

**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
X МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»**

25–27 марта 2015 г.

Казань

В трех томах

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

Том 2

Казань 2015

УДК 371.334
ББК 31.2+31.3+81.2
М34

Рецензенты:

заведующий лабораторией Академэнерго,
доктор технических наук *Р.Г. Мингалеева*;
проректор по НР КГЭУ,
кандидат технических наук *Э.В. Шамсутдинов*

М34 **Материалы докладов X Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения» / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. В 3 т.; Т. 2. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 188 с.**

ISBN 978-5-89873-431-2

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); канд. техн. наук, Э.В. ШАМСУТДИНОВ (зам. гл. редактора); д-р техн. наук, проф. В.К. ИЛЬИН; д-р хим. наук, проф. Н.Д. ЧИЧИРОВА; д-р физ.-мат. наук А.С. СИТДИКОВ; канд. физ.-мат. наук, доц. Ю.Н. СМИРНОВ; канд. техн. наук, доц. Е.Е. КОСТЫЛЕВА

Материалы докладов публикуются в авторской редакции.

Ответственность за содержание тезисов возлагается на авторов

ISBN 978-5-89873-431-2

© Казанский государственный
энергетический ун-т, 2015

НАПРАВЛЕНИЕ: ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

СЕКЦИЯ 1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

УДК 621.36

ВАРИАЦИИ ПОЛУШИРИН СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ ВОДЯНОГО ПАРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ КВАНТОВЫХ ЧИСЕЛ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР 200-3000К

АФАНАСЬЕВ И.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МОСКАЛЕНКО Н.И.

При решении задач сложного радиационного теплообмена возникает необходимость пересчета интенсивностей полуширин и спектральных линий с одной температуры на другие. При этом полуширины спектральных линий водяного пара зависят от вращательных квантовых чисел переходов, которые формируются в соответствие с правилами отбора. В докладе рассматриваются результаты квантомеханических расчетов полуширин спектральных линий водяного пара выполненных для соударения молекул паров H_2O с азотом и в условиях самоуширения водяного пара для энергетических уровней с квантовыми числами $J \leq 16$. Рассмотрены Q,R,R-ветви спектральных линий. Анализируются зависимости полуширин спектральных линий от квантовых чисел переходов J , τ_a , τ_c . С ростом J перехода для столкновений молекул $H_2O - N_2$ и $H_2O - H_2O$ наблюдается уменьшение полуширины спектральных линий.

$$B = \alpha(H_2O - H_2O) / \alpha(H_2O - N_2).$$

B изменяются в диапазоне $B \in \{6 - 30\}$ при значениях квантовых чисел переходов J , τ_a , τ_c изменяющихся в пределах 0-16. В расчетах температурных зависимостей полуширин линий принято

J	k (200\300)	k (200/800)	k (300/800)
0	-	-	0.755
1	0.675	0.688	0.694
2	0.736	0.708	0.696
3	0.644	0.691	0.673
4	0.583	0.638	0.661
5	0.456	0.527	0.557
6	0.321	0.392	0.421
7	0.148	0.222	0.253
8	-0.023	0.072	0.114
9	-0.155	0.049	0.133
10	-0.099	0.137	0.234
11	-0.035	0.16	0.241
12	0.33	0.327	0.449
13	0.0371	0.462	1.212
14	0.0385	0.347	0.798
15	0.365	0.443	0.626

использовать соотношение $\alpha_T = \alpha(T_0) \left(\frac{T}{T_0} \right)^k$ где параметр k может зависеть от абсолютной температуры T , типа столкновений молекул и квантовых чисел переходов. Примеры вариаций значений параметра $k(J)$, для $R_{1,1}^e$ – представлены ниже как интерполяционный параметр пересчета полуширин на другие температуры T .

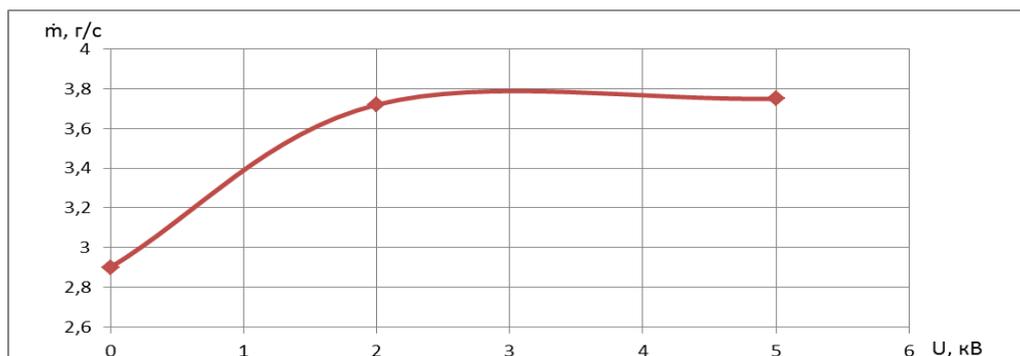
УДК 662.612.3

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ПОЛИМЕРА В КАНАЛЕ

БУДИН А.Г., ПОЗОЛОТИН А.П., ЗЫРЯНОВ И.А., ВятГУ, г. Киров
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РЕШЕТНИКОВ С.М.

Управление процессом горения полимеров в канале является важной научно-технической задачей в области теплоэнергетики, в частности при разработке гибридных ракетных двигателей (ГРД). Актуальной проблемой в теплоэнергетике является увеличение скорости регрессии топлива. Примером реализации энергетической установки с низкой скоростью регрессии твердотопливного компонента является ГРД. Один из путей решения поставленной задачи – воздействие на процесс горения с помощью электростатического поля (ЭП).

Исследование влияния ЭП на горение полимера проводилось на тестовом стенде с модельным ГРД, позволяющем исследовать параметры двигателя. Радиальное ЭП в камере сгорания ГРД создавалось системой электродов: положительный электрод установлен вдоль оси камеры сгорания по ее центру, отрицательный электрод выполнен в виде сетки и расположен вокруг твердотопливного блока. Экспериментально установлено, что при горении полиметилметакрилата (ПММА) в ГРД при наличии радиального ЭП скорость регрессии твердотопливного компонента возрастает, см. рис.



Зависимость массовой скорости горения от разности потенциалов между электродами

Таким образом, показана возможность увеличения массовой скорости горения полимера в канале при воздействии электростатическим полем, что делает данный метод перспективным в плане увеличения тяги ГРД и возможности управления его внутриваллистическими характеристиками.

УДК 534.62

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ
ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ
С ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩИМ ПОКРЫТИЕМ И БЕЗ НЕГО
С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ПОЛЯ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ В КАМЕРЕ
ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ
РЕВЕРБЕРАЦИОННОГО ТИПА**

ГАЗИЗУЛЛИН Р.К., ШАРАПОВ А.А., КНИТУ-КАИ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат.наук, проф. ПАЙМУШИН В.Н.

В ходе экспериментального исследования определялось влияния энергопоглощающего покрытия на звукоизоляционные свойства пластины. Для этого в лабораторных условиях исследовались прямоугольные плоские пластины, выполненные из стали 20 и имеющие толщину $t = 3$ мм, длину $a = 480$ мм, ширину $b = 560$ мм, как с энергопоглощающим покрытием, так и без него. В качестве покрытия выбрана резиновая пластина марки 2Н-1-МБС-С толщиной $t = 2$ мм. Всего было проведено 4 серии испытаний для различных видов образцов: 1 серия – пластина без энергопоглощающего покрытием, 2 серия – пластина с энерго-поглощающим покрытием со стороны камеры низкого давления (КНД), 3 серия – пластина с энергопоглощающим покрытием со стороны камеры высокого давления (КВД), 4 серия – пластина с энергопоглощающим покрытием с обеих сторон. Испытания проведены в акустической лаборатории, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 27296-87.

Из результатов экспериментального исследования видно, что энергопоглощающие покрытия ощутимо влияют на звукоизоляционные свойства пластины (особенно на частотах выше 250 Гц). Как и ожидалось, на большей части частотного спектра наибольшего коэффициента звукоизоляции удалось добиться при использовании пластины с энергопоглощающим покрытием расположенным с обеих сторон, хотя на частотах до 250 Гц образцы с покрытием демонстрируют практически идентичные результаты, а наиболее эффективна в данном случае панель без энергопоглощающего покрытия.

Для более детального исследования, помимо определения среднего значения в камерах, были проведены экспериментальные исследования по нахождению закона распределения звукового давления в камере низкого уровня в точках горизонтальной плоскости, проходящей через центр испытываемой пластины. Полученные результаты, указывают на весьма сложный закон распределения звукового давления в объеме КНД. При этом характер распределения давлений меняется для различных типов образцов. Особо стоит отметить принципиальное отличие законов распределения для случаев, когда энергопоглощающее покрытие располагается только с одной из сторон пластины (со стороны КНД или КВД), в связи с этим решение о его расположении должно приниматься исходя из спектра решаемых задач.

УДК 543.42

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАДИАЦИОННОГО ТЕПЛООБМЕНА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ТОПКАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ

ДОДОВ И.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МОСКАЛЕНКО Н.И.

Разработан метод оперативного замкнутого моделирования радиационного теплообмена в топках энергетических агрегатов с учетом естественной рециркуляции потоков продуктов сгорания топлива, влияющей на распределение температуры в объеме камеры сгорания, радиационного выхолаживания продуктов сгорания в восходящих потоках и радиационного нагревания нисходящих потоков рециркуляции из потолочной зоны топки. Расчеты выполняются в два этапа: а) расчет поля температуры по объему топочной камеры методом итераций радиационного теплообмена до установления стационарного режима функционирования котельного агрегата с учетом неравновесного радиационного выхолаживания в зонах химических реакций и равновесного радиационного теплообмена вне зон химических реакций; б) расчет тепловосприятия по тепловоспринимающим поверхностям камеры сгорания. Все расчеты выполняются с нормировкой на изменение энтальпии продуктов сгорания и с учетом изменения скорости движения потоков по объему топки.

Неравновесное радиационное выхолаживание пламенной зоны продуктов сгорания учитывается по экспериментальным данным. Равновесные процессы теплообмена моделируются с применением

двухпараметрического метода эквивалентных масс для оптически активных газовых ингредиентов. Влияние неоднородности ингредиентного состава учитывается введением в эквивалентную массу эффективного давления. Рассматриваются особенности радиационного теплообмена в топках различной конструкции при камерном сжигании органических топлив.

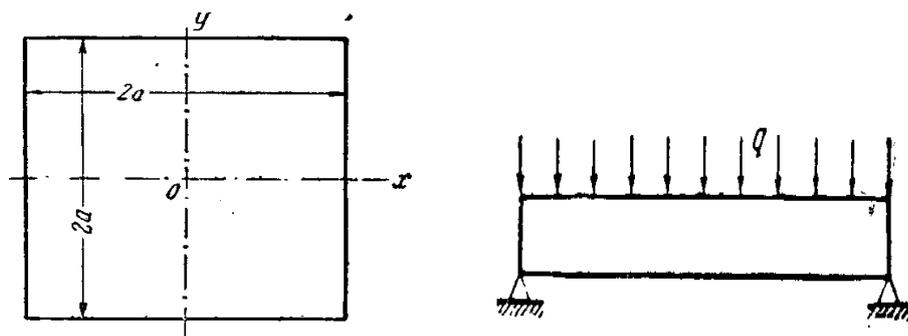
УДК 532(075.8)

РАСЧЕТ ИЗГИБА ПЛАСТИНЫ С УЧЕТОМ ЭФФЕКТА ПАМЯТИ ФОРМЫ

ЕВГРАФОВА К.И., ИГЭУ им. В.И. Ленина, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. НОЗДРИН М.А.;
ст. преп. ЗАРУБИН З.В.

Разработка алгоритмов расчета элементов конструкций из материалов с эффектом памяти формы необходима для применения в конструкциях из новых материалов с заданными физико-механическими свойствами. Эффект памяти формы – явление возврата к первоначальной форме при нагреве детали, которое наблюдается у некоторых материалов после предварительной деформации.

Рассматривается (для конкретизации общего алгоритма) квадратная опертая пластина со стороной $2a$ под действием равномерной нагрузки q (рис.).



Расчетная схема пластины

Безразмерные координаты точек пластины соотнесены с размерами пластины: $\xi = \frac{x}{a}$ и $\eta = \frac{y}{a}$. Производится аналитический расчет задачи изгиба пластины с эффектом памяти формы. Определяется масса пластины $m = \frac{64}{\pi^4}$, удовлетворяющая равенству: $\frac{\iint \bar{P}_x d\xi d\eta}{\iint \bar{w} d\xi d\eta} = 1$. Получена формула прогиба в центре пластины: $w_0 = \frac{4}{\pi^2} \cdot \frac{a^2 \cdot e_s}{h} \cdot e_0$.

Устанавливается зависимость между температурой и формой пластины. При повышении температуры пластина возвращается в первоначальную форму.

Полученные результаты являются основой для проектирования терморегулирующих устройств в теплоэнергетике.

УДК 535.233.43

УЧЕТ СТЕПЕНИ ЧЕРНОТЫ В ИЗЛУЧЕНИИ СЕРОГО ТЕЛА

ЕГОРОВА Е.С., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. КАБАНОВ О.А.

Согласно закону Стефана – Больцмана, энергетическая светимость абсолютно чёрного тела прямо пропорциональна четвёртой степени абсолютной температуры: $R = \sigma T^4$. Для серого тела закон записывают в таком виде: $R = \varepsilon \sigma T^4$. Предлагается использовать вид: $R = \sigma T^n$, где n – близко к 4.

Основание – результаты эксперимента: вольтамперные характеристики ламп накаливания различной номинальной мощности (25 Вт, 40 Вт, 60 Вт, 100 Вт) в диапазоне напряжений от 100 В до 190 В.

Допущения принятые для проведения эксперимента: вся мощность электрического тока, или какая-то постоянная её часть, преобразуется в излучение, $R \sim IU$; сопротивление нити лампы накаливания пропорционально температуре, $\frac{I}{U} \sim T$.

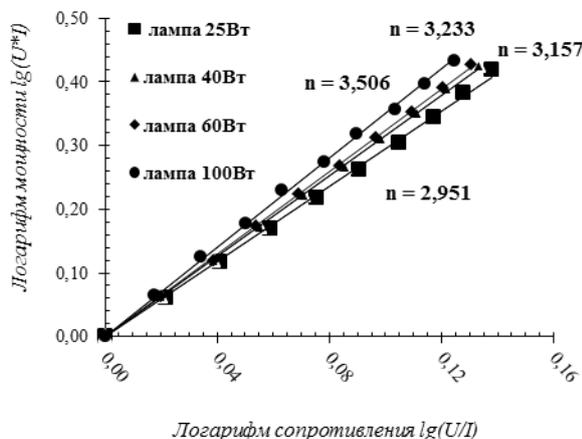


Рис. 1. Зависимость логарифма мощности от логарифма сопротивления, нормированные на значения мощности и сопротивления при напряжении 100 В

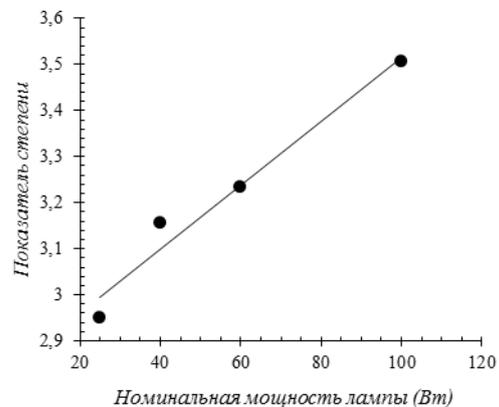


Рис. 2. График зависимости показателя степени от мощности лампы (линия проведена произвольно)

Зависимость логарифма мощности тока от логарифма сопротивления с высокой степенью точности описывается линейной зависимостью. Это подтверждает, что энергетическая светимость представляет собой степенную зависимость от абсолютной температуры.

УДК 519.85:662

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КАПЛИ ПРИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ГАЗОМ

МЕДВЕДЕВА П.В., ШАЙМУХАМЕТОВА А.Ш., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОПКОВА О.С.

Приводится теоретическое исследование движения жидкой капли в длинной цилиндрической трубе, в которой возбуждаются периодические акустические колебания столба газа (трубка Рийке). Модель процесса учитывает аэродинамическое взаимодействие капли с газовым потоком, а также взаимосвязанные процессы испарения и горения.

Объемное содержание реагирующих капель в газе полагается малым, воздействием со стороны капли на газ пренебрегается. В данной модели учитываются силы аэродинамического взаимодействия капли с пульсирующим потоком газа и сила тяжести капли. В проекции на неподвижные оси координат уравнения движения капли имеют вид:

$$\frac{dv_{p,x}}{dt} = \frac{A_p}{D^2} \cdot (1 + 0.15 \operatorname{Re}^{0.687}) [v_g \cos \alpha - v_{p,x}],$$

$$\frac{dv_{p,y}}{dt} = \frac{A_p}{D^2} \cdot (1 + 0.15 \operatorname{Re}^{0.687}) [v_g \sin \alpha - v_{p,y}] - g,$$

$$\text{где } A_p = \frac{9\mu_g}{(1+B)\pi\rho_p}; \quad B = \frac{\Delta H f_e Y_{0,\infty} + c_g(T_\infty - T_B)}{h_L + c_p(T_B - T_R)}; \quad v_g = v_m + v' \sin \omega t;$$

$$D^2 = D_0^2 - \lambda \cdot t; \quad \lambda = \lambda_0 (1 + 0.276 \operatorname{Re}^{1/2} \operatorname{Pr}^{1/3}); \quad \lambda_0 = (\rho_g / \rho_p) 8 a_g \ln(1+B);$$

$$\operatorname{Re} = \rho_g |v_g - v_p| D / \mu_g; \quad \operatorname{Pr} = \mu_g c_g / k_g; \quad \operatorname{Sc} = \mu_g / (\rho_g D_{12});$$

$$|\vec{v}_g - \vec{v}_p| = \left\{ (v_g \cos \alpha - v_{p,x})^2 + (v_g \sin \alpha - v_{p,y})^2 \right\}^{1/2}.$$

В газе происходит прогрев и испарение распыленных капель. Размеры капли в процессе испарения медленно уменьшаются. Изменение радиуса капли определяется из уравнения сохранения потока массы капли m_p :

$$\frac{dm_p}{dt} = -\dot{m}.$$

Скорость испарения жидких капель \dot{m} находится в результате интегрирования уравнения стефановского потока по толщине диффузионного слоя:

$$\dot{m} = 2\pi r(\rho D)_{air} Sh_d \ln(1 + B_d), \quad B_d = (Y_1^* - Y_1)/(1 - Y_1^*).$$

Скрытая теплота парообразования находится из допущения, что плотность капель жидкости постоянна.

Система уравнений движения капли, совместно с уравнением испарения капли решались численно методом конечных разностей.

УДК 532.64

РАСТЕКАНИЕ КАПЛИ ВОДЫ НА ТВЕРДЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

ОРЛОВА Е.Г., ФЕОКТИСТОВ Д.В., НИ ТПУ, г. Томск

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. КУЗНЕЦОВ Г.В.

Исследования процессов растекания капли и её динамического взаимодействия с твердой поверхностью направлены на поиск способов уменьшения размеров устройств в энергетике, медицине, космической индустрии и электронике.

Целью работы является изучение поведения растекающейся капли дистиллированной недеаэрированной воды по подложкам с различной шероховатостью поверхностей в диапазоне изменения скорости перемещения линии трехфазного контакта (ЛТФК).

В экспериментах использовались 3 медные поверхности и одна супергидрофобная. Шероховатые поверхности получены путем бомбардировки гладкой медной поверхности частицами Al_2O_3 .

Опыты проводились на установке, включающей теневую и шпирин системы. В зависимости от изменения расхода жидкости получены различные скорости перемещения ЛТФК.

При растекании капли по исследуемым подложкам условно выделены три режима: первый – ДКУ натекания увеличивается «скачком»; второй – наступающий ДКУ монотонно уменьшается; третий – формируется равновесный ДКУ при постоянной площади смоченной поверхности.

Установлено, что в процессе растекания и при формировании равновесного краевого угла основными факторами, влияющими на величину скорости растекания, являются: объёмная скорость образования капли и материал подложки. На медных подложках при объёмной скорости образования капли 0,005-0,16 мл/с скорость перемещения ЛТФК практически не зависит от шероховатости. Однако при растекании капли по меди с га 6,210 мкм (скорость образования капли 0,005мл/с; 0,04мл/с) наблюдается колебательное изменение скорости перемещения ЛТФК, что связано с большим значением шероховатости поверхности.

При объёмной скорости образования капли 0,16 мл/с изменение скорости растекания происходит не монотонно, а колебательно. При больших скоростях образования капли (свыше 0,160 мл/с) возникают пульсации потока жидкости, что ведет к колебательному растеканию капли.

Работа выполнена в рамках НИР госзадания «наука» №13.1339.2014/к (шифр федеральной целевой научно-технической программы 2.1410.2014).

УДК 621.18

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТОПЛИВА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ПАХМУТОВ А.А., ВятГУ, г. Киров

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КУЗЬМИН В.А.

Технология перевода небольших угольных и мазутных котельных ЖКХ на местное топливо получает в настоящее время все более широкое распространение, особенно для Кировской области, не имеющей своих запасов угля, нефти и газа.

Запасы торфа на территории Кировской области оцениваются на уровне 954 млн. тонн при 40 %-й влажности, что соответствует ~ 324 млн.т.у.т. В области развиты агропромышленный и лесопромышленный комплексы, биохимзавод, отходы которых также составляют большую долю биоресурсов. Общие объемы биотоплива могут покрыть потребности в производстве тепловой энергии ЖКХ области.

В работе проведена сравнительная оценка стоимости 1 Гкал тепловой энергии, полученной от сжигания торфа, биоресурсов и других видов топлива (угля, мазута и газа) в Кировской области. Экономически и экологически обоснована перспектива использования торфа, отходов АПК и ЛПК в качестве биотоплива для котлов ЖКХ.

В настоящее время в области суммарная мощность котельных ЖКХ на биотопливе составляет 51 Мвт. Для развития предприятий АПК и ЛПК необходимо наращивание суммарной мощности котельных. Это можно достигнуть двояко: увеличением количества котлов и повышением КПД уже существующих котлов за счет их модернизации и автоматизации. Первый и второй пути являются не только ресурсозатратными, но и мало-перспективными, так как основные заводы поставщики котлов ориентированы на производство котлов под уголь, мазут или газ. Процессы горения в них биоресурсов слабо изучены и поэтому котлы выдают малый КПД.

Проведенный нами детальный анализ процесса горения биотоплива указывает на перспективность применения установок быстрого пиролиза. При их использовании можно добиться практически безотходной технологии, получить синтетический газ и высокоуглеродистый материал, а при использовании низинного торфа и синтетическую нефть. Преимуществом установки быстрого пиролиза является встроенный процесс подготовки исходного сырья и возможностью его качественного регулирования.

УДК 533.2(075.8)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОПАНА ПРИ ЕГО ПРОТЕКАНИИ ЧЕРЕЗ НЕСПЛОШНОСТЬ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТЕНКЕ

ПОПКОВ А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. ЯКИМОВ Н.Д.

Пропан в нормальных условиях находится в газообразном состоянии, и переходит в жидкое при повышении давления или снижении температуры. При снижении давления сжиженный газ начинает кипеть и испаряться. Поэтому при возникновении трещины в стенке трубы протекающий по ней сжиженный пропан из-за сброса давления вскипает и частично переходит в паровую фазу со значительным охлаждением. Это, в частности, может привести к возникновению дополнительных термических напряжений в стенке, опасных для ее прочности.

Целью работы является математическая постановка задачи об истечении сжиженного пропана через трещину и исследование основных свойств этого процесса.

Рассматривается модель плоской щели с параллельными стенками. Течение в ней парожидкостной смеси рассматривается в одномерной стационарной постановке. Модель процесса включает два дифференциальных уравнения – уравнение движения и уравнение энергии, а также дополнительные замыкающие соотношения. В дифференциальном уравнении движения описывается изменение давления в потоке при действии инерции и трения о стенки. В уравнении энергии – изменение внутренней энергии движущейся парожидкостной смеси с учётом фазового перехода.

Проведено исследование свойств решения, определены возможные режимы и схемы течения. Для построения интегралов уравнений потребовалось преобразование замыкающихся соотношений к форме пригодной для аналитических выкладок и численных расчетов. Разработан алгоритм решения полученной системы уравнений.

По результатам расчетов построены: зависимости температуры и давления жидкого пропана, скорости парожидкостной смеси, числа Маха, погрешности давления, по длине трещины с переменными и постоянными теплофизическими параметрами для различных раскрытий.

УДК 522.075.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОЛЕБАНИЙ В РЕЗОНАТОРНОЙ ТРУБЕ АЭРОЗОЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА

ПОПКОВА О.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШАРИПОВ И.И.

Аэрозольные генераторы, основанные на пульсирующем истечении газов, широко используются при решении многих практических задач. Одним из основных показателей эффективности аэрозольных генераторов, основанных на тепловых двигателях, является соотношение горючего и аэрозольной жидкости. При прочих равных условиях, использование двухконтурной камеры пульсирующего горения позволяет значительно снижать расход горючего. Однако, двухконтурные камеры менее устойчивы в работе. Определение границ устойчивости и установление факторов, влияющих на устойчивость процесса является актуальной задачей. В представленной работе приведены результаты теоретических исследований устойчивости колебаний газов в трубе, закрытой с одного конца. Используется модель одномерного течения.

Рассматривается подвод теплоты в точках, неподвижных относительно стенок трубы – локальная модель подвода теплоты.

Распределенная теплота по длине трубы может быть задана в форме треугольника и прямоугольника. Выражение для коэффициента ζ_1 для закрытой с одного конца трубы в случае треугольного импульса имеет вид:

$$\zeta_1 = (\gamma - 1)Y_1 Q_0 / 4\Omega_1^2 \cdot \{ \cos [\Omega_1 (\lambda_2 + \lambda_1)] \sin [\Omega_1 (\lambda_2 - \lambda_1)] / (\lambda_2 - \lambda_1) - \cos [\Omega_1 (\lambda_3 + \lambda_2)] \sin [\Omega_1 (\lambda_3 - \lambda_2)] / (\lambda_3 - \lambda_2) \} \sin (\sigma_1 \tau). \quad (1)$$

Выражение для коэффициента затухания для прямоугольного импульса имеет вид:

$$\zeta_1 = (\gamma - 1)Q_0 Y_1 \sin [\Omega_1 (\lambda_2 - \lambda_1)] \sin [\Omega_1 (\lambda_2 + \lambda_1)] \sin (\sigma_1) / 2\Omega_1. \quad (2)$$

Произведенные расчеты позволяют заметить, что на устойчивость колебаний влияет положение и ширина теплоподвода. Для трубы закрытой с одного конца устойчивость возникает при расположении теплоподвода в первой половине трубы: чем шире теплоподвод, тем ближе он должен находиться к началу трубы. Выражения (1) и (2) определяют величину и знак коэффициента затухания в зависимости от геометрических параметров задачи и от выбранного закона подвода теплоты.

УДК 517.955

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНА РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА

РАХМАТУЛЛИНА Д.А., МАССАЛИМОВА Л.К., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. ст. преп. ЗАЙНУЛЛИНА Э.А.

Ядерная энергия производится в атомных электрических станциях, используется на атомных ледоколах, атомных подводных лодках, для ядерных двигателей космических кораблей и так далее. Целью работы является экспериментальное моделирование для исследования и проверки закона радиоактивного распада. Процесс радиоактивного распада можно промоделировать подбрасыванием монет, при котором с той же вероятностью (1/2) выпадают или «орёл» или «решка». Примем, что если выпадет «орёл», ядро уцелело, если же «решка» – распалось. Каждое бросание монет соответствует для ядра протеканию промежутка времени, равного периоду полураспада. Для проведения эксперимента выбрано оборудование: 128 монет, банка, разнос. Отсчитаем начальное количество монет $N_0 = 128$, перемешаем в банке и высыплем на разнос. Подсчитаем

число «нераспавшихся» монет (то есть число монет, лежащих «орлом» вверх), соберем их обратно в банку, снова перемешаем и высыплем на разнос. Опыт проводится десять раз. В результате экспериментального моделирования определено по какому закону уменьшается со временем число нераспавшихся ядер N данного изотопа вследствие радиоактивного распада – зависимость $N(t)$. Опыт показывает, что для каждого вида радиоактивных изотопов существует период полураспада T – промежуток времени, за который распадается половина начального числа атома. Чем меньше период полураспада данного изотопа, тем больше число атомов распадается ежесекундно, и поэтому тем выше радиоактивность.

УДК 621.18

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЛОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ТОРФЕ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

РУКАВИШНИКОВА Р.В., ВятГУ, г. Киров
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КУЗЬМИН В.А.

Доля торфа в топливном балансе Кировской области уже достигла 3% и продолжает расти. Расходы для выработки 1 Гкал тепла при работе на торфяном топливе в два раза меньше, чем, например, на угле. Основными используемыми установками для сжигания торфа на ТЭЦ являются котлы марки БКЗ-210-140Ф, для ЖКХ – КЕВ 6,5-14-115-СО. Процессы в этих установках оптимизированы для применения угля и газа, а вопрос о сжигании торфа разных месторождений требует дополнительного изучения.

Проблема оптимизации довольно обширна и требует решения на основе экономических критериев. Однако некоторые конкретные и весьма важные задачи можно решать в рамках теплотехники. В данной работе рассматриваются режимы сжигания торфа, обеспечивающие максимальную теплоотдачу.

При рассмотрении отдельных составляющих уравнения теплового баланса котельной установки можно выделить два вида потери тепла, целиком зависящие от топлива, то есть способа его сжигания: конструкция топки и ее обслуживания – это потери от химической и механической неполноты сгорания. Модернизация конструкций котельных установок является довольно дорогой, поэтому необходимо делать упор на устранение недожога от химической неполноты сгорания топлива.

Химический недожог возникает при нехватке подаваемого в топку воздуха. Однако как показывает практика, даже избыток воздуха, принимаемый для сжигания торфа $\alpha = 1,1-1,2$ не позволяет получить максимальное, согласно техническим отчетам, КПД. Это можно объяснить тем, что полные продукты сгорания имеют максимальную температуру сгорания, с уменьшением полноты сгорания температура снижается вместе со степенью тепловыделения. С уменьшением полноты сгорания температура снижается, но увеличивается излучательная способность, так как основной формой недожога является сажа. То есть в ходе испытаний на энергетических котлах необходимо оценить количество недожога, его сажесодержание и их влияние на излучательную способность топочной среды.

Таким образом, реализация оптимальных режимов сжигания неизбежно требует опытного поиска. Теоретическое исследование этой проблемы должно помогать ориентироваться в данной области.

УДК 544.169

ВЛИЯНИЕ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА СДВИГ ЧАСТОТ В СПЕКТРАХ ПОГЛОЩЕНИЯ

ХАЛИТОВА М.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КРУГЛОВ В.И.

Исследование явлений, обусловленных слабыми межмолекулярными взаимодействиями, существующих в реальных газах, представляет собой одну из актуальных задач химической и молекулярной физики. Эта информация так же нужна для решения реальных уравнений состояния рабочих тел, расчета различных теплофизических параметров теплоносителей в энергетических установках и двигателях.

Сведения о межмолекулярных взаимодействиях получают различными физическими методами из экспериментов. Спектральные методы поглощения является эффективным методом изучения строения вещества на молекулярном уровне, позволяют получать информацию о структуре, динамических и физико-химических свойствах молекулярных систем и являются основным инструментом исследования ансамблей взаимодействующих молекул.

Известно, что частоты в УФ- и ИК- спектроскопии чувствительны к универсальным межмолекулярным взаимодействиям:

$$\Delta\nu = C(\Delta\mu) \cdot f(\varepsilon, n), \quad (1)$$

где $\Delta\nu$ [см^{-1}] – сдвиг частот при переходе пар-раствор; $S(\Delta\mu)$ – величина, зависящая от $\Delta\mu$ – изменения дипольного момента в возбужденном состоянии; $f(\epsilon, n)$ – функция зависимости от диэлектрической проницаемости ϵ и показателя преломления среды n , характеризующая электрические свойства среды.

В функции (1) величина $f(\epsilon, n)$ – известна, $\Delta\nu$ и $S(\Delta\mu)$ – неизвестные.

По предложенной в работе методу определены величины $(\Delta\mu)$ –изменения дипольного момента в электронном и колебательно-возбужденном состоянии для соединений ряда ЭФ₃. Полученные значения $(\Delta\mu)$ позволили по функции (1) оценить величины смещения $\Delta\nu$ [см^{-1}] для соединений ряда ЭХ₃. Проведено сопоставление с экспериментальными данными.

