расходов топлива при получении электроэнергии. Горячая вода применяется для теплоснабжения. Таким образом, на ОТЭЦ тепло высокого потенциала используется для выработки электроэнергии, а тепло низкого потенциала – для теплоснабжения. В этом состоит энергетический смысл комбинированной выработки тепла и электроэнергии в г. Орске. При отдельной их выработке электроэнергию получают на конденсационных станциях (Ириклинская ГРЭС), а тепло – в котельных. В конденсаторах паровых турбин на ИГРЭС поддерживается глубокий вакуум, которому соответствуют низкие температуры (15–20 °С), и охлаждающую воду в системах теплоснабжения не используют. В результате на теплоснабжение близлежащего пос. «Энергетик» расходуют дополнительное топливо. Следовательно, в условиях г. Орска отдельная выработка экономически менее выгодна, чем комбинированная. В качестве теплоносителя для теплоснабжения города используют горячую воду. Горячая вода поступает к потребителям по подающим теплопроводам, отдает в теплообменниках свое тепло и после охлаждения возвращается по обратным теплопроводам к источнику тепла.

Таким образом, теплоноситель непрерывно циркулирует между источником тепла и потребителями. Централизованные системы теплоснабжения в г. Орске представляют собой сложный комплекс, включающий источники тепла, тепловые сети с насосными станциями, центральные тепловые пункты и абонентские вводы, оснащенные системами автоматического управления.

УДК 677: 621.1.016.4

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МИКРОКЛИМАТА

НОВИКОВ А.В., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ПЫЖОВ В.К.

В наше время очень остро встает вопрос повышения эффективности производства и энергосбережения на предприятиях текстильной промышленности (примером подобного предприятия может служить ООО УК «Тейковский ХБК» в г. Тейково Ивановской области).

Для достижения указанных целей необходимо математическое моделирование производственного микроклимата и технологических процессов. В реальных производственных помещениях зачастую неприменимы классические модели дифференциальных уравнений тепло- и массообмена. Поэтому единственный адекватный способ – это статистический подход имитационного моделирования. Сущность метода состоит в том, что варьируя управляемые переменные, мы можем определять значения температур и влажностей воздуха при установленных параметрах, а также изменение температуры и влажности воздуха в течение смены (в общем случае – в течение продолжительного интервала времени). Задавая в модели различные режимы работы систем вентиляции (а, следовательно, интенсивность энергопотребления), можно решить вопрос о разработке и применении режимов экономии энергии.

Для построения линейной математической модели, определяющей зависимость температур и влажностей в точках на оборудовании цеха, были проведены многократные замеры при разных режимах работы оборудования в различные моменты времени. Количество замеров варьировалось в зависимости от устойчивости вычисляемых с помощью метода наименьших квадратов коэффициентов линейных моделей. С целью оптимизации процесса нахождения зависимостей на начальном этапе при проведении замеров направления и интенсивности тепловых потоков строится ориентированный граф (орграф) взаимодействия. Вершины ориентированного графа – точки, в которых производились эксперименты, ребра определяют наличие существенного воздействия тепловлажностных характеристик в одной точке (начале ребра) на характеристики в другой точке (конце ребра). Применение графа позволяет рассматривать получившуюся матрицу системы линейных уравнений как блочную, что существенно упрощает вычислительные процедуры нахождения коэффициентов матрицы. В результате на заключительном этапе исследования, задавая конкретные значения управляемых переменных (моделируя необходимый режим функционирования), можно рассчитать значения температуры и влажности в любой момент времени.

УДК 66. 041

ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

ЛОПАТИНА М.В., ЦВЕТКОВА М.С., ЩЕГОЛЕВА О.И.,
ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГНЕЗДОВ Е.Н.

Сушильные и печные агрегаты грубокерамического производства работают в течение многих лет и даже десятилетий. При этом, с одной стороны, происходит естественное старение оборудования, а с другой стороны, появляются новые технические решения, внедряемые в процесс сушки и обжига наряду с изменяющимися внешними условиями и требованиями. Все это приводит к существенному изменению технико-экономических показателей работы установок. Поэтому необходимо периодически проводить теплотехнологические обследования агрегатов с целью поиска наилучших параметров работы установок. При этом приходится сравнивать полученные результаты: а) с проектными; б) с показателями для аналогичных установок; в) с характеристиками наилучших в отрасли установок.

Нами выполнены работы по обследованию туннельной печи линии «В» ЗАО «Норский керамический завод» (г. Ярославль). Целью теплотехнологического обследования печи было измерение основных параметров ее работы и составление теплового баланса. Тепловой баланс туннельной печи рассчитывался по результатам испытаний. Основные измеряемые параметры соответствуют материальным потокам на входе и выходе из печи.

Анализ теплового баланса выявил следующее:

1. Велика доля тепла, теряемого с уходящими газами: 38 %. Температура уходящих газов при этом низкая ≈ 130 °С. Это сильно затрудняет утилизацию теплоты газов.

2. Для туннельных печей характерно большое разбавление уходящих газов воздухом. Коэффициент расхода воздуха за дымососом в наших измерениях изменялся от 6,3 до 9,0. Для эффективного горения достаточно иметь величину $\alpha = 1,15$. Снижение подсосов воздуха может сэкономить до 20,0 % топлива.

3. Теплоизоляция наружных поверхностей печи недостаточна. Нужно и можно снизить теплопотери через ограждения печи с 17 % в 2–3 раза. Это даст экономию топлива еще на примерно 10 %.

СЕКЦИЯ 7. «ТЕПЛОФИЗИКА»

УДК 536.24

**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ
НА ТЕПЛОВУЮ СТРУКТУРУ ДИФФУЗИОННЫХ ПЛАМЕН**

БОБРОВ А.С., ВятГУ, г. Киров

Экспериментально изучена тепловая и электрическая структуры диффузионных пламен коаксиальных струй пропана и кислорода с инертными добавками. Обнаружены закономерности воздействия постоянных электрических полей на исследуемые пламена с избытком и недостатком окислителя. Показана возможность регулирования скорости горения k -фазы путем изменения теплового потока к ее поверхности наложением на пламя продольного электрического поля, которое изменяет форму и высоту пламени. При воздействии на пламя электрическим полем происходит изменение положения источников тепловыделения в области горения. Воздействия электрического поля на пламена с избытком и недостатком окислителя имеют отличия.

Для пламен с избытком окислителя источник тепла находится на оси пламени в верхней его части, вблизи максимума положительного электрического потенциала. При совпадении вектора напряженности электрического поля с направлением тока горючего, максимальная температура пламени повышается до 7 % и высота пламени увеличивается от 2 до 30 %, при обратном направлении происходит снижение температуры до 7 % и вместе с этим высоты пламени – от 13 до 43 %.

Для пламен с недостатком окислителя область выделения тепла находится во фронте пламени, средней части ярко-голубого свечения, вблизи максимального отрицательного заряда. При наложении внешнего электрического поля с изменением формы пламени оно всегда остается в средней части зоны ярко-голубого свечения, поднимаясь или опускаясь с фронтом. Максимальная температура не зависит от направления поля, всегда остается практически постоянной.

При совпадении вектора напряженности с направлением тока горючего: пламя с избытком окислителя вытягивается, а пламя с недостатком окислителя прижимается к срезу горелки. При обратном направлении поля ситуация меняется на противоположную.

Регулирование скорости горения может быть обеспечено приближением или удалением источника тепловыделения от горячей поверхности при помощи электрического поля.

УДК 621.1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СЕТЕВОГО ПОДОГРЕВАТЕЛЯ СО СПИРАЛЬНЫМИ ВЫСТУПАМИ

БУРАВОВА Е.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ОЛИМПИЕВ В.В.

В современных условиях и в перспективе один из главных путей повышения экономичности энергоустановок – совершенствование теплообменного оборудования с помощью внедрения эффективных способов интенсификации теплообмена. Посредством интенсификации теплообмена увеличивается количество тепла, передаваемого через единицу поверхности теплообмена, и, соответственно, уменьшаются массогабаритные показатели теплообменника, достигается более выгодное соотношение между передаваемым количеством тепла и мощностью, затрачиваемой на прокачивание теплоносителей.

Для промышленного использования наиболее перспективна интенсификация теплообмена в каналах за счет использования искусственной шероховатости стенки в форме спиральных выступов.

В трубах со спиральными выступами или с внутренними спиральными ребрами интенсификация теплообмена обусловлена совместным проявлением двух факторов: турбулизацией и разрушением пристенного слоя течения выступами и закруткой пристенного потока под действием выступов (или ребер).

В результате работы рассмотрена перспектива модернизации теплообменного оборудования на базе теплообменных элементов в виде спиральных выступов. Приведен обзор различных конфигураций спиральных выступов, отмечена возможность их использования при разработке и проектировании современной теплообменной аппаратуры. На основе этих данных выполнен проект – теплогидравлический расчет теплообменного аппарата.

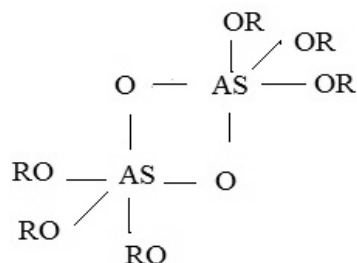
УДК 541.62

ОБ ОБРАЗОВАНИИ ЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ КРИСТАЛИЗАЦИИ ТРИАЛКИЛАРСЕНАТОВ

КАЮМОВ Ф.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ХАЛИТОВ Ф.Г.

Методами колебательной спектроскопии изучен процесс димеризации молекул $(O)As(OR)_3$. При охлаждении и кристаллизации молекул триалкиларсенатов за счет диполь-дипольных взаимодействий происходит димеризация с образованием структуры.



Проведенная теоретическая оценка энергии образования димера и отдельных молекул указывает на незначительные их различия. Рассчитаны значения частот в ИК-спектрах, дипольные моменты, валентные углы и длины связи.

УДК 536.7:665.637.8

ОПТИМАЛЬНОЕ УСТЬЕВОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ МЕТОДОМ ПАРОТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

КВАСОВ С.В., САУБАНОВ А.З., ТУХБАТУЛЛИН А.И., АГНИ,
г. Альметьевск

Науч. рук. асс. МАЗАНКИНА Д.В.

Технология паротеплового воздействия на пласт основана на нагнетании в него теплоносителя, при этом в пласт вводится как тепловая, так и гидродинамическая энергия. Тепловая энергия предназначена для снижения вязкости битумов и создания паровой зоны с высокой температурой.

Основной движущей силой для выноса продукции из пласта предполагается использовать гравитационные силы. В паровой зоне происходит снижение вязкости битумов. При закачке пара плотность в паровой зоне становится меньше начальной плотности битума, и она стекает в подошвенную часть пласта. Смесь, состоящая из битума и конденсата пара, поступает в горизонтальную добывающую скважину и выносится на поверхность.

За счет гидродинамического воздействия растёт или стабилизируется пластовое давление, что уже благоприятно сказывается на работе добывающих скважин. Проявление гидродинамического эффекта обусловлено механизмом обычного заводнения.

Режим работы нагнетательных скважин должен обеспечивать максимальный охват пласта вытеснением при соблюдении условия предотвращения опережающих прорывов закачиваемого агента. Резкое повышение температуры вследствие неравномерного нагревания обсадной колонны расхода может привести к растрескиванию цементного камня за обсадной колонной. Затем нагнетание проводят при максимально возможном его расходе, что сокращает продолжительность процесса, уменьшаются потери тепла и обеспечивается создание паровой зоны и проявление сил гравитации. Завершение закачки расчетного объема теплоносителя должно проводиться с постепенным уменьшением темпа, чтобы снижение давления на устье до конечного проводилось бы не менее чем за 24 часа. Резкое прекращение закачки теплоносителя приводит к значительному снижению давления на забое скважины, что может вызвать разрушение призабойной зоны, вынос песка в ствол скважины и даже разрушение колонны.

Повышение давления нагнетания приводит к увеличению охвата вытеснением за счет подключения дополнительных участков пласта, но при этом, чтобы избежать неравномерности фронта вытеснения битума, забойное давление в нагнетательных скважинах не должно превышать давления гидроразрыва пласта.

УДК 621.4

РАДИАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

КУТЕРГИНА Н.А., ВятГУ, г. Киров

Целью работы является комплексное расчетное исследование оптических свойств (комплексный показатель преломления), радиационных характеристик единичных частиц (сечения поглощения, ослабления и рассеяния), радиационных характеристик единичного объема (спектральные коэффициенты поглощения, ослабления и рассеяния) и характеристик излучения (интенсивность, спектральные и интегральные плотности потоков и степень черноты) гетерогенных продуктов сгорания высокоэнергетических установок.

В данной работе под высокоэнергетическими установками понимаются модельные ракетные двигатели на твердом топливе (РДТТ). Исследования проводились для условий камеры сгорания и среза сопла.

Для этого в работе была использована комплексная программа, разработанная в Вятском государственном университете.

Исходными данными для поставленных расчетов являлись термо- и газодинамические параметры (температура, давление, массовая доля, состав, концентрация и т.п). Также важнейшие исходные параметры:

1) Комплексный показатель преломления $m = n_1 - n_2 \cdot i$, где n_1 – показатель преломления; n_2 – показатель поглощения частиц конденсированной фазы продуктов сгорания;

2) параметр дифракции $\rho = 2\pi r / \lambda$;

3) функция распределения частиц по размерам (в данной работе использовано гамма-распределение).

При расчете характеристик учитывалась газовая фаза, изменялся температурный диапазон, спектральный диапазон $\lambda = 0,2...6,0$, $\Delta\lambda = 0,1$ мкм (чтобы доля максимального излучения попадала в этот диапазон).

Результаты комплексных расчетов представлены в удобном для интерпретации виде (в табличной и графической формах). Также были сделаны следующие выводы: по результатам исследований можно установить области наибольшего влияния определяющих параметров продуктов сгорания на характеристики излучения для их корректного учета или пренебрежения. На основании этого можно качественно

и количественно интерпретировать физический эксперимент по исследованию теплового излучения полидисперсных систем частиц гетерогенных продуктов сгорания.

УДК 532.5:621.1

ГИДРОСОПРОТИВЛЕНИЕ И ТЕПЛОТДАЧА В КАНАЛАХ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ВЫЕМКАМИ

МАРДАНОВА А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ОЛИМПИЕВ В.В.

Современное развитие энергетики характеризуется значительно возросшей стоимостью энергоносителей и всех видов природных ресурсов, а также постоянно увеличивающимися трудностями охраны окружающей среды от воздействия ТЭС, АЭС и промышленных предприятий. Энергосбережение, экономия топлива и других природных ресурсов, совершенствование энергетических технологий являются приоритетными задачами развития экономики страны. Интенсификация теплообмена – наиболее доступный, технически и экономически обоснованный путь совершенствования теплообменного оборудования. Интенсифицируя теплообмен можно многократно повысить коэффициент теплоотдачи и значительно улучшить массогабаритные характеристики теплообменного оборудования и энергоустановки в целом.

Из анализа имеющейся литературы установлено, что при создании высокоэффективных теплообменных устройств наиболее перспективным способом интенсификации теплообмена является поверхностная интенсификация с помощью систем цилиндрических выемок. Основная отличительная особенность интенсификаторов данного вида – это воздействие на пограничный слой (обладающий наибольшим термическим сопротивлением) и его разрушение с последующей турбулизацией потока в пристенном слое.

В результате работы выяснена гидродинамическая картина обтекания цилиндрических выемок, интенсивность теплоотдачи и трения в цилиндрических выемках, уровень интенсификации теплообмена в полном, технически интересном диапазоне глубин цилиндрических выемок и чисел Рейнольдса для ламинарного и турбулентного потоков в каналах с цилиндрическими выемками. На основе этих данных проведен теплогидравлический расчет водоподогревателя с интенсификатором.

УДК 541.62

ОБ ИНТЕНСИВНОСТЯХ ПОЛОС ПОГЛОЩЕНИЯ В ИК-СПЕКТРАХ МОЛЕКУЛ ЭF₃

ПЕРЦЕВ Е.В., ХАЛИТОВ К.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ХАЛИТОВ Ф.Г.

В настоящее время интерес к работам в области теплообмена излучением сохраняется. В частности, актуальным остается вопрос о теоретическом определении величин коэффициентов поглощения и расчетах интенсивностей в колебательных спектрах молекул.

В работе сделана попытка оценки величин, связанных с интенсивностями поглощения в колебательных спектрах молекул ЭF₃ (Э = N, P, As, Sb). По эмпирически полученным функциям зависимостей дипольных моментов от потенциалов ионизации электронов определены изменения дипольных моментов молекул ($\Delta\mu$) при симметричных валентных (ν_s) и деформационных (δ_s) колебаниях. Рассчитанные значения ($\Delta\mu$) позволили оценить величины абсолютных интенсивностей полос ν_s и δ_s по соотношению

$$A = \frac{8\pi^3\nu}{3ch} \sum_k (\text{mod} \langle \vec{\mu} \rangle)^2 = \frac{\pi}{3c} \left(\sum_k \left(\overline{\frac{d\mu}{dQ_k}} \right) \right)^2.$$

Полученные данные хорошо согласуются с экспериментально измеренными величинами для полос поглощения ν_s и δ_s молекул NF₃ и AsF₃.

УДК 662.612.3

ВЛИЯНИЕ ЗНАКА ЗАРЯДА ПЛАМЕНИ ПОЛИМЕРОВ НА ГОРЕНИЕ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

ПОЗОЛОТИН А.П., ВятГУ, г. Киров
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РЕШЕТНИКОВ С.М.

Нами экспериментально установлено, что при горении полиметилметакрилата (ПММА) в поперечном электростатическом поле (ЭП) пламя отклоняется в сторону отрицательного электрода и имеет одну

положительно заряженную зону, а бутадиен-нитрильного каучука (СКН-26) разделяется на две зоны. Поставлена задача: найти зависимость массовой скорости горения от напряженности ЭП с целью определения влияния механизма ионизационных процессов на горение полимеров.

График зависимости относительной массовой скорости горения ПММА и СКН-26 от напряженности продольного поля, локализованного в области факела представлен на рис. 1.

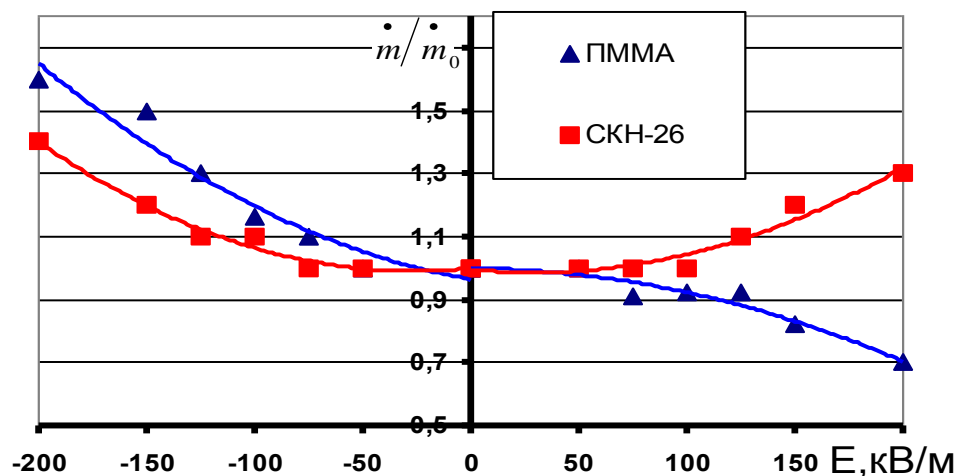


Рис. 1. Зависимость относительной массовой скорости горения от напряженности поля

Отрицательной выбрана напряженность, направленная от поверхности топлива — $E \uparrow\uparrow$, положительной к поверхности — $E \uparrow\downarrow$. При $E \uparrow\uparrow$ скорость горения полимеров возрастает на 40 % для СКН-26 и на 60 % для ПММА. При $E \uparrow\downarrow$ скорость горения снижается для ПММА на 30 % и настолько же возрастает для СКН-26. Наряду с изменением скорости горения наблюдается изменение максимальной температуры пламени. ЭП влияет на химические реакции в пламени, в которых участвуют и заряженные частицы. Для $E \uparrow\downarrow$ наблюдается принципиальное отличие в зависимости скорости горения полимеров с одной и двумя заряженными зонами рис. 1. Таким образом, обнаружено влияние ионизационных явлений в пламени полимеров на скорость горения полимеров в электростатическом поле.

УДК 536.46

РАСЧЕТ ПЛОСКОГО ЭЛЕМЕНТА КАМЕРЫ СГОРАНИЯ

ПОПКОВА О.С., КГЭУ, г. Казань

В реальной прямоточной камере сгорания стабилизация пламени осуществляется рядом линейных стабилизаторов – концентрических и радиальных. В этом случае задача будет не осесимметричной, а плоской. Действительно, при ряде концентрических стабилизаторов в камере отношение поперечника одного элемента камеры к длине окружности стабилизатора получается весьма малым и кривизной стабилизатора можно пренебречь.

В качестве объекта расчета удобно взять один характерный элемент от оси стабилизатора до точки соприкосновения фронтов пламени. Размерами стабилизатора пренебрегаем. Будем полагать также, что все подобные элементы камеры сгорания имеют одинаковые размеры и находятся в одних и тех же условиях. Тогда развитие горения будет везде одинаковым, взаимное влияние процесса в отдельных элементах исключается. Выполнив расчет для одного такого элемента, мы получаем полное представление и о процессе в камере сгорания в целом. Поток на входе полагается одномерным, давление по поперечному сечению – постоянным. Законы изменения температуры и скорости потока в зоне горения считаются заданными.

Система уравнений для расчета плоского элемента камеры сгорания состоит из уравнения сохранения массы, уравнения количества движения, уравнения сохранения энергии, уравнения адиабаты.

В связи с расширением смеси в процессе горения и перестройкой профиля скоростей потока линии тока (или что при установившемся процессе то же самое – траектории частиц) будут претерпевать искривления.

Построение линий тока можно выполнить, если воспользоваться тем, что через линию тока вещество не проникает и, следовательно, каждая линия тока представляет собой границу раздела между потоками с постоянными массами.

Заслуживает внимания и то, что длина зоны горения для порций смеси, сгорающих последними, получается наибольшей. При одинаковом времени горения, принятом в расчете, это объясняется различной скоростью движения смеси для различных участков факела. Средняя скорость движения смеси в зоне горения для порций, сгорающих в последнюю очередь, будет наибольшей.

УДК 662.612.3

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПЛАМЕНИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ГС-2

СОЛОВЬЁВ С.А., ЗЫРЬЯНОВ И.А., ВятГУ, г. Киров
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РЕШЕТНИКОВ С.М.

Управление температурой пламени в энергетических установках является актуальной научно-технической задачей. Нами было исследовано изменение температуры внутри топки (ГС-2) при воздействии электрического поля на факел пламени. Электрическое поле создавалось между стенками котла и электродом, расположенным по центру котла. В работе было использовано два направления поля: к стенке котла и к его центру. Разность потенциалов составляла 2 кВ и 4 кВ. Измерение температуры производились термопарами, размещенными внутри котла.

Создание электрического поля, направленного к стенкам котла приводит к снижению температуры в ядре факела пламени на 80 К, при обеих разностях потенциалов. Температура у стенок котла при аналогичном направлении поля уменьшилась на 13 К при 2 Кв и на 40 К при 4 кВ. Создание поля противоположного направления приводит к снижению температуры в ядре факела пламени на 10 К при разности потенциалов 2 кВ и на 30 К при 4 кВ. Температура у стенок котла увеличилась на 30 К при 2 кВ, а при разности потенциалов в 4 кВ температура уменьшилась на 60 К.

Таким образом, в ходе эксперимента было обнаружено, что созданное электростатическое поле в топке приводит к изменению температуры пламени. Кроме того установлено, что величина разности потенциалов, а также направление электростатического поля влияют на изменение температуры.

СЕКЦИЯ 8. «ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»

УДК 621.311

ПОДДЕРЖАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ГРАДИРНЯМИ

ВЛАСОВ С.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВА Н.Д.

В современных системах технического водоснабжения (СТВ) с градирнями поддержание водно-химического режима (ВХР) позволяет снизить эксплуатационные затраты станции на собственные нужды, повысить выработку электрической и тепловой энергии, а также снизить затраты топливных составляющих. Системный анализ систем технического водоснабжения с башенными испарительными градирнями показывает, что эффективность работы большинства градирен хуже нормативных.

В ходе производственного эксперимента на СТВ II очереди Набережночелнинской ТЭЦ показатели качества воды были обработаны по уравнениям математической модели с использованием прикладной компьютерной программы, разработанной в КГЭУ на кафедре «Тепловые электрические станции». По данным эксперимента можно сделать выводы, что количество солей, переходящее в отложения в СТВ II очереди, увеличивалось и достигло уровня, когда 40 % кальция и 60 % щелочности от поступивших с добавочной водой осаждалось. Концентрация фосфоната «Активос 640Т», используемого как ингибитор отложений солей жесткости, стала снижаться, не смотря на постоянное дозирование. За время эксперимента в СТВ II очереди образовалось примерно 15 т отложений сложного состава. В порядке убывания доли в состав отложений входят – карбонаты ионов жесткости, органические вещества, оксиды железа, силикаты, в том числе глина и др. Оптимальный ВХР СТВ можно поддерживать внедрением комплексных систем мониторинга и контроля, автоматизированными системами управления.

Работа выполняется по ФЦП 2012-2013гг. ГК № 14.132.21.1734

УДК 621.311.22

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ РОССИИ

ХАМИДУЛЛИН Т.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВА Н.Д.

Битумы и гудроны – твердые или смолоподобные продукты, представляющие собой смесь углеводородов и их азотистых, кислородистых, сернистых и металлосодержащих производных.

И в настоящее время вопрос рациональной утилизации отходов нефтепереработки (нефтяных остатков) является актуальным. Например, гудроны и битумы сжигаются на ТЭС в таких странах, как ФРГ, Япония, Словакия. В России имеется опыт сжигания гудрона в топках котлов ДКВР-10-13 на нефтеперерабатывающем заводе ОАО «Славнефть – ЯНПЗ им. Менделеева». Однако в энергетике России нефтяные остатки в качестве топлива энергетических котлов не используются, хотя такая возможность существует, например, на Нижнекамской ТЭЦ, Тобольской ТЭЦ.

Актуальность работы заключается в разработке технических решений по сжиганию нефтяных остатков на Нижнекамской ТЭЦ при минимальной реконструкции установленных котлов ТГМ-84, рассчитанных на сжигание мазута марки М-100, который по своим свойствам схож с нефтяными остатками. Для сжигания в топках котлов предполагается использовать отходы нефтепереработки ОАО «Нижнекамскнефтехим». Разработка данных вариантов имеет практическое значение для всей энергетики России, так как позволяет оценить экономию традиционных видов топлива (природный газ, уголь), реконструировать существующие котлы для сжигания нефтяных остатков без сооружения новых, повысить энергоэффективность экономики в целом.

УДК 543.3

НЕКОНТАКТНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ

ИЛЬИН О.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВА Н.Д.

Неконтактные методы измерения электрической проводимости (ЭП) с применением переменного тока низкой частоты разделяются на три группы: к первой группе относится трансформаторный метод или метод потерь; ко второй группе – мостовые методы и к третьей группе – метод вращающегося магнитного поля.

Во всех трех группах в основном используется индуктивный способ измерения и только в некоторых ограниченных случаях емкостный способ.

Преимущества этих методов перед контактными методами состоят в следующем: 1) исключение электродов из драгоценных металлов (платина, золото, серебро); 2) устранение погрешностей, связанных с поляризацией, загрязнением и другими нежелательными химическими и электромеханическими процессами на электродах; 3) работа с агрессивными жидкостями; 4) возможность исследования концентрированных растворов сильных электролитов.

Недостаток бесконтактных методов измерения ЭП заключается в том, что получаемый результат имеет меньшую точность.

Трансформаторный метод, впервые предложенный в 1951 г., является дальнейшим развитием индуктивного метода измерения, основанного на принципе определения потерь, величина которых зависит от ЭП среды, в которую погружаются обмотки трансформатора.

Вследствие того, что трансформаторный метод не является нулевым методом измерения и ввиду трудности осуществления точной температурной компенсации, этот метод ранее не давал точных результатов при измерениях и не получил распространения. В настоящее время разработано несколько способов температурной компенсации и значительно повышена точность измерений, поэтому следует ожидать более широкого распространения данного метода.

УДК 628.3

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТЭС

МИНГАЛЕЕВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЕВГЕНЬЕВ И.В.

Решение проблемы выбросов сточных вод ТЭС в настоящее время занимает одно из первых мест среди других городских проблем, так как эксплуатация тепловых электрических станций связана с использованием большого количества воды. И это не случайно, так как более 90 % воды расходуется в системах охлаждения различных аппаратов: конденсаторов турбин, масло- и воздухоохладителей, движущихся механизмов и др. Трудно даже представить себе, что когда-то человек употреблял воду для питья непосредственно из открытых водоемов. Сегодня на такой рискованный шаг вряд ли кто-нибудь решиться.

Одним из эффективных и наиболее перспективных решений данной проблемы может стать метод очистки сточных вод ТЭС с применением мембранных технологий. Мембранная очистка основана на использовании специальных полупроницаемых мембран, перегородок, отделяющих фильтрат от очищаемого раствора. Определенные компоненты жидкости проходят через перегородку, в то время как остальные соединения остаются по другую сторону мембраны.