УДК 662.343

ИЗУЧЕНИЕ ГОРЕНИЯ ВЫШИБНЫХ ЗАРЯДОВ ДЛЯ УСТАНОВКИ ИМПУЛЬСНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

ШАРИПОВ И.И., ШАРИПОВА Ф.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОПКОВА О.С.

Последнее время широкое распространение получают автономные системы пожаротушения использующие газогенераторы на твердом топливе. Основные достоинства таких систем: модульное конструктивное исполнение; малая капиталоемкость; простота эксплуатации; большая эффективность вследствие сокращения времени подачи огнетушащего вещества (порядка 0,2 с); уменьшаются сроки ликвидации последствий пожара, тем самым, снижая уровень токсического воздействия продуктов горения.

Установки импульсного порошкового пожаротушения (УИПП) могут применяться для тушения отдельных зон, агрегатов, оборудования в помещениях с воздухообменом кратностью до 100, а также для тушения пожаров различных классов.

Огнетушащий порошок в УИПП, выбрасывается под действием продуктов сгорания порохового заряда. Образовавшие газы после вскрытия отверстий в камере сгорания разрывают корпус устройства, и выносит порошок в заданном направлении. Эффективность действия УИПП в значительной степени определяется процессами, протекающими в камере сгорания, в частности, процессами образования и истечения пороховых газов.

Экспериментальные исследования горения вышибных пороховых зарядов проводились в манометрической бомбе объемом $91,3 \text{ см}^3$ при плотности заряжания $0,13 \text{ г/см}^3$, что обеспечивало максимальное давление 130-150 мПа, которое перекрывает максимальное давление УИПП, составляющее 80-90 мПа и в установке моделирующей условия камеры сгорания.

УДК 536.24

ПЕРЕХОДНЫЙ ТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ

ЮДАХИН А.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. КИРСАНОВ Ю.А.

Классическая теория теплопроводности основана на гипотезе Фурье (1822):

$$\vec{q}(t, \vec{r}) = -k \nabla T(t, \vec{r}), \quad (1)$$

где q – тепловой поток, t – время, T – температура, k – теплопроводность, r – координаты местоположения.

Формула (1) не учитывает скорость распространения тепла, а, следовательно, недостаточно точно описывает кратковременные переходные тепловые процессы. Для ее учета Каттанео, а затем и Вернотт предложили добавить дополнительное слагаемое, после чего формула (1) приняла вид:

$$\vec{q}(t, \vec{r}) + \tau_q \frac{\partial \vec{q}(t, \vec{r})}{\partial t} = -k \nabla T(t, \vec{r}), \quad (2)$$

где τ_q – задержка времени (время релаксации).

Экспериментальная проверка адекватности формул (1) и (2) предполагает регистрацию переходных термических процессов в твердом теле при внезапном его погружении в горячую или холодную среду. Установка включает в себя: образец тела с ХК термопарами внутри него и на поверхности, сосуд Дюара с тающим льдом для холодных спаев термопар, сосуды с кипящей и холодной водой. Опыт начинается после установления равновесного теплового состояния образца, после чего образец резко опускается в горячую или холодную воду. Регистрация переходных термических процессов предусмотрена с помощью автоматизированной измерительной системы, состоящей из персонального компьютера со средой графического программирования LabView и устройства ввода-вывода аналоговых и цифровых сигналов фирмы National Instruments PCI-6251.

Выполнена серия опытов с образцами в виде пластин из полиметилметакрилата (ПММА) разной толщины. Сопоставление переходного термического процесса, зарегистрированного в опыте, с расчетными переходными процессами, соответствующими формуле (1), с одной стороны, и формуле (2), с другой, позволяет сделать вывод об адекватности каждой из них. Кроме того, такое сопоставление даёт возможность оценить величину времени релаксации исследуемых образцов твёрдого тела.

СЕКЦИЯ 2. ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

УДК 697.317.42

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ С АВТОНОМНЫМ ПРИВОДОМ ЦИРКУЛЯЦИОННОГО НАСОСА

АБЗАЛИН Р.Р., АНКУДИНОВ А.В., ПГТУ, г. Йошкар-Ола
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ОНУЧИН Е.М.

Функционирование системы отопления, если эта система построена на основе использования отопительного котла и принудительной циркуляции теплоносителя, зависит от надежной работы циркуляционного насоса. Циркуляционный насос питается электроэнергией от городской сети 220 вольт. Перебои с электроснабжением, которые возникают достаточно регулярно, приводят к отключению циркуляционного насоса. Циркуляция теплоносителя прекращается. Если электричества нет довольно долго, то система отопления и весь дом, в том числе водопровод и. так далее, замерзнут. Таким образом, со всей актуальностью встает вопрос обеспечения бесперебойного питания циркуляционного насоса.

В данном проекте предлагается разработка модуля для принудительной циркуляции в системе водяного отопления на базе паровой турбины, которая будет приводиться в действие рабочим колесом паровой турбины малой мощности. Рабочим телом в данной установке будет перегретый пар, который мы будем получать непосредственно в газовом котле, в который будет встроен пароперегреватель. На одном валу с паровой турбиной будет находиться рабочее колесо насоса, которое будет способствовать циркуляции воды в отопительной системе. Такой модуль нужен для бесперебойной циркуляции теплоносителя в системе. Преимуществом данного модуля является то, что он не нуждается в использовании электроэнергии, как циркуляционный насос. Стабильная

работа этого модуля будет осуществляться даже в ее отсутствие, что не приведет к прекращению циркуляции в отопительной системе. Также исключаются материальные затраты на электроэнергию.

УДК 621.746.5.047.06:621.746.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ЖИДКОЙ СТАЛИ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ МНЛЗ

АЛОВАДИНОВА Х.Н., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КАРТАВЦЕВ С.В.

В мировой металлургии производство и потребление стали составляет порядка 1,6 млрд. тонн в год. Это один из самых экономически масштабных комплексов промышленности и крупнейший по объёму энергопотребления. В мире 98 % всей стали разливается в машины непрерывного литья заготовок. В основном узле МНЛЗ – кристаллизаторе, охлаждение стали осуществляется водой, что является ненадежным (охлаждаемые элементы прогорают) и неэкономичным из-за огромных расходов. Увеличение перепада температуры охлаждающей воды больше чем на 10 °С (от 20 °С) приводит к выпадению накипи. Тепловое выделение от стали в кристаллизаторе МНЛЗ составляет примерно 16 % от общего потока. Вся эта высокопотенциальная теплота стали полностью теряется.

Возможным решением может стать замена воды на иной теплоноситель, что позволило бы использовать выделяющуюся тепловую энергию из кристаллизатора МНЛЗ. Для этого необходимо подобрать охлаждающий теплоноситель. Основным условием подбора является не вскипание теплоносителя для эффективного использования теплоты разливаемой стали, поэтому температура кипения теплоносителя должна быть не ниже температуры рекристаллизации стенки кристаллизатора (420 °С для медно-серебряного сплава). В промышленности существует множество теплоносителей. В таблице приведены некоторые отобранные теплоносители, наиболее подходящие по данным требованиям.

Теплофизические свойства теплоносителей

Теплоноситель	Т _{кип} , °С	Свойства при температуре 300 °С			
		ρ, кг/м ³	λ, Вт/м·К	ср, кДж/кг·К	ν·10 ⁸ , м ² /с
Литий	1350	513,4	47	4,237	105
Натрий	883	927,7	86,12	1,374	96,8
25% Na 75% К	780	847	23,62	0,951	55
Вода	100	998	0,6	4,182	0,01

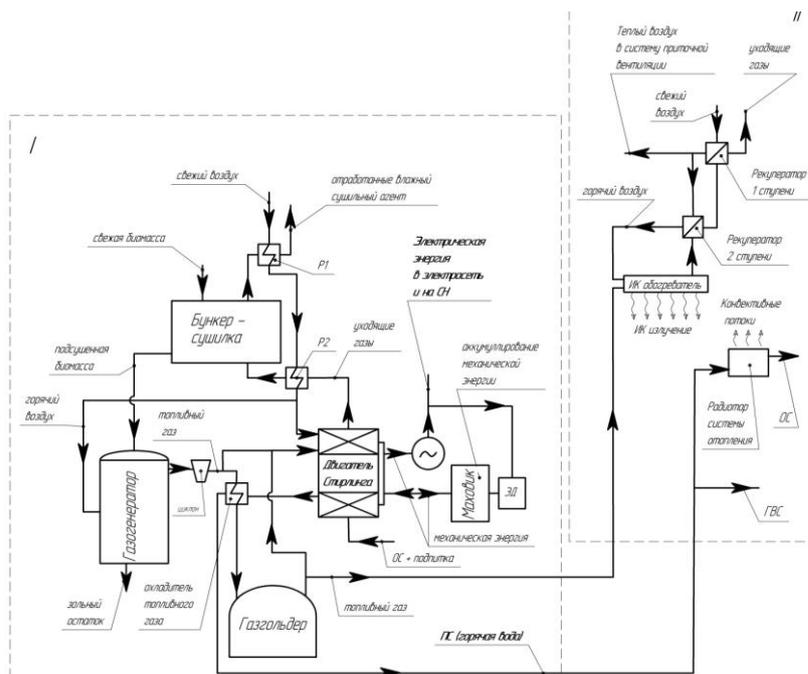
Данные теплоносители применяются в парогенераторах (ПГ), входящих в состав атомных энергетических станций. При объёме выплавки стали в мире порядка 1,5 млрд. т. в год энергосберегающий эффект составит до 247,5 млрд. руб. Замена теплоносителя в кристаллизаторе МНЛЗ на другой позволяет получить энергосберегающий эффект порядка 20 %, частично используя теплоту стали в кристаллизаторе МНЛЗ для генерации электроэнергии на собственные нужды предприятия.

УДК 620.952

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА БИОТОПЛИВЕ

АНИСИМОВ П.Н., ПГТУ, г. Йошкар-Ола
 Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ОНУЧИН Е.М.

Когенерационная установка имеет два модуля: I – основное энергогенерирующее оборудование; II – отопительное оборудование. Модуль I представляет совокупность оборудования для подготовки и преобразования биомассы и оборудования для преобразования энергии. Особое внимание уделяется использованию вторичной и низкопотенциальной теплоты сопрягаемыми установками и аккумулятированию энергии с целью сглаживания графика неравномерного суточного потребления.



Принципиальная схема энергоэффективной когенерационной установки на биотопливе

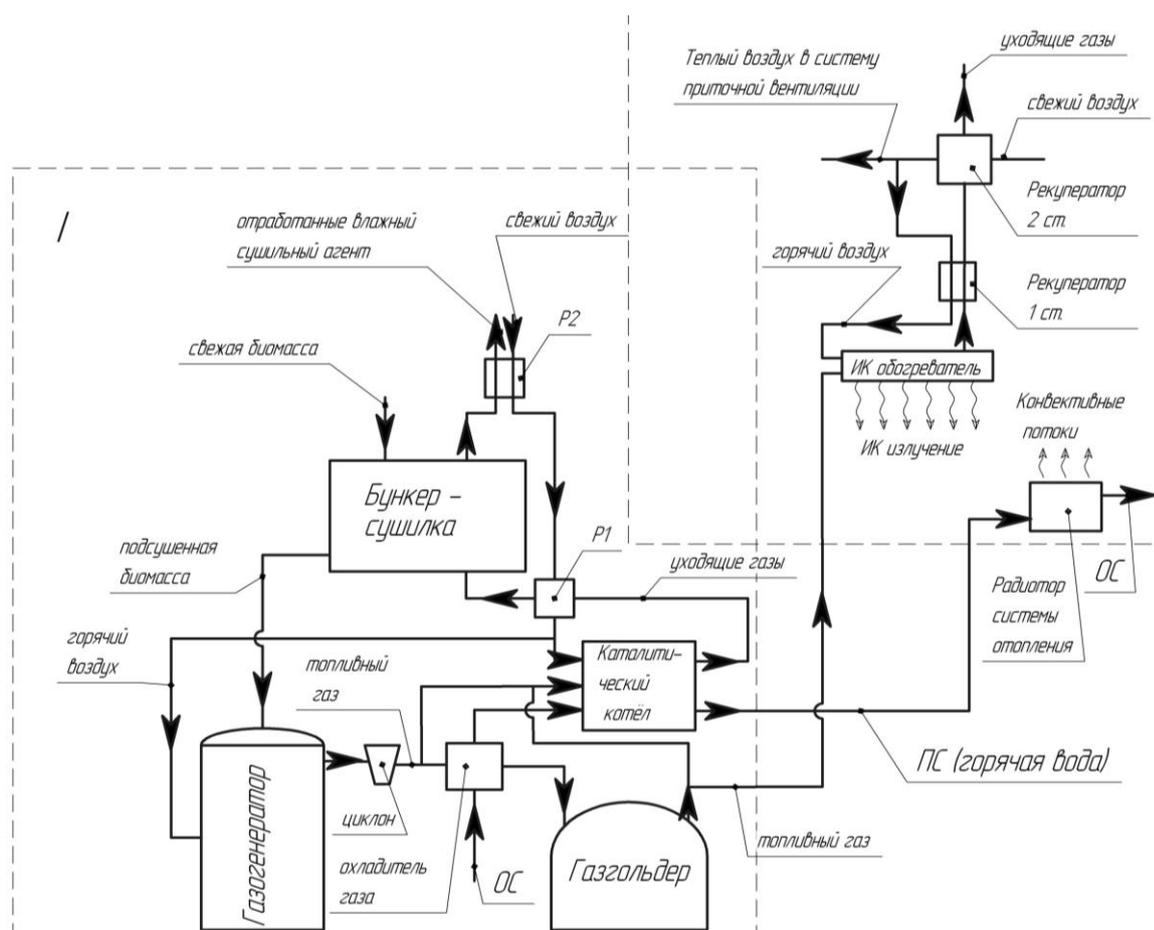
УДК 620.952

РАЗРАБОТКА ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ УСТРОЙСТВ КАТАЛИТИЧЕСКОГО СЖИГАНИЯ БИОТОПЛИВА

АНИСИМОВ П.Н., МЕДЯКОВ А.А., ПГТУ, г. Йошкар-Ола
 Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ОНУЧИН Е.М.

Преимущества представленной схемы следующие:

1. теплоснабжение различных потребителей от одного биотопливного источника энергии тремя способами: вентиляция, ИК-излучение, ГВС;
2. рекуперация тепловой энергии всех потоков теплоносителя;
3. применение чистого каталитического сжигания позволяет использовать более энергоэффективные смесительные теплообменники;
4. предусмотрено аккумулирование топливного газа в газгольдере.



Принципиальная схема теплогенерирующей установки на биотопливе

УДК 536:247

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ ТЕПЛООБМЕНА ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ

БАГАУТДИНОВ И.З., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МИСБАХОВ Р.Ш.

Проведены численные исследования моделирования кожухотрубного теплообменного аппарата (ТА) с применением спиральных, луночных, кольцевых и полукольцевых выемок в качестве интенсификаторов теплообмена на поверхности трубок. Анализ полей температур показал, что теплообмен более эффективно идет для случая с кольцевыми и полукольцевыми выемками, так как температура на внутренней поверхности трубок для данного случая больше, чем для спиральной накатки и луночных выемок. Характер полей коэффициентов теплоотдачи подтверждает равномерность интенсивности теплообмена по длине трубок, где коэффициент теплоотдачи составляет для гладкой трубы $828 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а для труб с интенсификаторами $1318\text{-}1592 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ для расхода $0,1 \text{ кг}/\text{с}$.

Анализ зависимостей показал, что прирост теплового потока для случая применения кольцевых выемок на малых расходах составляет 50% , на больших расходах $27,1 \%$, а полукольцевых выемок на малых расходах теплоносителя больше, чем при использовании гладких труб на $42,3 \%$ и незначительно уступает спиральным выемкам на $5,2 \%$, при меньшем гидравлическом сопротивлении полукольцевых выемок на $- 6,5 \%$. На больших расходах увеличение теплового потока для случая полукольцевых выемок по сравнению с гладкой трубой и спиральными выемками соответственно составляет $16,6 \%$ и $3,5 \%$, при меньшем гидравлическом сопротивлении полукольцевых выемок по сравнению со спиральными на $20,4 \%$ и на $42,4 \%$ – с кольцевыми.

Наибольший эффект дает применение кольцевых интенсификаторов, но они также приводят к наибольшему росту гидравлического сопротивления. Остальные интенсификаторы приводят к примерно одинаковому росту теплового потока во всем диапазоне расходов. Основным преимуществом полукольцевых интенсификаторов является простота изготовления и меньшее количество элементов интенсификаторов для достижения такого же эффекта, как в спиральных и луночных выемках.

УДК 621.182

**КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ –
ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

БАЙРАМГУЛОВА Л.З., ГИМАЕВА Г.А., ЕФРЕМОВ А.В., КГЭУ,
г. Казань

Науч. рук. ст. преп. ФАХРЕЕВ Н.Н.

Для любого потребителя топливно-энергетического комплекса, подключение к энергосетям от централизованных источников тепло и электроснабжения является дорогостоящим мероприятием. Известно, что себестоимость электроэнергии, произведенной на крупных станциях значительно меньше, чем реализуемая потребителю, что в свою очередь влияет на себестоимость отпускаемой продукции. В связи с этим мини-ТЭЦ позволяют решить проблему не только независимого, в том числе и от выделенных лимитов, но и дешевого энергоснабжения. К тому же современные проекты реконструкции промышленных и районных котельных в мини-ТЭЦ позволяют это сделать без значительных затрат времени или средств на строительство.

Таким образом, как промышленные предприятия, так и предприятия ТЭК, на основе технологических и экономических аспектов, несмотря на имеющуюся возможность энергоснабжения от имеющихся энергосетей, вполне могут принять решение о создании собственной генерации тепловой и электрической энергии. Логично, что рентабельность работы мини-ТЭЦ будет тем выше, чем больше разница между закупочными ценами на энергию и расходами, необходимыми на реконструкцию котельных. Но предприятие, как правило, не имеет возможностей влияния на закупочные цены, в то же время необходимые на производство энергии расходы, а именно здесь предоставляется возможность принятия соответствующих мер – как раз сильно зависят от качества технических решений и от эффективности производства энергии[1].

Отметим, что в случае комбинированного производства тепловой и электрической энергии, эффективность использования топлива может достигать до 90 %, соответственно становится очевидной возможность получения значительного эффекта при переводе котельных в режим мини-ТЭЦ.

УДК 536.2

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОВЕДЕНИЯ КАПЛИ ЖИДКОСТИ НА ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВА

БАТИЩЕВА К.А., НИ ТПУ, г. Томск

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ФЕОКТИСТОВ Д.В.

Деформация капли на твердой поверхности изучалась многими авторами. Однако прогресс в этой области науки долго сдерживается отсутствием экспериментальных исследований с применением высокоскоростных видеокамер. Использование высокоскоростной камеры в экспериментальной установке позволило установить физическую картину поведения капли жидкости на поверхности нагрева при различной температуре подложки.

Тепломассоперенос испаряющейся капли жидкости на твердой подложке – основное перспективное направление модернизации теплотехнических технологий в энергетике при конструировании высокоинтенсивных теплообменных систем.

Выполнены экспериментальные исследования по определению температурных диапазонов «эволюции» капли дистиллированной воды в зависимости от температуры поверхности подложки из меди. Установлено, что «эволюцию» поведения капли можно условно разделить на пять диапазонов: для температуры подложки до 100 °С наблюдается монотонное испарение; от 100 °С до 109 °С в пленке жидкости формируются пузырьки пара; от 110 °С до 125 °С испарение сопровождается взрывообразным вскипанием; от 126 °С до 135 °С контакт жидкости с поверхностью происходит через паровую подушку. Свыше 135 °С наблюдается вскипание с разбрызгиванием относительно крупных капель жидкости. Пленка жидкости распадается на несколько частей сфероидальной формы.

Максимальная скорость испарения жидкости достигается при температуре подложки 125 °С. Далее при увеличении температуры поверхности до 140 °С происходит уменьшение скорости испарения жидкости. При этом частота контакта капли с подложкой будет уменьшаться. Таким образом, наиболее интенсивное охлаждение нагретой поверхности каплями при их свободном падении осуществляется при температуре поверхности подложки 125 °С и начальном объеме капли $V = 0,006$ мл.

УДК 621.311.24

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

БАШИРОВА Э.И., КГЭУ, г. Казань

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

Все большее распространение получают в нашей стране и за рубежом устройства, преобразующие энергию перемещающихся масс воздуха в электричество, так называемые ветряные электростанции. Они достаточно дешевы и просты по своей конструкции. Одна ветряная электростанция в состоянии выработать количество электричества достаточное для снабжения энергией загородного усадебного хозяйства. Ветряные электростанции не требуют использования все более дорожающих видов топлива. Они полностью «зеленые», то есть экологически безопасны. При использовании ветряных электростанций отсутствуют какие-либо вредные выбросы, которые загрязняли бы окружающую среду. Территориально ветер есть во всех регионах нашей страны, и в этом отношении нет никаких преград для использования подобных энергетических устройств. Ко всему прочему энергия ветра может с успехом конкурировать с невозобновляемыми источниками энергии. Это все положительные стороны использования ветряных электростанций.

Но есть целый ряд минусов, которые не дали возможности историческому развитию использования данного энергоресурса. Сам по себе ветер не постоянен. Он то сильнее, то слабее. Это очень затрудняет возможность применения преобразователей его энергии. Поэтому постоянно ведутся исследования и разрабатываются новые варианты устройств, компенсирующих этот недостаток.

Ветряные электростанции – достаточно шумные конструкции, преобразование энергии сопровождается шумом присущим всем работающим механическим устройствам. По этой причине приходится строить их на некотором расстоянии от жилых построек, с учётом того, чтобы шум в жилых помещениях был не более 40 децибел. Ветряные электростанции являются источником помех для всех радио и телеприборов. С этим недостатком просто приходится мириться, как смирились в Западной Европе, где количество ветряных электростанций уже превысило 26000 шт.

И ветряные электростанции наносят существенный вред летящим птицам. Поэтому прежде, чем устанавливать подобное устройство, следует проследить, чтобы оно не стояло на путях гнездования и миграции пернатых.

УДК 620.9

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

БУШУЕВ А.Н., ОГТИ (ф) ОГУ, г. Орск
Науч. рук. д-р. техн. наук, проф. КАРТАВЦЕВ С.В.

Электрометаллургия, базированная на дуговых сталеплавильных печах, является одной из самых материалоемких и энергоемких отраслей производства как в России, так и за рубежом. Следовательно, любые работы в направлении энергосбережения в данной отрасли должны вести к снижению (или к сохранению на прежнем уровне) энергоемкости стали, получаемой посредством выплавки в дуговых печах. То есть, одним из определяющих критериев эффективности автономной системы энергообеспечения можно отметить снижение конечной энергоемкости продукции $\mathcal{E}_{ст}$ (выплавляемой стали) при энергообеспечении технологического процесса, то есть достижение возможного минимума удельного расхода топлива на 1 т стали, $\mathcal{E}_{ст} \rightarrow \mathcal{E}_{ст}^{\min}$.

Косвенно, можно отметить интенсификацию технологического процесса выплавки стали при энергоснабжении от разрабатываемой системы, то есть сокращение продолжительности τ периода выплавки, $\tau \rightarrow \tau_{\min}$.

Принимая во внимание отрицательные экологические показатели электросталеплавильного производства, также определяющим критерием эффективности непременно должен быть отмечен экологический критерий, подразумевающий минимально возможные выбросы вредных соединений при выплавке стали, прежде всего бенз(а)пирена, диоксинов, фуранов (PCDD и PCDF). Данный критерий имеет определяющую актуальность при подводе дополнительной тепловой энергии в дуговую печь. Критерий может быть записан, как $PCDD / PCDF \rightarrow 0(\min)$.

Определяющей величиной в затратах на производную энергию является удельный расход первичной энергии на производство

конкретного энергоносителя, то есть КПД η должен достигать максимально возможного значения, то есть $\eta \rightarrow \eta_{\max}$.

В силу относительно малых размеров территории мини-заводов (когда территория ограничивается несколькими десятками гектаров) и занимаемая площадь устанавливаемой на территории предприятия системы энергообеспечения также должна принимать минимально возможные значения, то есть $F_{y\partial} \rightarrow F_{y\partial}^{\min}$.

УДК 621.40

ПОКВАРТИРНЫЙ УЧЕТ РАСХОДА ТЕПЛА

ГАЛИМОВА А.С., НИКИТИНА К.Н., КГЭУ, г. КАЗАНЬ

Науч. рук. ст. преп. КУЗНЕЦОВА М.А.

В настоящее время уделяется большое внимание поквартирному учету расхода тепловой энергии в системах отопления всех строящихся жилых домов. На первый взгляд, наиболее просто учитывать тепло можно в поквартирных системах отопления. Для этого в узле регулирования поквартирной системы достаточно поставить теплосчетчик. Однако это только на первый взгляд.

Проблема измерения небольших расходов состоит в следующем: с одной стороны, измерительный прибор должен быть достаточно чутким, чтобы измерять малые расходы теплоносителя, с другой стороны, он должен быть недорогим, чтобы экономия тепла могла окупить его установку в течение вменяемого периода времени. Однако точные теплосчетчики, основанные на ультразвуковых или электромагнитных водомерах, дороги, а экономия тепла в малометражных квартирах незначительна из-за незначительности расчетной тепловой нагрузки.

Как показал анализ ситуации, ни одна из существующих в настоящее время систем поквартирного учета тепла на отопление не может использоваться для коммерческих расчетов с теплоснабжающей организацией. Они могут служить только способом распределения общей стоимости тепла, которая определяется пунктом учета на вводе в здание, по потребителям (квартирам).

А если это так, если теплосчетчик служит распределителем стоимости тепла, то возникает большой соблазн воспользоваться для этих же целей показаниями горячеводного водомера, устанавливаемого на поквартирной системе отопления.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. В том случае, если квартиры потребляют расчетные расходы теплоносителя или квартиры снижают расход теплоносителя на одинаковую величину водомер может выполнять функцию распределителя.

2. Если квартира начинает снижать (или завышать) расход теплоносителя относительно расчетного, теплопроизводительность отопительных приборов изменяется непропорционально.

3. Соотношение изменений не зависит от величины системы отопления и мало зависит от температуры наружного воздуха для температурного графика теплосети с качественным регулированием.

Таким образом, точное распределение стоимости тепловой энергии при помощи водомеров возможен, так как распределение платежей пропорционально показаниям приборов.

УДК 621.311.2

ТРАНСПОРТИРОВКА И ГАЗИФИКАЦИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

ГАЙНЕТДИНОВ А.В., ШАКИРОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АХМЕТОВ Э.А.

В энергетике РФ уменьшается потребление угля. Это в большей степени связано с наличием в России больших запасов относительно недорогого природного газа, а также его более простой транспортировкой и менее экологически вредным сжиганием. Конечно, природный газ имеет огромные преимущества перед угольным топливом, но основным фактором определяющим популяризацию этого вида топлива является относительно низкая стоимость.

Образование цены на уголь формируется четырьмя основными сегментами. Наибольшими являются затраты на такие составляющие как добыча и транспортировка. Причем доля второй составляет порядка 50 %.

В последние десять лет появляется множество статей на тему такого альтернативного способа транспортировки угля как магистральный гидротранспорт. Он предполагает перемещение угольного топлива в размельченном виде по трубопроводу в смеси с водой. Это позволяет сократить удельные затраты и добиться экономического эффекта. Но при этом остается проблема выбора способа переработки и сжигания этого топлива.

Одним из основных методов переработки угля является газификация, позволяющая получить горючий газ и полукокс.

Современные методы газификации в генераторах кипящего слоя с применением паровоздушного и кислородного дутья, высокотемпературным жидким шлакоудалением значительно снижают выбросы окислов серы и азота в атмосферу, уменьшают количество смолы и непрореагировавших частиц угля в газе. Что в свою очередь способствует повышению экологической эффективности сжигания топлива на десятки процентов.

Выбор метода газификации необходимо осуществлять на основе множества критериев и расчетов, которые позволят получить максимальное количество энергии при минимуме финансовых затрат и отсутствии сильного воздействия на окружающую среду.

УДК 550.812.14

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАССИРОВКИ И ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ, ОБОРУДОВАННЫХ ПРОВОДАМИ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

ГАПОНЕНКО С.О., КГЭУ, г. Казань

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

При проведении строительных работ, прокладке новых коммуникаций или бурении скважин, вопрос повреждения существующих трубопроводов встает очень остро.

Устройство для определения трассировки трубопроводов, оборудованных проводами системы дистанционного контроля, работает следующим образом.

К проводам системы дистанционного контроля трубопровода подключается источник тока. Так как в проводах имеет место разное по направлению движение тока, то магнитные линии этих проводов будут взаимно отталкиваться. Отклонение магнитных линий от оси трубопровода и наличие двух источников магнитного поля может привести к увеличению сканирующих операций. В связи, с чем, для повышения эффективности и простоты определения оси трубопровода, в регистрирующую систему устройства входит три приемника электромагнитных полей, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга.

В связи с тем, что приемники электромагнитных полей расположены на одинаковом расстоянии друг от друга, уровень регистрируемого сигнала в каждом из них будет различным. Для определения оси заглубленного в грунт трубопровода приемники перемещают в сторону увеличения сигналов. При нахождении оси центрального приемника над осью трубопровода, величина сигнала в нем и разность сигналов крайних приемников достигнет минимума.

Таким образом, данное устройство позволяет существенно упростить процесс определения трассировки трубопроводов, оборудованных проводами системы дистанционного контроля.

УДК 697.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКАЗОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ГОРОДА КАЗАНИ

ДЕБЕРДИЕВ Т.Р., КГЭУ, г. Казань

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

Повышение надежности теплоснабжающих систем – одна из важнейших и актуальных научно-практических задач развития энергетики страны. Так как системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) относятся к техническим системам, обслуживающим человека, а основным объектом теплоснабжения являются здания, необходимость бесперебойного теплоснабжения потребителей обуславливает важность исследования надежности теплоснабжающих систем.

Целью данной работы было изучение методики построения моделей надежности трубопроводов по статистическим данным.

В ходе проведения данной работы были изучены основные методы построения моделей надежности тепловых сетей. Основываясь на теоретических и эмпирических методах исследований, была разработана модель надежности трубопроводов.

УДК 621.8.033.004.18

ТРИГЕНЕРАЦИОННАЯ СХЕМА ПО ПРОИЗВОДСТВУ СЖАТОГО ГАЗА, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ХОЛОДА

ДЕМИН Ю.К., СЛЕПОВА И.О., РАХИМОВА Л.М., БАБИН Р.В.

МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. КАРТАВЦЕВ С.В.

На промышленных предприятиях широко распространено использование сжатых газов как энергоносителей. Так, сжатый воздух имеет ряд существенных преимуществ перед другими теплоносителями: пожаро- и взрывобезопасность, нетоксичность, отсутствие потерь на

конденсацию. При этом сжатие – энергоемкий процесс, так сжатие воздуха в турбокомпрессорах расходуется около 20% производимой в России электроэнергии [1]. Для экономии энергии на привод в мощных турбокомпрессорных установках применяют промежуточное охлаждение сжимаемого газа в вынесенных охладителях, установленных между группами ступеней сжатия. При этом величина отводимого теплового потока сопоставима с мощностью привода компрессора, а его температурный потенциал может достигать 200 °С.

Для работы компрессорной установки необходимы источники электроэнергии (для привода) и холода (для охлаждения сжимаемого газа).

В свою очередь анализ температурно-теплового графика охлаждения сжатого воздуха между ступенями компрессора позволяет разбить этот процесс на две части: до 70 °С – для генерации холода в абсорбционных бромистолитиевых холодильных машинах (АБХМ) и после 70 °С – для генерации электрической энергии в органическом цикле Ренкина (ОРС).

Таким образом, предложенная схема позволяет полезно использовать теплоту сжатия для покрытия собственных нужд компрессорной установки и тем самым сэкономить до 8 % затрачиваемой энергии.

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

ДЬЯКОНОВ А.А., КРАЙНЕВА А.А., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ТИМОШИН Л.И.

Для примера повышения энергетической эффективности системы теплоснабжения выбрано четырехэтажное общественное здание в г. Иваново. Выбранное здание правильной формы (правильный параллелепипед), площадь его несущих стен составляет 1506,6 м², площадь светопрозрачных ограждений – 1079 м², площадь потолочного перекрытия и пола равны и составляют – 1191,16 м². Толщина бетонных стен данного здания равна 700 мм, их термическое сопротивление до энергосберегающих мероприятий составляет 1,2 (м²*К)/Вт. Окна в деревянных переплетах имеют термическое сопротивление 0,4 (м²*К)/Вт. Здание было построено в 70-е годы прошлого столетия и отношение площади светопрозрачных ограждений к общей площади внешних ограждений составляет около 50 %. По современным же требованиям это отношение для общественных зданий не должно превышать 25 %.