Виды мембранной очистки сточных вод:

- обратный осмос;
- ультрафильтрация;
- микрофильтрация;
- диализ;
- электродиализ.

Мембранная технология мембран имеет целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными технологиями очистки сточных вод:

- высокая степень очистки;
- компактность очистных сооружений;
- снижение затрат при эксплуатации комплексов очистных сооружений и мембран;
- широкая сфера применений мембранных технологий.

Таким образом, очистка сточных вод с помощью мембран завоевывает все большую популярность не только в мире, но и в России.

УДК 621.187

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ В ПРОЦЕССЕ ВОДООЧИСТКИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ КГЭУ

КОРОВКИН А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВА Н.Д.

Основным методом, используемым в настоящее время для обессоливания воды на большинстве ТЭС, является ионный обмен. Получаемая обессоленная вода часто не отвечает современным требованиям по содержанию органических веществ. С целью снижения затрат на водоподготовку, повышения качества обессоленной воды находят применение новые технологии обработки воды на базе мембранных методов.

Мембранные технологии очистки воды от взвешенных, коллоидных и растворенных примесей имеют более чем 40-летнюю историю широкого применения в различных отраслях народного хозяйства.

Обратный осмос – один из наиболее перспективных методов обработки воды, преимущества которого заключены в малых энергозатратах, простоте конструкций аппаратов и установок, малых их габаритах и простоте эксплуатации; применяется для обессоливания вод с солесодержанием до 40 г/л, причем границы его использования постоянно расширяются. Установка обратного осмоса по очистке воды (рис. 1) разработана для непосредственного подключения к системе водоснабжения и канализации.

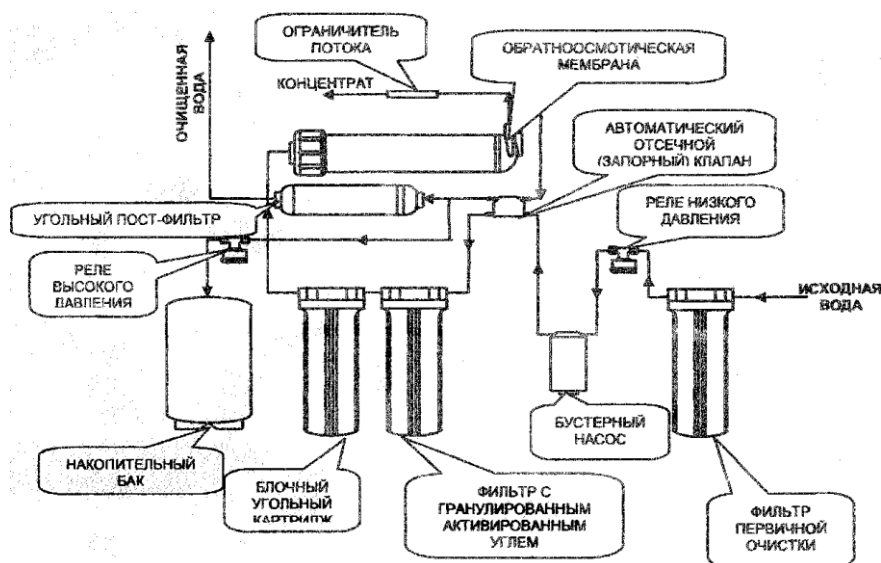


Рис. 1. Установка обратного осмоса по очистке воды. Модель №АР-600Р (с насосом)

УДК 621.438

ДОЗВУКОВЫЕ КАМЕРЫ СМЕШЕНИЯ С ТУРБУЛИЗАЦИЕЙ ПОТОКА ПЛОХООБТЕКАЕМЫМИ ТЕЛАМИ

МУСИН А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГАЛИЦКИЙ Ю.Я.

Экологичность работы камер сгорания энергетических ГТУ приобретает все большее значение из-за ужесточения норм выбросов вредных веществ в окружающую среду. При эксплуатации ГТУ такими вредными веществами являются оксиды азота NO и NO_2 , обозначаемые NO_x , оксиды углерода CO , несгоревшие в результате неполного сгорания углеводороды. Для создания камер сгорания, удовлетворяющих современным технологическим требованиям, необходимо применение новых технических решений с другой технологией сжигания топлива.

При проектировании камеры смешения важно уметь предсказать не только степень перемешанности компонентов, но и правильно рассчитать потери на турбулизацию потока, оптимизировать весь процесс смешения. Эффективность протекания химических реакций зависит не только от перемешивания в среднем, а от того, перемешались ли компоненты до молекулярного уровня. Степень перемешанности в этом случае определяется пульсациями концентраций компонентов.

Во многих технических устройствах требуется подмешивать газообразное или жидкое рабочее тело к основному потоку, распространяющемуся по каналу цилиндрической формы прямоугольного или круглого сечения. Для ускорения перемешивания необходимо турбулизировать поток, т.е. создавать в нем неоднородности скорости, помещая в него плохообтекаемые тела или вдувая поперечные струи. Такие турбулизированные течения сопровождаются появлением зон с почти нулевыми скоростями и зон с обратными токами жидкости. Именно такие течения характеризуются минимальными относительными потерями на турбулизацию.

Цена потерь полного давления в камерах смешения хотя и минимальна, но конечна и в первом приближении обратно пропорциональна длине камеры смешения. По мере увеличения загромождения камеры растут потери, но и растет турбулизация потока, что приводит к сокращению длины камеры.

УДК 621.311

ОБЗОР МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ В ЧАСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

НИЗАМОВ Л.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВА Н.Д.

В настоящее время исключительное значение приобретает проблема оптимального управления режимами работы оборудования электрических станций.

Изменение каждого параметра работы оборудования влечет за собой изменение всего режима работы станции и приводит его к новому термодинамическому состоянию.

Освоение техники расчетов на ЭВМ непосредственно оперативным персоналом открывает широкие горизонты внедрения разрабатываемых методов поиска оптимальных решений на отечественных электростанциях.

Оптимизация режимов загрузки оборудования электростанций основана главным образом на минимизации расходов топлива либо топливных затрат при отсутствии ограничений на их расход. Как правило, в этом случае необходимо определять минимум функции многих переменных. В условиях нелинейных и неявно выраженных функциональных зависимостей, при наличии большого числа ограничений решение этих задач часто очень усложняется.

Уравнение средневзвешенного параметра $q_{\text{тср}}^{\text{бр}}$ включает в себя, как компоненты, параметры $q_{\text{ти}}^{\text{бр}}$ каждого из параллельно работающих турбоагрегатов. Соответственно, необходимо определить такие параметры $q_{\text{ти}}^{\text{бр}} \cdot N_i$ ($i = 1 \dots n$), при которых параметр $q_{\text{тср}}^{\text{бр}}$ будет минимальным.

Определение наиболее эффективного метода оптимизации дает возможность составить алгоритмы, позволяющие осуществить такое распределение переменных нескольких целевых функций, при котором достигается минимальное или максимальное значение средневзвешенной целевой функции.

УДК 621.187

ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНЫЕ КОНЦЕНТРАТОРЫ В СХЕМАХ ВОДООЧИСТКИ ТЭС

ПАЙМИН С.С., ЗАЛЯЛОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВА Н.Д.

Мембранные методы обессоливания воды – обратный осмос и электродиализ широко применяются в различных областях народного хозяйства. Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки. Совместное же применение обоих методов опреснения позволяет получать в конечном итоге более высокие результаты процесса очистки. В настоящее время на отдельно взятых российских тепловых электростанциях, в частности Заинской ГРЭС, для очистки добавочной воды используются обратноосмотические модули. Подобные аппараты имеют высокую эффективность, но в процессе их использования примерно одна треть от всего количества исходной воды теряется с образовавшимся концентратом, что невыгодно при нынешних ценах на исходную сырую воду. Решить данную проблему может применение электродиализных аппаратов концентраторов, содержащих чередующиеся камеры обессоливания и концентрирования, образованные катионообменными и анионообменными мембранами и заполненные растворами электролита. Электродиализное концентрирование электролитов практически не имеет ограничений на достижимую степень концентрирования. В этом смысле электродиализное концентрирование среди мембранных методов занимает монопольное положение.

В настоящее время на кафедре «Тепловые электрические станции» Казанского государственного энергетического университета проведена серия опытов по определению предельных характеристик ЭМ концентрирования. Полученные результаты пересчитаны на удельные характеристики, прослежена закономерность снижения удельного расхода электроэнергии при снижении напряженности электрического поля. Эти данные необходимы для проектирования электродиализных концентраторов заданной производительности, способных работать как самостоятельно, так и в комплексе с обратноосмотическими модулями. Подобные системы на сегодняшний день на российских тепловых электростанциях еще не применяются.

УДК 621.18

РАСШИРЕНИЕ РЕГУЛИРОВОЧНОГО ДИАПАЗОНА КОНДЕНСАЦИОННЫХ БЛОКОВ ЗАИНСКОЙ ГРЭС

ВАЛИТОВ Р.Б., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГАЛИЦКИЙ Ю.Я.

Одной из актуальных проблем современной электроэнергетики является поиск оптимальных способов регулирования генерируемой мощности электростанций и энергосистем. Это связано с возрастающей неравномерностью потребления электроэнергии и постепенно увеличивающейся долей крупных агрегатов в структуре электрогенерирующих мощностей.

Следовательно, особенно важным является этот вопрос для конденсационных энергоблоков, обеспечивающих значительную долю общей выработки электрической энергии и имеющих к тому же большие единичные мощности.

Скорость изменения нагрузки турбоагрегата в рамках регулировочного диапазона должна удерживаться в некоторых пределах. В противном случае возможно возникновение отрицательных последствий, снижающих эффективность использования оборудования.

Существуют определенные требования относительно допустимой скорости изменения нагрузки конденсационной турбины.

При неизменном начальном давлении пара на входе в проточную часть турбины темп хода мощности может составлять 1–1,5 % от номинального уровня.

Это означает, что, например, для энергоблока с турбоустановкой К-800-240 время снижения нагрузки с 800 до 500 МВт не должно быть меньше 25 мин. Если необходимо повысить скорость изменения мощности, то для этого потребуется корректировка регулировочного диапазона турбоагрегата.

Целью настоящей работы было обоснование возможности расширения регулировочного диапазона конденсационных энергоблоков Заинской ГРЭС с турбоустановками К-200-130. Рассмотренные способы решения этой проблемы позволят улучшить эксплуатационные характеристики электрогенерирующего оборудования.

УДК 621.311.22

АВТОМАТИЗАЦИЯ БАШЕННОЙ ИСПАРИТЕЛЬНОЙ ГРАДИРНИ

ЗАКИРОВ А.О., ВЛАСОВ С.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВА Н.Д.

Большинство ТЭС работают с оборотными системами водоснабжения, использующими в качестве охладителей башенные испарительные градирни (БИГ). Охлаждение циркуляционной воды происходит за счет конвективного теплообмена с окружающим воздухом и ее испарения. В таких системах в результате многократного использования (постоянной циркуляции при частичном уносе и упаривании через вытяжную башню градирни) охлаждающей воды происходит рост общей минерализации воды, что существенно влияет, с одной стороны, на интенсивность протекания коррозионных процессов, а с другой – на скорость накопления на трубных поверхностях различных отложений и, как следствие, на экономичность работы паротурбинных установок в целом.

Автоматизированные комплексы бывают как отвечающие за управление техническими характеристиками БИГ, так и обеспечивающие мониторинг и регулирование физико-химических процессов системы оборотного охлаждения.

В КГЭУ разработан автоматизированный комплекс мониторинга и управления системой оборотного охлаждения, позволяющий определять размер продувки, расход добавочной воды и количество корректирующих добавок. Программа позволяет оценить фазовую стабильность циркулирующей охлаждаемой воды и с учетом этого выдает рекомендации по оптимальным размерам продувки, дозам корректирующих добавок и методу обработки воды для поддержания безосадкового режима, а также пути уменьшения расхода сырой воды при сохранении эффективности охлаждения конденсаторов турбин.

УДК 621.311.22

МИНИ-ТЭЦ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКИ

ЗИННАТУЛЛИНА Л.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. НИЗАМОВА А.Ш.

Локальные источники энергоснабжения стали одним из наиболее перспективных способов энергосбережения на промышленных предприятиях. Компактность, относительно небольшая стоимость, высокая

маневренность, возможность резервирования и дублирования систем вызывают все возрастающий интерес у потребителей к мини-ТЭС. Большинство заводов по производству двигателей внутреннего сгорания создали энергетические установки на базе своих моторов. Чаще всего мини-ТЭС работают в чисто дизельном варианте. Наиболее выгодно создать станцию на базе газового поршневого мотора, так как это позволяет минимизировать стоимость электрической и тепловой энергии для потребителей. С целью повышения эффективности мини-ТЭС на них реализуют процесс утилизации теплоты отходящих газов (продуктов сгорания) и систем охлаждения двигателей. Такое решение позволяет поднять коэффициент использования топлива установкой до 82–87 % (для сравнения КПД двигателя около 40 %).

Основной задачей, которая стоит перед изготовителями мини-ТЭС, является снижение ее стоимости и срока окупаемости, а как следствие снижение стоимости электрической и тепловой энергии. Перед разработчиками системы утилизации теплоты установки поставлена задача создания конкурентоспособного изделия как по цене, так и по техническим характеристикам на внутреннем и внешнем рынке.

УДК 621.1

ГАЗОТУРБИННЫЕ НАДСТРОЙКИ НА ТЭЦ С ПРОТИВОДАВЛЕНЧЕСКИМИ ТУРБИНАМИ

ЗИНОВЬЕВА Ю.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук., проф. ТУТУБАЛИНА В.П.

Совместное производство тепловой и электрической энергии является прогрессивной технологией, которая позволяет более эффективно использовать органическое топливо и уменьшить вредные выбросы в атмосферу. Эффективная работа на ТЭЦ зависит от постоянных тепловых нагрузок. В связи с уменьшением потребления технологического пара на промышленных ТЭЦ снижаются проектные электрические мощности. Однако с учетом дефицита электроэнергии промышленные ТЭЦ следует оснащать противодавленческими паровыми турбинами небольшой мощности порядка 1,5–6 МВт. Паротурбинные установки (ПТУ) с противодавлением на ТЭЦ на сегодняшний день работают недогруженными, а на некоторых ТЭЦ даже остановлены.

Вместе с тем ПТУ с противодавленческими турбинами поставляют пар промышленным и теплофикационным потребителям, т.е. вопрос снабжения промышленных предприятий паром может быть решен путем установления на ТЭЦ противодавленческих турбин. Для повышения выработки электрической энергии на ТЭЦ следует проводить надстройки на существующих паротурбинных ТЭЦ газотурбинных установок (ГТУ).

На промышленных ТЭЦ, имеющих противодавленческие турбины, за счет газотурбинных надстроек происходит возрастание производства электрической энергии в 5–6 раз.

Эффективность работы ГТУ – ТЭЦ с противодавленческими турбинами вдвое больше эффективности работы ГТУ.

Таким образом, газотурбинные надстройки на существующих ТЭЦ позволяют повысить производство электрической энергии и сэкономить топливо в энергосистеме.

УДК 621.039

ОБОСНОВАНИЕ БЕЗДЕАЭРАТОРНОЙ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ГРЭС С ТУРБОУСТАНОВКАМИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

МИНГАЗОВ И.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШАГИЕВ Н.Г.

Парогенераторы сверхкритических параметров не имеют продувки и поэтому требуют очень высокого качества рабочего тела. Блочная обессоливающая установка (БОУ) предотвращает поступление в пароводяной контур естественных примесей – это различные катионы и анионы, содержащиеся в технической воде, а ее присосов в паровой объем конденсатора избежать практически невозможно. Однако БОУ все же не гарантирует отсутствие отложений на теплообменных поверхностях парогенератора, поскольку имеет место коррозия конструкционных материалов конденсатно-питательного тракта.

Гидразинно-аммиачный и другие традиционные водно-химические режимы снижают скорость коррозии сталей, но для котлов СКД этого недостаточно. Многочисленные научные исследования и имеющийся эксплуатационный опыт позволили внедрить на ряде энергоблоков сверхкритических параметров нейтрально-кислородный водный режим (НКВР). Дозирование в тракт основного конденсата избыточного количества кислорода подавляет коррозию за счет создания плотной окисной пленки на поверхности металла.

Использование НКВР ставит вопрос о нецелесообразности деаэрации потока основного конденсата. Целью настоящей работы является обоснование возможности бездеаэрационной тепловой схемы (БТС) для турбоустановок энергоблоков ГРЭС сверхкритических параметров. При этом надо учитывать то обстоятельство, что деаэрактор паротурбинной установки имеет многоцелевое назначение, в том числе частичный подогрев конденсата и улучшение условий работы питательных насосов.

Сравнительный анализ обычной и бездеаэрационной схем показал экономическую эффективность и надежность БТС. Это обеспечивается за счет целого ряда ее преимуществ (исключение выпара деаэратора и уменьшение общего расхода воды, отказ от бустерных насосов и др.). Суммарное повышение экономичности от применения бездеаэрационной схемы может составить 1–1,5 % в зависимости от проектных решений.

УДК 621.311.22

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕПЛОВЫЕ И АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»

ХАКИМУЛЛИНА Г.М., ВИЛДАНОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ТУТУБАЛИНА В.П.

Электронные учебные пособия, как учебные средства нового типа, все активнее внедряются в современную систему образования, благодаря широкому использованию информационных, мультимедийных технологий и компьютерных программ в сфере образования. Электронный учебник – ключевое дидактическое звено информационной технологии обучения в процессе подготовки конкурентоспособных специалистов современной энергетики.

Наиболее эффективной для создания ярких и наглядных компонентов данного учебного пособия, включая мультимедийные приложения, основалась программа eAuthor – конструктор дистанционных и электронных курсов, предназначенный для преподавателей учебных заведений и авторов электронных изданий.

Электронный программно-методический комплекс по дисциплине «Тепловые и атомные электрические станции» предназначен, в первую очередь, для студентов кафедры ТЭС КГЭУ, а также технических университетов. Пособие также может быть полезно для студентов других специальностей и преподавателей.

Структура электронного учебника – блочная. Содержание каждого блока включает в себя несколько глав, разбитых на разделы, где наиболее полно описывается теоретический материал и текст лекций по данной дисциплине. Некоторые тематические разделы имеют поддержку в виде практикумов по решению задач; для каждого раздела составлены контрольные вопросы, позволяющие оценить полученные знания, список литературы. Электронный учебник должен максимально облегчить понимание и запоминание основных понятий материала, поэтому изложение теоретических основ курса традиционно сопровождается рисунками, иллюстрациями, таблицами и приложениями. Не исключается возможность включения в учебник лабораторных и самостоятельных работ, контроля знаний – компьютерного тестирования.

Применение учебных пособий такого рода позволяют повысить качество образования и стимулировать работу студентов, используя современные мультимедийные возможности.

УДК 621.311.22

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК С КОТЛАМИ-УТИЛИЗАТОРАМИ

ЧУМАРИН С.А., АБАСЕВ Ю.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АБАСЕВ Ю.В.

Парогазовые установки с котлом-утилизатором (ПГУ с КУ) в настоящее время являются самыми эффективными из существующих энергоустановок в мировой энергетике. Они обладают простотой и высокой эффективностью производства электрической энергии. ПГУ с КУ в конденсационном режиме работы отпускают потребителям электроэнергию с КПД 55–60 %. Эксплуатационные затраты ПГУ вдвое ниже по сравнению с издержками на пылеугольной ТЭС. При сравнении с паротурбинными электростанциями у ПГУ с утилизационными котлами существенно меньше сроки строительства.

Совершенствование парогазовых установок связано с повышением экономичности газотурбинных установок, прежде всего, за счет повышения температуры газа на входе в газовую турбину и снижения температуры уходящих газов из котла-утилизатора. Повышение температуры практически достигло 1500 °С, а температура выходных газов превысила 600 °С. Повышение начальных параметров газовой турбины приводит к необходимости совершенствования паровой ступени ПГУ с КУ.

С целью повышения энергетических показателей ПГУ с котлами-утилизаторами, а также для более полного использования теплоты уходящих газов принимают минимальные температурные напоры на холодных концах поверхностей нагрева испарителей высокого и низкого давления и на горячем конце пароперегревателя высокого давления. Первые принимают в пределах 8–10 °С, второй 20–30 °С. Уменьшение значения температурных напоров приводит к увеличению металлоемкости поверхностей нагрева, необходимости применения интенсификации теплообмена в трубах.

В данной работе исследуются тепловые схемы ПГУ с утилизационными котлами двух давлений при различных начальных, конечных параметрах и температурных напорах в котле по программе, разработанной в среде Mathcad.

УДК621.311.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДЪЕМА ДЫМОВОГО ФАКЕЛА ОТ ТРУБ НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКОЙ ТЭЦ

НГУЕН ДЫК ЛУАН, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГРИБКОВ А.М.

Целью проведения настоящей работы является создание формулы подъема дымового факела от труб Набережночелнинской ТЭЦ на основании данных расчетов по полной схеме, отработанной на основе натурных испытаний.

Получена формула, которая позволяет заменить сложные расчеты на компьютере одной простой формулой с некоторой потерей в точности.

Обработав данные расчетов по полной схеме с помощью пакета Mathcad, мы получили формулу подъема дымовых газов в виде:

$$\Delta h = \frac{27 \omega R}{u} + \frac{1,1 g R^2 \omega \Delta T}{T_{\Gamma} u^3 \varepsilon_y \varepsilon_z},$$

где ω – скорость выхода газов из трубы (м/с); u – скорость ветра (м/с); R – радиус устья дымовой трубы = 4,8 м; $g = 9,8 \text{ м}^2/\text{с}^2$ – ускорение свободного падения; T_{Γ} – температура газа на уровне устья трубы (К); ΔT – разность температур газа и наружного воздуха (К); ε_y и ε_z – интенсивности турбулентности атмосферы в горизонтальной и вертикальной плоскостях соответственно, которые зависят от параметра Будыко:

$$B = \frac{\Delta t_B}{u^2};$$

$$\varepsilon_y = 0,44 \sin^2 \left[\frac{\pi (0,1 - B)}{1,2} \right] + 0,16;$$

$$\varepsilon_z = 0,54 \sin^3 \left[\frac{\pi (0,2 - B)}{1,4} \right] + 0,06,$$

где Δt_B – разность температуры на границах 100-метрового слоя воздуха;
 u – средняя скорость ветра в этом слое, м/с.

Вывод: формула позволяет быстро оценить величину подъема дымового факела без использования компьютера, но с дополнительной потерей точности. Среднее значение дополнительной погрешности составляет 10 %.

УДК 621.311

СПОСОБ ОЧИСТКИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ОТЛОЖЕНИЙ

МИНИБАЕВ А.И., ВЛАСОВ С.М., КГЭУ, г. Казань
 Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВА Н.Д.

Кавитация – это формирование, рост и распад пузырьков пара в жидкости. При этом могут создаваться флуктуации от колебания давления в жидкости (гидродинамическая кавитация).

Гидрокавитационная очистка основана на кавитационных процессах, возникающих в струе перегретой водо-воздушной смеси. Сталкиваясь с поверхностью, кавитационный поток создает мощное разрушающее воздействие на отложения Ca^{2+} в трубках.

В РФ существует способ кавитации струй для обработки погруженных в жидкость поверхностей. Устройство (рис. 1) содержит насос 1, подводный трубопровод 2, сопло-кавитатор 3, средство завихрения потока жидкости 4, средство для нагревания жидкости 5, а также магниты, которые могут заменить нагреватели. При осуществлении способа поток жидкости под давлением, создаваемым при помощи насоса 1, через подводный трубопровод 2 поступает в канал сопла-кавитатора 3. Перед входом в канал или непосредственно в самом канале при помощи средства 4 организуют вихревое движение потока.

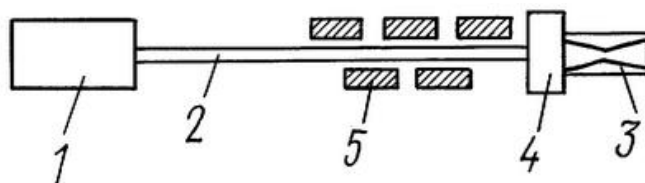


Рис. 1. Установка для создания кавитирующих струй

Гидродинамическая кавитация может использоваться для удаления отложений на стенках. Отложения Ca^{2+} будут разрушаться благодаря направленной струе перегретой водо-воздушной смеси.

Работа выполняется по ФЦП 2012-2013гг. ГК № 14.132.21.1734

УДК 621.311

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОРИЕНТИРОВОЧНОГО РАСЧЕТА ПАРОВЫХ ТУРБИН

ЛИНЬКОВ А.В., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЯБЛОКОВ Л.Д.

Одним из этапов проектирования паровой турбины является тепловой расчет, который включает в себя два расчета: ориентировочный и подробный.

Задачей ориентировочного расчета является определение размеров проточной части, числа ступеней и распределения теплового перепада по ступеням. Разработанный программный продукт предназначен для учебного ориентировочного расчета противодавленческих и конденсационных турбин, в том числе и турбин АЭС, работающих на влажном насыщенном паре. Расчет можно вести как по цилиндрам, так и по отсекам, что позволяет учитывать изменение расхода в проточной части турбины при регенеративных отборах.

Программа разработана на основе платформы .NET Framework 4.0 с использованием языка программирования C++. Интерфейс программы достаточно удобен и прост, основан на интуитивном восприятии пользователя, разработана система рекомендаций и защит при вводе данных. Одним из компонентов программы является встроенная библиотека, включающая в себя таблицы свойств воды и водяного пара («электронная $h-s$ -диаграмма»), с помощью которой автоматически находятся все параметры в характерных точках процесса расширения пара и тепловые перепады, что значительно облегчает расчет и экономит время пользователя.

Верификация по полученным геометрическим, теплогидравлическим характеристикам проточной части показала достаточно хорошую сходимость расчета с реальным объектом проектирования. В качестве объекта верификации была выбрана существующая турбина К-300-240 ЛМЗ.

УДК 621.311

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ КЛАПАНА БЗОК ТУРБИНЫ АЭС

БУБНОВ А.Н., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. ст. преп. ГРИГОРЬЕВ Е.Ю.

Регулирующие и стопорные клапана являются исполнительными органами системы автоматического регулирования паровых турбин и защит, и от их надежности напрямую зависит возможность нормальной эксплуатации всего энергетического блока.

При создании новых клапанов паровых турбин наибольшее представление о его расходных и вибрационных характеристиках дают экспериментальные испытания либо натурального клапана, либо модели. Однако эксперимент – это достаточно дорогостоящее мероприятие, требующее значительных временных и трудовых затрат.

В этом отношении численное моделирование течения значительно уменьшает указанные сложности. Теоретический расчет возможно использовать как первую ступень проектирования нового клапана а уже в ходе физического эксперимента на модели либо натурном клапане, полученном по результатам моделирования, получить уточненные характеристики.

Так, нами при проектировании быстродействующего запорно-отсечного клапана (БЗОК) высокой пропускной способности для нового поколения турбин АЭС ЛМЗ было произведено численное моделирование течения в клапане с помощью инженерного пакета Ansys CFX.

При проектировании были решены следующие задачи:

- снижение гидравлического сопротивления клапана по сравнению с действующими отечественными и зарубежными аналогами на 30 %;
- снижение динамической нагрузки на чашке клапана за счет профилирования обводов чашки в условиях диффузорного течения в 2 раза;
- исключение возможности образования парных вихрей в коробке клапана, которые негативно влияют на течение в клапане;

- были смоделированы 2 случая аварийной работы клапана при полных обрывах паропроводов до и за клапаном;
- на этапе моделирования оценены нагрузки на шток клапана при различных режимах течения и положения чашки клапана.

УДК 621.039.003

ЗНАЧИМОСТЬ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

КУЧУКБАЕВ В.И., ОГТИ (ф) ОГУ, г. Орск
Науч. рук. преп. БУШУЕВ А.Н.

Потребление энергии сегодня является обязательным условием существования и дальнейшего развития человечества. Удовлетворение растущего спроса энергии (по оценкам к 2030 г. на 60 % выше по сравнению с 2000 г.) требует решения целого ряда проблем, в том числе повышения эффективности производства и создания новых источников. По мнению автора, немалую роль в решении проблем энергетики России может сыграть атомная энергетика при условии ее развития и увеличения установленных мощностей.

По состоянию на 1 января 2012 г. в общей выработке электроэнергии в 2011 г. доля ТЭС составила 67,6 % (в 2010 г. – 67,0 %), ГЭС – 15,8 % (в 2010 г. – 16,4 %), АЭС – 16,6 % (в 2010 г. – 16,6 %). На все прочие источники электрической энергии (нетрадиционные) в России пока что приходится менее 1 % по выработке. По мнению аналитиков, в ближайшие 50 лет альтернативная энергетика не сможет занять ведущую роль. Обеспеченность разведанными запасами газа по последним данным составляет не более 80 лет, обеспеченность углями на порядок больше – не менее 500 лет. Однако, перевод всей тепловой энергетики страны на твердое топливо при возрастающем дефиците природного газа нерационален, прежде всего, по двум ограничивающим критериям: во-первых, это экологические показатели (удельный выброс радиоактивных веществ на угольной станции в 5 раз выше, чем на атомной) и, во-вторых, большие затраты на транспортировку топлива (для атомных станций данный показатель в тысячи раз меньше). Гидроэнергетика имеет немало экологических последствий и при постройке таких станций играет большую роль географический фактор.