В целях уменьшения теплопотерь предлагается провести следующие энергосберегающие мероприятия:

- нанесение внешней теплоизоляции на стены;
- замена существующих окон в деревянных переплетах на пластиковые окна.

Данные мероприятия позволят существенно снизить тепловые потери, вследствие этого возникает необходимость модернизации системы отопления здания. Она включает в себя следующие этапы:

- установка терморегуляторов для автоматического поддержания заданной температуры в помещении;
- установка отражающих экранов для уменьшения теплопотерь через наружные ограждающие конструкции;
- установка новой двухтрубной системы отопления;
- замена чугунных радиаторов на алюминиевые;
- строительство ИТП.

После проведения всех мероприятий получаем существенное снижение теплопотерь и экономию за счет снижения количества потребляемой теплоты.

УДК 536.24

РАСЧЕТ ПОЛЯ ДАВЛЕНИЯ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ С РЕАГИРУЮЩИМИ КОМПОНЕНТАМИ

ЗАКОЖУРНИКОВА Г.С. , филиал МЭИ, г. Волжский
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КУЗЕВАНОВ В.С.

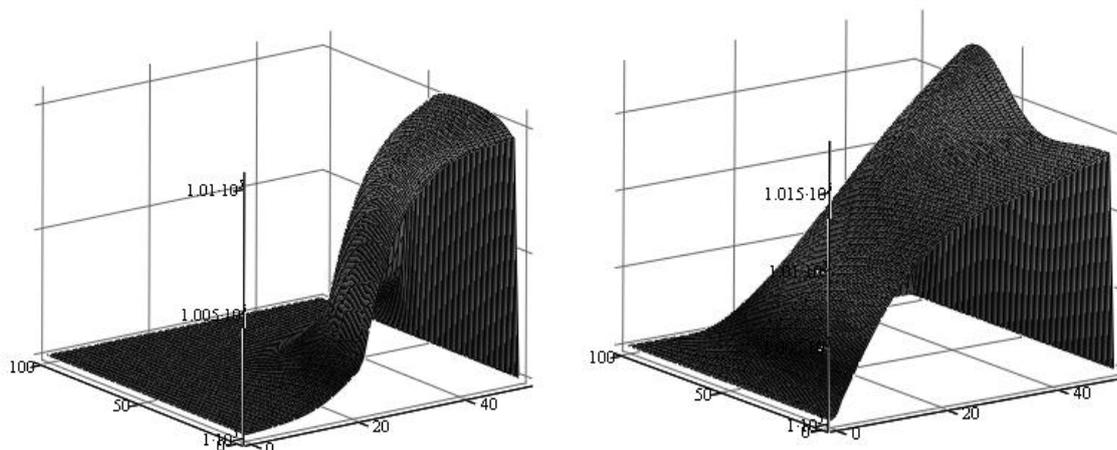
В настоящее время карбид кремния (SiC) все шире применяется в изготовлении абразивных инструментов, электронике, ядерной энергетике и других областях промышленности. Спрос на карбид кремния непрерывно растет, а требования к качеству продукта повышаются.

Недостатками существующего способа производства SiC являются: заметно различающийся выход готовой продукции при близких условиях повторного производства и повышенный расход электроэнергии.

Режим плавки при заданном составе реакционной зоны характеризуют температурное поле, фильтрационные перетоки газообразных продуктов химических реакций, определяемые полем давления газовой составляющей, время плавки. Каждый из этих факторов влияет на эффективность производства карбида кремния.

Автором была сформулирована модель процесса фильтрации в условиях плавки и численно решена задача по определению изменения во времени давления газов в печи с реагирующими компонентами при производстве SiC (рис.).

Алгоритм расчета давления в пористой среде с реагирующими компонентами является неотъемлемой частью модели расчета температурного поля плавильной печи для производства карбида кремния.



Поле давления
а) при $\tau = 3,5$ ч; б) при $\tau = 12$ ч.

УДК 621.548+621.311.245

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВЕТРЯНЫХ УСТАНОВОК

ЗАХАРОВА В.Е., КГЭУ, г. Казань

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

Люди все больше задумываются о том, чтобы пользоваться надежными, безопасными и экономически дешевыми источниками энергии. Например – энергией ветра.

Ветроэлектростанции применяются в странах, имеющих подходящие скорости ветра, невысокий рельеф местности и испытывающих дефицит природных ресурсов, на полях, островах, мелководье, в горах. Как следствие энергетической политики в России – в местах, где подключение к существующим сетям дороже ветроэнергетического проекта или доставка дизельного топлива обходится дорого. Так же все большее значение стала принимать установка самодельных, домашних ветроустановок.

Существуют два вида ветровых электростанций: с горизонтальной осью – привычный всем пропеллер, и станции с вертикальной осью вращения. Вторые, несмотря на то, что генератор у них находится под мачтой, и нет необходимости ориентировать конструкцию на ветер – менее популярны. Те в свою очередь подразделяются еще на ряд типов.

По данным ряда российских экспертов, прогнозируемая установленная мощность российского энергетического комплекса в перспективе на 2030 год составит в области ветроэнергетики 15 ГВт. Причем наиболее перспективными в плане развития этого вида энергетики будут Волгоградская область и Краснодарский край, Республика Карелия, Мурманская, Калининградская, Омская, Новосибирская области, а также Хабаровский и Камчатский края.

УДК 628.5

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

ЗИГАНШИН А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. КЕСЕЛЬ Б.А.

Добыча, доставка топлива и преобразование энергии обходится все дороже, а запасы полезных ископаемых невозполнимы. В этих условиях первостепенной задачей становится наиболее экономное и рациональное использование всех материальных и топливно-энергетических ресурсов страны. Так же серьезного внимания заслуживает вопрос защиты окружающей среды от загрязнения.

Работа посвящена созданию системы утилизации тепла, удаляемого из помещений. Ее актуальность не вызывает сомнений, поскольку в настоящее время практически на любом промышленном предприятии имеется большое количество отбросной низкопотенциальной теплоты, для использования которой не требуется дорогостоящее оборудование, поэтому экономически целесообразно использовать низкопотенциальную теплоту в тепловом балансе предприятий. Результатом этой работы является первоначальная схема системы, расчет его основных технических показателей, а также сравнение характеристик с его аналогами.

Главной задачей является создание первоначальной схемы и расчет технико-экономической эффективности системы, что дает более полное представление о его практическом применении.

Достоинством является использование утилизационных установок, позволяющих с наименьшими затратами комплексно решать проблемы экономии первичных энергоресурсов, предотвращения общего и теплового загрязнения окружающей среды, обеспечения теплоснабжения технологических процессов. Данная система позволяет любому предприятию гораздо эффективнее использовать низкопотенциальное тепло в техническом и экономическом плане, нежели ранее.

УДК 66.01.532

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ГРАВИТАЦИОННЫЙ СЕПАРАТОР ПО ГАЗУ

ЗИННАТОВА Д.И., КГЭУ, г. Казань

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

Еще до входа в сепаратор газ, выделившийся из нефти в результате снижения давления, представляет полидисперсную систему, в которой собственно газ является дисперсионной средой, а частицы нефти, диспергированные в газе – дисперсионной фазой. Такую дисперсную систему называют аэрозолем.

В сепараторе диспергирование нефти увеличивается вследствие расширения потока, удара нефти о внутренние поверхности нефтегазового сепаратора и расширения газа. Вследствие этого в сепарационной и осадительной секциях дисперсность системы увеличивается. Частицы дисперсной фазы имеют различные размеры – от характерных для тумана и пыли до более крупных. Последние относительно быстро опускаются вниз вместе с основной массой нефти, более мелкие могут образовывать псевдооживленный или кипящий слой различной высоты, а самые мелкие частицы увлекаются потоком газа из нефтегазового сепаратора.

Осаждение частиц из газа в гравитационном сепараторе происходит в основном по двум причинам: вследствие резкого снижения скорости газового потока и вследствие разности в плотностях газовой и жидкой (твердой) фаз.

Для эффективной сепарации необходимо, чтобы расчетная скорость движения газового потока в сепараторе была меньше скорости осаждения жидких и твердых частиц, движущихся под влиянием силы тяжести во встречном потоке газа, то есть высокую степень очистки газа от капельной и твердой взвеси в гравитационном сепараторе можно получить при условии, что скорость газа будет близка к нулю. В реальных условиях эффективность сепарации в гравитационных сепараторах при скорости движения газа более 0,5 м/с резко падает и составляет лишь 70 % капельной жидкости, находящейся во взвешенном состоянии.

УДК 621.181:662

МАЗУТНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ЗИЯТДИНОВ Р.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОСТЫЛЕВА Е.Е.

В настоящее время жидкое органическое топливо-мазут – продолжает широко применяться на тепловых электростанциях и промышленных котельных. Полностью или частично мазут используется более чем на 200 крупных тепловых электростанциях Российской Федерации, кроме того, в качестве основного или резервного топлива сжигается на сотнях котельных, обеспечивающих теплом промышленные предприятия, жилые районы, предприятия агропромышленного комплекса.

Основной проблемой при эксплуатации мазутных хозяйств остаются значительные затраты энергии на подогрев при хранении мазута и подготовке его к сжиганию. Эксплуатационные затраты на содержание мазутного хозяйства наибольшие по сравнению с газом и углем и составляют более 9 % от нагрузки котла. Поэтому необходимо более детально рассмотреть потенциал энергосбережения мазутных хозяйств, как крупных тепловых электростанций, так и небольших промышленных и коммунальных котельных.

Мазутные хозяйства ТЭС и котельных имеют типовую структуру и включают стадии приема и слива мазута, хранения в резервуарах, подогрева, фильтрации и подачи к горелкам котла. Разнообразие реализуемых процессов требует комплексного подхода к оценке эффективности существующих технологических схем и особенно предлагаемых вариантов модернизации или расширения. Таким образом, целью настоящих исследований является разработка алгоритма расчета оборудования мазутных хозяйств.

Методика расчета оборудования мазутных хозяйств состоит из следующих разделов:

1. определение основных характеристик мазутного хозяйства;
2. предварительный выбор вида теплотехнологической схемы мазутного хозяйства;
3. подбор основного и вспомогательного оборудования мазутного хозяйства в зависимости от его характеристик;
4. термодинамический анализ теплотехнологической схемы мазутного хозяйства;

5. разработка мероприятий по повышению эффективности использования тепловой и электрической энергии, расходуемой на содержание мазутного хозяйства.

Целью является применение расчета мазутного хозяйства в курсовом проектировании.

УДК 536.2.023:519:669:699.86

К РАСЧЕТУ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ И ПОТОКА ТЕПЛОТЫ ПО ТЕМПЕРАТУРНОМУ ПОЛЮ ПЛАСТИНЫ

ИВАКИНА Е.А., СЕРГАШОВ Е.В., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СОКОЛОВ А.К.

Коэффициент конвективного теплообмена и теплофизические характеристики материалов в значительной степени определяют интенсивность процессов теплопереноса и достоверность их математического моделирования.

Предлагается для определения теплофизических характеристик использовать новый метод численно-аналитического моделирования температурных полей.

Пусть из эксперимента известны температуры газа $T_r(\tau_i)$ и температуры поверхностей пластины толщиной R , нагреваемой только со стороны $x = R$: $T_1(\tau_i) = T(X = 1, \tau_i)$ и $T_0(\tau_i) = T(X = 0, \tau_i)$, $X = x/R$, $i = 0, 1, 2, 3$; $\tau_i = \tau_{i-1} + \Delta\tau$. Тогда температуропроводность $a_T = \lambda/c$, удельные потоки теплоты q в конце интервала времени и коэффициент конвективного теплообмена α можно вычислить по формулам:

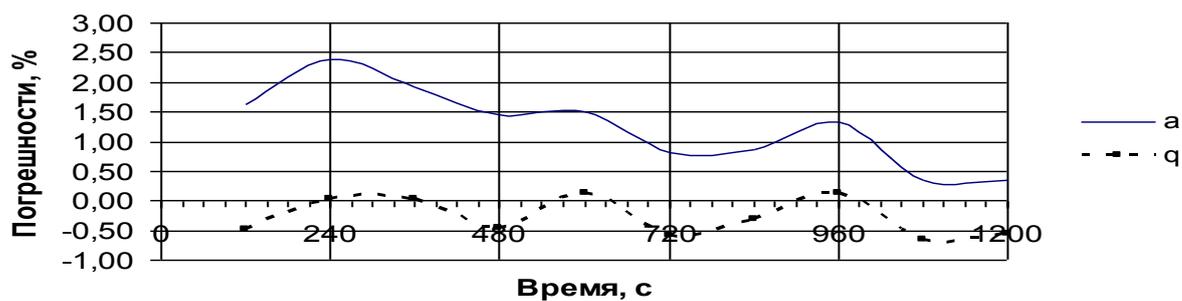
$$a_m = \{0,5[T_1(\tau_{i+1}) - T_{cp,i}]/[T_1(\tau_{i+1}) - T_0(\tau_{i+1})] + 1/6\} \cdot R^2 / \Delta\tau,$$

$$q_{i+1} = 2\lambda \cdot [T_1(\tau_{i+1}) - T_0(\tau_{i+1})] / R, \alpha(X = 1) = q_{i+1} / (T_r(\tau_{i+1}) - T_1(\tau_{i+1})),$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К), c – удельная объемная теплоемкость, Дж/(м³·К).

Для тестирования формул методом конечных разностей были рассчитаны значения температур поверхностей пластины толщиной $R = 0,03$ м ($\lambda = 40$ Вт/(м·К), $a = 8 \cdot 10^{-06}$ м²/с, $0 < \tau \leq 1200$ с, $\Delta\tau = 120$ с), нагреваемой только со стороны $X = 1$ при граничных условиях 3-го рода ($\alpha(X = 1) = 100$ Вт/(м²·К), $T_r = 600 + 0,3333 \cdot \tau$).

Величина удельного потока теплоты q изменялась от 30000 до 40500 Вт/м². Относительные погрешности определения (восстановления) a_T и q не превысили 2,5 и 0,7 % (рис.).



Относительные погрешности определения a и q

УДК 620.91

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

ИЛЬЯСОВА Г.Р., КГЭУ, г. Казань

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

Все уголки земли получают солнечную энергию. Количество этой энергии, получаемой ежедневно, зависит от географического положения и климатических условий, но ее практическое использование возможно повсюду.

Среди видов использования солнечной энергии для бытовых целей наиболее важны следующие: горячее водоснабжение, отопление помещений, охлаждение помещений и воздушное кондиционирование, подогрев плавательных бассейнов.

Существует множество примеров использования солнечных коллекторов для системы солнечного нагрева воды: «Система горячего водоснабжения, термосифонный тип»; для системы солнечного отопления: «Система MJT», «Система Телкеса - Раймонда», «Система Блисса - Денована», «Система Лефевра»; для охлаждения посредством солнечной энергии: «Система естественного солнечного кондиционирования Хэй - Джеллотта».

УДК 628.3

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

ИСЛАМОВА А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АХМЕТОВ Э.А.

В наши дни один из важнейших вопросов защиты окружающей среды — охрана водного бассейна от загрязнений. Водоемы в природе

обладают способностью к самоочищению. Однако протекают эти процессы медленно. К мероприятиям по охране источников питьевой воды относятся доочистка промышленных сточных вод и дальнейшее их использование для промышленного водоснабжения предприятий.

Наиболее опасны для водоемов сточные воды предприятий химической и нефтехимической промышленности. Сточные воды этих предприятий характеризуются сложным и переменным составом, высокой токсичностью, большим содержанием растворенных, а не взвешенных, загрязнений.

Сегодня применяются самые разнообразные методы очистки сточных вод. Одним из наиболее радикальных путей сокращения потребления свежей воды – создание оборотных систем промышленного водоснабжения, которые основаны на многократном использовании для производственных целей сточных вод, очищенных до норм, отвечающих требованиям и качеству технической воды.

Предлагается рассмотреть вариант, включающий в себя три стадии очистки сточных вод, с последующим возвратом очищенной воды в систему водоснабжения (в основном на подпитку системы примерно 15 % общего объема):

1 стадия – очистка от механических примесей (использование гидроциклоны, механические фильтры, пруды отстойники и так далее).

2 стадия – использование испарительной установки.

3 стадия – получение сухого остатка примесей в распылительной сушилке.

На основании вышеизложенного можно сказать что, перспектива использования данной системы водоснабжения в том, что происходит снижение потребления технической воды из городского коллектора.

УДК 621.22+621.311.21

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ КАСКАДНЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

ИСМАИЛОВА Г.М., КГЭУ, г. Казань

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

Гидроэлектростанция является одним из возобновляемых и наиболее экономически выгодным источником энергии, представляющий собой комплекс различных сооружений и оборудования, использование которых

позволяет преобразовывать энергию воды в электроэнергию. Работа гидроэлектростанций основана на использовании кинетической энергии падающей воды, которую преобразовывают турбина и генератор, выработав сначала механическую энергию, а затем уже электроэнергию.

Каскадные ГЭС могут быть применены как самостоятельно для выработки электроэнергии, так и в составе плотинных ГЭС, деривационных ГЭС, свободопоточных ГЭС в системах водоснабжения, водоотведения, и водотоках каналов. Проектирование и осуществление каскадов ГЭС – это возможность более полного использования падения реки и ее стока в интересах всего народного хозяйства.

Каскадная гидроэлектростанция обеспечивает повышение КПД гидроэлектростанции, снижение конструктивной сложности, металлоёмкости и стоимости изготовления, повышение технологичности изготовления, монтажа и эксплуатации, достижения равномерного распределения нагрузок между турбинами, что способствует повышению параметров вырабатываемой электроэнергии, а также позволяет вырабатывать электроэнергию с каждой установленной турбиной.

В данной работе приведены материалы по вопросу особенностей конструкции каскадных ГЭС. Где и как целесообразней сооружать их, и какие есть плюсы в этом для гидроэнергетики. А также эффективность работы таких гидроэлектростанций, их надежность и экономичность.

УДК 621.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ ТОПЛИВА

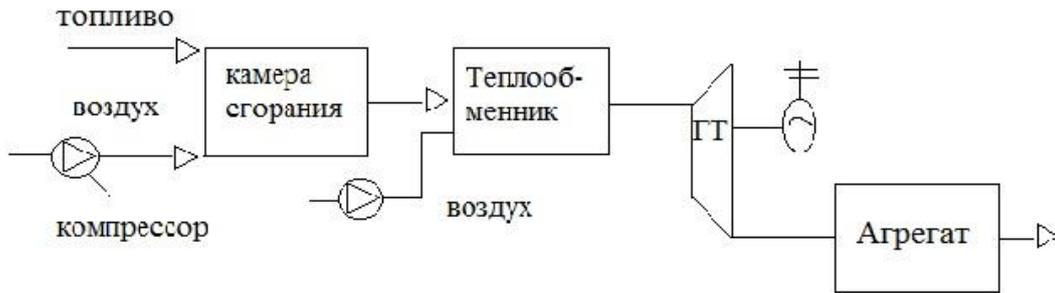
ИСЯНГИЛЬДИНА Л.Х., ЗАПАРНЮК М.Н., ДЕМИН Ю.К.

МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. КАРТАВЦЕВ С.В.;

канд. техн. наук, НЕШПОРЕНКО Е.Г.

В современной промышленности широко применяются агрегаты использующие теплоту, выделяемую при сжигании топлива с температурой значительно ниже той, которая получается при горении. При этом происходит потеря работоспособности выделяемой теплоты и рост потерь с уходящими газами. Так при температуре окружающей среды 20 °С и дымовых газов 1900 °С – коэффициент работоспособности около 0,87, при 1500 °С – 0,83, а при 500 °С – 0,62. Решением данной проблемы может являться применение газовых турбин, позволяющие охладить дымовые газы с выработкой электроэнергии (рис.).



Принципиальная схема с применением газовой турбины

Таким образом, охлаждения дымовых газов за счет применение газовых турбин с генерацией электрической энергии может открыть возможности для значительной экономии топлива по сравнению с раздельной генерацией электрической энергии на удаленной электростанции и охлаждением дымовых газов за счет разбавления их холодным воздухом.

УДК 621.311.243+620.9

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

КАЛИНИНА М.В., КГЭУ, г. Казань

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

В настоящее время во всем мире существует проблема экологически безопасного энергообеспечения. Существует ряд энергоресурсов, не наносящих урон окружающей природе и экологической ситуации в целом. В работе рассматривается один из них. Солнечный коллектор (гелиоустановка) – устройство для сбора тепловой энергии Солнца, переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением. В отличие от солнечных батарей, производящих непосредственно электричество, солнечный коллектор производит нагрев материала – теплоносителя.

Солнечные коллекторы применяются для отопления промышленных и бытовых помещений, для горячего водоснабжения производственных процессов и бытовых нужд. Наибольшее количество производственных процессов, в которых используется горячее водоснабжение (30-90 °С), проходят в пищевой и текстильной промышленности и имеют самый большой потенциал использования солнечных коллекторов.

В работе рассмотрены особенности конструкции солнечных коллекторов. Главной проблемой, на мой взгляд, является разность освещаемых площадей, даже на такой территории, как Российская Федерация. Напомню, что в России количество солнечных дней каждый год разное. Не будем также забывать, что зимний период в нашем климате продолжительный. В зимнее время количество поступающей солнечной энергии снижается в зависимости от широтного расположения установки в разы. Для всесезонного применения установки должны иметь большую поверхность, два контура с антифризом, дополнительные теплообменники. В таком случае применяются вакуумированные коллекторы, поскольку они имеют больше разность температур между нагреваемым теплоносителем и наружным воздухом. Однако такая конструкция выше по стоимости.

УДК 669.187.2.045.12

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ORC В МНЛЗ

КАЛМЫКОВА Н.С., МУРАШОВА В.Н.

МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Науч. рук.: д-р техн. наук, доц. КАРТАВЦЕВ С.В.;

ДЕМИН Ю.К.

Разливка стали на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) – неотъемлемая часть теплотехнологии получения стальной продукции. О масштабах данной технологии можно судить по тому, что за первые 8 месяцев 2014 года выплавка стали в мире составила 1,096 млрд. тонн, что на 2,4 % больше, чем за аналогичный период 2013 года, при это более 90 % этой стали была разлита на МНЛЗ. Следует отметить, что при разливке стали в МНЛЗ отводится порядка 850 МДж/т тепловой энергии. Вся эта теплота передается охлаждающей воде, в результате чего может быть получен низкопотенциальный пар с температурой около 100 °С.

При выборе направления использования отведенной теплоты необходимо в первую очередь учитывать собственные нужды МНЛЗ, состоящие в основном из затрат электроэнергии на привод механического оборудования и насосов для циркуляции охлаждающего теплоносителя. Для генерации электрической энергии авторами предлагается применение органического цикла Ренкина (ORC) на низкокипящих рабочих телах (НРТ). В данной схеме водяной пар из МНЛЗ поступает в испаритель, где

за счет его теплоты нагревается НРТ. Перегретый пар НРТ поступает в турбину, а затем в воздушный конденсатор, где конденсирует при температуре окружающей среды. Конденсат НРТ через насос поступает в теплообменник при заданном давлении, где снова нагревается за счет теплоты водяного пара от МНЛЗ.

Реализация данной схемы с R143a в качестве НРТ – открывает возможность покрыть собственные нужды МНЛЗ и дополнительно генерировать более 70 кВт·ч с каждой тонны разливаемой стали.

УДК 620.95

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

КАШАПОВА А.Р., КГЭУ, г. Казань

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

В настоящее время разработано множество конструкций биогазовых установок, подходящих для работы в различных климатических условиях. В Татарстане, где сравнительно холодный климат, изоляция и подогрев реактора важны для круглогодичной работы установки. Количество и тип перерабатываемого сырья влияют на размер и тип установки и конструкции загрузки и выгрузки сырья. Различают несколько видов устройств в горизонтальном реакторе для перемешивания сырья: механические мешалки с электродвигателями, механические лопасти, перемешивание с помощью насоса, биогазом и другое.

В наших широтах актуальна к применению биогазовая установка с системой перемешивания газом и подогревом сырья в реакторе. Такая установка прекрасно подходит для перемешивания жидких субстратов, не склонных к образованию твердой плавающей корки. Полученный во время сбраживания газ под избыточным давлением подается обратно в реактор. Система перемешивания газом позволяет при минимальных затратах электроэнергии обеспечивать равномерное перемешивание субстрата без использования механических приводов. Наличие системы обогрева позволяет использовать биогазовую установку во всех режимах сбраживания.

Биогазовые установки демонстрируют рекордную для технологического оборудования окупаемость, а применение сброженного остатка в качестве удобрения повышает урожайность.

УДК 697.317.42

БЫТОВОЙ АККУМУЛЯТОР ТЕПЛА

КЛЮЖЕВ К.А., ФУРЗИКОВ А.А., ПГТУ, г. Йошкар-Ола.

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ОНУЧИН Е.М.

Бытовые аккумуляторы тепла – весьма актуальный на сегодняшний день способ экономии и повышения энергоэффективности недвижимости. В использовании аккумуляторов тепла есть два фундаментальных направления: 1) аккумуляторы тепла на солнечных батареях; 2) аккумуляторы тепла электрические (более актуально).

В данном проекте предлагается разработка модернизированного тепло-накопителя, который будет приводиться в действие от электричества. Грубо говоря – это обычный конвектор, в который встроили аккумуляторы тепла (в данном проекте шайба из металла).

Принцип работы прост: ночью, когда электричество в несколько раз дешевле, тепло аккумулятор его активно использует для нагрева специальной сверх теплоёмкой шайбы до 500-700 °С, при этом не переставая нагревать помещение, а днем он не потребляет электричество для обогрева, ведь тепло он запасал ночью. Данная установка модернизирована от ряда других. Чтобы избавиться от открытой спирали, мы предлагаем использовать шайбовые электрические спирали. Нихромовая спираль спрятана внутри тонкостенной металлической шайбы. Спираль изолирована от корпуса шайбы наполнителем с высокой теплопроводностью и высоким электрическим сопротивлением. В качестве наполнителя будем использовать периклаз (кристаллическая смесь окиси магния MgO, иногда с примесями других окислов). После заполнения изолирующим составом шайбу спрессовывают, и под большим давлением периклаз превращается в монолит. После такой операции спираль жестко фиксируется, поэтому электрический контакт с корпусом – трубкой исключен полностью.

Установка состоит из бака, защищенного теплоизоляцией и шумоизоляцией, электронагревательной шайбы, магниевого анода (который необходим для защиты от коррозии и накипи), а также многоступенчатого центробежного бесшумного насоса.

Инновационное значение данного проекта связано с тем, что, благодаря кожуху в виде шайбы конструкция становится безопаснее, а эффективность при этом не уступает. Так же мы предлагаем добавить к установке многоступенчатый центробежный бесшумный насос, который будет распространять нагретую воду по трубам быстрее, то есть гораздо эффективнее.

УДК 66+621.1

СПОСОБЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ВЫПАРНЫХ АППАРАТОВ

КОТЛЯЧКОВА А.А., КГЭУ, г. Казань

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

Выпарные аппараты получили широкое применение для концентрирования растворов солей и нелетучих жидкостей в химической, пищевой промышленности, промышленности минеральных удобрений. Удаление влаги из растворов в аппаратах большой производительности требует очень значительных энергетических затрат, связанных с подогревом и испарением больших масс жидкости.

На современных крупных предприятиях выпаривание ведут в многокорпусных (многоступенчатых) установках непрерывного действия. При этом происходит использование образующегося над раствором так называемого вторичного пара каждого корпуса в последующих корпусах с более низким давлением в качестве греющего или с передачей части вторичного пара (экстра-пара) другим тепловым потребителям. Раствор в таких установках перетекает из корпуса в корпус, выпариваясь при этом частично в каждом корпусе до определенной концентрации.

Экономия энергии в выпарных установках может достигаться следующими основными способами:

- использованием теплоты вторичного пара в многоступенчатых выпарных установках;
- применением сжатия паров при помощи струйного эжектора или механического компрессора;
- подогревом раствора, направляемого на выпарку вторичным паром или конденсатом.

Кроме того, возможно использование теплоты вторичных энергетических ресурсов, получаемых при выпаривании (вторичный пар, конденсат) в теплоснабжении или других технологических установках (внешнее использование теплоты). Теоретически возможно также использование теплоты концентрированного раствора, однако это не всегда можно осуществить на практике.

УДК 658.351

ПРОБЛЕМЫ АКУСТИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ ТРУБОПРОВОДОВ

МАЛАХОВ А.О., КГЭУ, г. Казань

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

В настоящее время всё большие обороты набирает использование новых методов оценки надёжности трубопроводов. Проанализировав литературу по данной тематике, мною был выделен метод акустической томографии трубопроводов, как один из наиболее перспективных методов для диагностики трубопроводов транспорта жидких сред. Метод позволяет получить информацию о местоположении наиболее аварийно опасных интервалов на трубе.

Методом Акустическая томография диагностируются трубопроводы наземной и подземной, канальной и бесканальной прокладки, диаметром от 80 мм и более, находящиеся в режиме эксплуатации при внутреннем давлении более 0,25 МПа и при обязательном наличии тока воды по трубе. Длина единичного участка от 40 до 300 м. Точность определения местоположения дефекта – 1 % от базы постановки датчиков. Достоверность метода по фактору обнаружения наиболее аварийно опасных интервалов – 80 %.

Целенаправленная разработка метода для диагностики трубопроводов тепловых сетей позволяет оценить техническое состояние труб на участке и определить возможность дальнейшей эксплуатации или необходимость в проведении экспертизы и капитального ремонта.

Данный метод имеет некоторые сдерживающие факторы, препятствующие более широкому применению метода: отсутствие нормативного документа, в котором было бы определено место акустической томографии, в совокупности с известными новейшими методами диагностики и содержались бы указания по последующим видам ремонтных работ. В настоящее время нет сопоставления результатов экспериментальной диагностики труб в ППУ изоляции с их фактическим состоянием. К сдерживающим факторам следует отнести и существующий критерий оценки технического состояния трубопровода на основании замеров фактической толщины стенки трубы. Нахождение решения данных проблем в методе акустической томографии актуальная тема на сегодняшний день. Найденные решения в дальнейшем будут отражены в моей магистерской диссертации.

УДК 697

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВАРИЙНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ ЦЕХА ПО ПОКРАСКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

МИННЕТУЛЛИН Р.М., КГЭУ, г. Казань

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

Аварийная вентиляция – регулируемый (управляемый) воздухообмен в помещении, обеспечивающий предотвращение увеличения до опасных значений концентраций горючих газов, паров и пыли при их внезапном поступлении в защищаемое помещение.

Целью данной работы было изучение методики проектирования аварийной вентиляции, поиск технических решений по проектированию аварийной вентиляции и проектирование аварийной вентиляции для цеха по покраске металлических изделий.

В ходе проведения данной работы были изучены основы проектирования аварийной вентиляции, рассчитана и запроектирована аварийная система вентиляции с автоматическим и дистанционным управлением для вышеуказанного цеха. Расход воздуха, удаляемого аварийной вентиляцией, был принят 10-ти кратным и составил $1560 \text{ м}^3/\text{час}$. Потери давления в воздуховодах составили около 600 Па. Исходя из расхода воздуха и потерь давления, был выбран взрывозащищенный вентилятор ВР-86-77-3,15ВК1. Вентилятор установлен на улице, на фундаменте. Для предотвращения вибрации и шума, вентилятор установлен на виброоснованиях, а на воздуховодах установлены гибкие вставки. Удаление воздуха осуществляется: из верхней и рабочей зоны с помощью регулирующих решеток. Для эффективного рассеивания удаляемого воздуха, воздуховоды подняты на высоту 3 м от отметки крыши и завершены факельным выбросом.

Для компенсации удаленного воздуха в оконный проем установлен взрывозащищенный приточный клапан типа КЛОП-1, размером 1200x500 мм.

Управление всей системой осуществляется автоматически. По сигналу датчика загазованности, установленного в помещении цеха, при достижении 10 % НКПР паров ЛВЖ, включается вентилятор. При включении вентилятора автоматически открывается приточный воздушный клапан. Вентилятор отключится тогда, когда НКПР паров ЛВЖ окажется ниже 10 %. Закрытие приточного клапана осуществляется при выключении вентилятора.

УДК 621.1

ТЕРМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТОПЛИВ – ЗАЛОГ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

МОЛГАЧЕВ А.Ю., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. асс. САЛЯХОВА Р.Р.

Энергосбережение в теплоэнергетике, как и в других отраслях промышленности и сферах жизнедеятельности, приобрело особенную актуальность в связи с растущим уровнем энергопотребления и низкой эффективностью использования энергетических ресурсов, и с тем, что на долю теплоэнергетики в общероссийской выработке электрической энергии приходится сегодня более 50 %.

Проблема энергосбережения в теплоэнергетике – тема довольно обширная. Я рассмотрю один из подходов к этой проблеме. Значительным резервом экономии энергетических ресурсов является термическая переработка твердого топлива. Термическая переработка топлив – разложение природных топлив с целью улучшения их качества или получения химических продуктов для промышленного использования. Термическая переработка топлив может вестись без или в присутствии водорода, кислорода или катализаторов. Она мало применяется на сегодняшний день, но имеет большие перспективы с точки зрения энергосбережения в теплоэнергетике. Существует несколько основных способов термической переработки топлива: сухая перегонка, коксование и полукоксование, газификация и гидрогенизация.

Итак, комплексное внедрение такого метода, дает возможность получить достаточно высокие показатели энергосбережения в теплоэнергетике, тем самым увеличив эффективность работы топливно-энергетического комплекса, а вместе с ним и экономики России в целом.

УДК 621.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

МОРОЗОВ А.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

Двигатель Стирлинга, запатентованный в 1816 году, преобразует в работу любую разницу температур, для чего использует любые источники тепла и практически бесшумен при работе. Термодинамический

КПД двигателя Стирлинга составляет 60 % и более от цикла Карно. В конструкции и работе двигателя Стирлинга отсутствуют элементы и процессы, которые могут загрязнить окружающую среду.

Основными источниками энергии для двигателей Стирлинга служат любые источники тепла с подходящей температурой, например сфокусированная солнечная энергия, любая тепловая энергия, ядерная энергия и т.п., но наиболее перспективным и доступным для двигателей Стирлинга может являться отбор тепла от горной породы, грунта и энергия солнца.

В моей работе рассматриваются вопросы применения двигателя Стирлинга в условиях низких температур (заполярный круг), а так же в качестве космических или планетарных станций. Также был выполнен тепловой расчет двигателя Стирлинга. В результате расчета, получены основные параметры двигателя: описываемый вытеснителем объем, который определяет габариты цилиндропоршневой группы, а также параметры теплообменников.

Для работы двигателя Стирлинга в космическом пространстве, где нет атмосферы, привычной нам, я рассматриваю возможность его работы в качестве электрического генератора, работающего от ядерных и радиоизотопных источников тепла (так как в космосе возможен только лучистый теплообмен). Но основной областью моего исследования является возможность применения двигателя для создания космической орбитальной станции с искусственной гравитацией.

Так же стоит отметить, что не менее перспективным и доступным для двигателей Стирлинга может являться отбор тепла от горной породы, грунта и энергия солнца.

Отбор тепла от горной породы в условиях крайнего севера требует бурения скважины на достаточную глубину (100-200 метров) или нескольких таких скважин. В скважину опускается U-образный груз с двумя пластиковыми трубками, составляющими контур. Трубки заполняются теплоносителем, которым может быть 30 % раствор этилового спирта. Скважина заполняется грунтовыми водами естественным путём, и вода проводит тепло от камня к теплоносителю.

Для использования солнечной энергии в дополнении к двигателю Стирлинга необходимо иметь солнечный коллектор и концентратор. Сфокусированный поток энергии очень велик, поэтому достигаются высокие температуры, необходимые для работы теплового двигателя.

УДК 697.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РАСХОДА, ТЕМПЕРАТУРЫ СЕТЕВОЙ ВОДЫ И КОЭФФИЦИЕНТА СМЕШЕНИЯ

МУДАРИСОВА Т.А., МАГДАНОВА Л.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. тех. наук, доц. ВАЛИЕВ Р.Н.

Из уравнений теплового баланса и теплопередачи, при постоянном значении других факторов, определено влияние расхода воды на тепловой режим систем отопления. Коэффициент расхода тепла не пропорционален расходу воды в системе отопления. Уменьшение расхода воды в 1,5 раза приводит к недообогреву помещений на 26 %. Аналогичное явление имеет место и при увеличении расхода воды. Увеличение расхода воды в два раза приводит к перегреву помещений на 23 %. Таким образом, перерасход воды сказывается на изменении теплового режима абонентской системы значительно слабее, чем недоподача.

Определено влияние температуры воды в тепловой сети на тепловой режим отапливаемых помещений. Установлено, что изменение температуры воды в подающей магистрали весьма интенсивно влияет на тепловой режим отапливаемых помещений. Если температура воды в тепловой сети составляет 130 °С вместо положенных по температурному графику 150 °С, коэффициент расхода тепла снижается на 14 %, а температура внутри отапливаемых помещений до 14 °С. При этих условиях, чтобы обеспечить нормальный температурный режим в помещениях, приходится увеличивать расход воды в 1,5 раза.

Увеличение коэффициента смешения приводит к недоотпуску тепла отапливаемым помещениям. С увеличением коэффициента смешения уменьшается температура воды, поступающей в систему, и увеличивается расход воды через систему. Это приводит к повышению температуры в обратной линии, но при этом средняя температура отопительного прибора становится ниже, то есть теплоотдача отопительного прибора уменьшается. Уменьшение коэффициента смешения приводит к снижению расхода тепла.

УДК 681.12:697

ПОИСК УТЕЧЕК ТРУБОПРОВОДОВ АКУСТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

МУТИГУЛЛИН Р.З., КГЭУ, г. Казань

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

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

Когда имеет место протечка воды, наблюдается повышенный расход по приборам учёта, 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 распространённых метода поиска течей:

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

Наиболее распространённым 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.

УДК658.351

ОЦЕНКА СКРЫТЫХ ДЕФЕКТОВ ТРУБОПРОВОДОВ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОЙ ФАЗОВОЙ ТЕРМОГРАФИИ

НАЗАРЫЧЕВ С.А., САЛЯХОВА Р.Р., КГЭУ, г. Казань

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

Одним из методов неразрушающего контроля теплового вида является метод импульсной фазовой термографии, который основан на применении преобразования Фурье к функции изменения температуры во времени. Фазовая термография является обобщением метода модулированных (импульсных или периодических) тепловых волн, которые распространяются вглубь изделия от точки теплового возбуждения и претерпевают пространственные и временные искажения в месте наличия внутренних дефектов. При периодическом нагреве температурный сигнал над дефектом является периодической функцией той же частоты, что и возбуждающая тепловая волна, и характеризуется определенной фазой и амплитудой. Простой оценкой максимальной глубины обнаруживаемого дефекта служит длина тепловой диффузии.

Очевидно, что более глубокие дефекты следует обнаруживать с помощью более медленных волн. Применение низкочастотных волн возможно, но это удлиняет эксперимент, поскольку необходимо регистрировать несколько периодов тепловой волны.

Важно подчеркнуть, что, в отличие от ряда других алгоритмов теплового контроля, например, метода оптимального наблюдения или динамической тепловой томографии, импульсная фазовая термография требует накопления информации в течение длительного времени, что позволяет анализировать низкие частоты, необходимые для обнаружения глуболежащих дефектов. С другой стороны, интервал времени между соседними термограммами должен быть мал, чтобы обеспечить высокие частоты в Фурье спектре, необходимые для обнаружения приповерхностных дефектов. Поэтому импульсная фазовая термография часто имеет дело с последовательностями, состоящими из нескольких сотен и даже тысяч изображений.

К настоящему времени, преимущества импульсной фазовой термографии были продемонстрированы в основном на качественном уровне, однако чувствительность метода к структурным дефектам настолько высока, что его используют в качестве тестового при проверке других алгоритмов.

УДК 628.1

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

НУРКАЕВА Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АХМЕТОВ Э.А.

Питьевая вода – необходимый элемент жизнеобеспечения населения, и от качества ее приготовления зависит состояние здоровья человека.

К питьевой воде предъявляются особые требования в отношении мутности, вкуса, запаха, химической и бактериальной загрязненности.

На сегодняшний день подготовку питьевой воды осуществляют на очистных станциях, расположенных вблизи водоисточника. Процесс очистки включает в себя следующие операции: коагулирование воды, осветление ее в отстойниках, фильтрование и обеззараживание ее при помощи хлорирования.

Подобные водоочистные сооружения не в полной мере справляются со своей задачей и имеют ряд существенных недостатков, таких как образование канцерогенов при хлорировании и большую металлоемкость установок.

Но сегодня существуют технологии, которые действительно эффективно справляются с задачей подготовки питьевой воды и с ее очисткой от загрязнений.

Метод обратного осмоса на сегодняшний день является наиболее эффективным способом очистки воды. Действие осуществляется на молекулярном уровне. Устраняются примеси размером с молекулу воды.

Так же возможно использование электродиализа - процесса удаления из раствора ионов растворенных веществ путем избирательного их переноса через мембраны, селективные к этим ионам, в постоянном электрическом поле.

Для обеззараживания воды можно использовать метод озонирования.

Преимуществом озонирования воды является неспособность озона, в отличие от хлора, к реакциям замещения.

Однако необходимо помнить, что современная установка для получения питьевой воды – это всегда использование нескольких фильтрующих этапов.

Перспективы развития и использования современных методов подготовки питьевой воды объясняются огромными возможностями, эффективностью и универсальностью этих методов, обеспечивающих решение задач питьевого водоснабжения.

УДК 66.045.1

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПУЛЬСИРУЮЩЕМ ДВИЖЕНИИ ПОТОКА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

САБИРОВА Ф.Ф., МОРЯШОВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. МУТРИСКОВ А.Я.

Экономия топлива и рациональное использование тепловой энергии требуют решения многих проблем, среди которых приоритетной представляется разработка эффективных методов управления интенсивностью теплоотдачи и сопротивлением движущихся потоков рабочего тела (теплоносителя) в элементах энергетических устройств и систем. Так, интенсификация теплоотдачи в теплообменниках, калориферах и т.п. позволяет уменьшить их габариты, а следовательно, снизить затраты энергии на прокачку теплоносителей. Снижение интенсивности теплоотдачи к поверхности трубопровода приводит к уменьшению тепловых потерь и экономии тепловой энергии.

Определяющее влияние на интенсивность теплоотдачи и сопротивление трения оказывает пристенная турбулентность. Кинетическая энергия турбулентного движения мала по сравнению с кинетической энергией осредненного движения потоков в элементах энергетических устройств и систем, поэтому воздействие на пристенную турбулентность требует небольших (по сравнению с воздействием на течение в целом) энергетических затрат. Проблема создания эффективных методов и устройств управления сопротивлением трения и теплоотдачей в турбулентных потоках привлекает значительное внимание исследователей. Однако к настоящему времени удовлетворительного решения этой проблемы не получено. Основным фактором, сдерживающим решение проблемы, является отсутствие моделей турбулентного переноса, адекватно отражающих влияние турбулентности на различные управляющие воздействия.

УДК 621.181.210

ПАРОВОЙ ПРИВОД ЦИРКУЛЯЦИОННОГО НАСОСА В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

САДЫКОВ А.Р., ЯКОВЛЕВ А.В., ПГТУ, г. Йошкар-Ола.

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ОНУЧИН Е.М.

Назначением предлагаемого циркуляционного насоса с паровым приводом является обеспечение принудительной циркуляции теплоносителя в системах водяного отопления домов.

Сейчас такая циркуляция обеспечивается как правило циркуляционными насосами с электрическим приводом. Их основным недостатком является зависимость надёжности работы от стабильности электроснабжения.

Разработанная система отопления с циркуляционным модулем представлена ниже. Непосредственно модуль объединяет в одном корпусе паровую турбину и центробежный насос. В топке котла дополнительно устанавливается парогенератор. Вода для работы паровой турбины забирается непосредственно из циркуляционного контура системы водяного отопления и направляется в парогенератор. Получаемый пар направляется в часть высокого давления турбины, установленной на одном валу с лопастным колесом центробежного насоса. Пар вращает колесо турбины и соответственно колесо насоса. Отработанный пар сбрасывается обратно в циркуляционный контур.

Инновационность предлагаемой конструкции определяется новыми техническими решениями. Эти решения обеспечивают автономность, компактность и экономичность установки за счёт увеличения КПД системы отопления в целом.

Недостатки имеющихся альтернативных решений, таких как естественная конвекция, насосы с приводами от электрических, дизельных двигателей и двигателей Стирлинга, устраняются в предлагаемой системе и обеспечивают её конкурентоспособность.

Предварительные расчёты показывают, что стоимость модуля при серийном производстве составит примерно 18 тыс. рублей, при этом эксплуатационные затраты по сравнению с электрическим насосом снизятся в 2 раза. С учётом автономности модуля это обеспечивает экономическую привлекательность продукта для потребителя.

УДК 62-776.6

ГИБКИЙ МАНИПУЛЯТОР ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

СЕМЕНОВ К.Д., ПГТУ, г. Йошкар-Ола
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ОНУЧИН Е. М.

В настоящее время при эксплуатации печей в различных областях промышленности одной из главных проблем, является проблема образования нагара в трубопроводах теплообменников. В результате процесса оседания на стенках змеевиков теплообменников шлама, который представляет собой смесь сажи и неорганических отложений, уменьшается КПД печи из-за снижения пропускной способности и ухудшения процесса теплообмена.

Следствием образования нагара является непродолжительный срок службы трубопроводов, необходимость проведения регламентных работ по очистке и замене змеевиков теплообменников, применение в качестве материалов трубопроводов дорогих жаропрочных специальных марок стали для уменьшения их коррозии, применение различных способов уменьшения нагарообразования.

В этой связи дальнейшее совершенствование систем связанных с эффективной очисткой печей от нагара является актуальной задачей. Существенные резервы повышения производительности имеются в плане создания технологий связанных с контролем состояния работоспособности дымоходов.

Одним из возможных методов по контролю за состоянием работоспособности печей является использование гибкого манипулятора. Принцип работы разработанного устройства основывается на постепенном перемещении в полости трубопровода руки манипулятора. В процессе продвижения устройства производится анализ пропускной способности и оценка качества процесса теплообмена.

Принцип работы разработанного устройства основывается на использовании подвижных сочленений. Каждое из сочленений манипулятора способно наклоняться за счет натяжения, установленных в каждую секцию систем тросов. Совокупность всех наклонов секций позволяет проникать устройству в труднодоступные пространства трубопроводов печи.

Таким образом, разработана модель гибкого манипулятора, позволяющая проводить анализ состояния топок печей и оценить эффективность их работы.

УДК 621.577

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛЫХ ПОЛОВ ПРИ РАБОТЕ ОТ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

СИТДИКОВ Р. Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АХМЕТОВ Э.А.

Целью исследования является выбор наиболее оптимальной системы отопления для работы от теплового насоса, которая сделает его использование наиболее эффективным и экономичным.

Объектом исследования в данной работе является жилой частный дом площадью 210 м^2 . Были произведены расчеты по тепловым потерям здания при трех вариантах ограждающих конструкций:

– SIP-панель толщиной 174 мм и пенопласт 50 мм (теплопотери $44,2 \text{ Вт/м}^2$);

– газобетон 400 мм и силикатный кирпич 120 мм (теплопотери $48,8 \text{ Вт/м}^2$);

– кирпич керамический 250 мм, утеплитель из минеральной ваты 100 мм и силикатный кирпич 120 мм (теплопотери $50,1 \text{ Вт/м}^2$).

Был выбран вариант из SIP панелей, общие тепловые потери здания составили 9298 Вт. Для отопления дома рассматривается система теплых полов, обеспечивающая температуру пола от 20 до 29 °С. Температура подачи воды у этой системы будет 30-40 °С, что делают ее низкотемпературной, что идеально подходит для работы с тепловым насосом. Около 149 м^2 площади будут теплыми полами, которые выделяют 8113 Вт энергии при необходимых 9298 Вт, остальные 1185 Вт (около 13 %) будет обогревать система низкотемпературного отопления от радиаторов.

В дальнейшем будут рассматриваться источники низкопотенциальной теплоты для теплового насоса.

УДК 662.987.9

ВЫБОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

СИТДИКОВА А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. КЕСЕЛЬ Б.А.

Самым широко используемым теплоносителем для реализации процессов энергетики является вода и её производные. Вода по своим

свойствам – идеальный теплоноситель, но с учётом надвигающегося дефицита пресной воды, задача по поиску новых видов теплоносителей для нужд промышленной энергетики является достаточно актуальной.

Для реализации указанной задачи необходимо сформировать технические требования и критерии, которым должен соответствовать перспективный теплоноситель.

В настоящей работе проведён анализ основных групп теплоносителей применяемых при реализации энергетических процессов в настоящее время. При этом необходимо отметить, что современные теплоносители не являются универсальными по своему применению.

Известные теплоносители могут быть классифицированы по следующим группам:

- низкокипящие рабочие тела (НРТ);
- жидкие металлы (ЖМ);
- различного рода антифризы.

Любой из теплоносителей, входящий в состав перечисленных групп не является идеальным для использования в энергетических процессах в силу известных недостатков, основные из которых:

- изменение теплофизических характеристик из-за температуры окружающей среды;
- недостаточная безопасность, вследствие токсичности и пожаро-взрывоопасности;
- агрессивное действие на материалы энергетического оборудования;
- высокая стоимость.

Указанные факторы обуславливают острую необходимость проведения поисковых научных работ по данной тематике.

УДК 624.365.3:536.3

РЕШЕНИЕ УПРОЩЕННЫМ ЗОНАЛЬНЫМ МЕТОДОМ ВНЕШНЕЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛООБМЕНА В САДОЧНОЙ ПЕЧИ

СУЛЕЙМАНОВ М.Г., ИГЭУ, г. Иваново;
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. БУХМИРОВ В.В.

Для исследования процессов нагрева металла в термической садовой печи была разработана математическая модель на основе упрощенного зонального метода расчета радиационного и сложного теплообмена [1]. Данный метод предполагает разбивку исследуемой

системы внешнего теплообмена на две замкнутые подсистемы: подсистема A , в которой осуществляется сгорание топлива и подсистема B , в которой расположена нагреваемая садка.

Расчет теплообмена выполнен путем определения температур газа, верхней частей стен и заслонок, а также свода для подсистемы A и температуры газа, пода, нижних частей стен и заслонок - для подсистемы B . Зональные уравнения для подсистем A и B имеют вид:

$$\sum_{s=0}^5 a_{sj} \cdot T_s^4 + \sum_{s=0}^5 h_{sj} T_s + h_j = 0, \quad j = 0, 1, 2, 3, \quad (1)$$

где a_{sj} – коэффициент радиационного теплообмена между s -ой и j -ой зонами T_s – температура s -ой зоны; h_{sj}, h_j – балансовые коэффициенты,

Согласование результатов расчета в подсистемах A и B выполнено путем итерационного уточнения значений эффективных температур T_{AB} и T_{BA} в зонах. При этом значения зональной температуры верхней поверхности садки и эффективных температур T_{BA} и T_{AB} на первой итерации были приняты приближенно.

Значения плотности потоков результирующего излучения поверхностных зон рассчитаны по формулам [2]. Например, для k -ой поверхностной зоны подсистемы A :

$$q_{кА}^p = \frac{1}{F_{кА}} \sum_{s=0}^{n_A} a_{sk}^B \cdot T_{sA}^4, \quad (2)$$

где F_k – площадь k -ой поверхностной зоны; n_A – число поверхностных зон в подсистеме A .

Литература

1. Арутюнов В.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей: учебник для вузов / В.А. Арутюнов, В.В. Бухмиров, С.А. Крупенникова. – М.: Металлургия, 1990. – 239 с.

2. Бухмиров В.В. Упрощенный зональный метод расчета радиационного теплообмена в поглощающей и излучающей среде / В.В. Бухмиров, С.А. Крупенников. – Изв. вуз. Черная металлургия. – 1999. – №1. – С. 68-70.

УДК 621.577: 62-843

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ С ПРИВОДОМ ОТ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

ХАКИМЗЯНОВА Г.Ф., филиал ОАО «ГК» – «КТС», г. Казань

Науч. рук. зам. гл. инж. по эксплуатации КТС

УЧАРОВ У.Б., д-р техн. наук, проф. ГУРЕЕВ В.М.,

КНИТУ-КАИ им. Туполева

Тепловой насос осуществляет трансформацию тепловой энергии с низкого температурного уровня на более высокий, необходимый потребителю. Среди существующих ТНУ как более эффективные наибольшее распространение получили парокompрессионные тепловые насосы. При этом на привод компрессора затрачивается механическая (электрическая) энергия.

Основным недостатком ТНУ с электроприводом является двойное преобразование энергии, то есть получение электроэнергии на ТЭС или ТЭЦ сжигая высокоценное топливо, а затем повторное превращение в механическую энергию. Также присутствуют потери в трансформаторе и потери в электросети, неизбежные для электродвигателя. Кроме того, часто приходится передавать электроэнергию на довольно значительные расстояния. Все это влечет за собой повышение стоимости электроэнергии и, как следствие, существенное увеличение срока окупаемости.

Принцип применения ДВС в качестве привода компрессора известен и широко используется в ТНУ. Сжигание топлива в таких установках происходит непосредственно внутри теплового двигателя. В нем часть теплоты переходит в механическую энергию, которая поступает на привод компрессора теплового насоса.

Преимущество ТНУ с приводом от ДВС заключается в более высоком коэффициенте использования топлива за счет комбинированного использования энергии низкопотенциального источника теплоты с помощью ТНУ и утилизации тепла двигателя внутреннего сгорания, а также в автономности (возможность применения на транспортных установках; использование без применения электричества).

Существуют два варианта соединения между ДВС и ТНУ: прямое соединение ДВС с компрессором ТН и косвенное соединение через электрогенератор и электродвигатель.

В качестве приводов наиболее удобны газовые и дизельные двигатели, так как они работают на высококачественных носителях первичной энергии, применяемых в настоящее время для отопления.

УДК 435

АНАЛИЗ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ХАЛИЛОВА Э.А., КГЭУ, г. Казань

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

В данной работе рассмотрены вопросы, связанные с переходом систем централизованного теплоснабжения на децентрализованное. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны обеих систем.

Принимаемые на практике традиционные режимы работы централизованного теплоснабжения имеют следующие недостатки:

– практическое отсутствие регулирования отпуска теплоты на отопление зданий в переходные периоды, когда особенно большое влияние на тепловой режим отапливаемых помещений оказывают ветер, солнечная радиация, бытовые тепловыделения;

– перерасход топлива и перетоп зданий в теплые периоды отопительного сезона;

– большие потери теплоты при его транспортировке (около 10 %), а во многих случаях – намного больше;

– длительная эксплуатация подающих трубопроводов теплосети в неблагоприятном режиме температур, характеризующимся нарастанием коррозионных процессов и др.

Современная система децентрализованного теплоснабжения представляет сложный комплекс функционально взаимосвязанного оборудования, включающего автономную теплогенерирующую установку и инженерные системы здания (горячее водоснабжение, системы отопления и вентиляции).

Объективными предпосылками внедрения автономных (децентрализованных) систем теплоснабжения является:

– отсутствие в ряде случаев свободных мощностей на централизованных источниках;

– уплотнение застройки городских районов объектами жилья;

– кроме того, значительная часть застройки приходится на местности с неразвитой инженерной инфраструктурой;

– более низкие капиталовложения и возможность поэтапного покрытия тепловых нагрузок;

– появление на рынке большого количества различных модификаций отечественных и импортных (зарубежных) теплогенераторов малой мощности.

УДК 621.8.033.004.18

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ТУБОКОМПРЕССОРОВ В СОСТАВЕ ВРУ

ХАСАНОВА Р.В., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. КАРТАВЦЕВ С.В., ДЕМИН Ю.К.

В черной металлургии широко применяются продукты разделения воздуха, например, кислород – для выплавки стали в кислородных конвертерах и производства чугуна, азот – при плазменно-дуговой резке, наплавке и сварке металлов. При этом удельный вес энергетических затрат в себестоимости данных продуктов составляет 50-90 %. Львиная доля затрат энергии на работу воздухоразделительных установок (ВРУ) приходится на привод турбокомпрессоров для сжатия воздуха, кислорода и азота. Для экономии энергии применяют промежуточные газоохладители, установленные между группами ступеней сжатия. При этом из-за недоохлаждения сжимаемого газа до заданной температуры идет перерасход энергии на привод компрессора. Недоохлаждение возникает из-за недостатков охлаждения сжимаемого газа в выносных теплообменниках – загрязнение и ограниченный размер теплообменной поверхности.

В работе предлагается: для уменьшения недоохлаждения сжимаемого газа между ступенями – в дополнение к выносному промежуточному охлаждению – осуществить объемное охлаждение путем впрыска жидкого кислорода или азота в поток охлаждаемого газа на входе в ступень сжатия. Так, для азотного турбокомпрессор АЭРОКОМ АА-259/31А, с объемной производительностью по условиям всасывания – 15540 м³/ч, конечным избыточным давлением – 3,0 МПа и 4-мя газоохладителями, экономия от впрыска жидкого азота может составить более 350 кВт, что около 14 % от мощности, затрачиваемой на его привод.

УДК 621.4

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА В БЛИЖНЕМ КОСМОСЕ

ХАФИЗОВ Р.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

Космос – это обширная область научных исследований и для их осуществления требуются ресурсы. Непосредственно на космической

станции одним из наиболее важных областей является энергообеспечение, так как возникает проблема доставки энергии на космическую станцию или получения её непосредственно на самой станции.

Интерес представляет именно получение энергии непосредственно в космосе. Важным условием является то, что предусматривается использование солнечной энергии, поэтому рассматривается только ближний космос.

Так как станцию и Солнце не разделяет атмосфера Земли, которая поглощает и рассеивает значительную часть Солнечного излучения, и удерживает тепло, когда Земля находится в тени. Значит за пределами атмосферы Земли, на космической станции перепад температур на Солнечной и теневой стороне очень велик, что является идеальными условиями для использования Двигателя Стирлинга, так как, его коэффициент полезного действия напрямую зависит от перепада температур, к тому же рабочее тело в данном двигателе с внешним подводом тепла не расходуется.

Использование данной энергетической машины на космической станции, позволит решить проблему её тепло- и электроснабжения, а также создания искусственной гравитации, которая необходима для проведения некоторых экспериментов.

УДК 622.276

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НАЛИЧИЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОВ В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

ЧЕРНОВ Н.И., ХИСМАТУЛЛИН А.С., УГНТУ, г. Салават
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. БАШИРОВ М.Г.

На основе развитых теоретических представлений о трансцилляторном переносе в жидкости с пузырьками показано, что конвективный перенос тепла в периодических структурах возмущений, вызванных всплыванием пузырьков, эквивалентен молекулярному переносу при условии, что средний за период конвективный перенос массы жидкости отсутствует [1]. При увеличении коэффициента теплообмена более эффективное охлаждение масла в трансформаторе будет осуществляться за счёт циркуляции барботируемого элегаза через пространство, заполненное маслом. В работе [2] предложен новый вид масляного трансформатора с элегазовым охлаждением.

В современных масляных трансформаторах для обеспечения безопасности установлена газовая релейная защита, но в трансформаторах с элегазовым охлаждением от нее придется отказаться. Для мониторинга технического состояния и обеспечения безопасности эксплуатации масляных трансформаторов канадская компания Syprotec предлагает использовать прибор Hydran M2. Данный прибор позволяет анализировать газы, растворенные в масле трансформатора, образовавшиеся в результате различного рода повреждений. Прибор позволяет контролировать и регистрировать наличие и изменение концентрации газов, влаги, формировать средние почасовые и ежедневные отсчеты, сигнализировать об угрозах возникновения аварийных ситуаций, осуществлять диагностику датчиков.

Применение системы элегазового охлаждения и использование прибора Hydran M2 позволяет увеличить эксплуатационный ресурс, надежность и безопасность масляных трансформаторов.

Литература

1. Нигматулин Р.И. Трансцилляторной перенос тепла в жидкости с газовыми пузырьками / Р.И. Нигматуллин, А.И. Филиппов, А.С. Хисматуллин // Теплофизика и аэромеханика. – 2012. – Т. 19. – № 5. – С. 595-612.

2. Bashirov M.G., M.R. Minlibayev, A.S. Hismatullin. Increase of efficiency of cooling of the power oil transformers. Oil and Gas Business: electronic scientific journal. – 2014, Issue 2, pp. 358-367.

УДК 536.24

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАМЕРНОЙ ПЕЧИ С ВЫКАТНЫМ ПОДОМ В ПАКЕТЕ SOLIDWORKS

ШАГАЛОВА М.С., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГУСЕНКОВА Н.П.

Довольно часто, в последнее время, в области науки и технических разработок, возникает вопрос об энергосбережении. Одним из объектов термического оборудования, для которого близка эта проблема, является камерная печь.

Для исследования работы установки, в целях выбора более рационального режима нагрева, удовлетворяющего параметрам качества тепловой обработки металла и одновременно учитывающего требования по энергоэффективности, создается геометрическая модель объекта в САПР SolidWorks, с помощью трехмерного моделирования (3D).

Функция 3D, в отличие от задач, выполненных в одно- и двумерных постановках, позволяет максимально приблизиться к реальной конфигурации печи, а так же исследовать температурные поля газа, нагреваемого металла и ограждения печи, с учетом их взаимного влияния. Все это непосредственно влияет на качество обработки изделий. Так же компьютерное моделирование является менее затратным, нежели создание материальной модели объекта. Вместе с этим, благодаря данному способу моделирования печи, можно избежать отклонения температурного режима в установке, приводящего к возникновению брака у нагреваемых заготовок.

В пакете SolidWorks была построена геометрическая модель рабочего пространства печи, с учетом ограждения, в котором были встроены горелочные туннели и дымоотводящие каналы, влияющие на тепловую работу футеровки и изоляции. На поду печи располагались нагреваемые заготовки, на определенном расстоянии между собой и внутренними поверхностями стен.

Построенная геометрическая модель, для дальнейшего исследования, может быть экспортирована в различные программные комплексы, имеющие функции теплового расчета. Так как SolidWorks имеет прямую связь с пакетом ANSYS, модель была переведена в данный комплекс. С помощью специального модуля, произведено построение расчетной сетки. Для выполнения расчета задаются начальные и граничные условия, свойства материалов ограждения и обрабатываемых заготовок, среды рабочего пространства.

Визуализацию результатов можно представить в виде графиков температурных и скоростных полей газовой среды, а так же температурных полей нагреваемых заготовок. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод об эффективности работы данной установки.

УДК 620.9

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ШАРАФИСЛАМОВА Э.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. **КОНДРАТЬЕВ А.Е.**

Как показали практика и опыт многих стран, использование энергии ветра крайне выгодно, поскольку, во-первых, стоимость ветра равна нулю,

а во-вторых, электроэнергия получается из энергии ветра, а не за счет сжигания углеводородного топлива, продукты горения которого известны своим опасным воздействием на человека.

Специфика и условия работы ВЭС в нашей стране значительно отличаются от зарубежных.

Россия располагает значительными ресурсами ветровой энергии, в том числе и в тех районах, где отсутствует централизованное энергоснабжение. Побережье Северного Ледовитого океана, Камчатка, Сахалин, Чукотка, Якутия, а также побережье Финского залива, Черного и Каспийского морей имеют высокие среднегодовые скорости ветра. В этих регионах рационально использовать классические ветроустановки с горизонтальной осью вращения.

На остальной территории России скорость ветра не превышает 5 м/с. Экспериментальным путем было доказано, что для этих регионов экономически целесообразно использование ветроустановок с вертикальной осью вращения. Основным их достоинством является возможность работы установки начиная со скорости ветра, равной 1 м/с. Существуют различные конструкции таких ветроустановок, и при правильном подборе их к той или иной местности, будет достигаться экономический эффект.

Оценка ресурсов ветроэнергетики показывает, что для энергетического использования вертикальных ветроустановок пригодны около 6 млн.км² территории, где среднегодовая скорость ветра не превышает 5 м/с. Если использовать только 1 % территории для размещения ВЭУ, то их установленная мощность может превысить 300 млн. кВт.