Таким образом, по мнению автора, в развитии энергетики страны атомной составляющей должна отводиться наибольшая доля внимания, направленная, прежде всего, на разработку и внедрение ядерных реакторов нового поколения (типа ГТ-МГР), постройку плавающих АЭС в удаленных районах страны, дальнейшее изучение ядерного синтеза. Необходимо дальнейшее увеличение доли АЭС в выработке электроэнергии (например, во Франции доля АЭС составляет около 74 %, в Украине – 48 %).

УДК 621.311.22

СИСТЕМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СЕПАРАЦИИ И ПЕРЕГРЕВА ПАРА НА АЭС

ГОРЛАНОВ Д.В., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ОРЛОВ Г.Г.

В период 2015–2020 гг. России необходимы вводы мощностей на АЭС в среднем 2,5 ГВт/год. При реализации максимального варианта к 2030 г. возможен рост установленной мощности АЭС до 60 ГВт, что приведет к увеличению доли АЭС в общей выработке электроэнергии в России и к снижению доли ТЭС. Для повышения экономичности АЭС и увеличения выработки электроэнергии в расчете на 1 кг пара, проходящего через проточную часть турбины, работающей на насыщенном паре, в тепловой схеме блока АЭС применяют сепарацию и промежуточный перегрев пара (СПП). От характеристик СПП существенно зависят технико-экономические показатели турбоустановки, такие как: КПД, разделительное давление, состав тепловой схемы, стоимость оборудования и т.п.

При проектировании и эксплуатации АЭС ведущие турбостроительные фирмы особое внимание уделяют конструкции СПП. Даже для турбин одного типоразмера иногда применяют различные конструкции СПП: горизонтальные, вертикальные, с предвключенной ступенью сепарации, чтобы на основании опыта эксплуатации и исследований выбрать наилучший вариант. Например, исследования, выполненные фирмой «Mitsubishi» на горизонтальных СПП показали, что увеличение относительного объемного пропуска пара через СПП приводит к падению КПД сепаратора.

Нами был проведен анализ существующих типов СПП и выбрана система СПП вертикального типа, состоящая из сепаратора и двух ступеней промежуточного перегрева пара. Для получения технических характеристик выбранной системы СПП был осуществлен расчет тепловой схемы блока АЭС с турбиной К-1000-60/1500, а также проведен тепловой и гидравлический расчет СПП. Расчет показал, что при давлении пара на входе в сепаратор $p_c = 1,2$ МПа гидравлическое сопротивление элементов системы СПП составляет: сепаратора $\Delta p_c = 0,02$ МПа, пароперегревателя первой ступени $\Delta p_1 = 0,03$ МПа, второй ступени – $\Delta p_2 = 0,03$ МПа. Требуемая поверхность нагрева пароперегревателя первой ступени $F_1 = 580 \text{ м}^2$, а второй ступени $F_2 = 776 \text{ м}^2$ при расходе пара на входе в систему СПП, равном $D = 4753,4$ т/ч. Следует отметить, что на каждом выхлопе ЦВД турбины установлено по два сепаратора. При входе потока пара после СПП в ЦНД турбины наблюдается разверка давлений пара, которая лежит в пределах $\Delta p_i = 0,005\text{--}0,013$ МПа.

УДК 621.311.22.504

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ПРОДУКТАХ СГОРАНИЯ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И УПРАВЛЕНИЕ РАБОЧИМ ПРОЦЕССОМ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА

ИВАНИЦКИЙ М.С., (ф) НИУ МЭИ, г. Волжский
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРИГА А.Д.

При сжигании органического топлива в котельных установках (КУ) образуются полиароматические углеводороды (ПАУ). Наиболее ярким представителем ПАУ является бенз(а)пирен (БП) – канцероген 1-го класса опасности. Изучение и моделирование механизмов образования БП с целью значимого сокращения выбросов вредных веществ в окружающую среду представляет собой актуальную, сложную научную и практическую задачу.

Содержание БП в продуктах сгорания при эксплуатации КУ необходимо определять оперативно, малозатратными методами и с высокой степенью точности. Обзор существующих методов лабораторно-инструментального определения БП показывает, что методы количественного анализа позволяют с высокой точностью (15–20) % определять содержание микродоз БП в экстракте проб. В то же время

несовершенство методов отбора проб значительно снижает достоверность определения содержания БП в продуктах сгорания (20–80) %. Неоперативность, дороговизна, высокая погрешность методов прямого определения концентрации БП делает их малоприменимыми для оперативного контроля канцерогенных выбросов на ТЭС.

На основании проведенного исследования созданы математические модели, позволяющие анализировать влияние режимов работы КУ на образование БП при сжигании природного газа в широком диапазоне эксплуатационных характеристик. Для эффективного управления рабочим процессом сжигания топлива с минимальными выбросами вредных веществ разработан способ автоматического регулирования процесса горения топлива в котельном агрегате.

УДК 621.311.22 : 621.311.25 : 621.438

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ЭНЕРГОБЛОКА НА БАЗЕ ПТ-60-90/13 ПРИ НАЧАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ПАРА НИЖЕ НОМИНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ПЕРЕГРЕВОМ В СОСТАВЕ УТИЛИЗАЦИОННОЙ ПГУ НА ОСНОВЕ ГТД-110

ИСМАГИЛОВ И.И., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГОРЮНОВ И.М.;

канд. техн. наук, доц. СЛЕСАРЕВ В.А.

Теплофикационные турбины, находящиеся в эксплуатации в настоящее время, работают при начальных параметрах пара, значения которых не соответствуют оптимальным для разработки комбинированных ПГУ. Это связано с тем, что при проектировании ныне эксплуатируемых ПТУ и ГТУ современные тенденции не могли быть учтены.

Одна из основных трудностей увязывания ПТУ и ГТУ при чисто утилизационных схемах – это недостаточно высокая температура продуктов сгорания ГТУ для генерирования перегретого пара для паровой турбины. В чисто утилизационных схемах роль ПТУ заключается в эффективной утилизации теплоты, отводимой от ГТУ. В этом смысле более пригодными для разработки ПГУ являются ПТУ с более низкими начальными параметрами пара по сравнению с традиционными ПТУ. В этой связи теоретический интерес представляет тепловая схема, в которой реализуется цикл насыщенного водяного пара в составе комбинированного цикла. При сохранении начального давления имеется возможность внутритурбинного перегрева пара (аналогично тепловым схемам АЭС), позволяющая обеспечить работу ЧНД при штатных параметрах.

Результаты расчета подтверждают теоретическую возможность реализации комбинированного цикла, включающего цикл насыщенного водяного пара с последующим перегревом в газопаровом перегревателе.

УДК 536.24(075.8)

ДВУХПОТОЧНЫЙ ДВУХХОДОВОЙ ВРАЩАЮЩИЙСЯ РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЬ

ГУБАРЕВ А.Ю., СамГТУ, г. Самара

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КУДИНОВ А.А.

Вращающиеся регенеративные воздухоподогреватели (РВП) используются на ТЭЦ для подогрева воздуха перед подачей его в топку энергетического котла. Существенным недостатком РВП является завышенная величина перетоков воздуха через уплотнения. Это приводит к излишним расходам воздуха, подаваемым дутьевыми вентиляторами в газоздушный тракт котла и, соответственно, увеличению затрат электроэнергии на привод двигателей дутьевых вентиляторов.

Перетоки воздуха в РВП являются следствием неравномерных температурных деформаций ротора, вызванных значительным изменением температур сред, проходящих по каналам теплообменной набивки. Очевидно, что для уменьшения величины перетоков воздуха необходимо уменьшить зазоры между ротором и уплотнениями, а также обеспечить равномерную величину температурных расширений ротора во всех направлениях.

Для решения данной проблемы была предложена двухпоточная двухходовая компоновка РВП (рис. 1). Потoki продуктов сгорания показаны темными стрелками, потоки воздуха – светлыми. На основании экспериментального обследования котлов и РВП Самарской ТЭЦ получены исходные данные, выполнены тепловые и аэродинамические расчеты и разработана математическая модель работы воздухоподогревателя. Данная модель позволяет разработать оптимальную конструкцию двухходового двухпоточного РВП, определить тепловые и аэродинамические параметры

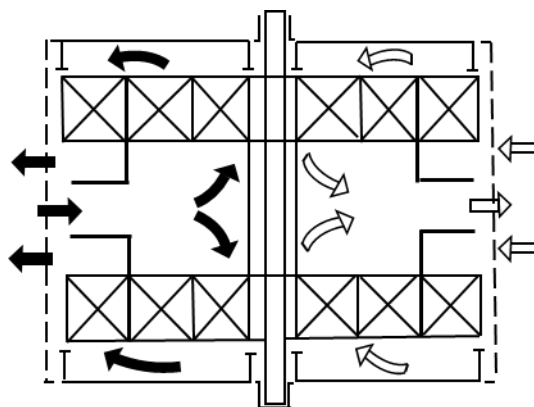


Рис. 1. Схема двухходового
двухпоточного РВП

работы данной конструкции, а также при определенном распределении температур в слоях теплообменной набивки рассчитывать величины температурных деформаций ротора. В результате расчетов установлено, что стрела прогиба ротора уменьшилась на 37,6 %, а температурные деформации стали более равномерными, что подтверждает перспективность развития и применения предложенной конструкции двухходового вращающегося РВП.

УДК 621.311.22

АНАЛИЗ РАБОТЫ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА В ПЕРЕМЕННЫХ РЕЖИМАХ ПРИ СЖИГАНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

МАЛКОВ Е.С., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ШЕЛЫГИН Б.Л.

В утилизационных парогазовых установках (ПГУ) параметры работы газотурбинной установки (ГТУ) оказывают определяющее влияние на работу котла-утилизатора (КУ). Изменение температуры и расхода выхлопных газов ГТУ обуславливает изменение теплоты, утилизируемой в КУ, и интенсивности теплообмена.

В работе выполнен расчетный анализ изменения отдельных энергетических характеристик установки и газоводяного теплообменника (ГВТ), установленного за КУ, при пониженной электрической мощности ГТУ $N_{ГТУ}$ в зависимости от расхода подаваемого в камеру сжигания дополнительного топлива (КСДТ) $B_{доп}$. Исследование проводилось на примере входящей в состав ПГУ-325 расчетной модели ГТЭ-110. Применительно к переменным режимам работы энергоустановки и снижению нагрузки ГТУ, тепловая мощность ГВТ $Q_{ГВТ}$ по сравнению с электрической мощностью ГТУ $N_{ГТУ}^Э$ представлена в виде выражения (рис. 1):

$$\frac{Q_{ГВТ}}{N_{ГТУ}^Э} = \frac{\alpha_{ГТУ} + 0,1 k_{ГТУ} \cdot B_{доп} / B_{ГТУ} \cdot \vartheta_{ДТ}^{ВЫХ} - \vartheta_{ух}}{2,81 \cdot \eta_{ГТУ} \cdot 10^3}, \quad (1)$$

где $\alpha_{ГТУ}$, $\eta_{ГТУ}$ – коэффициент избытка воздуха и КПД ГТУ, соответственно; $k_{ГТУ}$ – коэффициент изменения расхода топлива $B_{ГТУ} / B_{ГТУ}^{НОМ}$; $\vartheta_{ДТ}^{ВЫХ}$ – температура газов на выходе из КСДТ; $\vartheta_{ух}$ – температура уходящих газов.

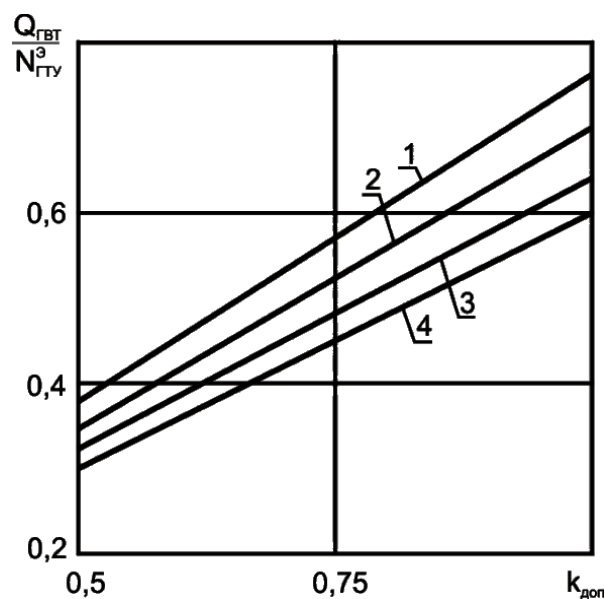


Рис. 1. Изменение отношения тепловой мощности ГВТ к электрической нагрузке ГТУ в зависимости от коэффициента изменения расхода топлива в КСДТ $k_{доп} = B_{доп} / B_{доп}^{НОМ}$ при $\vartheta_{ДТ}^{ВЫХ} = 100$ °С и относительной мощности ГТУ $\eta_{ГТУ}$: 1–0,4; 2–0,6; 3–0,8; 4–1,0

УДК 621.311

ДИАЛОГОВАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДЫ, ПАРА И РАСХОДОВ ПАРА НА ПВД

МАРКОВ А.О., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ОРЛОВ Г.Г.

Создание теплоэнергетического оборудования весьма трудоемкий процесс, в котором этап проектирования является наиболее длительным. Повышение качества конструктивной и технологической проработки оборудования при одновременном сокращении сроков проектирования возможно за счет использования компьютерных систем автоматизированного проектирования.

Международная система уравнений состояния 1968 г., охватывающая широкий диапазон температур (от 0 до 800 °С) и давлений до 100 МПа ввиду своей сложности и громоздкости не всегда может быть применена для практических расчетов. При разработке диалоговой системы определения термодинамических параметров воды и водного пара

были использованы упрощенные уравнения ВТИ, которые позволяют с достаточной для практики точностью рассчитать все термодинамические свойства воды и водяного пара в области температур до 600 °С, давлений до 26 МПа и энтропии выше 6,28 кДж/(кг · К).

Разработанная нами диалоговая система позволяет определить термодинамические параметры пара и воды, их расходы при расчете подогревателей высокого давления (ПВД), имеющих различные типы пароохладителей, а также осуществить расчет питательной установки блока с различным составом оборудования и типами привода насосов (схемы с бустерным насосом (БН), привод БН через редуктор от питательного насоса (ПН) и турбопривод ПН от вспомогательной турбины). Результаты расчета выводятся на экран, где представлен рассчитываемый участок тепловой схемы, что позволяет наглядно отслеживать процесс расчета, а также могут сохраняться на диске как информация в виде таблиц и выдаваться на печать или передаваться по электронной почте. Программа рассчитана на применение в учебном процессе при выполнении курсового и дипломного проектирования; для проведения научно-исследовательских работ на этапе оптимизации, а также может использоваться самостоятельно как продолжение выполнения этапов расчета тепловых схем аналогичными программами, входящими в состав единой САПР «Расчет тепловых схем ТЭС».