UDC 621.311.001

**STUDY OF VENTILATION SYSTEM TYPES OF DWELLINGS,
SCHOOLS AND KINDERGARTENS IN SOME EU COUNTRIES AND
RUSSIA AND DEVELOPMENT OF CLIMATE CHAMBER
FOR TESTING OF VENTILATION SYSTEMS**

LAPATEEV D.A., YABLOKOV A.A., ISPEU, Ivanovo, Russia
Research supervisors, Cand. Eng. Sc., prof. V.M. Zakharov, ISPEU;
PhD, prof., B. Flament, INSA, Strasbourg, France;
PhD, eng., M. Barbat, COSTIC, Saint Rémy Lès Chevreuse, France

Across EU countries, ventilation does not follow the same practices. This discrepancy can be due to the climate and building tradition. In this summary

commonly used ventilation systems in Europe in dwellings, schools, and kindergartens. The ventilation systems are either natural or mechanical ventilation.

In Russia. In the order of Ministry of Regional Development of the Russian federation dated 28 May, 2010 # 262 the rated basic levels of specific heat energy consumption of heating and ventilation of residential and public buildings by year: since 2011, 2016 and 2020. For instance, the rated specific heat energy consumption of municipal buildings (five storey buildings) should be decreased from 27 to 16 $\text{kJ/m}^3 \times \text{C}^0$ per day.

However, generally natural ventilation systems are still well spread because of the fact that most existing buildings are rather old.

As to the air tightness of building envelope of residential buildings, school buildings, and kindergarten buildings it is necessary to mention that in Soviet Russia while determining the air change (ventilation) in a room the value of the rated inflow seepage through passageways of windows was taken into account. Inflow seepage used to be essential air leakage from outside. Due to the introduction of new requirements to heat protection of buildings, the requirements to the air tightness of buildings have upgraded recently.

Nowadays along with the construction of buildings with high heat-shielding properties of building envelope and new energy-saving technologies for heating, ventilation and air conditioning, and develops the construction of buildings using renewable energy and «green building» (STO 2.35.4-2011 Nostroy «Green building. Residential and public buildings. Rating system»).

The scientists of ISPEU, INSA and COSTIC have developed a climatic chamber for testing of ventilation systems. This new design of chamber allows to solve tasks of the educational and research character.

UDC 621.311.001

EFFICIENT USE OF ENERGY-SAVING WINDOWS IN CONDITIONS OF RUSSIA AND FRANCE

LAPATEEV D.A., SMIRNOV N.N., ISPEU, Ivanovo, Russia
Research supervisors, PhD, prof., B. Flament, INSA, Strasbourg, France;
PhD, eng., M. Barbat, COSTIC, Saint Rémy Lès Chevreuse, France

Existing European and Russian energy efficiency regulations stipulate strict requirements regarding annual energy consumption, and particularly, the heat transfer resistance coefficient of translucent structures. Thus, European Union legislatures stipulate a coefficient of heat transfer resistance for windows

by 2020 of $1.67 \div 2.0 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$, while Russian official bodies stipulate $1.0 \div 1.05 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ by 2016. Pursuant to Russian legislation, annual specific consumption of energy in buildings as of 1 January 2020 shall be reduced by 40 % of the basic level.

The authors developed and patented window designs with panel, roll and louvre type heat-reflecting screens, which are made of metal and significantly reduce heat losses. The use of screens is desirable during nighttime or in the absence of people. Screens may be placed inside or outside buildings, or between window panes. The use of screens not only reduces losses related to heat transfer but also permits ambient temperature reduction in setback heating mode.

For practical use of developed energy-saving windows with heat-reflecting screens they need to be integrated into the automated system for controlling heat supply in buildings and the efficiency of their use together with the existing energy-saving measures must be determined. The study was based on the results of field tests of windows with heat-reflective shields in a certified climate chamber and statistical climatic data of Russian and French regions were provided by RosHydroMet and INSA (Strasbourg). A method of determining the required minimum indoor air temperature in setback heating mode using heat-reflective screens in windows has been developed, and the annual savings of energy resources using heat-reflective shields for different regions of Russia and France were calculated. An automated system for controlling heat supply in buildings using heat-reflecting screens has been developed.

Maximum thermal energy saving was achieved in all cities using panel heat reflecting screens and automation systems intended to maintain setback heating mode during non-working hours at the minimal permissible ambient temperature, and in the absence of condensation. Maximum saving of energy was actually achieved for conditions in the city of Norilsk in Russia and Strasbourg in France.

СЕКЦИЯ 3. ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

УДК 621.165

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕВЫХ ПОТЕРЬ В ТУРБИННЫХ РЕШЕТКАХ ПАРОВЫХ И ГАЗОВЫХ ТУРБИН

АВЕРИН Н.И. ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. к.т.н., ст. преп. ГРИГОРЬЕВ Е.Ю.

В настоящее время повышение КПД проточных частей паровых и газовых турбин представляет весьма сложную задачу.

Действительно, если рассматривать мощные энергетические газовые турбины, то КПД их проточных частей достигает $91\div 92\%$, что вплотную приблизило указанные значения к теоретическим возможным величинам.

Возможности повышения КПД проточных частей паровых и газовых турбин несколько выше, но и здесь резервы повышения экономичности имеются в цилиндрах высокого и низкого давления, так как лопаточный КПД цилиндров среднего давления уже находится на уровне $90\div 92\%$. Однако резерв повышения указанных характеристик все еще имеется. Большой интерес представляет собой работа связанная с разработкой и исследованием способов снижения концевых потерь, которые имеют место быть при течении в сопловых и рабочих решетках турбомашин. Доля этих потерь в среднем составляет $15\div 30\%$ от суммарных потерь в указанных решетках, а в случае решеток с короткими лопатками и до $40\div 50\%$.

Для решений этой задачи на базе лаборатории аэродинамики турбомашин студенческим научным объединением кафедры паровых и газовых турбин модернизируется физический стенд для разработки и исследований новых способов снижения концевых потерь в плоском пакете турбинных решеток типа С-90112А: установка перегородок на бандажах и хвостовиках лопаток; использование канавок со стороны спинки профиля; отсос пограничного слоя со спинки лопатки.

Первый и второй способы направлены введением дополнительных конструктивных элементов в межлопаточные каналы, препятствующие развитию интенсивных вторичных течений. Третий способ основан на непосредственном воздействии на пространственные пограничные слои применением отсоса части рабочей среды.

Отличительной особенностью нового лабораторного стенда является возможность исследовать эффективность предложенных мер в условиях различной высоты лопаток (до 140 мм – лопатки цилиндров высокого и среднего давлений), что является крайне важным, так как позволяют найти оптимальные решения для любой высоты лопаток.

УДК 681.51:621.311.22

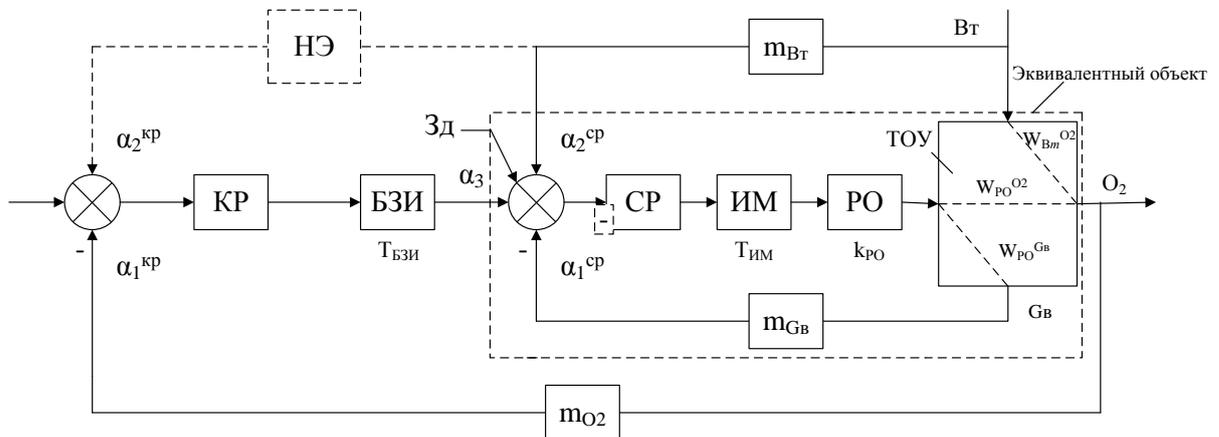
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРА ОБЩЕГО ВОЗДУХА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОТЛА

АШМАРИНА Н.Г., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДЁМИН А.М.

Создание современных АСУТП предусматривает поставку готовых к эксплуатации систем управления. Целью параметрического синтеза

является оценка параметров систем известной структуры по результатам аналитических расчетов или экспериментальной идентификации свойств объекта управления и средств автоматизации. Расчет параметров настройки регулятора общего воздуха (РОВА) энергетического котла в учебном процессе кафедры АТП ИГЭУ вынесен на самостоятельную работу, результаты направлены на внедрение с целью развития двухуровневой системы обучения в вузе. С учетом полученного перед этим опыта расчета параметров настройки других регуляторов, изучения других специальных дисциплин и особенностей реализации РОВА в тренажере «Система регулирования общего воздуха с коррекцией по кислороду на аппаратуре АКЭСР» предлагается определить параметры настройки.

Расчет выполняют для каскадной схемы со стабилизирующим и корректирующим регуляторами (СР и КР) по передаточным функциям каналов ТООУ ($W_{PO}^{G_B}$, $W_{PO}^{O_2}$, $W_{Bm}^{O_2}$) и эквивалентного объекта ($W_{Э.О.}$), получаемых экспериментально, с учетом свойств измерительных каналов (m_{G_B} , m_{B_T} , m_{O_2}), исполнительного механизма ИМ и регулирующего органа РО (k_{PO} , $T_{ИМ}$, $T_{БЗИ}$) (рис.). Основные особенности расчета связаны с экспериментальной идентификацией свойств эквивалентного объекта.



Расчетная схема

УДК 681.51:621.311.22

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРА ОБЩЕГО ВОЗДУХА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОТЛА

БУЯНОВА Е.Н., ИГЭУ, г. Иваново

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

Целью работы является определение особенностей экспериментальной настройки регулятора общего воздуха (РОВ) энергетического котла с учетом специфики его реализации. Типовая структура РОВ соответствует каскадной схеме со стабилизирующим и корректирующим регуляторами (СР и КР). Существуют различные варианты ее реализации, которые зависят от технологических факторов – конструкции котла и режима его работы, вида сжигаемого топлива и так далее – и соответственно состава элементов системы, их функций, В учебном процессе кафедры АТП ИГЭУ студенты работают с РОВ в 2-х тренажерах. Технология работ определяется особенностями тренажеров, структурой систем, составом их элементов и их параметров настройки.

В данной работе изложены особенности работ на тренажере «Система регулирования общего воздуха с коррекцией по кислороду на аппаратуре АКЭСР». В тренажере рассматривается схема, применяемая при сжигании природного газа с непосредственным измерением его расхода. СР изменяет подачу воздуха в котел в зависимости от расхода топлива воздействием через один БРУ на направляющие аппараты дутьевых вентиляторов НА ДВ – А, Б через схему их синхронизации. КР стабилизирует содержание кислорода O_2 в уходящих дымовых газах воздействием на СР. Сигнал по расходу топлива, заведенный на КР через нелинейный элемент (НЭ) формирует сигнал задания O_2 в зависимости от изменения нагрузки котла.

В результате отработана технология экспериментальной настройки РОВ: после схемы синхронизации настраивают СР (сначала контур стабилизации расхода воздуха, затем чувствительность по расходу топлива), потом КР (сначала контур стабилизации O_2 , затем НЭ. Особенности технологии представлены в табличном виде. Эта форма удобна для представления информации, наглядна, лаконична и отражает типовой набор систематизированных признаков каждого этапа настройки. Работы на тренажере показали необходимость и учета имеющихся ограничений, и возможность применения альтернативных приемов, например, нанесения тестовых возмущений.

УДК 621.311.22

ПОЛУЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ НА ТЭС ПУТЁМ ПРИМЕНЕНИЯ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ АГРЕГАТОВ

ВАСИЛЬЕВА С.Ю., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. к-т. техн. наук, проф. ОРЛОВ Г.Г.

В настоящее время наблюдается резкое возрастание потребления природного газа в энергетике многих стран мира, а к 2030 году потребление газа в мире удвоится. В России в ближайшие 20 лет увеличение добычи природного газа возрастет на 27 %, а общий объем добываемого газа достигнет 750 млрд. м³ в год. Доля использования природного газа в мировом топливно-энергетическом комплексе к 2050 году возрастет до 30 %, а в России уже к 2020 году до 57 %.

В России значительными потребителями газа являются ТЭС, на которые он поступает от газораспределительных станций (ГРС) с давлением 0,7÷1,3 МПа. Перед котлами ТЭС это давление снижается до 0,13÷0,2 МПа, за счёт снижения давления газа (дросселирования) в газорегуляторном пункте (ГРП). С точки зрения энергосбережения и получения дополнительной мощности ТЭС весьма перспективным является утилизация энергии избыточного давления газа, подводимого к ГРП в турбодетандерных агрегатах. Такие агрегаты мощностью 5 МВт успешно эксплуатируются с 1995 года на ТЭЦ-21, а с 2008 года – на ТЭЦ-23 ОАО «Мосэнерго». Агрегат мощностью 1,5 МВт введён в строй на ГРП ТЭЦ ОАО «Сода» (г. Стерлитамак) а на ГРП ТЭС Рамин (Иран) работают два турбодетандерных агрегата по 8 МВт. ООО «ТурбоДЭН» (г. Москва) разработало типоразмерный ряд турбодетандерных агрегатов марки ЭТДА мощностью 1500, 2500, 4000, 6000 и 8000 кВт.

Нами для блочной ТЭС мощностью 3600 МВт были рассчитаны две схемы использования турбодетандерных агрегатов с целью получения дополнительной мощности ТЭС. В первой схеме турбодетандеры устанавливались на ГРП для снижения давления газа с 1,3 МПа до 0,13 МПа, что позволяет повысить общую мощность ТЭС на 45 МВт и применить существующий тип турбодетандера. Во второй схеме турбодетандер используется для привода питательного насоса блока 300 МВт, а приводная турбина питательного насоса убирается. Это позволяет освободившейся пар приводной турбины использовать для получения дополнительной мощности в главной турбине и улучшить работу блока на переменных нагрузках.

УДК 621.311

ПОДГОТОВКА ХИМОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ НА ТЭС

ВИНОГРАДОВ А.С., ВЛАСОВ С.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВА Н.Д.

На ТЭС подготовка химочищенной воды производится по традиционной схеме: известкование и коагуляция исходной воды в осветлителях с последующим осветлением воды на механических и натрий-катионитовых фильтрах, работающих в режиме механической фильтрации. Для ведения режима коагуляции-известкования в осветлителях требуется значительное количество коагулянта и извести.

С вводом в эксплуатацию новых современных установок на основе микрофильтрации для подпитки теплосети количество химических реагентов на обработку воды сокращается.

Выбор схемы подготовки подпиточной воды определяется значением карбонатного индекса при различных вариантах значений общей щелочности и кальциевой жесткости для данной температуры нагрева в теплофикационном оборудовании. По результатам эксплуатации установки теплосети на мембранных технологиях в теплый период, когда температура нагрева воды в подогревателях не превышает 70-100 °С, нормируемый индекс карбонатный менее 4,0 (мг-экв/дм³)² и отсутствует необходимость подкисления воды перед декарбонизаторами. Удаление свободной углекислоты в декарбонизаторах, а также в деаэраторах приводит к увеличению рН обработанной воды. Поэтому с увеличением рН более 8,3 отпадает необходимость подщелачивания подпиточной воды. Таким образом, в зависимости от сезона сокращается количество кислоты и щелочи на обработку подпиточной воды.

Выводы: Использование метода микрофильтрации для подготовки подпиточной воды теплосети по сравнению с традиционными способами очистки имеет следующие преимущества: отсутствие необходимости в организации и эксплуатации шламоотвалов, которые характеризуются большой площадью и высокой степенью воздействия на окружающую среду, сокращение расхода реагентов и сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, высокий уровень автоматизации технологических процессов.

УДК 621.187

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ТЭС И АЭС

ВЛАСОВ Н.В., ТРУХИН Д.С., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук., доц. ЛАРИН А.Б.

На кафедре ХХТЭ ИГЭУ более 10 лет ведется разработка и эксплуатация стендов моделирующих очистку воды для ТЭС и АЭС.

В 2005 году был введен в эксплуатацию стенд «Обработка воды на ТЭС и АЭС», моделирующий процессы очистки теплоносителя с помощью термического и химического обессоливания. Данный стенд является научно-исследовательским лабораторным стендом, на котором помимо проведения лабораторных работ студентов старших курсов, также реализуются научно-исследовательские задачи с дозированием различных реагентов в исходную воду и последующим анализом изменения качества воды по стадиям обработки.

В сентябре 2013 года на кафедру ХХТЭ было поставлено оборудования для создания стенда «Мембранная очистка воды». С октября по 2013 по июнь 2014 года осуществлялась разработка схемы и монтаж лабораторного стенда. В сентябре – ноябре 2014 года студентами кафедры ХХТЭ проводились гидравлические и пуско-наладочные испытания. В 2015 году планируется запуск стенда «Мембранная очистка воды» в учебный процесс с созданием методических указаний для проведения лабораторных работ.

Также в 2014 году на кафедру ХХТЭ фирмой «НПК Медиана-фильтр» (г. Москва) был поставлен стенд, моделирующий различные варианты схем включения мембран. Наладка и ввод в эксплуатацию данного стенда также планируется на первое полугодие 2015 года. Для проведения пуско-наладочных испытаний и исследований описанных стендов активно привлекаются студенты старших курсов обучения и магистры.

В результате использования стендов в учебном процессе студенты специальности «Технология воды и топлива» могут получить обширные знания и навыки по технологиям обессоливания воды на ТЭС и АЭС.

УДК 621.643, 621.186.3

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ТЭС И АЭС

ВОДЕНИКТОВ А.Д., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. к.т.н., ст. преп. ГРИГОРЬЕВ Е.Ю.

Говоря об экономичности и надежности работы энергетических установок необходимо стремиться не только к совершенствованию основного оборудования, но и вспомогательного. Особое место в борьбе за надежность и экономичность занимают вопросы, связанные с аварийностью трубопроводов тепловых и атомных электростанций.

Причины аварий на трубопроводах различны, это в первую очередь и эрозионно-коррозионный износ, некачественные ремонты, ошибки при проектировании и монтаже и так далее

Ситуация усугубляется так же тем, что трубопроводы имеют весьма протяженную длину с большим количеством местных сопротивлений (отводы, тройники, задвижки и так далее). Неизбежно такая конфигурация трубопроводных систем не способствует улучшению их гидравлических характеристик, которые в конечном итоге определяют показатели экономичности и надежности работы трубопроводов.

При движении потока в сложных трубопроводных системах после отводов, регулирующей арматуры и так далее поле скоростей в поперечных сечениях последующего участка трубопровода приобретает исключительно сложный характер. При этом обычно реализуется весь диапазон скоростей от нулевых до максимальных значений с образованием вихревых структур, которые резко ухудшают вибрационные характеристик работы трубопроводов.

Задача по снижению негативного влияния местных сопротивлений на трубопроводах может быть решена за счет использования гасителей неравномерности потока (струевыпрямителей). В настоящее время, такие системы используются в первую очередь для сокращения длин прямых участков перед расходомерными устройствами, однако их использование ограничено вследствие довольно больших гидравлических сопротивлений.

В докладе предлагается новый тип струевыпрямителей представляющий собой цилиндрическую трубу, диаметр которой на 40-50 % превышает диаметр соответствующего трубопровода. Внутри такого корпуса располагаются последовательно различные типы выравнивающих

фильтров, обеспечивающие выравнивание поля. Гидравлическое сопротивление таких струевыпрямителей ниже на 30-50 %, в сравнении с используемыми в настоящее время в промышленности (типы Цанкер, Шпернкель, трубчатый).

УДК 62-176.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЭС ПРИ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ

ГАФУРОВ А.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук ОСИПОВ Б.М.

Одним из основных источников сбросной низкопотенциальной теплоты на ТЭС являются конденсаторы паровых турбин, где происходит конденсация отработавшего в турбине пара с выделением скрытой теплоты парообразования, которая отводится при помощи охлаждающей жидкости в окружающую среду. При этом конденсаторы паровых турбин являются основными потребителями воды в системе технического водоснабжения. Доля воды, идущей на охлаждение конденсаторов, составляет 90-94 %. В среднем для производства 1 кВт·ч электроэнергии требуется 130 кг воды, а капитальные затраты на систему технического водоснабжения достаточно велики и составляют до 10-12 % от общей стоимости установленного 1 кВт мощности.

Полезное использование сбросной низкопотенциальной теплоты на ТЭС, образующейся при конденсации отработавшего в турбине пара, обычным путем затруднительно, вследствие того, что температура конденсации незначительно (на 10-30 °С) отличается от температуры окружающей среды, особенно в летний период времени. В тоже время утилизация сбросной низкопотенциальной теплоты, то есть преобразование «бесплатной», выбрасываемой тепловой энергии в полезную энергию, является важной научно-технической задачей.

В зимний период времени, когда температура окружающей среды намного ниже температуры конденсации, появляется возможность сработать такой теплоперепад с помощью низкокипящих рабочих тел, работающих в низкотемпературном тепловом двигателе по органическому циклу Ренкина.

Автором впервые поставлена задача преобразования сбросной низкопотенциальной теплоты ТЭС при температуре от 24 °С до 40 °С в работу низкотемпературного теплового двигателя с замкнутым контуром циркуляции на основе органического цикла Ренкина, решение которой позволило теоретически обосновать возможности дополнительной выработки электроэнергии на ТЭС в зимний период времени.

УДК 621.43

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГАЗОПОРШНЕВОЙ И ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВОК

КАРИМОВА Э.Р., БФ КНИТУ, г. Бугульма
Науч. рук. канд. техн. наук МУТУГУЛЛИНА И.А.

Критериями выбора силовых агрегатов для строительства электростанций являются вопросы расхода топлива, уровень эксплуатационных затрат, а также срок окупаемости оборудования электростанции. Часто возникают споры, что лучше использовать газопоршневую или газотурбинную установку. Проведем сравнительную характеристику по некоторым критериям. В качестве первого критерия рассмотрим эксплуатационные затраты. Стоимость капитального ремонта газопоршневого двигателя может составлять 30-35 % от первоначальной стоимости самого силового агрегата. Ремонт газопоршневых установок можно производить на месте один раз в 7-8 лет. Цена ремонта газотурбинной установки составляет 30-50 % от начальных вложений.

Следующим критерием рассмотрим нагрузку. Нижний предел минимальной электрической нагрузки, официально заявляемый заводами-производителями для промышленных турбин, составляет 3-5 %, но в таком режиме расход по топливу возрастает на 40 %. Максимальная нагрузка газотурбинной установки, в ограниченных временных интервалах может достигать 110-120 %. Современные газопоршневые установки обладают феноменальной экономичностью, базирующейся на высоком уровне электрического КПД.

Теперь рассмотрим мощность силовых агрегатов электростанций и температуру окружающей среды. При значительном повышении температуры окружающей среды мощность газотурбинной установки падает. Но при понижении температуры электрическая мощность газотурбинной установки наоборот, растет. Газопоршневые агрегаты

расходуют на четверть, а то и на треть меньше топлива, чем газотурбинные установки – это основная статья расходов. Соответственно, при схожей или равной стоимости самого оборудования более дешёвая электрическая энергия получается на газопоршневых установках.

Последним критерием оценки рассмотрим экологический фактор. Так как моторное масло выгорает, поршневые агрегаты имеют уровень вредных выбросов в атмосферу чуть больший, чем у газотурбинных агрегатов. Поршневые установки при работе имеют вибрации и низкочастотный шум.

УДК 621.18-987

РАБОТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОТЛА ПК-47 В СОСТАВЕ БЛОКА К-200-130 НА ПОНИЖЕННЫХ НАГРУЗКАХ

КЛЮЧНИКОВ Д.И., КГЭУ, г. Казань.

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГАЛИЦКИЙ Ю.Я.

В связи с работой блоков в режиме неравномерного суточного графика потребления электроэнергии в энергосистеме, возникает необходимость их глубоких разгрузок.

Возможность разгрузки и технический минимум энергоблока в первую очередь определяется надёжностью поверхностей нагрева по условиям устойчивости гидравлического режима и предельных значений температуры металла труб.

Надёжность топочных экранов и особенно экранов НРЧ, находящихся в области максимальных тепловых нагрузок и неравномерностей, определяет надёжность работы котла.

Надёжность определяется несколькими факторами, среди которых отсутствие межвитковых пульсаций потока в трубных элементах и допустимый по условиям прочности температурный режим обогреваемых труб.

Поверхности нагрева котла ПК-47 имеют среду докритического давления, равномерная раздача которой в испарительных элементах обеспечивается только в однофазном ее состоянии,

Для исключения межвитковых пульсаций рабочие массовые скорости среды должны быть больше граничных массовых скоростей, определенных в соответствии с НГР.

Выполнение теплового и гидравлического расчетов, а также анализа надежности гидравлики и температурного режима котла ПК-47 Заинской ГРЭС позволяет определить возможность его работы на пониженных нагрузках без возникновения пульсаций и колебаний в топочных экранов и экранов НРЧ.

По результатам расчетов и анализов будут сделаны соответствующие выводы и предложены рекомендации и способы организации работы блока с целью исключения пульсаций и обеспечения гидравлической устойчивости потока среды в трубных элементах при работе блока на пониженных нагрузках.

УДК 621. 039

ОЦЕНКИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ЭНЕРГОБЛОКА

КОНЧЕНКО М.А., СГТУ им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов
Науч. рук. асс. РОСТУНЦОВА И.А.

Вытеснение органического топлива ядерным вызывает необходимость привлечения большей доли АЭС в покрытии переменной (пиковой) части графика электрических нагрузок, что требует от АЭС повышения маневренности. При этом наиболее адаптированными к работе в переменных режимах являются реакторы типа ВВЭР, обладающие хорошей саморегулируемостью.

Целью исследования является определение маневренных характеристик и оценка экономичности турбоустановки К-1000-60/1500 при работе в переменном режиме и при переходе на регулирование мощности методом скользящего давления (СД). Термодинамически переход на скользящее давление приводит к сдвигу линии процесса расширения пара в проточной части турбины в $h-S$ диаграмме вправо. При этом изотермический теплоперепад в турбине несколько увеличивается и, несмотря на некоторое повышение начального теплосодержания пара, требующее увлечения затрат тепла на единицу расхода пара, удельный расход теплоты на единицу мощности сокращается. Разработаны методические положения оценки показателей относительного изменения экономичности блока при переходе на скользящем давлении, а именно: относительного изменения удельного расхода теплоты на турбоустановку, относительного изменения удельного расхода топлива.

Определена годовая эффективность перехода на регулирование мощности блока скользящим давлением.

УДК 621.438

О ВОЗМОЖНЫХ ПУТЯХ ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ И ЭКОНОМИЧНОСТИ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

МАРЬИН Г.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ТИТОВ А.В.

В любой стране энергетика является базовой отраслью экономики, от ее развития зависят темпы роста и стабильность всех отраслей промышленности.

В последние годы в связи с ростом цен на энергоресурсы и стремлением к повышению эффективности их использования, актуальным направлением в теплоэнергетике становится развитие газотурбостроения.

Одним из способов получения максимальной тепловой экономичности газотурбинной установки является увеличение начальных параметров. Одновременно используются другие возможности увеличения экономичности и удельной мощности установок (промежуточное охлаждение воздуха в компрессоре).

В данной работе рассматривается методика вычисления теплового расчета параметров ГТУ, с учетом впрыска пароводяной смеси в газовую турбину. При взаимодействии пароводяной смеси с рабочим телом (продуктами сгорания) ГТУ происходят изменения термодинамических свойств, таких как температура T , теплоемкость C_p , показатель процессов расширения k , работоспособность R , а также изменяется массовый расход рабочего тела. Исходной турбиной для исследований был выбран двигатель НК-8, а целью его наземного применения модернизированный силовой турбиной.

В литературе отсутствуют рекомендации по расчету этих важных термодинамических свойств. Автором предложен алгоритм расчета перечисленных термодинамических свойств в допущении идеальности протекания процессов.

УДК 621.438

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ
СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ
ГТЭ–110 И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОТЛА НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ
В СОСТАВЕ БЛОКА 300 МВт**

МАШИНА Н.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. НИЗАМОВА А.Ш.

Большая часть электрической и тепловой энергии, отпускаемой потребителям, вырабатывается на тепловых электростанциях за счет использования органических топлив и, прежде всего, природного газа.

Технический прогресс в современной энергетике связан, в первую очередь, с парогазовыми технологиями. Можно отметить несколько направлений, по которым реализуются парогазовые технологии: бинарные (утилизационные) ПГУ, ПГУ со сбросом уходящих газов после ГТУ в энергетический котел, параллельные схемы ПГУ, ПГУ с вытеснением регенерации высокого и низкого давления паровой ступени и подогревом конденсата и питательной воды уходящими газами ГТУ.

В данной работе рассматривается новое направление совместной работы ГТУ с паросиловой частью блока, отличающееся от перечисленных выше схем тем, что цикловой воздух после воздушного компрессора ГТУ догревается в твердотопливном энергетическом котле и возвращается в камеру сгорания газугольной ГТУ. Реализация такой схемы возможна как при техническом перевооружении ТЭС, так и при новом строительстве с использованием котла блока, работающего на любом виде топлива.

Для совместной работы ГТЭ-110 с энергетическим паровым котлом часть воздуха после воздушного компрессора с температурой около 402 °С в количестве 309,8 кг/с (или 86,7 % от общего расхода) должна поступать в ресивер и через патрубки в воздухоотводящую улитку, откуда по воздуховодам в воздухоподогреватель котла, где будет нагреваться до температуры 600 °С. Таким образом, за счет подогрева циклового воздуха в котле при сжигании твердого топлива, в газотурбинном двигателе (ГТД) подводится дополнительно свыше 75 кДж/с тепла, что приводит к снижению расхода природного газа на ГТД и к повышению его условного эффективного КПД с 35 до 43 %.

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНИБАЕВ А.И., СЕИДОВ Э.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВА Н.Д.

В настоящее время существует большой выбор технологий, позволяющих, эффективно очищать воду любого качества с высоким содержанием и с большим количеством взвеси.

Одним из перспективных направлений технологического совершенствования водоподготовительных установок тепловых электрических станций Российской Федерации является промышленное освоение мембранных технологий, которые позволяют эффективно и экономично разделять вещества самой различной природы и степени дисперсности, как в жидкой, так и в газовой средах.

В мире электромембранные технологии доказали своё преимущество по сравнению с традиционными технологиями очистки, разделения, обессоливания и концентрирования жидких смесей. Благодаря ее развитию были достигнуты значительные технические и коммерческие успехи.

Применение электромембранных процессов для решения разнообразных научно-технических задач демонстрирует экономическую выгоду и экологическую чистоту электромембранных производств.

Электромембранные технология причисляется к технологиям будущего: энерго- и ресурсосберегающим, экологически чистым. Уже сегодня на ее основе решаются крупномасштабные проблемы:

- обессоливание высокоминерализованных и солоноватых вод, опреснение морской воды;
- подготовка хозяйственно-питьевой воды для нужд населения;
- водоподготовка для различных отраслей промышленности;
- разделение и концентрирование различных растворов (получение кислот и щелочей из растворов соответствующих солей).

Актуальность использования электромембранной технологии обессоливания воды для нужд водоподготовки на тепловых электрических станциях обусловлена возможностью практически безреагентного удаления из воды растворенных в ней солей и органических соединений.

УДК 378:004 (075.8)

РАЗРАБОТКА БЛОКА ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВОДОПОДГОТОВКА НА ТЭС»

МОКЕЕВ А.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГАЙНУЛЛИНА Л.Р.

Дисциплина «Водоподготовка на ТЭС» изучает водоподготовительное оборудование тепловых электрических станций, процессы, организованные на ВПУ. Она предусматривает множество определений, нормативных, справочных данных, принципиальных и технологических схем, которые систематизированы в электронном учебнике и для лучшего восприятия представлены с помощью мультимедийных средств.

Электронный учебник вмещает в себя огромное количество информации, а его применение позволяет более эффективно решать задачу высшего технического образования формирования научного мышления, умения самостоятельно усваивать и критически анализировать новые сведения.

Разработка электронного учебника по дисциплине «Водоподготовка на ТЭС» позволяет повысить эффективность образовательного процесса, в том числе и за счет диагностики качества знаний.

Технологии компьютерного тестирования студентов (при правильной организации анализа полученных результатов) - действенный инструмент в повышении качества предоставляемых вузом образовательных услуг.

Внедрение тестовых и контрольных заданий дают студенту возможность объективно оценить уровень своих знаний и самому найти имеющиеся у него пробелы в знаниях.

Основные задачи такого вида диагностики – не только проверить уровень знаний, но и выявить типичные трудности в усвоении материала, используя преимущества тестирования:

- объективность (исключение фактора субъективного подхода со стороны экзаменатора);
- массовость (возможность охвата контролем большого количества тестируемых за определенный промежуток времени);
- оперативность и технологичность (возможность использования машинной обработки и представления результатов тестирования);
- сопоставимость результатов;

– управляемость (использование результатов тестирования для выявления типичных ошибок, учет которых позволяет своевременно скорректировать процесс освоения учебного материала).

УДК 621.311

ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОБЛОКОВ ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС

МЯЛКИН Е.С., СГТУ им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов
Науч. рук. асс. РОСТУНЦОВА И.А.

Современное состояние отечественной теплоэнергетики характеризуется следующими факторами: основное оборудование многих электростанций выработало свой ресурс, его безотказность снижается, увеличиваются расходы на ремонты, устаревшее оборудование становится все менее экономичным и перестает удовлетворять возрастающим экологическим требованиям, требуется все больше средств на защиту окружающей среды, вывод оборудования из эксплуатации и замену его новым. При этом наблюдается дефицит средств для значительного ввода новых мощностей. В этих условиях весьма оправдано внедрение малозатратной модернизации оборудования на базе блоков повышенной эффективности (БПЭ). В качестве таких энергоблоков рассматривается энергоблок, в состав которого входит котел с применением ВПП с оребренной поверхностью. Увеличивая поверхность теплообмена со стороны теплоносителя с малым коэффициентом теплоотдачи путем ее оребрения, увеличивают количество тепла, передаваемого от греющего к нагреваемому теплоносителю. Основные достоинства оребрения являются: повышение КПД котельной установки; коэффициент теплопередачи увеличивается до 50 %; сокращается расход трубы до 40 %; общий вес теплообменника снижается на 30-40 %; ресурс работы поверхности нагрева увеличивается в 2-3 раза. Оценка эффективности проведена через максимум интегрального экономического эффекта. По результатам расчета получен экономический эффект при внедрении БПЭ в сумме 10 млн. руб. при горизонте расчета 5 лет.

УДК 621.18

ГАЗОПОРШНЕВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

НАСЫЙРОВА М.Р., АГНИ, г. Альметьевск

Науч. рук. асс. САРАЧЕВА Д.А.

Когенерация – процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии.

Когенерационные установки широко используются в малой энергетике. И для этого есть следующие предпосылки:

– тепло используется непосредственно в месте получения, что обходится дешевле, чем строительство и эксплуатация многокилометровых теплотрасс;

– электричество используется большей частью в месте получения без накладных расходов поставщиков энергии, и его стоимость для потребителя может быть несколько меньше, чем у энергии из сети;

– экологичность.

В НГДУ «Ямашнефть» на ДНС-8 Архангельского месторождения внедрена газопоршневая электрическая станция АГП-200С-Т400 (ЗАО «Рыбинсккомплекс») мощностью 250 кВт. Установка рассчитана для работы на попутном нефтяном газе с содержанием сероводорода до 4%. Преимущества установки заключаются в том, что она максимально унифицирована, есть возможность работы с минимальным давлением подаваемого газа, относительно малый срок окупаемости. Но есть и недостатки, такие как, относительно большие затраты на обслуживание, увеличение численности обслуживающего персонала, небольшой ресурс работы (10000 часов). Анализируя работу газопоршневой установки в НГДУ «Ямашнефть» в течение 6 месяцев можно констатировать, что данная установка в процессе эксплуатации работала с перебоями. В основном аварийные вызовы были из-за неполадок комплектующих частей газогенератора.

На сегодняшний день возникло множество аргументов для внедрения когенерационных технологий: дешевизна электрической и тепловой энергии (по сравнению с покупаемой из сети), близкое расположение к потребителю, отсутствие необходимости в дорогостоящих ЛЭП, экологическая безопасность, мобильность, легкость монтажа и др.

УДК 621.1.016.4

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

НИЗАМОВ И.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ОСИПОВ Б.М.

Половина энергетики работает в холостую. Причина – несовершенство технологий: часть вырабатываемой энергии уходит на нагревание окружающего воздуха. Из-за этого КПД тепловых двигателей не превышает 65 %.

С помощью нанотехнологий увеличили эффективность одного из термоэлектрических материалов, что позволяет создавать принципиально новые термоэлектрические преобразователи. Устройство предназначено для возвращения части вырабатываемой двигателями энергии в бортовую электросеть, что снижает потери энергии в целом и повышает КПД агрегата.

Генерация электроэнергии начинается при поступлении тепла в верхнюю часть ТЭГ. Ученые создали ТЭГ – термоэлектрический генератор, который представляет собой модуль, преобразующий тепловую энергию в электрическую. Размеры модуля – 25×25 мм при толщине около 6 мм способен произвести около 7,5 Вт электроэнергии. Ученые добились увеличения эффективности ТЭГ в среднем на 50 % в сравнении с аналогами.

Верхняя часть ТЭГ способна выдержать температуру 600 °С, в то время как температура нижней будет не более 100 °С. Если такой ТЭГ установить поблизости с выхлопной трубой, можно в значительной степени уменьшить расход топлива и количество вредных выбросов, снизив нагрузку на бортовой электрогенератор. Последним является большой ТЭГ мощностью 200 Вт. Другое направление применения ТЭГ является повышением экономичности легковых авто. Теплоэлектрогенераторы способны повысить эффективность их двигателей на 5 %.

Недостатком данной разработки является то, что она еще не нашла практического применения в энергетике.

Решаемой задачей заявляемого изобретения является снижение расхода топлива при производстве электроэнергии.

Целью данной работы является исследование нового и экономичного использования гетерогенных структур в сочетании с газотурбинным

двигателем и заключается в повышении эффективности работы тепловых двигателей с утилизатором нового типа, где используются гетерогенные фотоэлементы.

УДК 621.311.22

ДИАЛОГОВАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ПАРА НА СЕТЕВЫЕ ПОДОГРЕВАТЕЛИ И ВЕЛИЧИНЫ ПОДПИТКИ ТЕПЛОСЕТИ

ПАНОВ А.Н., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ОРЛОВ Г.Г.

Для отопления, горячего водоснабжения и вентиляции зданий и сооружений используют тепло в виде горячей воды, подаваемой от электростанций. Отпуск этого тепла от ТЭС может осуществляться как по закрытой схеме, когда нет отбора воды из тепловых сетей, так и по открытой схеме при отпуске воды на горячее водоснабжение потребителей и технологические нужды предприятий.

В открытой системе теплофикации горячее водоснабжение осуществляется непосредственно из системы. Как закрытые, так и открытые системы теплоснабжения требуют компенсации утечек. Расход воды на компенсацию утечек $G_{\text{комп.утеч}}$ в открытой системе теплофикации составляет 0,75 % от объема воды в тепловой сети – $V_{\text{т.с}}$, плюс 0,5 % от объема воды в тепловых магистралях от ТЭС до города $V_{\text{т.м}}$, плюс расход воды на горячее водоснабжение с запасом в 20 %. Для закрытых систем теплофикации величина компенсации утечек $G_{\text{комп.утеч}}$ не учитывает расход воды на горячее водоснабжение $G_{\text{з.в.}}$.

Нами была разработана диалоговая система (человек–компьютер) определения величины подпитки теплосети. Кроме того, система дает возможность найти величины объемов воды в теплосети и тепловых магистралях, диаметров тепловых магистралей, параметров пара и воды, проходящих через пароводяные подогреватели системы подпитки теплосети, расходов воды и ее параметров на вакуумный деаэратор для подпитки теплосети, а также определение расходов пара на подогреватели теплосети. Для определения термодинамических параметров пара и воды были использованы упрощенные уравнения ВТИ, охватывающие области

температур до 600 °С, давлений до 26 МПа и энтропии выше 6,28 кДж/(кг·К).

Разработанная программа рассчитана для проведения научно-исследовательских работ на этапе оптимизации, а также на применение в учебном процессе при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Результаты расчета выдаются на экран монитора в виде узлов тепловой схемы блока ТЭС, а параметры теплоносителей (вода – пар) указываются на этих участках тепловой схемы и могут также выдаваться в виде отдельной таблицы.

УДК 621.444

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО СГОРАНИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВИДА ЭНЕРГИИ

ПЕТРОВ А.С., СГТУ им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов;
РОСТУНЦОВА А.А., «Лицей прикладных наук», г. Саратов
Науч. рук. асс. РОСТУНЦОВА И.А.

Основой развития современной экономики является поиск новых технологий энергопреобразования и производство новой техники на основе высокоэффективных термодинамических циклов с использованием возобновляемых энергоресурсов. Перспективным направлением в этом плане является разработка и широкое внедрение энергетических установок на основе двигателей внешнего сгорания, использующие цикл Стирлинга. Низкий уровень шума, малая токсичность отработавших газов, работа на различных видах энергии (топлива, утилизационной теплоты), большой ресурс, соотношение размеров и массы, хорошие характеристики крутящего момента – все эти преимущества двигателей Стирлинга могут «потеснить» двигатели внутреннего сгорания при производстве энергии.

Принцип работы двигателей внешнего сгорания заключается в постоянно чередуемых процессах нагревания и охлаждения рабочего тела в закрытом объеме. В процессе исследования определена аналитическая зависимость КПД двигателя Стирлинга от термодинамических параметров цикла и от вида рабочего тела.

Полученные численные значения КПД при использовании в качестве рабочего тела гелия, водорода и воздуха приблизились к КПД цикла Карно

при тех же условиях, что говорит о высокой эффективности рассматриваемого цикла и возможности его широкого применения.

УДК 621.311

АНАЛИЗ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЛОКА АЭС С ВВЭР-1000

ПОЛЕТАЕВ А.А., СГТУ им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов
Науч. рук. асс. РОСТУНЦОВА И.А.

Для решения проблемы предотвращения теплового загрязнения и соблюдения норм на температуру применяют охладители различных типов: пруд-охладитель, градирни, брызгательные установки или другие водные объекты. На большинстве АЭС с реактором ВВЭР-1000 охлаждение циркуляционной воды (ц.в.) происходит в пруду-охладителе. Рассмотрена эффективность включения градирни в систему охлаждения циркуляционной воды.

Предлагается помимо стандартной схемы охлаждения циркуляционной воды рассмотреть две схемы с различными способами включения градирни.

Получены следующие результаты: схема №1 (с прудом-охладителем) является стандартной и применяется на большинстве АЭС с реактором ВВЭР-1000. В схеме №2 охлаждение ц. в. происходит более эффективно за счет включения градирни в систему охлаждения по сравнению со схемой №1 и смешения потоков циркуляционной воды перед прудом-охладителем, что позволяет получить более низкие параметры в конденсаторе, увеличить теплоперепад и, тем самым, увеличить мощность последнего отсека турбины. Экономический эффект от внедрения данной схемы составляет: срок окупаемости – 5 лет, накопленный чистый дисконтированный доход – 104,87 млн. руб. Схема №3 (охлаждение ц. в. происходит за счет включения градирни и смешения потоков перед конденсатором) в сравнении с двумя предыдущими является неэффективной, но позволяет существенно уменьшить общую площадь пруда-охладителя, тем самым снизить капитальные вложения в строительство АЭС.

УДК. 621.187

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ И ПРИРОДЫ
КОМПОНЕНТОВ НА УГЛЕКИСЛОТНЫЕ РАВНОВЕСИЕ
В СИСТЕМЕ $\text{CaCl}_2\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaOH-H}_2\text{O}$ МЕТОДОМ
ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ.**

РАЗАКОВА Р.И., ГИЛЬФАНОВ Б.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВ А.А.;

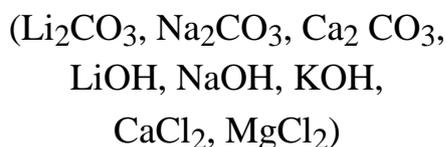
канд. хим. наук, доц. ЗАББАРОВА Р.С.;

зав. лаб. каф. хим. ГАЙНУТДИНОВА Л.И.

Оборудование современных теплоэнергетических установок требует жесткого ограничения отложений на поверхностях. Такие отложения образуются из примесей, поступающих в цикл с водой, количества которой на современных мощных ТЭС значительно возросли. На современном уровне водоподготовки теплоносителя удается исключить большую часть примесей, ответственных за солеотложения. Как показал анализ различных видов осадков, неотъемлемой частью их являются карбонатные отложения.

Современными методами исследования (потенциометрическое титрование в сочетании с методами математического моделирования) для карбонатных, силикатных, фосфатных водных систем показано существование фазово-нестабильных состояний, приводящих к солеотложениям в процессе циркуляции теплоносителя.

В данной работе изучена карбонатная система $\text{CaCl}_2\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaOH-H}_2\text{O}$ методом потенциометрического титрования со стеклянным индикаторным электродом. Исследовано влияние природы компонентов:



и условия существования фазово-нестабильных систем при варьировании концентраций указанных компонентов.

Известно, что эффективными ингибиторами отложений в карбонатной системе являются органические фосфонаты. В данной работе рассмотрено действие двух соединений указанного класса. Определены концентрационные границы их ингибирующего действия.

УДК 621.311.22

ДИАЛОГОВАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОДЯНОГО ПАРА В ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧКАХ ПРОЦЕССА РАСШИРЕНИЯ ПАРА В ТУРБИНЕ

РУМЯНЦЕВ Р.О., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ОРЛОВ Г.Г.

Задачей расчёта принципиальной тепловой схемы современной ТЭС является определение величин потоков и параметров пара и воды в узлах и элементах тепловой схемы, а также определение показателей тепловой экономичности турбоустановки. Прежде чем приступить к расчёту тепловой схемы необходимо построить процесс расширения пара в турбине в h, s – диаграмме, используя данные заводов изготовителей турбин, накопленный опыт эксплуатации и проведённые исследования по данному или аналогичному оборудованию.

Нами при разработке диалоговой системы человек – компьютер для определения термодинамических параметров водяного пара в характерных точках процесса расширения пара в турбине в h, s – диаграмме и построения в масштабе самой диаграммы на экране монитора были использованы упрощённые уравнения ВТИ, которые позволяют с достаточной 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).

Диалоговая система позволяет строить процессы расширения пара в турбинах, работающих на докритических и сверхкритических параметрах, с промежуточным перегревом пара и без него, с промышленными и теплофикационными отборами, без одного из них или без обоих.

Результаты расчёта выводятся на экран монитора в виде h, s – и T, s – диаграмм, построенных в масштабе. Причём программа позволяет отслеживать процесс построения диаграмм при вводе исходных данных и вносить, если требуется, в этот процесс коррективы.

В настоящее время некоторые вспомогательные механизмы отечественных блоков большой мощности (питательные насосы, воздухоподогреватели) приводятся в действие от вспомогательных турбин. На экране монитора строится процесс расширения пара и для этих турбин. Кроме графической части на экран выводится таблица результатов расчёта параметров пара во всех отборах турбины. Программа рассчитана для

проведения научно-исследовательских работ на этапе оптимизации, а также в учебном процессе для выполнения курсового и дипломного проектирования.

УДК 621.9.047

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ В ФОРСУНКАХ ДЛЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ТЕПЛОСТАНЦИЙ

САЛТАНАЕВА Е.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГАЗИЗУЛЛИН К.М., КГЭУ, г. Казань;
ИЕВЛЕВ В.О., канд. техн. наук, доц. КНИТУ, Казань

Форсунки используются для подачи горючих смесей в разнообразных агрегатах. Условия их эксплуатации сопряжены с большими перепадами давления, температуры и воздействием химически активных газообразных и твердых компонентов. Поэтому ресурс их крайне ограничен.

На тепловых электрических станциях применяемые форсунки имеют, как правило, металлические сопла, которые в процессе эксплуатации утрачивают характеристики, первоначально заложенные в их конструкцию. Изготовление форсунок из жаропрочных сплавов на базе железа, цветных материалов с высоким теплоотводом (бронза и др.) не повысило их ресурс до уровня, подходящего ТЭС.

Принципиально новым подходом к созданию энергосберегающих высокоресурсных энергетических систем может явиться использование для горячей части форсунок жаростойких керамик (минерало- и металлокерамик), широко применяемых в авиакосмической отрасли. Но при работе с такими материалами наибольшую сложность при изготовлении и комплектации форсунок будет представлять формирование сопла, так как, здесь требуются отверстия малого диаметра и сложного контура, а подобные материалы не поддаются традиционной механической обработке.

Предложена новая схема изготовления отверстий в соплах заготовок, полученных из порошка или гранул с металлическими вставками любой формы, сечения и положения оси канала. Геометрия отверстий определяется металлической вставкой, закладываемой до спекания форсунки. Вставка удаляется путем анодного растворения, а продукты обработки удаляются из рабочей зоны под воздействием

концентрированного ультразвукового луча. Продукты обработки выбрасываются в электролит, а зона растворения заполняется свежим электролитом и процесс анодного растворения вставки продолжается до ее полного удаления из сопла. Предложенный комбинированный метод позволяет обрабатывать отверстия 0,1-1,5 мм диаметром при соотношении глубины к диаметру до 800.

УДК 621.039

УСЛОВИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ВЫГРУЖАЕМОГО ТОПЛИВА ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС

САФИН Р.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШАГИЕВ Н.Г.

Одной из актуальных проблем современной атомной энергетики является создание отрасли по утилизации отработавшего топлива, выгружаемого из активных зон ядерных реакторов АЭС.

В течение кампании уранового топлива происходит постепенное накопление изотопов Pu-239 и Pu-241, которые способны делиться на медленных нейтронах. Относительная скорость такого процесса характеризуется коэффициентом воспроизводства топлива. В реакторах на быстрых нейтронах эта величина может превышать единицу.

Технологический процесс выделения изотопов плутония из отработавших твэлов является сложным и дорогостоящим. Это связано не только с его недостаточной отработанностью, но и с радиационной опасностью, исходящей от выгружаемого топлива.

Необходимо проанализировать целесообразность переработки ядерного топлива с точки зрения предельно допустимой суммарной стоимости получения плутония и захоронения появляющихся при этом радиоактивных отходов. Она определяется из условия равенства стоимости единицы топлива в разомкнутом и замкнутом ядерно-топливных циклах.

Для разомкнутого цикла суммарные затраты включают в себя стоимость природного урана, разделительной работы, изготовления твэлов и тепловыделяющих сборок, транспортировки и хранения топлива.

Для замкнутого цикла необходимо также учесть разделительную работу по обогащению регенерированного урана и стоимость получаемого плутония.

В настоящей работе в результате расчётного анализа определена предельно допустимая стоимость переработки выгружаемого ядерного топлива в зависимости от его состава и характеристик природного урана. Он необходим для изготовления свежих твэлов с использованием полученного плутония.

УДК 621.181

ЭКОНОМИЧНОСТЬ ЗАМЕНЫ ТУРБОПРИВОДА ПН-1135-340 НА ГАЗОТУРБИННЫЙ ПРИВОД

СИРАЕВ И.Ш., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. БУСКИН Р.В.

Энергосбережение является одной из актуальнейших проблем современного времени. Решение этой проблемы в энергетике отнесено к стратегическим задачам государства, являясь одновременно и основным методом обеспечения энергетической безопасности, а также реальным способом сохранения высоких доходов от экспорта углеводородного сырья. Требуемые для внутреннего развития энергоресурсы можно получить не только за счет увеличения добычи сырья в труднодоступных районах и строительства новых энергообъектов, но и с меньшими затратами, за счет энергосбережения непосредственно в центрах производства и потребления энергоресурсов. Так, к примеру, подавляющее большинство основного оборудования российских тепловых электрических станций исчерпало свой проектный ресурс. Поэтому стоит задача модернизации и реконструкции оборудования и схем существующих энергоблоков с целью увеличения ресурса и эффективности их работы. Одним из выгодных вложений денег в реконструкцию ТЭС является замена парового турбопривода питательных насосов энергоблоков газотурбинным приводом (ГТП).

На действующих станциях нет места для установки котла утилизатора, для охлаждения выхлопных газов выходящей из газовой турбины, поэтому приходится сбрасывать продукты сгорания ГТП в топку основного энергетического котла. В связи с этим уменьшается общее количество сжигаемого топлива в ГТП и энергетическом котле по сравнению с традиционной старой схемой энергетического блока К-300-240. Сброс продуктов сгорания в топку основного котла приводит к разгрузке и даже возможному отключению дымососа рециркуляции при

номинальном режиме работы, а также уменьшению нагрузки дутьевых вентиляторов и дымососов. Это приводит к уменьшению расхода электроэнергии на собственные нужды котлоагрегата.

Для выявления всех плюсов и минусов при организации данной технологии провели комплексную оценку.

УДК 621.187

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ НОВОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА ПРИМЕСЕЙ ВОДНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

СОРОКИНА А.Я., ИГЭУ, г. Иваново

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

В настоящее время все большее внимание уделяется качеству водного теплоносителя на ТЭС и АЭС. В связи с повышением требований к качеству водного теплоносителя и ужесточению норм, необходимо совершенствовать СХТМ на базе существующих приборов АХК. Расширение диагностических возможностей этих приборов обеспечивается применением математических моделей и алгоритмов расчета качества воды и пара с применением ЭВМ. Появление на рынке высокотехнологичных приборов дает возможность измерения и расчета нескольких показателей качества при уменьшении количества устанавливаемых приборов. Это обусловлено наличием нескольких каналов ввода и вывода информации на одном приборе.

Сотрудниками кафедры ХХТЭ ИГЭУ совместно с «НПП Техноприбор» (г. Москва) разработан автоматический анализатор примесей водного теплоносителя на базе многоканального прибора «Лидер». Применение этого устройства для контроля качества воды и пара позволяет по двум измеренным показателям (χ , χ_H) рассчитать и вывести на экран следующие показатели: – при аммиачном ВХР: хлориды, рН, аммиак и натрий условный; – при безаммиачном ВХР: хлориды, рН и натрий условный.

В связи с этим установка данного прибора может осуществляться практически на любой энергоблок и позволяет измерить и рассчитать практически все требуемые характеристики качества питательной воды. Установка этого прибора на конденсат турбины также может позволить диагностировать присосы охлаждающей воды в конденсаторе.

При использовании данной расчетной методики и вводе концентраций аммиака в СХТМ возможно автоматическое регулирование дозирования аммиака в пароводяной тракт ТЭС.

УДК 621.165

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШИРОКОУГОЛЬНЫХ ДИФFUЗОРНЫХ СЕДЕЛ В СТОПОРНЫХ И РЕГУЛИРУЮЩИХ КЛАПАНАХ ПАРОВЫХ ТУРБИН

ХАЗОВ П.С., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ГРИГОРЬЕВ Е.Ю.

Регулирующие клапаны, являясь исполнительными органами системы регулирования турбины, призваны обеспечивать ее надежную работу при всех возможных нагрузках, одновременно выполняя и роль дополнительной защиты турбины от разрушения в экстремальных ситуациях.

В полной мере указанные функции штатные клапаны практически всех турбостроительных фирм не выполняют, так как все их элементы испытывают большие динамические нагрузки, обусловленные высоким уровнем пульсаций давления в проточной части клапанов. В ряде случаев это ведет к появлению на некоторых режимах работы автоколебаний, конечным результатом которых чаще всего является разрушение штоков.

Принято считать, что высокая нестационарность потока в проточной части клапана генерируется самим клапаном. На это указывают и прямые измерения пульсаций давления за диффузорными седлами клапанов [1]. Согласно этим измерениям пульсации давления в потоке, поступающем к сопловым аппаратам регулирующей ступени, достигают 10 % от давления свежего пара. Для турбин с начальным давлением $p_0 = 23,7$ МПа эти пульсации могут составить 2,4 МПа [1]. Возникающие при таких пульсациях давления динамические нагрузки неизбежно ведут к появлению повышенной вибрации всей системы паровпуска и связанных с ней паропроводов, при расположении регулирующих клапанов отдельно от корпуса турбины. В некоторых случаях уровень этих вибраций не позволяет нормально эксплуатировать турбину.

Высокие динамические нагрузки, действующие в системе паровпуска, являются основной причиной разрушения многих элементов регулирующих клапанов, среди которых наиболее часто разрушаются штоки.

В связи с этим большой практический интерес представляет задача создания регулирующих клапанов в минимальной степени возмущающих поток пара и слабо реагирующих на пульсации давления, возникающие в нестационарном потоке.

Решить указанную проблему удалось в новом клапане, где предлагаемые меры сводятся к созданию условий, исключающих отрыв потока в широкоугольных седлах с помощью продольного оребрения.

Исследование характера течения в новом клапане проводилось расчетным методом с использованием прикладного программного пакета Ansys CFX. Была произведена серия расчетов работы клапана в нормальных условиях при различном положении чашки клапана, а также моделирование работы клапана в двух аварийных режимах с имитацией ситуации обрыва паропровода за и перед клапаном.

Полученные результаты свидетельствуют о лучших технико-экономических показателях работы клапана на всех режимах с широкоугольным оребренным седлом по сравнению клапанами традиционной конструкции.

УДК 621.438

ОЦЕНКА ОСРЕДНЁННОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОЁМКОСТИ РАБОЧИХ ТЕЛ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ ВОЗДУХА В КОМПРЕССОРЕ

ХАСАНОВ Н.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ШИГАПОВ А.Б.

Тепловой расчёт газотурбинной установки предполагает определение работы компрессора и газовой турбины либо по осреднённым по температуре термодинамическим свойствам, либо по разнице энтальпий начала и конца рабочего процесса. Определение теплоёмкости и показателя процессов расширения или сжатия по средней температуре процесса подразумевает их линейную температурную зависимость. Для газовой турбины подобное наблюдается лишь при высоких коэффициентах избытка воздуха ($\alpha > 6$). Работа процесса как разность энтальпий рабочего тела так же приводит к погрешностям, в связи с невозможностью точного определения итеративным методом среднего показателя процессов сжатия и расширения, соответственно, температуры конца рабочего процесса.

Авторами доклада предлагается методика определения работы сжатия и расширения путём интегрирования термодинамических свойств воздуха и продуктов сгорания по температуре рабочего процесса. Для численного и аналитического решения задачи учёта непрерывного изменения термодинамических свойств строятся сложные многофакторные аппроксимационные зависимости, производится их статистическая оценка. В связи с затруднительностью применения конечным пользователем численных и аналитических методов интегрирования и сложных итерационных вычислений, путём статистического обобщения приводится осреднённая, соответствующая эффективным, теплоёмкость рабочих тел ГТУ.

УДК 621.311

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА МАЗУТНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

ХУСНУТДИНОВА Э.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШАГЕЕВ М.Ф.

Одной из наиболее важных проблем в энергетике является разработка оптимального режима хранения на тепловых электрических станциях, внедрение на их основе энергосберегающих мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности хранения мазута и снижения вредных выбросов в окружающую среду.

Для определения оптимального режима хранения жидкого топлива на тепловых электрических станциях использовался метод аналитического анализа с применением программного продукта Mathcad.

Повышение энергетической эффективности хранения мазута на тепловых электрических станциях связано со значительными затратами тепловой энергии. Внедрение энергосберегающих мероприятий позволяет эффективно и рационально использовать энергетические ресурсы, снизить потребление топлива и как следствие, уменьшить вредные выбросы в атмосферу. Согласно Федеральному закону № 261-ФЗ предприятия, бюджетные учреждения обязаны обеспечить снижение в сопоставимых условиях объема потребленных им воды, дизельного и иного топлива, мазута, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, угля в течение пяти лет не менее чем на пятнадцать процентов от объема фактически потребленного им. Снижение собственных нужд

на тепловых электрических станциях позволит снизить стоимость отпускаемых видов энергии для потребителей и как следствие, осуществить мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности с указанием ожидаемых результатов в натуральном и стоимостном выражении, в том числе экономического эффекта от реализации соответствующего направления.

Внедряя, мероприятия по энергосбережению снижается потребление энергоресурсов на единицу продукции, что повышает конкурентоспособность жидкого топлива на рынке.

УДК 621.18

ПРИНЦИП РАБОТЫ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА

ЯМАЕВА А.М., АГНИ, г. Альметьевск

Науч. рук. асс. САРАЧЕВА Д.А.

Когенерация – это комбинированное производство тепла и электроэнергии. На электростанции с применением технологии когенерации топливо используется для получения двух форм энергии – тепловой и электрической.

Когенерационная установка состоит из четырех основных частей: первичный двигатель, электрогенератор, система утилизации тепла, система контроля и управления.

Принцип работы системы утилизации тепла заключается в следующем: образующаяся при работе двигателя теплота отбирается из контура охлаждения и от отработавших газов и передается нагреваемому теплоносителю. Первой ступенью подогрева являются утилизационный теплообменник, а второй – котел-утилизатор. Третьей ступенью является электрический котел, который осуществляет:

- регулирование мощности установки в сторону увеличения тепловой производительности и сглаживание неравномерностей потребления электрической энергии, обеспечивая постоянный уровень производимой тепловой энергии;

- перераспределение нагрузки генератора между потребителем и электрокотлом с учетом неравномерной нагрузки по фазам синхронного генератора, что обеспечивает равномерную работу и снижение интенсивности крутильных колебаний на валу двигателя.

Строительство когенерационных установок возможно на базе двигателей, использующих различные виды топлива, в качестве горючего могут быть применены природный газ, биогаз, газы мусорных свалок, пиролизные газы, пропан, бутан, дизельное топливо, топочные мазуты, сырая нефть, а в угледобывающих районах еще и метан.

Использование когенерационных установок обеспечит более благоприятное развитие энергетической инфраструктуры за счет удешевления стоимости производства электрической и тепловой энергии, уменьшения сроков строительства по сравнению со строительством крупных теплоэлектростанций, что приведет к существенным положительным изменениям в экономике и энергообеспечении.

СЕКЦИЯ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ, НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА

УДК [621.771:621.78.08].06

ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗА СЧЕТ ТЕПЛОТВОДА В ЗОНЕ ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

АБДУЛГУЖИНА И.Р., МАТВЕЕВ С.В.,
МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук., д-р. техн. наук, проф., КАРТАВЦЕВ С.В.

В 2013 году мировая выплавка стали составила порядка 1,6 млрд. т/г. Порядка 98 % всей стали разливается в машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Сталь на входе в МНЛЗ имеет температуру 1600 °С, а готовый слиток на выходе порядка 800 °С. Около 850 МДж тепловой энергии отводится в пределах МНЛЗ в окружающую среду. При этом порядка 85% – в зоне вторичного охлаждения (ЗВО) МНЛЗ.

Отвод теплоты в ЗВО МНЛЗ осуществляется пароводяной смесью и воздухом. К тому же, для того, чтобы отвести теплоту в ЗВО МНЛЗ, необходимо потреблять из внешних сетей порядка 2 кВт·ч электроэнергии на каждую тонну разливаемой стали.

Задачей данной работы является исследование возможности генерации электроэнергии на теплоотводе в ЗВО МНЛЗ.

Возможным решением поставленной задачи может быть замена традиционных теплоносителей на иные с более широким интервалом рабочих температур. Наибольший интерес вызывают высоко-температурные (жидкометаллические) теплоносители, применяемые в атомной энергетике для генерации насыщенного и перегретого пара. Наличие стандартного оборудования (парогенераторов, насосов, трубопроводов) открывает возможность использования теплоты стали в ЗВО МНЛЗ, путем замены теплоносителя, для генерации электроэнергии. С учетом КПД паротурбинного цикла 40 % можно сгенерировать около 80 кВт·ч электроэнергии с каждой тонны разливаемой стали в МНЛЗ, что может позволить полного обеспечения МНЛЗ собственной электроэнергией.

УДК 621.311

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОБЛОКОВ

АБРАМОВ И.Д., СГТУ им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов
Науч. рук. асс. РОСТУНЦОВА И.А.

На сегодняшний день актуальной проблемой на ТЭС является утилизация вторичных энергетических ресурсов. Использование в сбросной воде имеющейся теплоты позволит обеспечить население продукцией теплично-овощных комбинатов (ТОК). Кроме экономии органического топлива улучшается состояние окружающей среды за счет снижения теплового загрязнения и уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу. Один из наиболее эффективных способов утилизации низкопотенциальной сбросной воды является применение гидротеплиц. Принцип их действия основан на использовании тонкого слоя воды, стекающего по внешнему ограждению. При этом практически полностью исключаются топливные затраты в себестоимость продукции ТОК. Разработана методика оптимизации параметров теплосети и ТОК, которая была апробирована для энергоблока на газмазутном топливе с турбинами Т-110/120-130. С увеличением нагрузки теплосети возрастает недовыработка электроэнергии из-за ухудшения вакуума в конденсаторе, вследствие чего наблюдается рост соответствующих затрат. При увеличении нагрузки теплосети на каждые 10 °С выработка электроэнергии блока снижается на 1,4 МВт. В то же время с ростом объема реализации продукции ТОК возрастает площадь и потребность

теплоты ТОК, при неизменных топливных затратах. В результате расчета при заданных условиях получен наиболее оптимальный вариант с температурным графиком теплосети ТОК = 40°/25°С, дающий наибольший экономический эффект от теплоснабжения ТОК.