УДК 62-522.2; 62-362

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАСЛЯНЫХ УПЛОТНЕНИЙ РЕГУЛИРУЮЩИХ КЛАПАНОВ НА ТУРБИНАХ КАРМАНОВСКОЙ ГРЭС

МУСТАЕВ А.Р., Кармановская ГРЭС, с. «Энергетик»
Науч. рук. зам. начальника КТЦ РАДЧЕНКО А.В.

Проблема совершенствования теплотехнического оборудования всегда актуальна независимо от достигнутого уровня техники.

Однако для России она сейчас особенно важна, так как пока нельзя рассчитывать на массовое обновление теплотехнического оборудования электростанций и реальным единственным способом сохранить достигнутый уровень теплоэнергетики является широкая модернизация уже устаревшего оборудования.

В основе данной работы представлена модернизация теплотехнического оборудования электростанции, а именно модернизация масляных уплотнений регулирующих клапанов цилиндра среднего давления (ЦСД) турбины, проведенная под руководством автора настоящей работы, руководителя и специалистов ремонтного персонала.

Предлагаемое нами решение основано на обобщении опыта эксплуатации и подробных экспериментальных исследованиях масляных уплотнений регулирующих клапанов турбины, которые предусматривают замену посадочной колонки сервомотора на модернизированную конструкцию, обеспечивающую исключение протечек масла, соответственно снижение риска аварийного останова энергоблока и увеличение межремонтного периода.

После проведенного анализа показателей экономической выгоды от применения данного устройства можно сделать заключение, что новая конструкция посадочной колонки сервомотора ЦСД существенно повышает выгоду станции. При этом модернизация окупается в достаточно быстрые сроки. Так как срок окупаемости минимален, то можно говорить и об экономической эффективности инвестиций в представленный проект по модернизации масляных уплотнений регулирующих клапанов на турбинах Кармановской ГРЭС.

УДК 627.881

ВНЕДРЕНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ГРУБЫХ РЕШЕТОК ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ НАСОСОВ НА КАРМАНОВСКОЙ ГРЭС. АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

МУСТАЕВ А.Р., Кармановская ГРЭС, с. «Энергетик»

Науч. рук. зам. начальника КТЦ РАДЧЕНКО А.В.

Надежная и экономичная работа конденсационной установки зависит не только от состояния и работы конденсаторов, воздухоотсасывающих устройств, от конденсатных и циркуляционных насосов, но и от состояния и работы всей циркуляционной системы, к которой относятся также: напорные и сливные циркуляционные водоводы, приемные сетки, пруды и другие источники охлаждающей циркуляционной воды.

Системы циркуляционного водоснабжения прямоточные и оборотные в процессе эксплуатации подвергаются загрязнению илом, мусором, другими механическими, минеральными и органическими отложениями. Нормальная эксплуатация этих систем возможна только при проведении систематической очистки, так как засорения вызывают ухудшение работы конденсационной установки.

Основные этапы представленной работы, которые проводились под руководством автора, руководителя и специалистов ремонтного персонала направлены на разработку, изготовление и внедрение устройства, позволившего обеспечить экономичный режим, бесперебойную и эффективную работу циркуляционных насосов. Применение данного устройства позволяет устранить на станции следующие проблемы:

- аварийный останов циркуляционного насоса, который приводит к снижению нагрузки на энергоблоке на 100 МВт на 2 ч, а это время работы на рынке электроэнергии приведет к упущенной выгоде;

- при работе с одним циркуляционным насосом снижается вакуум в конденсаторе, что приводит к повышению температуры выхлопа на 8–10 °С, и, как следствие, – увеличению расхода условного топлива;

- необходимость аварийной разгрузки – приводит к штрафным санкциям;

- увеличение количества включений электродвигателя – усиливает влияние пусковых параметров.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ МОЩНЫХ ПАРОВЫХ ТУРБИН В РЕЖИМАХ ПУСКА ИЗ ХОЛОДНОГО СОСТОЯНИЯ

КУРАЖЕВ П.А., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук ВИНОГРАДОВ А.Л.

Современные тенденции в развитии энергомашиностроения характеризуются стремлением к форсированию процессов теплообмена в турбомашинах и к повышению их рабочих параметров, причем ставится вопрос о необходимости работы турбин в условиях переменных нагрузок и нестационарных режимах, об ускорении периодов пуска и останова машины. В связи с этим к современным и перспективным турбинам наряду

с требованиями высокой эффективности и экономичности предъявляются высокие требования надежности. Последнее во многом, как известно, зависит от точности и достоверности расчета теплового и напряженного состояния элементов ротора и статора машины.

В современных мощных паровых турбинах до- и сверхкритических параметров температурный уровень элементов статора и ротора на номинальном режиме работы не вызывает опасения, однако при переходе на переменные режимы из-за неравномерности обогрева или охлаждения могут возникнуть градиенты температур, обуславливающие появление температурных напряжений и, как следствие, деформацию и смещение элементов корпуса и ротора. При правильном расчете термонапряженного состояния элементов турбины возможна разработка рационального графика пуска и останова машины.

В представленных материалах рассмотрен процесс нестационарного теплообмена корпуса мощной паровой турбины в районе паровпуска с учетом динамических нагрузок, меняющихся во времени (внешний корпус ЦВД турбины К-800-240; пуск турбины из холодного состояния). При моделировании использовался пакет ANSYS Mechanical, данные по пуску из холодного состояния, необходимые для расчета, были взяты из архива ПТК «Квинт» блока К-800-240 Рязанской ГРЭС.

По результатам исследований были внесены корректировки в программы пуска блоков К-800-240 Рязанской ГРЭС.

УДК 621.311

ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ ТУРБИН ДЛЯ ИСКЛЮЧЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ПОТЕРЬ В ЦНД ПРИ РАБОТЕ В ЧИСТО ТЕПЛОФИКАЦИОННОМ РЕЖИМЕ

ШЛЕНКИН Р.Ю., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БУДАНОВ В.А.;

ст. преп. ГРИГОРЬЕВ Е.Ю.

Анализ режимов работы теплофикационных паровых турбин Т-100-130, Т-250-240, работающих в средней и северной полосе России, показывает, что в чисто теплофикационном режиме они работают от 7 до 8 месяцев в году, а некоторые из них несут теплофикационную нагрузку постоянно.

При чисто теплофикационной нагрузке турбины пропуск пара в ЦНД сохраняется только с целью поддержания необходимого теплового режима этого цилиндра. С учетом достаточно высоких вентиляционных потерь энергии общие тепловые потери в неработающей части турбины оказываются весьма большими.

Соответственно, за счет снижения указанных потерь в этих турбинах может быть заметно повышена их полезная тепловая мощность без дополнительных затрат топлива.

На практике для достижения поставленных целей иногда прибегают к удалению последних ступеней ЦНД.

Более рациональным является замена существующего ротора ЦНД на новый ротор с внутренним торсионным валом, который включается для передачи мощности оставшихся цилиндров турбины на ротор генератора при полностью выключенном цилиндре низкого давления. Однако конструкция данного ротора сложна и при проведении ремонтов и технического обслуживания затруднительна его дефектоскопия.

Более инновационным подходом является пересмотр изначальной компоновки расположения турбины и генератора на стадии проектирования. В частности, предлагается генератор включать в рассечку между ЦСД и ЦНД турбины. ЦНД в чисто теплофикационных режимах может легко отключаться, например, даже при работе турбоустановки, с помощью гидромурфты. Необходимо отметить, что данное решение не требует переделки в проточной части паровой турбины. Единственным недостатком данной схемы является необходимость при ремонте генератора его демонтировать с фундамента и перемещать на ремонтную площадку с помощью мостового крана турбинного цеха.

УДК 621.187.12

БАК-АККУМУЛЯТОР ДЕАЭРИРОВАННОЙ ВОДЫ

СКРИПИН Е.А., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. ст. преп. ШАМШУРИНА Г.И.

С целью повышения экономичности теплофикационной установки за счет снижения расхода перегретой воды в бак-аккумулятор на создание паровой подушки предлагается дополнительно установить расширитель, а также вертикальную штангу с поплавком-рассекателем, установленным в штанге (рис. 1).

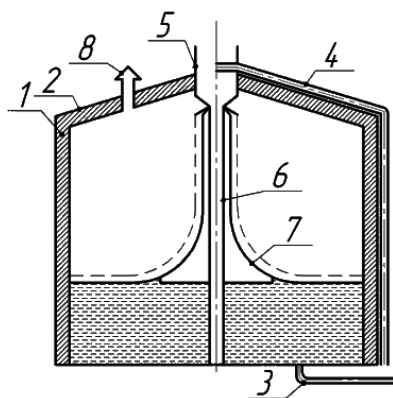


Рис. 1. Бак-аккумулятор: 1 – металлический корпус; 2 – тепловая изоляция; 3 – патрубок подвода деаэрированной воды; 4 – патрубок перегретой воды; 5 – расширитель; 6 – центральная вертикальная направляющая штанга; 7 – поплавко-рассекатель потока; 8 – дыхательный патрубок

Рабочий процесс осуществляется следующим образом. Через патрубок 3 деаэрированная вода поступает с температурой 60–80 °С в бак и заполняет его до уровня, определяемого режимом теплофикационной системы. Перегретая вода с температурой 120–150 °С через патрубок 4 подводится в расширитель 5 и дросселируется до атмосферного давления с выделением вторичного пара. Вода из расширителя 5 сливается через выходной патрубок в бак вдоль центральной вертикальной штанги 6, увлекая за собой пар. Пар выходит в свободный объем над уровнем воды в баке, создавая паровую подушку, препятствующую заражению деаэрированной воды кислородом. Вода из расширителя 5 падает на поплавко-рассекатель 7 и тонким ровным слоем подается на поверхность деаэрированной воды в баке, образуя непрерывно обновленный слой горячей воды с температурой 100 °С на границе раздела пар-вода.

При изменении режима теплофикационной системы и уровня деаэрированной воды в баке поплавко-рассекатель 7 перемещается вдоль направляющей штанги 6 вверх или вниз, обеспечивая непрерывное обновление защитного слоя горячей воды над деаэрированной водой в баке.

Использование предлагаемого технического решения позволяет повысить экономичность теплофикационной установки за счет уменьшения расхода перегретой воды, а также поддерживать качество деаэрированной воды в баках-аккумуляторах в соответствии с ПТЭ: кислород – 30 мкг/дм³, взвешенные вещества – не более 5 мг/дм³.

УДК 620.17

СТЕСНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ РАСШИРЕНИЙ ТУРБИНЫ К-300-240-3М ЛМЗ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ НА КАРМАНОВСКОЙ ГРЭС

ХАБИРОВ А.Р., КГРЭС (ф) – ООО «БГК», г. Нефтекамск
Науч. рук. начальник ПТО ГАРЕЕВ М.А.

По мере износа парка находящихся в эксплуатации турбоагрегатов, проблема нормализации тепловых перемещений выходит на одно из первых мест, как по влиянию на надежность, так и на экономичность их дальнейшей эксплуатации. В последние 5–10 лет из-за сложившейся в энергетике ситуации (работа на ФОРЭМ), приведшей к частым пускам, остановам и работе на переменных режимах турбин большой единичной мощности, случаи затрудненных перемещений корпусов подшипников участились.

В данной работе рассмотрены следующие вопросы:

- причины стеснения тепловых расширений турбины К-300-240-3М;
- способы нормализации тепловых расширений;
- установка МФЛ под подшипники № 1 и № 2 турбины К-300-240-3М блоков ст. № 1, 2, 3, 6 Кармановской ГРЭС;
- сделаны выводы о положительном опыте применения МФЛ в борьбе с стеснением тепловых расширений.

Опыт внедрения МФЛ для улучшения тепловых расширений цилиндров турбины К-300-240 ЛМЗ блоков ст. № 1, 2, 3, 6 на Кармановской ГРЭС подтвердил, что уменьшение сил трения скольжения на скользящих поверхностях ступней, качественное выполнение элементов фундамента, оптимизация зазоров в продольных шпонках ступней и, наконец, обеспечение беспрепятственного перемещения подшипников № 1, 2 может привести к максимальному эффекту при наладке тепловых расширений.

УДК 621.311.22

ПРИВОД ПИТАТЕЛЬНОГО НАСОСА ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ТУРБИНОЙ ДВУХ ДАВЛЕНИЙ

ХАНИН А.С., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ОРЛОВ Г.Г.

Использование отборов пара в системе регенерации из вспомогательных турбин с противодавлением, включенных в холодную линию промежуточного перегрева пара, по сравнению с отборами пара такого же давления из главной турбины, позволяет уменьшить необратимость теплообмена в подогревателях, что способствует повышению КПД цикла и конструктивно проще (без отборов) выполнить главную турбину. Однако появляются факторы, влияющие в сторону снижения КПД цикла, так как пар во вспомогательной турбине работает по циклу без промежуточного перегрева, а внутренний относительный КПД вспомогательной турбины ниже, чем главной.

Анализ показал, что у таких турбин существует предельное противодавление $p_{\text{пред}}$ (1), при котором использование пара из вспомогательной турбины в системе регенерации не дает преимуществ как использование пара такого же давления из главной турбины в том же подогревателе:

$$\frac{h_0 - h_{\text{отб}}^{\text{тп}}}{h_{\text{отб}}^{\text{тп}} - q_{\text{др}}} = \frac{h_0 + \Delta h_{\text{пп}} - h_{\text{отб}}^{\text{гл.т}}}{h_{\text{отб}}^{\text{гл.т}} - q_{\text{др}}}, \quad (1)$$

где h_0 , $h_{\text{отб}}^{\text{гл.т}}$, $h_{\text{отб}}^{\text{тп}}$ – энтальпии пара на входе в главную турбину, в отборе пара из вспомогательной турбины и в отборе главной турбины соответственно, кДж/кг; $\Delta h_{\text{пп}}$ – прирост энтальпии пара в промежуточном перегревателе; $q_{\text{др}}$ – энтальпия дренажа из регенеративного подогревателя.

Если левая часть уравнения (1) оказывается больше правой части, то пар на регенерацию целесообразно брать из вспомогательной турбины, если наоборот, то – из главной турбины. При равенстве частей наступает предельное противодавление, и отбор пара ниже этого давления из вспомогательной турбины ухудшает экономичность цикла. Следовательно, тепловой перепад приводной турбины оказывается ограниченным холодной линией промежуточного перегрева пара

и предельным противодействием, что приводит к недостатку вырабатываемой мощности вспомогательной турбиной на привод питательного насоса. Устранить указанный недостаток, мы предлагаем установкой на вал вспомогательной турбины, включенной в холодную линию промперегрева, конденсационного цилиндра, подключенного к главной турбине, что дает комбинированную турбину двух давлений.

УДК 504.054

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРИДОВ В ОТСТОЙНИКЕ-НАКОПИТЕЛЕ ЙОШКАР-ОЛИНСКОЙ ТЭЦ-2

ЦАРЕГОРОДЦЕВА И.В., ПГТУ, г. Йошкар-Ола
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ИВАНОВ А.А.

Загрязнение гидросферы относится к одному из самых мощных факторов, ухудшающих состояние окружающей природной среды. В г. Йошкар-Оле одними из наиболее ярких представителей такого воздействия являются промышленные предприятия, в частности Йошкар-Олинская ТЭЦ-2.

В результате работы химического цеха водоподготовки образуются сточные воды с повышенным содержанием хлорида натрия, которые сбрасываются в отстойник-накопитель ТЭЦ-2. Отстойник способен вместить 4,2 млн м³ сточных вод. При заполнении отстойника до критической отметки предусмотрен сброс воды в прилегающий обводненный карьер, находящийся в пойме рек Малая Кокшага и Нолька.

За последние три года минимальное значение концентрации хлоридов наблюдалось в апреле 2010 г. (837 мг/л), а максимальное значение – в январе 2012 г. (1116,87 мг/л).

В ноябре 2012 г. было проведено биотестирование проб воды из отстойника-накопителя и обводненного карьера. В качестве тест-организма использовалась одноклеточная водоросль *Chlorella vulgaris*.

По результатам биотестирования были определены значения величин биологически безопасного разведения проб воды из отстойника-накопителя и обводненного карьера Йошкар-Олинской ТЭЦ-2, которые равны 6 и 7,2 раз соответственно.

Из всего вышесказанного следует, что качество воды в отстойнике-накопителе не соответствует нормативам рыбохозяйственного водоема, что приведет к загрязнению прилегающих водных объектов при аварийном сбросе.

УДК 621.311.22 : 621.311.25 : 621.438

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ТЭЦ С ТУРБИНОЙ МЯТОГО ПАРА Т-70/110-1,6 С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ ЕЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ГТУ ПО УТИЛИЗАЦИОННОЙ СХЕМЕ

ЮСУПОВ И.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГОРЮНОВ И.М.

канд. техн. наук, доц. СЛЕСАРЕВ В.А.

Основное оборудование многих ТЭЦ, предназначенных для эксплуатации в условиях гарантированного технологического потребления пара, включает турбины противодавления. В условиях сокращения производственного потребления теплоты в обслуживаемых отраслях недогрузка турбин противодавления приводит к снижению как энергетической, так и экономической эффективности работы станции. Турбины мятого пара позволяют обеспечить загрузку турбин противодавления в условиях отказа от технологического пара. Однако, в этом случае возобновление технологического потребления теплоты приводит к простоя турбин мятого пара.

В настоящей статье рассматривается возможность максимальной загрузки установленных мощностей в условиях переменного технологического потребления теплоты, что повышает эффективность работы станции благодаря исключению прямой зависимости выработки электроэнергии от потребления пара. Для загрузки турбины мятого пара при наличии технологического потребления теплоты предлагается использовать ГТУ с котлом-утилизатором. При отсутствии теплового потребления турбина мятого пара загружается от турбины противодавления.

Результаты расчетов свидетельствуют о целесообразности оснащения ТЭЦ с турбинами противодавления турбинами мятого пара с резервированием их подключения к ГТУ по утилизационной схеме.

УДК 621.31(063)

**СОКРАЩЕНИЕ ПАРОВОДЯНЫХ ПОТЕРЬ ПРИ ПУСКЕ
ЭНЕРГОБЛОКА 200 МВт ЗАИНСКОЙ ГРЭС НА ПРИМЕРЕ
ЭНЕРГОБЛОКА СТ. №12**

КУШНИКОВ А.Ю., Заинская ГРЭС, г. Заинск
Науч. рук. ВАЛИНУРОВ Р.М.

В рамках данной работы рассматривается возможность изменения технологической схемы энергетического блока К-200-130 для реализации использования пароводяной смеси в цикле блока при растопках котлов и пусках блоков, в целях сокращения потерь пара и воды, а также снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что она не требует крупных финансовых вложений, трудозатрат, кардинального изменения технологических схем блока, является актуальной. Возможно её применение на станциях имеющих аналогичные энергетические блоки.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

НАПРАВЛЕНИЕ: ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

СЕКЦИЯ 1. «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»

Азаматова Г.А. Разработка автоматического прибора для управления качеством котловой воды	3
Аминев Я.В., Бажуткин А.С. Разработка конструктивных и режимных параметров системы индукционного нагрева для закалки длинномерных объектов	4
Ахметов И.А. Разработка системы ограничения высоты подъема талевого блока при спуско-подъемных операциях в процессе бурения нефтяных и газовых скважин	5
Васильев И.В., Домерт Е.П., Макаров А.П. Синтез системы автоматического управления процессом индукционного нагрева пластины в поперечном магнитном поле	6
Веремьёв В.О. Устранение перерасхода топлива путем регулирования коэффициента смещения	7
Зубарев С.А., Таймолкин А.Ю. Автоматизированная индукционная установка для нагрева и перемешивания жидкостей .	8
Гевлич А.К., Кузнецов А.В. Интеграция тренда КПД печей с системой управления на технологических объектах	9
Глянцева А.В. Разработка методики автоматизированного проектирования АСУТП	9
Готовкина Е.Е. Разработка системы управления редуционных охладительных установок на ТЭС с поперечными связями	10
Звегинцев А.А. Реализация программы системного анализа эффективного энергопотребления сложноструктурированных теплотехнологических схем	11
Колосова Ю.С. Разработка полигонной АСУТП газотурбинной установки ГТУ-110	12
Кузнецов Д.Ю. Разработка систем, оптимальных по быстродействию, в ПТК КВИНТ	13
Лазарев Д.М. Автоматизированный контроль толщины покрытия по характеристикам микроразрядов в ходе процесса плазменно-электролитического оксидирования	14

Лукьянцев М.А., Ариткулов Т.И. Применение статистических методов для регулирования производства полиэтилена	15
Макаров А.П., Ошкин Я.М., Табачинский А.С. Стенд для исследования систем управления индукционным нагревом	16
Миргаязов Р.Р. Разработка программной среды для создания компьютерных тренажеров	17
Мостовой А.П., Пименов Д.Н. Оптимизация стационарного распределения мощности индукционного нагревателя	18
Мукаева В.Р., Горбатков М.В., Тимофеев А.О. Анализ частотных характеристик процесса электролитно-плазменного полирования	19
Мухаметгалеев И.Р. Моделирование течения уходящих газов в хвостовой части котла ТГМ-84 перед РВП-54	20
Мухаметзянов Р.Р. Автоматизация отопительной системы жилого дома на основе ТНУ	21
Гафарова Л.И., Насибулина Р.Ж. Групповая поверка бытовых счетчиков газа на многопостовых автоматизированных поверочных установках	22
Пименов Д.Н., Зубарев С.А., Таймолкин А.Ю. Моделирование процесса косвенного индукционного нагрева жидкости	23
Семёнов С.А., Сибгатуллин И.Ф., Закиров И.Ф. Нестационарный свободноконвективный теплообмен горизонтального цилиндра при сбросе тепловой нагрузки	24
Фаткуллин А.Р. Автоматизированная диагностика процесса плазменно-электролитического оксидирования по переходным характеристикам	25
Халиуллина Г.А. Оптимальные схемы ТНУ в теплоснабжении ЖКХ в РТ	26
Хасаншина Р.С. Энергосберегающие режимы при нестационарных режимах течения теплоносителей	27
Хуснутдинов И.Р. Разработка компьютерного симулятора для подготовки персонала ТЭС	28
Чикунев И.М. Исследование технологии проектирования вторичной коммутации электрической части ТЭС средствами SmartPlant Electrical Detailed	29
Чингин В.Ю. Автоматизация инженерных систем жилого здания на основе нейросетевого алгоритма	30

Шакиров Р.А., Шамгунова А.А. Обеспечение автоматического долива скважины при спуско-подъемных операциях и геофизических исследованиях	31
Шакиров Р.А. Автоматизация объектов нефтегазовой отрасли. Модернизация керноотборочного снаряда	32
Шарагина К.В. Детандер-генераторные установки в энергосбережении	33
Яблоков А.А. Повышение маневренности энергоблоков АЭС .	34

СЕКЦИЯ 2. «ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

Аносов М.П. Модернизация гладкотрубных подогревателей мазута	35
Базукова Э.Р., Хисматуллин А.А. Перевод системы вулканизации шин с перегретой воды на насыщенный пар	36
Бушуев А.Н. Варианты генерации электроэнергии для металлургии	37
Бушуев А.Н. Система энергообеспечения электрометаллургии на базе газотурбинных технологий	38
Валиева А.М. Применение торфа как топлива для малой энергетики	39
Гайнетдинов А.В., Садыков Д.М., Ахметов Ч.Р. Алгоритм выбора источника энергии для автономной системы энергоснабжения	40
Галиев А.Т. Процесс тригенерации. Преимущества перед когенерационными установками	41
Гришин О.В., Фахреев Н.Н. Организация мини-ТЭЦ из водогрейной котельной с котлами ТВГ-8М	42
Жукова И.А., Сафарова Н.Р. Разработка модифицированной климатической камеры по изучению влияния параметров микроклимата на человека	43
Клюквин В.В. Утилизация теплоты на ГПА	44
Лапатеев Д.А., Козлов А.С., Яблоков А.А. Разработка автоматизированных конструкций энергосберегающих окон с применением металлических теплоотражающих экранов	45

Мулланурова Э.М. Применение тепловых насосов для компрессорных станций	46
Новиков М.А. Исследование погрешности вычисления температурного поля для двухмерных задач нагрева	47
Садыков Д.М., Гайнетдинов А.В. Энергоснабжение в США	48
Усманова И.Ш., Хабибуллина А.М. Совместное сжигание газа и мазута в топке котла	49
Фатхрахманов Д.Ф., Мингазутдинов Р.Ш. Перспективы перехода к индивидуальному теплоснабжению жилых помещений .	50
Фатхрахманов И.Ф., Мингазутдинов Р.Ш. Утилизация теплоты вентилируемого воздуха в децентрализованных системах теплоснабжения	51
Хакимянова Г.Ф., Хакимянов И.Ф. Теплонасосные установки с использованием энергии солнца как источника тепла и электричества	52
Хамматова Р.И., Редькина Е.Н. Взаимодействие топливных хозяйств энергетических предприятий Республики Татарстан	53
Хасаншина А.А. Оптимизация гидравлических режимов в замкнутых тепловых сетях	54
Шайхутдинов Р.А. Интенсификация теплообменного оборудования и ее роль в нефтяной промышленности	55
Шарафиева А.Н. Компрессорная станция как сложная техническая система	56
Юнг И.Е., Мучинская А.В. Автономная генерация – путь к энергосбережению	57
Юнг И.Е., Мучинская А.В. Совместная работа ГТУ и котельных установок	58

СЕКЦИЯ 3. «ЭКСПЛУАТАЦИЯ И НАДЕЖНОСТЬ ЭНЕРГОУСТАНОВОК И СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. ТЕПЛОВЫЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ»

Азангулов Р.Ш., Колбин М.А., Дергачев Д.С. О возможности применения электрокотлов с получением энергии от ветра	59
Ахметова Р.Р., Мутигуллин Р.З. Определение утечек в трубопроводах акустическим способом	60
Белянина Н.В. Анализ основных методических указаний по проектированию центральных тепловых пунктов	61

Бормотов С.А. Утилизация теплоты водооборотных систем и теплоты дымовых газов в технологических процессах с использованием двигателя Стирлинга	62
Валиуллина М.Ф. Включение абсорбционных бромистолитиевых преобразователей теплоты в тепловые схемы ТЭС .	63
Габитов Р.Н., Сёмин Е.С. Моделирование процесса фильтрации в плотном слое	64
Галанова У.Д., Самышина О.В., Нагорная О.Ю. Моделирование процесса пиролиза органосодержащего сырья с целью получения топливного газа	65
Гапоненко С.О. Устройство для определения расположения трубопроводов и поиска мест утечек рабочей среды	66
Гатауллин Р.Р. Надежность систем теплоснабжения	67
Загретдинов А.Р. Определение функциональной надежности тепловых сетей	68
Загретдинов А.Р. Устройство для определения упругих свойств материалов.	69
Измайлова Е.В. Диагностирование дефектов трубопровода с помощью разработанного мобильного устройства	70
Латыпова А.Р. Повышение эффективности работы тепловых сетей	71
Костылёва К.А. Техника низких температур в энергетике . . .	72
Морозов А.Н. Оценка возможности применения двигателей Стирлинга в различных сферах жизнедеятельности	73
Мустафин Р.Р. Повышение мощности ГТУ путем впрыска воды во входное устройство	74
Мухаметзянов Ф.Р. Модернизация теплового пункта	75
Назарычев С.А., Камардин А.С., Малахов А.О. Разработка методики для расчета коэффициента функциональной надежности трубопроводных транспортных сетей	76
Нуриева Л.К., Саляхова Р.Р. Направления деятельности в сфере энергетического консалтинга и опыт его внедрения	77
Политова Т.О., Горбунова Т.Г. Анализ надежности кольцевых тепловых сетей	78
Сайфуллин Э.Р., Горбунова Т.Г. Проблемы надежности теплоснабжения	79
Саляхова Р.Р., Нуриева Л.К. Актуальность энергосберегающего консалтинга в сфере агропромышленного хозяйства	79

Соколов Д.В. Влияние температурного фактора при краткосрочном прогнозировании потребления электроэнергии	81
Туманов А.Е. Расчетное моделирование и оценка эффективности тепловой схемы гибридной мини-ТЭЦ с дожиганием анодных газов топливного элемента перед газовой турбиной	82
Хакимова Р.М. Исследование и повышение эффективности работы подсистем теплоснабжения	82
Шаймухаметов И.Р. Модернизация тепловых сетей	83
Тихонов Е.Г. Перевод системы отопления и горячего водоснабжения АБК мазутного хозяйства II очереди на теплоснабжение конденсатом мазутоподогревателей	84

СЕКЦИЯ 4. «ТЕХНОЛОГИЯ ВОДЫ И ТОПЛИВА НА ТЭС И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ»