УДК 621.313.322

ОХЛАДИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩИЕ НА ПРИНЦИПЕ ИСПАРЕНИЯ ВЕЩЕСТВА

АИПОВ Р.Р., НИИТТ КНИТУ-КАИ, г. Нижнекамск
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. БУЛАТОВА В.М.

Системы охлаждения необходимы при использовании персонального компьютера в виду сильного нагрева ключевых элементов системного блока, таких как центральный процессор (ЦП), южный мост, оперативная память (ОЗУ), и графический процессор. В процессе работы этих элементов вырабатывается тепло, которое пагубно влияет на работу всей системы в целом.

Сегодня применяются следующие охлаждающие системы: воздушная, жидкостная, фреоновая. Все эти системы используются довольно давно и имеют как свои преимущества, так и недостатки.

Однако мое внимание привлекла система охлаждения, основанная на принципе испарения вещества, намного более доступного и безопасного чем фреон.

Испарение – эндотермический процесс, при котором поглощается теплота фазового перехода

Данный принцип используется в морозильных камерах и кондиционерах, то есть в системах с более высокой способностью охлаждения, нежели наиболее популярные. Моей целью было использовать этот принцип в охлаждении ПК. Проанализировав возможные типы конструкций, пригодных для реализации этого принципа стало очевидно что изменив конструкцию водяной системы охлаждения, а именно сам блок охлаждения ЦП, настроив входное соединение подачи жидкости на впрыск хладагента ,появляется возможность использовать обычный медицинский спирт C_2H_5OH в качестве хладагента, путем его распыления в виде небольших капель жидкости в охлаждающий блок, где спирт, обладающий низкой температурой испарения под действием тепла от ЦП будет испаряться, поглощая при этом энергию тепла для осуществления межфазового перехода, охлаждая тем самым процессор.

УДК 62-69

СИСТЕМА ОБОГРЕВА ТЕПЛИЦ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

АЛЕКСЕЕВ А.М., ПГТУ, г. Йошкар-Ола
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ОНУЧИН Е.М.
д-р техн. наук, проф. СИДЫГАНОВ Ю.Н.

Традиционные решения организации отопления теплиц с использованием централизованных источников теплоснабжения обладают рядом недостатков.

В целях эффективного использования потенциала местных возобновляемых источников была разработана система теплоснабжения промышленной теплицы, основными частями которой были выбраны: пиролизные реакторы, каталитический дожигатель, конденсаторы водяного пара, двигатель Стирлинга, каталитические инфракрасные обогреватели. После загрузки соломы в реакторе начинается процесс сушки соломы под действием нагрева от топки. Смесь, состоящая из генераторного газа, водяного пара и летучих веществ, направляется в каталитический дожигатель. Далее смесь поступает в конденсатор, расположенный в теплице, где водяной пар конденсируется и увлажняет воздух внутри.

Эффективность использования местных возобновляемых источников энергии повышается за счет процесса рекуперации теплоты, образующейся при сушке соломы, и использования дымовых газов для обеспечения собственных нужд в электрической энергии.

УДК 620.9

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРТОГОНАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

АЛЬ-АУФИ А.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. НУРУЛЛИН Р.Г.

В настоящее время гелиоэнергетика является наиболее перспективным направлением развития альтернативных источников

энергии. Ожидается, что солнечная энергетика к 2050 году будет вырабатывать 20-25 % мировой электроэнергии, что обеспечит сокращение выбросов углекислого газа ежегодно на 6 млрд. тонн. Только за 2011 год суммарная мощность произведенных в мире солнечных панелей превысила 40 ГВт.

Задачей нашей работы является исследование эффективности расположенных ортогонально друг к другу солнечных элементов. Согласно методике исследования используются два солнечных элемента, расположенные перпендикулярно друг к другу (угол между ними 90°), мультиметр для снятия электрических характеристик системы солнечных элементов и установка для выполнения этих исследований.

Согласно методике изучаем зависимость электрических параметров от угла. Угол меняем в пределах от 0° до 180° с шагом 5° .

Для сравнения производим измерения электрических параметров неортогонально расположенных солнечных элементов той же площади активной поверхности, что и для ортогонально расположенных солнечных элементов. Измерения проводим не менее, чем в трехкратном количестве.

УДК 536.7:625.748

О ПРОБЛЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

АСКАДЕЕВА Э.Р., ГАСИЛИНА И.А., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАХИТОВА Р.И.

Стоимость энергоресурсов постоянно растёт во всём мире и в России. Поэтому люди ищут новые виды топлива, которые не дорожали бы так быстро, как природный газ и электрическая энергия, были экологически чистыми и удобными в использовании.

Авторами предлагается применение пеллетных котлов на автозаправочных станциях, находящихся на удаленном расстоянии от магистральных газопроводов.

Одним из таких новых видов топлива являются древесные топливные гранулы (сильно сжатые крошечные кусочки древесины без добавок и примесей), которые ещё называют «пеллеты».

Пеллеты являются продуктом, который изготавливается из быстро возобновляемого сырья – древесины (в основном, опил или дробленые отходы деревопереработки).

Использование пеллет имеет ряд выгод для самого потребителя: они имеют высокую теплоотдачу – 4500 ккал/кг; не требуют много места для складирования; древесные гранулы обладают малой зольностью (менее 1-1,5 %); в их составе практически нет серы. В этом случае резко снижается возможность увеличения концентраций серы в воздухе; низкая коррозионная агрессивность дымовых газов. Средняя цена пеллет в России колеблется от 4000 до 6000 тыс. рублей.

Наиболее крупными производителями пеллет в России являются такие компании, как: «Выборгская целлюлоза», Ленинградская область; «Лесозавод 25», Архангельская область; «Сетново», Новгородская область; «Талион Терра», Тверская область; ДОК «Енисей», Красноярский край.

Пеллетные котлы - это разновидность котлов на твердом топливе. Они предназначены для сжигания древесных топливных гранул (пеллет). Их преимущества: независимость от центральных источников и, следовательно, тарифных ставок, экологическая чистота, максимальная степень автоматизации и безусловная экономичность, КПД котла 90-93 %, температура уходящих газов 100-200 °С, срок службы 20 лет.

Применение пеллетных котлов снижает расход органического топлива, экологическую напряженность.

УДК 621.1

ВОПРОСЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В РАБОТАХ ПРОФЕССОРА КАФЕДРЫ ТОТ КГЭУ В.В. ОЛИМПИЕВА

АСТРАХАНОВ М.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЗИННАТУЛЛИН Н.Х.

Интенсификация теплообмена является эффективным путем решения проблемы уменьшения массы и габаритных размеров теплообменных аппаратов и устройств. Поэтому проблема интенсификации процессов теплообмена является одной из актуальных.

В результате экспериментальных исследований теоретически обоснована интенсификация теплообмена. Она характеризуется условием:

$$\left(\frac{Nu}{Nu_{2l}} \right)_{Re - idem} \geq \left(\frac{\xi}{\xi_{2l}} \right)_{Re - idem} .$$

В работах В.В. Олимпиева были приведены разработанные модели и методики расчета теплоотдачи и трения турбулентного потока в каналах с дискретными выступами реального промышленного оборудования.

Модель и методика расчета адаптированы к пяти основным типам дискретно шероховатых каналов реального оборудования.

1. Плоский (прямоугольный) канал одна или несколько стенок которого имеют дискретные поперечные выступы.

2. Труба с кольцевыми поперечными выступами.

3. Кольцевой канал с поперечными выступами на одной (двух) стенках.

4. Продольное обтекание пучка твэлов ЯР с поперечными выступами.

5. Труба со спиральными выступами.

Результаты работ в значительной мере обеспечивают проектирование перспективного интенсифицированного теплообменного оборудования с выступами в каналах.

УДК 621.6.05+004.94

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНО-АККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

БАКУЛИН А.В., АШИХМИНА А.А., НИУ МЭИ, г. Москва

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СУЛТАНГУЗИН И.А.

В связи с большой сложностью регулирования количества отдаваемой в сеть электроэнергии (например, на АЭС) представляется актуальной проблема аккумуляции неиспользуемых ресурсов в ночное время для компенсации дневных пиковых нагрузок при системе двухставочных тарифов. Реализовать подобный механизм возможно с помощью внедрения так называемых воздушно-аккумулятивных электростанций (ВАЭС), позволяющих аккумулировать энергию посредством накопления в специальных подземных хранилищах сжатого компрессорами воздуха с последующим сбрасыванием его потенциала на турбинах.

Учитывая общую отсталость развития данной отрасли энергетического сектора РФ, а так же чрезвычайно высокие капиталов-

затраты на строительство гидро-аккумулирующих электростанций в равнинных областях центральной части РФ, интеграция ВАЭС в энергохозяйства этих областей представляется крайне актуальной.

В данной работе решаются задачи моделирования процессов, протекающих в газосжигающих и адиабатических циклах воздушно-аккумулирующих электростанций в программах Aspen PLUS, Thermoflex и на языке программирования С++ и их оптимизация, рассмотрение различных модернизированных схем для получения наибольшей экономии ТЭР.

На основании предварительных расчетов можно сделать вывод, что, с точки зрения энергетической эффективности при равных мощностях газовых турбин выгодней использовать адиабатическую схему с тепловыми аккумуляторами, однако с экономической точки зрения целесообразно применять схему со сжиганием топлива и рекуператором. Однако число возможных вариантов существенно больше за счет множества схемных решений и выбора различных энерготехнологических параметров.

Проводимая работа позволит определить потенциал внедрения подобных установок на территории РФ, а также решить задачу оптимизации предлагаемых к внедрению схем ВАЭС по критериям энергетической и экономической эффективности.

УДК 661.1+66.02

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ МЕСТНОГО ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

БАКУЛИН А.В., ФЕДЮХИН А.В., НИУ МЭИ, г. Москва

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СУЛТАНГУЗИН И.А.

На текущем этапе одним из перспективных инновационных направлений малой энергетики является вывод на рынок автономной когенерационной установки электрической мощностью до 50 МВт. При этом следует делать акцент на использовании местного углеродсодержащего топлива при эксплуатационных характеристиках близких к оптимальным режимам процессов газификации (пиролиза) разных видов сырья. Данная гипотеза выдвинута на том основании, что:

– принципиальные схемы газификаторов, в основном, зависят от типа топлива и требуемой мощности, то есть имеют существенно меньший потенциал для совершенствования;

– основная новизна и существенный потенциал для совершенствования когенерационных установок лежит в области подбора их принципиальных схем и оборудования, а также управления режимами их работы, то есть оптимальной вариацией параметров температуры, давления, и т.п.

Сравнительный анализ циклов ПГУ/ГПУ на основе пиролиза и газификации биомассы позволяет сделать следующие основные выводы:

– применение циклов с пиролизером биомассы наиболее экономически целесообразно при электрических нагрузках в диапазоне до 10 МВт, вследствие сравнительно низких начальных капиталовложений. ГПУ в диапазоне мощности до 4 МВт имеют более высокий КПД и срок службы в сравнении с ПГУ при электрическом КПД ГПУ в интервале 30-40 %.

– установка с газификатором биомассы, в свою очередь, становится рентабельной при электрических мощностях свыше 10 МВт за счет снижения относительных затрат на осушку и измельчение исходного топлива в сравнении с циклом пиролиза. Электрический КПД ПГУ с газификатором биомассы составляет более 40 %, при мощности установки приблизительно равной 50 МВт. Соответственно, с ростом установленной мощности всей станции эффективность ПГУ с реактором непрерывной газификации является одним из определяющих факторов выбора типа и схемы конструкции.

УДК 543.054.2

СОРБЕНЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ВОДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД ТАТАРСКО-ШАТРАШАНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

БАШИРОВА А.И., ХАКИМОВ И.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. Рук. д-р хим. наук, проф. НОВИКОВ В.Ф.

В настоящее время для очистки сточных вод промышленных предприятий широко используются сорбционные методы, которые позволяют достаточно полно провести очистку от приоритетных загрязнителей водной среды. В качестве сорбционных материалов широко

используется активированные угли, силикагели, оксиды алюминия, и другие пористые материалы. В последнее время для очистки сточных вод стали использоваться синтетические цеолиты (молекулярные сита), они являются эффективными для очистки сточных вод, но имеют высокую стоимость и, как правило, поставляются из-за рубежа. На основе этих цеолитов выпускаются нанокompозитные сорбенты, а также различные катализаторы. С целью замены синтетических цеолитов для очистки сточных вод от примесных соединений были исследованы природные цеолиты Татаро-Шатрановского месторождения. С этой целью определялась сорбционная емкость исследуемых материалов по отношению к органическим и неорганическим соединениям различной природы. Для увеличения сорбционной емкости природных цеолитов была проведена их обработка различными химическими реагентами, что позволило увеличить сорбционную активность и улучшить сорбционные характеристики в технологической схеме промышленного предприятия.

УДК 665.63+658.26+004.94

ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ

БЕЛОВ Р.Б., НИУ МЭИ, г. Москва

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СУЛТАНГУЗИН И.А.

По результатам энергетических обследований и анализа топливно-энергетических балансов нефте- и газоперерабатывающих заводов было установлено, что основное потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в виде газа, тепловой энергии и электроэнергии расходуется на процессы ректификации.

Целью работы является выявление наиболее эффективных схем с применением энергосберегающих мероприятий в установках первичной переработки нефти.

Основными задачами данной работы являются моделирование процессов ректификации, протекающих на нефтеперерабатывающем заводе, сравнение результатов с результатами энергетического обследования и нормами технологического режима, рассмотрение различных модернизированных схем для получения наибольшей экономии ТЭР.

В ходе работы выполняется построение математических моделей атмосферных и вакуумных установок первичной переработки нефти в программной среде Aspen HYSYS. Погрешность расчетных моделей не превышала 5-10 % по сравнению с результатами энергообследования.

Расчеты показали, что утилизация теплоты дымовых газов печей на выработку пара в котле-утилизаторе для одной из установок позволит получить годовую экономию тепловой энергии 4,5 тыс. т у.т. (~47 млн. руб.), на подогрев воздуха горения – 3,2 тыс. т у.т. (~11 млн. руб.) топливного газа. Применение пинч-технологии на установках первичной переработки нефти даст снижение энергопотребления дополнительно на 10%. В общем, суммарная экономия за счет использования вторичных энергоресурсов (ВЭР) и совершенствования энерготехнологической схемы может составить до 15-20 % от исходного потребления ТЭР. При этом срок окупаемости энергосберегающих мероприятий составит около 3 лет.

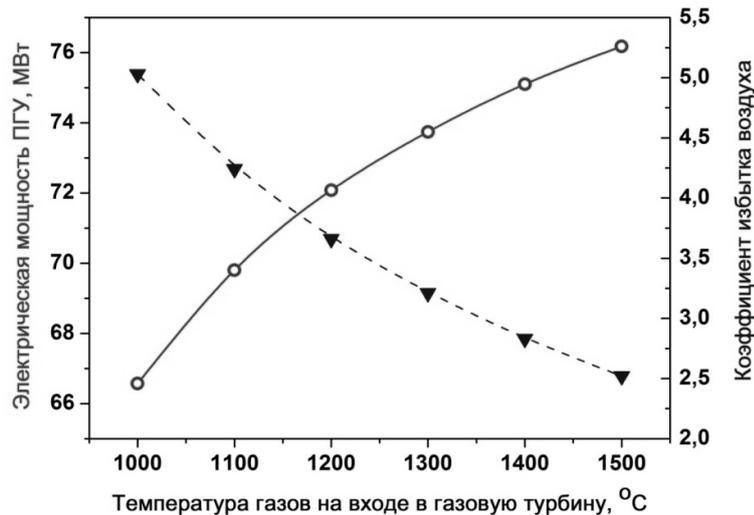
УДК 621.1+004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПГУ С ВНУТРИЦИКЛОВОЙ ГАЗИФИКАЦИЕЙ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЕ ASPEN PLUS

БЕЛОВ Р.Б., ФЕДЮХИН А.В., НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СУЛТАНГУЗИН И.А.

Авторами разработана схема ПГУ на основе газификации биомассы с последующим компьютерным моделированием и расчетом режимных параметров установки в программном пакете Aspen Plus.

В предложенной схеме блок газификации включает в себя два компонента: блок расчета декомпозиции биомассы и реактор Гиббса, где непосредственно осуществляется процедура расчета равновесного состава газа. Были проведены расчеты для определения оптимальных режимных параметров различных компонентов тепловой схемы и всей системы ПГУ. На рис. представлены результаты варьирования коэффициента избытка воздуха с целью изучения его влияния на температуру дымовых газов на входе в турбину и полезную электрическую мощность ГТУ.



Результаты варьирования параметров ГТУ

Показано, что уменьшение количество подаваемого воздуха в камеру сгорания ГТУ приводит к увеличению температуры дымовых газов и росту выработки электрической энергии для того же самого расхода исходного топлива. Однако для современных газовых турбин существует верхняя температурная граница (1400-1500 °C), которая обусловлена эксплуатационными параметрами и характеристиками металла, применяемого для производства рабочих лопаток.

УДК 620.92

ОБЗОР РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СТРАНАХ БРИКС

БЕЛОЗЁРОВА Е.А., ПЕГОВА К.В., (ф) УГАТУ, г. Уфа
 Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КРАСНОГОРСКАЯ Н.Н.

В странах БРИКС (Бразилия, Россия, Индия, Китай и Южная Африка) сконцентрирована значительная доля важных для мировой экономики энергетических и минеральных ресурсов, сельскохозяйственного сырья и продукции, интеллектуальных и трудовых ресурсов.

В данный момент большое внимание уделяется взаимодействию стран БРИКС по вопросам энергоэффективности, энергобезопасности и возобновляемой энергетики.

По данным Международного Энергетического Агентства использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в странах БРИКС с 2000 по 2009 годы ежегодно увеличивалось в среднем на 7,8 %.

Гидроэнергетика является основным ВИЭ. Лидирующую позицию в этой области занимает Бразилия – более 80 % всей электроэнергии производится на гидроэлектростанциях, в России и КНР по 15 %, в Индии – около 10 %, в ЮАР – менее 1 %.

Ветроэнергетика. Ветряные станции, размещенные в Китае и Индии позволяют вырабатывать до 45 % электроэнергии. В Бразилии в последние три года наблюдается интенсивное развитие ветропарков. К 2021 году планируется выработка 16 ГВт энергии, что составит 9 % национального объема потребления энергии. По данным РАВИ (Российская ассоциация ветроиндустрии), Россия занимает 64-е место в мире по объему общей электрической мощности ветропарков.

Солнечная энергетика. Индия активно начала осваивать потенциал фотовольтаики, установив почти 1 ГВт солнечных панелей в 2012 году, что увеличило общую установленную мощность в четыре раза.

Большая часть «зеленых» инвестиций ЮАР в 2012 году, была направлена в солнечную энергетiku. По предварительным прогнозам к 2030 г. мощность солнечных электростанций составит 18 ГВт.

В 2013 г. наибольший прирост в использовании солнечной энергии принадлежит Китаю +12,9 ГВт.

Геотермальная энергия в основном используется только в России в небольших количествах.

Энергия биомассы. Значительным потенциалом в области использования энергии биомассы для получения тепла обладают: Россия – 140 млн. т нефтяного эквивалента, Бразилия – 90 млн. т, Китай - 50 млн. т. Лидером в использовании биотоплива является Бразилия, с 2007 года началось развитие данной отрасли в Индии и ЮАР.

УДК 658.5.012.7

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ РИСКОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЯХ

БЛЕДНЫХ Д.М., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЧЕРНЕНКО А.Н.

Функционирование энергокомпаний в современных рыночных условиях характеризуется постоянной необходимостью принятия управленческих решений в условиях значительной неопределенности

внешней конкурентной среды. Такая неопределенность приводит к заметному отклонению достигнутых компаниями результатов от прогнозных. Логичное желание оценить потери приводит к использованию понятия риска, которое охватывает практически все сферы деятельности организации.

Общая классификация рисков, с которыми сталкивается современная энергетическая компания в России, может выглядеть следующим образом: рыночные риски (связаны с изменением рыночных цен); кредитные риски (возникают в случае невыполнения контрагентом своих обязательств перед энергетической компанией в связи с частичной или полной неплатежеспособностью); технические риски (энергетические активы компании не функционируют на планируемом уровне, в том числе, из-за технических неисправностей или необходимости частого ремонта оборудования); операционные риски (вызваны ошибками или несовершенством процессов, недостаточной квалификацией персонала, неблагоприятным воздействием внешней среды, например, стихийными бедствиями); управленческие риски (связаны с неэффективным использованием ресурсов, находящихся в распоряжении энергетической компании); риски регулирования (возникают из-за неожиданных изменений в законодательстве или в политике регулирующего органа).

Некоторые из перечисленных рисков достаточно легко оценить, другие же – гораздо сложнее, поэтому формирование комплексной системы измерения, которая бы охватывала все значимые для компании риски и позволяла прогнозировать величину возможных потерь, является трудной, но необходимой задачей для обеспечения долгосрочного выживания организации.

УДК 004.49(07535)

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТОПИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

БОГАТКИНА М.П., ФИЛИАЛ ОАО «ГК» КТС, г. Казань

Науч. рук. зам. гл. инженера УЧАРОВ У.Б.;
канд. техн. наук, доц. КГЭУ ГУСЯЧКИН А.М.

За 2013 год ОАО «Генерирующая компания» произвела более 3,5 млн. Гкал тепловой энергии, основная ее доля (около 70 %) была израсходована на отопление. Поэтому разработка мероприятий по экономии тепловой энергии в этой сфере может дать значительный эффект.

Согласно закону №261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении...» в новом строительстве повсеместно применяется установка автоматических узлов погодного регулирования, а в уже существующих зданиях производят замену морально устаревших узлов регулирования на новые усовершенствованные автоматические. По нашим оценкам такая замена позволяет сэкономить около 10 % тепловой энергии, благодаря регулированию температуры теплоносителя с учетом параметров наружного воздуха. Однако, анализ качества погодного регулирования отопительной нагрузки показал, что в период резких колебаний температуры наружного воздуха, автоматические устройства хотя и своевременно реагируют на изменение внешних условий, но из-за большой инерционности отопительных систем, расход теплоты на отопление отличается от нормативного. Эти отличия особенно значительны при резком повышении температуры наружного воздуха, когда из-за аккумулярующей способности зданий температура внутри помещений становится выше нормы, то есть происходит «перетоп» зданий. В ряде случаев наблюдалась нестабильность работы исполнительных механизмов погодных регуляторов из-за несогласованности технических характеристик исполнительных механизмов и гидравлических характеристик объектов. Для устранения вышеприведенных недостатков работы погодных регуляторов можно организовать их работу на основе данных прогноза погоды на ближайшие сутки. Согласно ежедневному прогнозу, автоматические устройства могли бы работать с опережением, что в результате позволит избежать «перетоп» и недопоставки теплоты в отопительную систему. Совместно с этим следует строже подходить к подбору, настройке и своевременной корректировке работы исполнительных механизмов погодных регуляторов.

УДК 620.9

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НОРМАТИВНОЙ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ МУП «ЙОШКАР-ОЛИНСКАЯ ТЭЦ-1»

БОНДАРЧУК Л.И., ЕГОШИН А.Н., ПГТУ, г. Йошкар-Ола
ЛОПКИН С.Н., МУП «Йошкар-Олинская ТЭЦ-1», г. Йошкар-Ола
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХЛЕБНИКОВ В.А.

Для обеспечения надежной эксплуатации тепловых сетей был разработан комплексный мониторинг их состояния. Мониторинг

разрабатывался по результатам акустического метода диагностики, гидравлических испытаний и энергетического обследования. Акустическая диагностика участков тепловой сети осуществлялась с применением корреляционного течеискателя «Вектор-2001», в котором акустический шум тока воды по трубе с коррозионными утонениями стенки преобразуется в сигналы. С помощью акустического контроля можно определить фактическое состояние сети: найти порывы, протяженные и локальные дефекты, обусловленные коррозионным утонением стенки трубы более чем на 30 % от номинала с достоверностью около 80 %. По результатам диагностики оценивается надежность эксплуатации тепловой сети, определяются объемы и сроки проведения различных типов ремонтных работ на тепловой сети.

Анализ статистики порывов с 1995 года показал, что гидравлические испытания повышенным давлением не обеспечивают надежной эксплуатации, поскольку не выявляют достаточно полно все критические участки и провоцируют развитие порывов в процессе эксплуатации.

Уменьшение количества порывов на МУП «Йошкар-Олинская ТЭЦ-1» связано не только со снижением давления при гидравлических испытаниях, но также с применением с 2005 года инженерной диагностики с использованием корреляционного течеискателя «Вектор-2001».

Энергетическое обследование тепловых сетей проводится для всех составляющих ее элементов: определяются нагрузки, просчитываются температурные графики и гидравлические режимы, выполняется расчет теплопотерь тепловых сетей.

Комплексный мониторинг состояния тепловой сети станции позволяет обеспечить надежную эксплуатацию ее участков с показателями вероятности безотказной работы выше нормативной величины (0,9).

УДК 620.93

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

ВАРАКСИН А.В., ГАБИТОВ Р.Н., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОЛИБАБА О.Б.

Твердые бытовые отходы можно отнести к кусковым материалам, которые при наличии внутренней влаги требуют повышенных затрат

энергии и увеличивается время на процесс сушки. Для выбора рационального режима работы реактора необходимо определить время сушки сырья при определенных внешних условиях. Продолжительность процесса сушки, затраты энергии на его осуществление и температурное поле слоя ТБО позволяют найти высоту зоны подсушки термического реактора и, следовательно, правильно его сконструировать.

Непосредственные измерения показывают, что около влажной поверхности материала формируются различные пограничные слои: гидродинамический, тепловой и концентрационный. В общем случае подобие скорости, температуры теплоносителя и его влагосодержания вблизи влажной поверхности материала отсутствует.

Целью данного исследования является получение критериальных уравнений тепло – и массообмена, учитывающих влияние влажности сырья.

Нами были проведены экспериментальные исследования процесса сушки влажного слоя ТБО. Сушка осуществлялась при постоянной температуре сушильного агента равной 50 °С и при его различных скоростях.

После обработки экспериментальных данных были получены коэффициенты теплоотдачи, позволяющие вывести критериальные уравнения.

УДК 620.9

ВНЕДРЕНИЕ ВЕТРОУСТАНОВОК В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

ГАЛИМОВ М.И., КГЭУ, г. Казань

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

Зависимость человечества от возобновляемых источников энергии стала значительно больше после энергетического кризиса 1973 года. После этого ветроэнергетика начинает развиваться более быстрыми темпами. В настоящее время в некоторых западноевропейских странах производство электрической энергии с помощью ветроэнергетических установок (ВЭУ) составляет более 20 % от всей произведенной электроэнергии в стране.

Внедрение ВЭУ в районах Севера представляет собой достаточно перспективную задачу. Объясняется это тем, что ветер в данном регионе существует практически всегда. Обеспечив труднодоступные районы

ветроагрегатами, можно решить проблему энергоснабжения районов Крайнего Севера.

Нами был рассмотрен вопрос внедрения ВЭУ в поселке Дальние Зеленцы в Мурманской области. Регион имеет среднегодовую скорость ветра 8,2 м/с. По шкале Бофорта данная скорость является умеренной и хорошей для работы ветрогенераторов. Для равномерного распределения электроэнергии был взят классический ветроагрегат мощностью 30 кВт.

С помощью распределения Рэля были получены вероятности появления каждой скорости ветра (4-25 м/с). На основании полученных данных самое большее количество часов было выявлено при скорости ветра 6 м/с. Максимальное количество выработанной электроэнергии было определено при 11 м/с. За годовой период времени поселок потребляет 718243 кВтч энергии. Выработанная электроэнергия за один год одной ВЭУ составляет 99079 кВтч. Таким образом для полного покрытия потребляемой мощности поселку понадобится минимум 7 ветроустановок.

Проектирование и эксплуатация ветрогенераторов в районах Севера перспективно. Так как она решает проблему доставки топлива, а также не сказывается пагубно на окружающей среде региона.

УДК 628.041.728

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

ГАЛИМОВ Ф.Р., НИИТТ (ф) КНИТУ-КАИ, г. Нижнекамск

Науч. рук. канд. пед. наук, доц. БУЛАТОВА В.М.

В связи с постоянным ростом потребностей людей в использовании искусственного освещения остро стоит вопрос о высокоэффективных источниках света, которые смогли бы не только удовлетворить спрос на качественное освещение, но и обеспечить минимальные затраты электроэнергии.

В настоящее время стала популярной тема светодиодных светильников. Именно это направление в освещении считается наиболее перспективным. Однако многие приписываемые светодиодам достоинства на практике не оправдываются.

Основным аргументом против их массового внедрения считают лишь высокую стоимость. Но помимо этого существует еще целый ряд недостатков светодиодных ламп. Например, одним из существенных недостатков использования светодиодов для освещения является

необходимость отвода тепла. При недостаточном теплоотводе происходит испарение и разрушение кристалла.

Другой недостаток светодиодных источников света это воздействие на зрение человека. Применение точечных источников света создает зоны яркой светимости, что, в свою очередь, повышает показатели ослепленности и дискомфорта.

Чтобы добиться равномерного распределения светового потока СДИС, в настоящее время применяют рассеиватели, что приводит к значительному увеличению стоимости светодиодного светильника. Помимо этого СДИС имеют пульсацию освещенности в заданной точке помещения при питании непосредственно от сети переменного тока. Известно, что пульсирующий свет приводит к повышенной опасности травматизма при работе с движущимися объектами.

Между тем, существуют источники света, которые в настоящий момент имеют лучшие технические характеристики, чем светодиоды, и примерно в три раза дешевле их. Это безэлектродные (индукционные) источники света с индукционными лампами.

Нами произведена сравнительная оценка основных источников света по следующим показателям: срок службы источника света; потребление электроэнергии; нагрузка на электросети; экологическая безопасность светильника; вес светильника; время пуска источника света; температурные режимы работы во время эксплуатации; коэффициент мощности; цветовая температура; потеря светового потока; стоимость.

Сравнительный анализ основных технико-экономических показателей светильников произведен с использованием индукционных лампам, ДРЛ, ДНаТ и со светодиодными лампами.

УДК 620.075.8

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА КАК ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

ГАТИЯТУЛЛИН Т.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАЛЕЕВ И.М.

Отрасли энергетики разнообразны и их можно так охарактеризовать по видам используемых энергоносителей: ядерная, угольная, газовая, мазутная, гидро-, ветро-, геотермальная, биомассовая, волновая и приливная, градиент-температурная, солнечная.

В последнее время интерес к проблеме использования солнечной энергии резко возрос, в связи с тем, что солнечная энергетика относится к возобновляемым. Потенциальные возможности этой энергетики, основанной на применении непосредственно солнечного излучения, чрезвычайно велики.

Использование всего 0,0005 % энергии Солнца могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а 0,5 % – полностью покрыть потребности на перспективу.

Солнечная энергия – кинетическая энергия излучения (в основном света), образующаяся в результате реакций в недрах Солнца. Поскольку ее запасы практически неисчерпаемы (астрономы подсчитали, что Солнце будет «гореть» еще несколько миллионов лет), ее относят к возобновляемым энергоресурсам. В естественных экосистемах лишь небольшая часть солнечной энергии поглощается хлорофиллом, содержащимся в листьях растений, и используется для фотосинтеза, то есть образования органического вещества из углекислого газа и воды. Таким образом, она улавливается и запасается в виде потенциальной энергии органических веществ. За счет их разложения удовлетворяются энергетические потребности всех остальных компонентов экосистем.

В данной работе я рассматриваю вопросы использования энергии солнца как источник электрической энергии, а именно, как зависит выдаваемая мощность солнечной батареи от внешних факторов. Это позволит мне выяснить, как и при каких условиях нужно использовать солнечные батареи для получения максимального КПД. Это весьма актуально при проектировании промышленных или жилых зданий.

УДК 621.311

ЭНЕРГОСЕРВИСНЫЕ КОМПАНИИ

ГЕРАНТЬЕВА А.А., БФ КНИТУ, г. Бугульма
Науч. рук. канд. техн. наук. МУТУГУЛЛИНА И.А.