Бикмуратова М.М. Анतिकоррозионная защита нефтяного оборудования	86
Гайсина А.Г. Исследование возможности использования материала УВИС-АК-В при очистке сточных вод гальванических цехов	87
Гараева М.Я. Ресурсосберегающие технологии утилизации нефтешламов	88
Гомырова А.А. Разработка инструментального средства для проектирования и анализа работы действующих ВПУ	89
Долгова А.Н. Определение эффективности барботажных контактных устройств с учетом градиента уровня жидкости	90
Дударовская О.Г. Математическая модель турбулентной вязкости в насадке	91
Закиров Э.Т. Опыт внедрения верхних распределительных устройств типа «звезда» на анионитовых фильтрах водоподготовительной установки Кармановской ГРЭС	92
Захарова С.В. Ресурсосбережение в технологии очистки сточных вод ТЭС от нефтепродуктов	93
Зиннатуллина Р.В. Влияние деэмульгирующей присадки на свойства мазута	94
Исрафилова А.А. Исследование процессов сорбции дымовых газов отходом промышленного производства	95
Исхаков А.Р. Двумерная модель турбулентного переноса	

дисперсной фазы в газах	96
Исхакова Р.Я. Математическая модель очистки сточных вод промышленных предприятий шламом химводоочистки ТЭС	97
Колегов А.В., Ерёмин Н.В. Совершенствование химконтроля за водным режимом энергоблока ТЭС с ПГУ	98
Колегов А.В., Сорокина А.Я. Анализ состояния водно-химического режима энергоблока ПГУ-210	99
Коршак А.О. Электронный тренажер «эксплуатация СВО-1 и СВО-2» для энергоблоков АЭС С ВВЭР	100
Наскаева Р.И. Электрическая обработка воды в аппарате диафрагменного электролиза	101
Николаева Э.Х., Саитгареева Е.А. Внедрение современных технологий глубокого удаления соединений азота и фосфора на биологических очистных сооружениях Кармановской ГРЭС	102
Созыкина Ю.Л. Повышение показателей качества воды на стадии предварительной очистки	103
Сухарев А.С. Обоснование выбора мембранных установок для обработки воды на ТЭС и АЭС	104
Фарахова А.И. Определение эффективности коагуляции тонкодисперсных эмульсий в насадочном слое	105
Хамзина Д.А. Исследование шлама водоочистки для осушки природного газа	106
Хамидуллина Г.К. Сравнение различных конструкций пленочных испарителей	107
Хусаенова А.З. Энергосбережение в технологии утилизации шлама и избыточного активного ила	108
Шакирова А.Х. Модель очистки жидкостей методом флотации	109
Юсупова А.А. Исследование коалесцирующих свойств технического войлока при очистке нефтесодержащих сточных вод .	110

СЕКЦИЯ 5. «ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ»

Гречин А.В. Аэродинамический, прочностной и частотный расчет последней рабочей лопатки ЦНД турбины К-800-240 в инженерном пакете SOLIDWORKS	111
Салтанаева Е.А. Изготовление каналов малого сечения	

в форсунках камер сгорания тепловых электрических станций	112
Валеева К.Р. Исследование прочности элементов подогревателя смешивающего типа	113
Гайнетдинова Л.А., Камаева К.Е. Влияние неоднородности материала на НДС конструкции паропровода со сварным швом с учетом ползучести	114
Гатауллина Л.М., Камаева К.Е. Анализ НДС сварных швов с учетом нелинейности	115
Нургалеев Э.Р., Камаева К.Е. Построение модели фланцевого соединения паропровода	115
Абрамов А.В. Влияние дефектов на укрепления корпуса бака деаэратора в прочностном анализе «ANSYS»	116
Каримова М.А. Применение ПК «ANSYS» к расчету тройниковых соединений трубопроводов	117
Климин А.П., Камаева К.Е. Расчет максимальной нагрузки трубопровода с учетом геометрической нелинейности	118
Лалин И.В., Камаева К.Е. Расчет термических напряжений болтового соединения с учетом предварительных напряжений и нелинейной деформации	118
Леванов А.Е. Применение программного комплекса ANSYS для расчета температурных перемещений паропровода	119
Мухаметзянов И.Р. Численный расчет теплообменного аппарата методом конечных элементов	120
Мухаметов А.Р. Оценка числовых характеристик механических свойств материалов деталей ГТУ после механических испытаний	121
Рыков С.А. Котлы пульсирующего горения	122
Казанцева Н.С. Составная конструкция прибора для определения сил взаимодействия и реакций опор	123

СЕКЦИЯ 6. «ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Дмитриева Ю.Е., Макарычева О.А. Применение аккумуляторов тепловой энергии в поточной линии для сушки растительного сырья	124
Низамутдинова Ю.Р. Оптимизация режимов работы	

теплонасосных установок	125
Тухфатуллина Э.И. Оптимизация оборудования и тепловая схема теплонасосной установки.	126
Хайруллина Г.А. Использование деэмульгаторов в процессе обезвоживания нефти	127
Рязанова Н.П. Ингибиторы коррозии как эффективный метод снижения затрат в нефтяной промышленности	128
Хадиева Г.К., Некрасов В.А. Исследование сопротивления теплопередаче однокамерного стеклопакета с обычными стеклами и с И-покрытым стеклом	128
Аймурзаева Я.Г. Расчет удельного расхода энергоресурсов на выпуск продукции	129
Галина Э.М. Применение современных мероприятий с целью уменьшения удельных затрат энергоресурсов на единицу продукции	130
Шумаева Е.А. Методология и введение энергоресурсосберегающих технологий на примере Елабужской ТЭЦ	131
Зинатуллина Л.Ф. Энергосберегающие пульсационные фильтры механической очистки сточных вод на ТЭЦ	132
Сираев Р.Р. Стабилизация энергии полученной от альтернативных источников энергии.	133
Азиева А.Р. Анализ различных систем отопления производственного корпуса промышленного предприятия	134
Ганеева М.Р. Анализ влияния внедрения частотно- регулируемого привода на выпуск продукции	135
Хакимова В.А. Сравнительный анализ использования различных холодильных машин в молочной промышленности	136
Муртазина Д.А. Оптимизация энергосберегающего режима очистки ствола скважины и призабойной зоны пласта	137
Шипков В.П. Исследование процессов очистки призабойной зоны пласта с использованием пульсационной установки	137
Николаев А.И., Зайнуллин А.З. Проект лабораторной установки по отделению твердой дисперсии.	138
Благодаров Н.Г., Грубская О.С., Радаев А.В., Ахмеров А.В. Изучение технологий разделения твердой дисперсии различной природы	139
Халиков Л.Р. Экспериментальное исследование нестационарного воздействия на нефтяной пласт	139
Мусаева Д.А., Хайруллин А.Р. Внешний теплообмен при низкочастотном пульсационном потоке в пучке труб	140

Иголина М.А., Седлова П.П. Исследование зависимости сопротивления теплопередаче жидкокерамических покрытий «Корунд», «Теплосил», строительного гипса от толщины покрытия	141
Ялалов Р.Ф. Обезвоживание осадков промышленных сточных вод под давлением	142
Палагин П.А. Исследование потенциала энергосбережения на кирпичном заводе с составлением энергопаспорта и мероприятий по энергосбережению	143
Гадальшин Д.Г. Исследование возможности использования альтернативных охладителей циркуляционной воды паротурбинной установки	144
Ханнанов С.Ф., Снигирёва Ю.В. Экспериментальное исследование пульсационного теплообменника	145
Мухаметова Л.Х. Отопительные приборы и их отопительный эффект	146
Гайнуллина Л.Ф. Применение ингибиторов солеотложения в промысловой подготовке нефти	147
Исмагилова А.М. Использование ингибиторов парафинотложений при промысловой подготовке нефти	148
Кашипова Л.А. Повышения энергоэффективности сложных промышленных схем на основе системного анализа	149
Бобров А.С. Технология энергоэффективного преобразования энергии горения углеводородного топлива	150
Архипова И.Г., Дидиенко Е.С., Палыева А.Б. Применение альтернативных источников энергии в системе отопления	151
Архипова И.Г., Дидиенко Е.С., Инчакова Т.А. О возможностях применения биогазового модуля в системе теплоснабжения социальных объектов	152
Никитин А.С., Цветкова М.С., Лопатина М.В. Обследование туннельной печи для обжига кирпича с помощью тепловизора	153
Сайфутдинова А.Р., Мухамадеева Л.Т., Рахимбердиева Г.Р. Применение конденсационных котлов	154
Рябова К.Ю., Трофимова Т.В., Федотова В.С. Индукционные котлы – альтернативный способ теплоснабжения промышленных объектов	155
Алексеев А.И., Козловская А.А. Повышение энергетической эффективности поточной линии сушки растительного сырья	156
Васягин Д.М. Применение инфракрасных обогревателей в системе отопления производственных помещений	157

Литвинова И.С., Поленов В.А., Кулешов И.В.	Централизованное теплоснабжение в городе Орске	158
Новиков А.В.	Математическое моделирование производственного микроклимата	159
Лопатина М.В., Цветкова М.С., Щеголева О.И.	Теплотехнологическое обследование туннельной печи для обжига керамических изделий	161

СЕКЦИЯ 7. «ТЕПЛОФИЗИКА»

Бобров А.С.	Влияние внешнего электрического поля на тепловую структуру диффузионных пламен	162
Буравова Е.Н.	Проектирование и расчет сетевого подогревателя со спиральными выступами	163
Каюмов Ф.Р.	Об образовании циклических соединений при кристаллизации триалкиларсенатов	164
Квасов С.В., Саубанов А.З., Тухбатуллин А.И.	Оптимальное устьевое давление при разработке природных битумов методом паротеплового воздействия	164
Кутергина Н.А.	Радиационные характеристики и характеристики излучения продуктов сгорания высокоэнергетических установок	166
Марданова А.М.	Гидросопротивление и теплоотдача в каналах с цилиндрическими выемками	167
Перцев Е.В., Халитов К.Ф.	Об интенсивностях полос поглощения в ИК-спектрах молекул ЭФ ₃	168
Позолотин А.П.	Влияние знака заряда пламени полимеров на горение в электростатическом поле	168
Попкова О.С.	Расчет плоского элемента камеры сгорания	170
Соловьёв С.А., Зырьянов И.А.	Влияние электростатического поля на температуру пламени энергетической установки ГС-2	171

СЕКЦИЯ 8. «ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»

Власов С.М. Поддержание оптимального водно-химического

режима системы технического водоснабжения с градирнями	172
Хамидуллин Т.И. Перспективы использования отходов нефтепереработки в качестве топлива на тепловых электростанциях России	173
Ильин О.В. Неконтактные методы измерения электрической проводимости	174
Мингалеев Р.Р. Очистка сточных вод ТЭС	175
Коровкин А.А. Контроль качества воды в процессе водоочистки в лабораторных условиях при КГЭУ	176
Мусин А.А. Дозвуковые камеры смешения с турбулизацией потока плохообтекаемыми телами	177
Низамов Л.А. Обзор методов повышения эффективности работы электрических станций в части планирования оптимальных режимов работы оборудования	178
Паймин С.С., Залялов Р.Р. Электродиализные концентраторы в схемах водоочистки ТЭС	179
Валитов Р.Б. Расширение регулировочного диапазона конденсационных блоков Заинской ГРЭС	180
Закиров А.О., Власов С.М. Автоматизация башенной испарительной градирни	181
Зиннатуллина Л.Ф. Мини-ТЭЦ с применением газотурбинной установки.	181
Зиновьева Ю.В. Газотурбинные надстройки на ТЭЦ с противодавленческими турбинами	182
Мингазов И.Н. Обоснование бездеаэрационной тепловой схемы ГРЭС с турбоустановками сверхкритического давления	183
Хакимуллина Г.М., Вилданов Р.Р. Некоторые аспекты электронного учебника по дисциплине «Тепловые и атомные электрические станции»	184
Чумарин С.А., Абасев Ю.В. Совершенствование парогазовых установок с котлами-утилизаторами	185
Нгуен Дык Луан. Исследование подъема дымового факела от труб Набережночелнинской ТЭЦ	186
Минибаев А.И., Власов С.М. Способ очистки теплоэнергетического оборудования от отложений	187
Линьков А.В. Компьютерная программа для ориентировочного расчета паровых турбин	188
Бубнов А.Н. Теоретический расчет движения рабочей среды в проточной части клапана БЗОК турбины АЭС	189
Кучукбаев В.И. Значимость атомной энергетики в России	190
Горланов Д.В. Система промежуточной сепарации	

и перегрева пара на АЭС	191
Иваницкий М.С. Определение концентрации бенз(а)пирена в продуктах сгорания котельных установок и управление рабочим процессом сжигания топлива	192
Исмагилов И.И. Тепловой расчет энергоблока на базе ПТ-60-90/13 при начальной температуре пара ниже номинального значения с последующим перегревом в составе утилизационной ПГУ на основе ГТД-110	193
Губарев А.Ю. Двухпоточный двухходовой вращающийся регенеративный воздухоподогреватель	194
Малков Е.С. Анализ работы котла-утилизатора в переменных режимах при сжигании дополнительного топлива ...	195
Марков А.О. Диалоговая система определения термодинамических параметров воды, пара и расходов пара на ПВД	196
Мустаев А.Р. Модернизация масляных уплотнений регулирующих клапанов на турбинах Кармановской ГРЭС	197
Мустаев А.Р. Внедрение устройства для очистки грубых решеток циркуляционных насосов на Кармановской ГРЭС. Анализ экономического эффекта	198
Куражев П.А. Исследование термонапряженного состояния корпусов мощных паровых турбин в режимах пуска из холодного состояния	199
Шленкин Р.Ю. Пути модернизации теплофикационных турбин для исключения вентиляционных потерь в ЦНД при работе в чисто теплофикационном режиме	200
Скрипин Е.А. Бак-аккумулятор деаэрированной воды	201
Хабиров А.Р. Стеснение тепловых расширений турбины К-300-240-3М ЛМЗ и меры борьбы с ними на Кармановской ГРЭС	203
Ханин А.С. Привод питательного насоса вспомогательной турбиной двух давлений	204
Царегородцева И.В. Анализ динамики концентрации хлоридов в отстойнике-накопителе Йошкар-Олинской ТЭЦ-2	205
Юсупов И.Р. Расчет тепловой схемы ТЭЦ с турбиной мятого пара Т-70/110-1,6 с резервированием ее подключения к ГТУ по утилизационной схеме	206
Кушников А.Ю. Сокращение пароводяных потерь при пуске энергоблока 200 МВт Заинской ГРЭС на примере энергоблока ст. №12	207

Для заметок

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
VIII МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

27–29 марта 2013 г.

Казань

В четырех томах

*Под общей редакцией
ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова*

Том 2

Корректор *Т.В. Андреева*
Компьютерная верстка *Т.В. Андреева*
Дизайн обложки *Ю.Ф. Мухаметшина*

Подписано в печать 06.03.13.

Формат 60×84/16. Бумага ВХИ. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.

Усл. печ. л. 12,9. Уч.-изд. л. 14,3. Тираж 500 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел КГЭУ, 420066, Казань, Красносельская, 51