В США в 1970-х годах начали заключать так называемые «перфоманс контракты» – договоры на выполнение энергосервисных услуг. На предприятия внедрялся метод закупки энергоэффективных технологий – энергосервисный контракт (ЭСКО). Он гарантирует прохождение этапов: поиск финансирования, энергоаудит, поставка оборудования, техническое внедрение, эксплуатационное сопровождение.

ЭСКО составляется так, чтобы платежи для энергосервисной компании (ЭСКО) были обусловлены фактическим уровнем достигнутых сбережений, которые должны быть больше, чем затраты на проект. При этом заказчик не тратит на это дополнительных средств, оплачивая ежемесячные платежи по энергосервисному контракту за счет полученной экономии от внедрения энергоэффективного оборудования. ЭСКО зарабатывает на разнице между оплатой заказчиком и платой поставщику за проведения энергосберегающих мероприятий. Контракт действует до окончания периода окупаемости установленного оборудования. В дальнейшем все оборудование безвозмездно передается заказчику. ЭСКО гарантирует финансовые сбережения и берет на себя все риски по проекту. Технический персонал Заказчика активно вовлекается на всех стадиях реализации энергосберегающего проекта наравне с персоналом энергосервисной компании и обучается в процессе.

Основное преимущество ЭСК – сохранение средств заказчика, поскольку внедрение энергосберегающих технологий осуществляется за счет средств самой энергосервисной компании. На сегодняшний день Заказчик в лице предприятия-потребителя энергии, не вкладывая средств на внедрение энергосберегающих технологий и установку соответствующего оборудования, имеет в будущем шанс значительной экономии, по подсчетам экспертов, до 40 %. Перспектива развития рынка энергосервиса связана с положениями 261-ФЗ – обязанностью проведения энергетического обследования и получением энергетического паспорта всеми государственными и муниципальными учреждениями и организациями, Соответственно, добровольно, или принудительно потребители энергоуслуг будут искать возможности заключения таких контрактов.

УДК 662.6/9

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ОБОГРЕВА ПОМЕЩЕНИЙ ПРИБОРАМИ ГАЗОВОГО ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ

ГИЛЬМУТДИНОВ Р.Ф., КГАСУ, г. Казань

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

В настоящее время большая часть общего теплопотребления на отопление зданий покрывается системами централизованного теплоснабжения. Практика показывает, что стоимость энергоносителя, поступающего на отопление из централизованных источников

теплоснабжения – районных котельных и ТЭЦ, приблизительно в два раза выше, чем стоимость эквивалентного по теплоте сгорания количества природного газа. В связи с этим в последнее время наметился устойчивый интерес к использованию энергетически низко затратных и технологически удобных систем лучистого отопления. При этом используется большое число видов приборов лучистого отопления. Многие из них создают индивидуальный микроклимат в отапливаемых помещениях со своими параметрами воздушных потоков и температурных полей ограждений, что зависит от производительности, места расположения, площади и формы излучающей поверхности, других характеристик. Для выбора оптимальных характеристик систем отопления с газолучистыми радиаторами по энергосбережению в данной работе использован численный эксперимент на основе методов вычислительной гидроаэродинамики (Computational Fluid Dynamics, CFD). Информация, которую можно получить в результате исследования численной модели с решением задач аэродинамики и теплообмена в помещении, позволяет правильно понять физические эффекты на уровне, максимально приближенном к наблюдению явления на опыте. Геометрия помещения с газолучистым радиатором создана в препроцессоре Gambit и импортирована в программу ANSYS Fluent, реализующую методы CFD. Программа позволяет выполнять решение задач механики жидкости и газа, переноса тепла и массы.

Для дальнейшего совершенствования систем газолучистого отопления в направлении экономичного использования энергетических ресурсов и снижения выбросов в атмосферу парниковых газов необходимо подробное изучение распределения конвективных и лучистых тепловых потоков внутри производственных и жилых помещений.

УДК 622.276.245.5

**ИЗУЧЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РЕЖИМА
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПУ В ТЕХНОЛОГИЯХ КИСЛОТНОЙ
ОБРАБОТКИ И ВОДОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ
В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ НЕФТЕНАСЫЩЕННОГО ПЛАСТА (ПЗП)**

ГИЛЯЗОВА Л.М., КГЭУ, г. Казань

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

В связи с общемировой тенденцией к технологиям форсированной добычи нефти происходит необратимые изменения в пористом

пространстве коллектора, из-за чего до половины запасов нефти остается неизвлекаемой.

На каф. ЭЭ был разработан целый ряд методов пульсационной очистки ПЗП и межтрубного пространства, созданы гидродинамические математические модели. В итоге многолетних исследований было доказано экспериментально в полевых условиях, что гидровибрационное воздействие с определенными параметрами на коллектор не только не ухудшает его эксплуатационные характеристики, но даже улучшает, что, в свою очередь, вызывает стабильное повышение коэффициента нефтеотдачи.

Предлагается использовать мобильную пульсационную установку (МПУ) для интенсификации химических реакций, происходящих в пористом пространстве. Используя определенное волновое воздействие, вызывающие интенсификацию сложных явлений массообмена в около-скважинном пространстве коллектора, способствует сокращению времени кислотной обработки, повышает его, а также способствует выводу твердых частиц из ПЗП, тем самым предотвращая его нежелательную кальматацию. Как правило, механизм кислотного воздействия на коллектор должен обеспечить увеличение пористости не менее чем на 10 %, а растворимость инородных материалов, загрязняющих поры и трещины пласта, должна быть наиболее полной (хотя бы на 50 %). При использовании МПУ ожидается увеличение этих параметров.

УДК 621.311.24

ВЕТРОАГРЕГАТ МИКРОВЭС БАЛКОННОГО ТИПА

ГОРБУНЦОВА М.А., АВДОНИН В.В., КТИ (ф) ВолгГТУ, г. Камышин
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГАЛУЩАК В.С.

До настоящего времени ни зарубежная, ни отечественная промышленность не выпускает ветроагрегаты для потребителей особо малых мощностей таких как удалённые приборы контроля температуры, влажности, направления и силы ветра и другие. Предлагается разработать балконный ветроагрегат особо малой мощности с управляемым воздушным потоком, который смог бы удовлетворять данным требованиям, а также быть применен в стесненных условиях на балконе городской квартиры.

Нами была сконструирована модель миниатюрной ветроэлектростанции для потребителей особо малых мощностей. Были проведены первые испытания микровЭС на скорости от 2,8 до 16,7 м/с, в результате которого была получена диаграмма зависимости выходного напряжения от скорости ветра. По результатам натурного эксперимента продувом опытного образца в аэродинамической трубе установлено, что рабочее напряжение составило $U_p = 2 - 9$ В. Таким образом, электрогенератор вырабатывает переменный ток плавающей частоты, который выпрямляется встроенным выпрямителем, стабилизируется до напряжения 12 В, и направляется через контроллер заряда на зарядку аккумулятора.

Выработанной электроэнергии (105 кВт·ч) достаточно для организации освещения квартиры несколькими светодиодными лампами «Огонек» или «Чемпион», потребляемой мощностью 7 Вт при режиме работы 5 часов в сутки, 365 дней в году.

Были также проведены еще одни имитационные исследования на ветроколесах различных диаметров, в результате которых сделан вывод, что оптимальным для предложенной конструкции ветроагрегата является диаметр ветроколеса – 150 мм. Изучив патенты материалов и научные публикации Ивановых, Жданова и Клейна «Методика расчета проточной части осевой гидротурбины новой оригинальной конструкции» мы пришли к выводу, что необходимо вместо ветроколеса типа «Ромашки» разработать реактивную воздушную турбину с направляющим аппаратом, который обеспечивает эффективную работу агрегата в широком диапазоне изменения скоростей ветра.

УДК 533.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТОРОЧЕК ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В СВЕРХКРИТИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ И ВОДЫ НА МОДЕЛИ ОДНОРОДНОГО НЕФТЯНОГО ПЛАСТА

ДАВЛЕТШИН А.А., КНИТУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. САБИРЗЯНОВ А.Н.

Создан экспериментальный стенд, позволяющий проводить исследование вытеснения нефти чистым сверхкритическим CO_2 и

оторочками сверхкритического CO₂ и воды в широком диапазоне термобарических условий и вязкости нефти. Экспериментальный стенд состоит из модели пласта, системы нагнетания вытесняющих агентов, системы контроля и поддержания давления и температуры, системы отбора проб и анализа. Экспериментальный стенд позволяет проводить моделирование на однородных и неоднородных терригенных и карбонатных пластах. Энергоемкость проведения эксперимента определяется из уравнения теплового баланса.

УДК 621.165

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВТОРОГО КОНТУРА АЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ДУНАЕВ В.А., ЛОНШАКОВ Н.А., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. ГОРБУНОВ В.А.

Целью работы является поиск путей повышения эффективности работы АЭС с помощью программного обеспечения NeuroSolutions с последующим оформлением решения в Visual C++ и применением программного комплекса в повышении эффективности режимов работы оборудования АЭС.

Принятым показателем эффективности работы энергоблоков АЭС является коэффициент использования установленной мощности (КИУМ), который зависит от многих факторов.

Использование нейросетевых технологий в процессе анализа эффективности работы конкретного энергоблока дает возможность выявить эффективные режимы работы турбоустановки и другого оборудования, что повлияет на увеличение КИУМ.

Обучение нейросетевой модели следует проводить с использованием эксплуатационных данных с реального энергоблока.

Апробация нейросетевого моделирования была успешно проведена в ИГЭУ для создания модели газовой утилизационной бескомпрессорной турбины (ГУБТ-25), завод «Северосталь» и паровой турбины ПТ-12-34/10 М, «Калужский турбинный завод».

Нейросетевая модель может определять изменение выходных параметров: мощности, коэффициента полезного действия от режимных параметров работы турбины.

Наиболее эффективно нейросетевое моделирование использовать для приводных турбин турбопитательного насоса (ПТН) блока № 3 КЛнАЭС, у которых изменение режимных параметров изменяется в широком диапазоне. В настоящее время создается программное обеспечение на основе нейросетевого моделирования, с последующей верификацией модели на часть экспериментальных данных, и в дальнейшем предполагается передача этой модели для выбора рациональных режимов эксплуатации установок (паровых приводных турбин и питательных насосов).

Использование предложенной нейросетевой модели позволит:

1. Повысить энергетическую эффективность эксплуатации установки паровой приводной турбины и питательного насоса.
2. Разработать режимные карты работы турбины.
3. Получить нормы расхода энергии на работу установки паровой турбины и питательного насоса.

УДК 621.785

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОЦЕССАХ «НАГРЕВ-ДЕФОРМАЦИЯ»

ЕГИАЗАРЯН А.С., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р. техн. наук, проф. ЗИМИН Л.С.

Рассматривается системный подход к энергосбережению при эксплуатации индукционных нагревательных установок (ИНУ). Причём, ИНУ рассматривается в едином комплексе с оборудованием для обработки металла давлением (ОМД) с целью достижения экстремальных энергетических показателей работы технологического комплекса в целом.

Традиционный путь решения такой задачи состоит в решении локальных задач оптимизации отдельно для нагревательной установки и деформирующего оборудования в жестких рамках заданных технологических инструкций, формируемых за пределами этих задач. Качественно более широкие возможности появляются при совместной оптимизации этих процессов, преследующей достижение предельных значений энергосбережения при работе комплекса в целом, в условиях максимального числа степеней свободы для выбора различных параметров и управляющих воздействий, оптимизируемых критерию энергосбережения.

Технологический процесс представляется в виде ступенчатой системы, состоящей из трех объектов управления с последовательными во времени режимами их работы, где модель каждого из объектов представляется соответствующим уравнением нестационарной теплопроводности. В общем случае это уравнение Фурье-Кирхгофа, отражающее на первой стадии нагрев металла в индукторе, на второй - его охлаждение при транспортировании к деформирующему оборудованию, и на третьей – температурное поле в процессе ОМД.

Системный подход к оптимальному проектированию при индукционном нагреве позволяет по новому увидеть объект проектирования: основной фактор, органически связывающий обе стадии обработки металла в единый технологический комплекс, – температурные кондиции металла – заранее не фиксируются, а находятся, исходя из достижения минимума расхода электроэнергии.

Рассматриваемый метод совместного оптимального проектирования индифферентен к виду ОМД, но для получения конкретных результатов необходим дифференцированный подход. Это связано, с особенностями конструкции зоны обработки давлением (очага деформации), которые отражаются в тепловом балансе деформируемого металла.

УДК 620.9

ТЕПЛОВИЗИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДА ТЕПЛОЙ СЕТИ

ЕГОШИН А.Н., БОНДАРЧУК Л.И., ПГТУ, г. Йошкар-Ола
ЛОПКИН С.Н., МУП «Йошкар-Олинская ТЭЦ-1», г. Йошкар-Ола
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХЛЕБНИКОВ В.А.

Тепловизионное обследование проводилось для определения состояния и оценки тепловых потерь различных видов тепловой изоляции трубопровода тепловой сети с использованием тепловизора Testo 881-2.

Обследовался надземный трубопровод тепловой сети на различных участках: с устаревшей минераловатной изоляцией, изоляцией из ППУ скорлупок, а также в отсутствие изоляции (трубопровод в камере). Испытания позволили определить тепловые потери различных участков трубопровода при одинаковых параметрах теплоносителя, которые составили на подающем – 95°C и на обратном – 56°C.

Обследование производилось при температуре наружного воздуха минус 15 °С, в условиях отсутствия солнечного облучения, атмосферных осадков, тумана, задымленности и других подобных явлений.

Как показали данные термограмм, температура поверхности неизолированного трубопровода в камере достигает на обратном – 54,2 °С и на подающем – 93 °С.

Максимальная температура поверхности нагрева на устаревшей минераловатной изоляции составляет 31,9 °С по подающему трубопроводу и 55,1 °С по обратному трубопроводу.

Температура поверхности нагрева на трубах с изоляцией из ППУ скорлупок составляет по подающему и обратному – минус 15 °С.

Проведенные испытания показали, что при замене старой минераловатной тепловой изоляции на изоляцию из ППУ скорлупок тепловые потери существенно снизились, а температура на поверхности труб с тепловой изоляцией из ППУ скорлупок практически сравнялась с температурой окружающей среды.

Проведенные расчеты для надземного участка тепловой сети длиной в 204,5 м показали, что замена старой минераловатной тепловой изоляции на новые ППУ скорлупки позволяет сэкономить 357 Гкал тепловой энергии в год, также целесообразно изолировать трубы в камерах тепловой сети.

УДК 62-66

ПОРТАТИВНОЕ УСТРОЙСТВО КАТАЛИТИЧЕСКОГО СГОРАНИЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА

ЗАБРОДИН Н.Г., ПГТУ, г. Йошкар-Ола
Науч. рук. кан-т техн. наук, доц. ОНУЧИН Е.М.
д-р техн. наук, проф. СИДЫГАНОВ Ю.Н.

В последние годы во всем мире энергетическое использование древесной биомассы рассматривается как желанная альтернатива традиционным видам топлива. Это привело к тому, что технологии получения энергии из древесных отходов в последние годы развиваются и совершенствуются.

В целях эффективного использования потенциала возобновляемых источников был разработан теплогенератор.

Для его работы древесные пеллеты загружаются в бункер, где шнек приводится в движение при помощи спиральной пружины. После чего шнек сбрасывает пеллеты в камеру сгорания, где происходит пиролиз

древесины. Розжиг осуществляется при помощи жидкости для розжига, содержащей легкие парафины, и поджигается спичками.

Для поддержания пиролизного горения подача воздуха осуществляется при помощи двигателя Стирлинга. Теплообменник двигателя располагается в зоне горения. Далее полученный генераторный газ направляется по газоходу, в котором располагаются катализаторы, которые представляют собой термостойкий пористый носитель с нанесенными на него оксидом никеля и оксидом меди. При этом в процессе горения реакции окисления топлива протекают на поверхности катализатора при низких температурах, обеспечивая полную конверсию топлива без образования оксидов азота и эффективный теплосъем. Для эффективного теплосъема на газоход устанавливается оребрение.

При сравнении стоимости отопления при помощи электрических обогревателей выяснилось, что отопление на пеллетах будет стоить в 2 раза дешевле.

УДК 621.54

РАСЧЕТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ

ЗАЙНУЛЛИНА Г.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р тех. наук, проф. ЗИННАТУЛЛИН Н.Х.

Вентилятор – устройство для перемещения газа со степенью сжатия менее 1,15 (или разностью давлений на выходе и входе не более 15 кПа). Вентиляторы широко применяются в промышленной технологии для перемещения газов, когда необходимо обеспечить большие подачи скорости при небольших напорах (давлениях).

Вентиляторы подразделяются на:

- вентиляторы низкого давления (до 1 кПа);
- среднего давления (от 1 до 4 кПа);
- высокого давления (от 4 до 15 кПа).

О вентиляторах известно много общих сведений, но лишь малая часть уравнений и выводов формул рассмотрены подробно. Поэтому своей задачей ставлю:

- рассмотреть основные рабочие параметры вентиляторов;
- представить схему вентиляционной установки;
- изучить самотягу (естественную тягу) установки;
- рассмотреть методику расчета дополнительного сопротивления от ускорения потока газа.

УДК 533.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА В СВЕРХКРИТИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ИЗ МОДЕЛИ ОБВОДНЕННОГО НЕФТЯНОГО ПЛАСТА

ЗАКИЕВ И.Д., ФГБОУ ВПО КНИТУ г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. САБИРЗЯНОВ А.Н.

В настоящее время применяемые вторичные методы увеличения нефтеотдачи имеют пороговые ограничения по вязкости пластовой нефти, проницаемости и обводненности пласта. Для преодоления пороговых ограничений используются сверхкритические флюидные системы. В настоящей работе использовался сверхкритический диоксид углерода. Проведены исследования вытеснения нефти диоксидом углерода в сверхкритическом состоянии при давлениях до 14 МПа, температуре до 60 °С, проницаемости 0,04 Дарси, и вязкости нефти до 40 мПа·с (вязкость при нормальных условиях). Получены результаты, свидетельствующие о том, что повышение давления нагнетания приводит к увеличению коэффициента извлечения нефти, повышение температуры нагнетаемого агента приводит к уменьшению коэффициента извлечения нефти. Одновременное повышение давления и температуры вытесняющего агента не приводит к изменению коэффициента извлечения нефти в пределах погрешности. Коэффициент извлечения нефти в настоящей работе определялся экспериментально на основании материального баланса.

Данные исследования актуальны не только преодолением пороговых ограничений вторичных методов увеличения нефтеотдачи, но и возможностью разработки месторождений с трудноизвлекаемыми и в частности высоковязкими залежами нефти.

УДК 621.438

ПОДГОТОВКА МАЗУТА К СЖИГАНИЮ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

ИСМАИЛОВА К.Ф., ФРОЛОВА А.Л., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р., проф. МУТРИСКОВ А.Я.

В настоящее время большинство нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) реконструировали технологию переработки нефти. Более глубокая

переработка исходного сырья привела к изменению ряда физико-химических свойств конечного продукта – мазута.

В результате этих изменений, а также при перегрузке и хранении мазута традиционными способами потребитель получает мазут с повышенным содержанием влаги. Обводненный мазут, содержащий твердые фракции, имеющий повышенную температуру вспышки и другие отклонения от норм, нарушает режим горения, загрязняет поверхности нагрева, повышает недожог топлива, образует отложения несгоревших частиц кокса по газовому тракту, приводит к обрыву факела и аварийному останову оборудования.

В настоящее время остро стоит вопрос и о нейтрализации промышленных сбросных потоков, загрязненных органосодержащими веществами.

Для комплексного решения этих проблем предлагается предварительная подготовка мазута к сжиганию. Сущность метода состоит в создании однородно распределенной мелкодисперсной фракции имеющейся в мазуте влаги и разрушении квазикристаллических и кристаллических структур, находящихся в составе мазута.

УДК 665.633

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИХ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА

ИСХАКОВА А.У., НИИТТ КНИТУ-КАИ, г. Нижнекамск

Науч. рук. канд. пед. наук, доц. САГДЕЕВА Г.С.

Одним из крупных недостатков отечественной промышленности является ее высокая ресурсоемкость, обусловленная, в том числе, низким уро использования вторичного сырья. Даже самые загрязненные – коммунальные отходы – могут быть вовлечены в повторное использование. На сегодняшний день крайне актуальным является проблема переработки отходов не только как необходимое условие защиты окружающей среды, но и как средство глобального ресурсо- и энергосбережения. В статье рассматривается вопрос рациональной организации процесса переработки отходов в сочетании с эффективным современным оборудованием, что позволяет получать продукцию из вторичного сырья с себестоимостью в 2-2,5 раза ниже, чем для аналогичной продукции из первичного сырья, при сопоставимом качестве

продукта. Автором обозначена одна из причин низкого процента вторичного использования промышленных отходов – межотраслевые проблемы: нет общей системы вторичного использования и утилизации отходов, которая обеспечивала бы оборот отходов между отраслями.

Личный вклад автора в рассмотрении данной проблемы является изучение рециклинга полимеров, возможность переработки строительного, бытового мусора, снижение энергетических и экономических затрат на производство продукции по сравнению с продукцией из первичного сырья, снижение экологического ущерба за счет снижения добычи минерального сырья, заменяемого отходами.

УДК 621.31

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

КАБАНОВ О.В., МГУ им. Н.П. Огарёва, г. Саранск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ПАНФИЛОВ С.А.

Энергосбережение – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов. Энергосбережение – важная задача по сохранению природных ресурсов. Проблема энергосбережения весьма актуальна в России, поскольку энергоёмкость ВВП в РФ в несколько раз больше, чем в развитых странах.

Для энергосбережения в организациях, на предприятиях, используются системы контроля энергоресурсов, которые включают в себя, высокоточные датчики, автоматизированные системы управления для экономии энергоресурсов. Нарушение качественного электроснабжения современных систем управления энергоресурсами отрицательно сказывается на их работоспособности, приводит к помехам и аварийным отключениям, повреждению изоляции, сокращению срока службы оборудования на 25-30 %. Учитывая это, целесообразно перед установкой систем энергосбережения, проводить проверку качества электроэнергии.

Одним из современных средств измерения для проверки и контроля качества электроэнергии является анализатор качества электроэнергии *circutor ar6*. Он предназначен для контроля электрических сетей

с одновременным измерением тока утечки и записи переходных процессов. Анализатор является так же удобным устройством для визуального наблюдения и определения проблем электрических сетей.

В качестве примера приведены результаты исследования питающих электрических сетей для систем управления установкой теплоснабжения. Было выявлено, что качество электрической энергии поставляемое для питания системы энергосбережения в однофазных и трёхфазных сетях не соответствует нормативным требованиям установленным ГОСТ 32145-2013, таким как установившемуся отклонению напряжения, отклонению частоты, коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения, несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности, n-й гармонической составляющей напряжения. Поэтому считаем целесообразным перед началом работ по энергосбережению привести в соответствие нормативным требованиям параметры электрической сети.

УДК 621.311.69(043)

МОДУЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ МИКРОТУРБИННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

КАЗАНКОВ А.А., КГЭУ, г. Казань.
Науч. рук. ст. преп. ИГОШИН В.А.

Транспортировка газа от месторождений до потребителя осуществляется по уникальной газотранспортной системе, включающей более 150 тысяч километров магистральных газопроводов. В нашей работе мы рассматриваем возможность использования выработки «бесплатной» электроэнергии при дросселировании газа от магистрального давления до давления потребителя.

Турбодетандерные установки позволяют использовать потенциальную энергию сжатого газа для выработки экологически чистой электроэнергии без сжигания топлива. Разработка и использование модульных энергетических установок соответствует государственной политике по повышению развития энергоэффективности РФ и РТ.

В работе рассматриваются микротурбины и турбодетандеры мощностью 10, 100, 250 кВт. Сфера применения подразумевает использование на стационарный газорегуляторный пунктах, ГРС, крупных

потребителей природного газа, коттеджные поселки и малые населенные пункты, гостиницы, мотели, санатории, теплицы, автоматизированные телекоммуникационные системы, на нефтегазодобывающей отрасли.

Практика показала что затраты на модульные энергетические установки, благодаря его экономичности и доступным ценам, окупаются в кратчайшие сроки.

УДК 628.83

ОПТИМИЗАЦИЯ МИКРОКЛИМАТА ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНО-БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

КАЗАНЦЕВА Н.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КАРАТЕВА Е.С.

Острые проблемы современного общества – снижение энергозатрат и улучшение экологической безопасности при эксплуатации промышленных, жилых, культурных и спортивных объектов. В частности, объектов с плавательными бассейнами.

Проекты таких спортивно-оздоровительных учреждений предлагают поддерживать параметры микроклимата механическими приточно-вытяжными системами вентиляции с рекуперацией тепла за счет обмена отработанного внутреннего воздуха помещения на свежий наружный. Такая система позволит избавиться от излишних затрат, связанных с подогревом холодного приточного воздуха.

При выборе типа рекуператора сделан акцент на его эффективности теплообмена и отсутствии смешивания воздушных потоков. Было отдано предпочтение насадочному теплообменнику как конструкционно наиболее рациональному и удовлетворяющему требованиям к воздушной среде помещений.

Целью данной работы является определение показателей энергоэффективности СПВВР с целью дальнейшего её внедрения в систему регулирования микроклимата помещений плавательных бассейнов.

Для проведения технического анализа приточно-вытяжной установки с регенерацией тепла нами использовался образец устройства, который позволяет рассчитать основные показатели технико-экономических решений по увеличению эффективности системы вентиляции с рекуперацией тепла и описать основные свойства объекта.

УДК 620.94

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РОССИИ

КАРИМОВА В.С., РУДН, г. Москва

Науч. рук. д-р геолого-минералогических наук, проф. ХУТОРСКОЙ М.Д.

Россия обладает значительным потенциалом развития различных видов возобновляемых источников энергии (далее ВИЭ) в больших масштабах на всей своей территории. В частности, велик потенциал развития ветровой энергетики, энергии биомассы, малых гидроэлектростанций (далее ГЭС) и солнечной энергетики. Это превращает Россию в потенциального «зеленого гиганта».

Данный потенциал, а также экономические и социальные преимущества его реализации были признаны на федеральном и региональном уровнях. С 2007 г. в России была заложена и последовательно развивалась политическая и законодательная база использования ВИЭ. Процесс ее совершенствования, оптимизации и создания условий для ее реального использования проходил медленно, что было связано с экономическим кризисом, высокой долей ископаемых видов топлива, используемых для производства тепла и электроэнергии, а также стремлением избежать повышения цен на электроэнергию для потребителей.

На долю ВИЭ в России приходится всего лишь 3 % общей выработки энергии, что составляет 2,8 млн тонн в нефтяном эквиваленте. Вероятность того, что цель достичь доли использования ВИЭ (исключение – ГЭС мощностью более 25 МВт) в производстве электроэнергии в 4,5 % к 2020 г., заявленная в 2009 г., будет достигнута, очень мала. Но у России есть все шансы достичь данную цель к 2030 г. при условии, что остающиеся пробелы в законодательстве будут заполнены, а препятствия – устранены.

УДК 621.313.332

АСИНХРОННЫЕ ВЕНТИЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ МИКРОГЭС

КАРСАКОВ А.Ю., СФ СамГТУ, г. Сызрань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВ П.Ю.

Использование энергии небольших водотоков с помощью (микро-ГЭС) – одно из наиболее перспективных направлений развития

альтернативной энергетики. Оно является прекрасной альтернативой централизованному энергоснабжению для удаленных и труднодоступных районов, позволяет зафиксировать стоимость энергоресурсов на приемлемом для потребителя уровне, решает проблему перебоев в снабжении электроэнергией.

В докладе представлены результаты разработки новых асинхронных вентильных генераторов, проведенной с участием автора, перспективных для работы в составе микро-ГЭС. Перспективность использования асинхронных вентильных генераторов в автономных источниках возобновляемой энергетики обоснована в [1]. Автор обосновал увеличение энергетической эффективности машин переменного тока (в том числе, асинхронных генераторов) с изменяющимся сечением проводников обмоток [2], является соавтором заявки на патент РФ (заявка № 2014 109456), цель которой – снижение металлоемкости электрооборудования автономных источников.

Асинхронный вентильный генератор представляет собой асинхронную машину с короткозамкнутым ротором и вентильным возбуждением. В качестве источника реактивной мощности к выводам обмотки статора подключен трехфазный вентильный преобразователь, собранный по схеме автономного инвертора напряжения. Изменением частоты переключений вентилей преобразователя управляют величиной отрицательного скольжения генератора, регулируя его выходное напряжение и мощность, передаваемую потребителю. Показано, что повышения энергоэффективности генератора можно достигнуть использованием обмотки с переменным сечением проводников и применяя интегрированные конструкции.

Литература

1. Горбачев Е.Е. Автономные источники возобновляемой энергетики в электроснабжении фермерских хозяйств России / Е.Е. Горбачев, П.Ю. Грачев. – Труды Кольского НЦ РАН «Энергетика», вып. 3, 2011. – С. 219-224.

2. Грачев П.Ю. Энергосберегающие электрические машины с переменным сечением проводников обмоток / П.Ю. Грачев, А.Ю. Карсаков// Федоровские чтения – 2013: материалы XLIII МНПК, ноябрь 2013 г. – М., МЭИ. – С. 54-57.

УДК 621.313

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

КАШАПОВА Л.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. ст. преп. ИГОШИН В.А.

Свет издревле был для человека важнейшим фактором. До появления искусственного освещения, его единственным источником было Солнце. С развитием человеческого общества люди научились добывать свет, позже же изобрели осветительные приборы. В нынешнее время освещенность помещения играет большую роль. Она воспринимается человеческим мозгом и влияет на остальные процессы жизнедеятельности. При недостаточном освещении снижается работоспособность, появляется утомление и сонливость. При излишнем же освещении, организм чрезмерно возбуждается, что приводит к преждевременному износу.

Наряду со световым потоком осветительные приборы выделяют тепло. В своем роде это побочное явление, которое зависит как от КПД осветительных приборов, так и от КПД ламп.

Целью данной работы является утилизация тепла от световых приборов для его использования в системе теплоснабжения помещений.

Распределение тепла осуществляется конвекцией: теплые потоки воздуха направляются вверх, холодные занимают их положение.

УДК 62-67

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

КИСИЛЯХОВ Н.Н., СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. БУРЯНИНА Н.С.

Республика Саха (Якутия) занимает пятую часть территории России и характеризуется сложнейшими климатическими условиями (перепад температур от +40С ° летом до –60С ° зимой), большими расстояниями между населенными пунктами. Почти вся территория Якутия находится в зоне вечной мерзлоты и 40 % ее площади лежит за полярным кругом, 2/3 территории – это локальная энергетика, дизельные электростанции.

Стоимость дизельного топлива с учетом доставки в северные районы достигает 30-35 тысяч рублей за тонну. Соответственно стоимость электроэнергии достигает 30 руб./кВт и более. В то же время вдоль реки Лена и других северных рек имеются неглубоко залегающие бурые угли, которые можно использовать в двигателях внутреннего сгорания, предварительно перегнав их в синтез-газ. Сами по себе эти угли в коммунальных котельных не горят, но без проблем газифицируются. Поэтому отказаться от Северного завоза (только по рекам) жидкого топлива при существующей ситуации не представляется возможным. Замена же привозного жидкого топлива на местные угли, перегоняемые в синтез-газ, решает проблему обеспечения топливом населенных пунктов. Стоимость электроэнергии по предварительным оценкам снизится в 4-5 раз. Следует отметить также, что завоз топлива зависит и от водности рек. Так, в 2013 г. в Якутии из-за отсутствия дождей в северные поселки было завезено только 35 % необходимого топлива, что создало кризисную ситуацию, которая потребовала дополнительных затрат.

Таким образом, разработка комплексных энергетических установок (таких, как газогенератор) для автономного обеспечения тепловой, механической и электрической энергией позволит улучшить экологическую ситуацию из-за ликвидации котельных, работающих на угле; снизить затраты на завоз жидкого топлива для ДЭС, повысит надежность систем тепло- и электроснабжения.

УДК 621.3

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫСОТЫ БАШНИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

КОЛОЯРОВ Е.А., ПАШАЛИ В.М., ДЕНИСЕНКО А.В., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ДЕМИН А.Ю.

Наблюдается тенденция укрупнения ветроэнергетических станций (ВЭС), что позволяет снизить удельные затраты на их обслуживание. Производительность ВЭС растет при увеличении высоты башни (с 50 до 135 м и выше) за счет увеличения скорости ветра. Авторами проведен обзор инновационных решений конструкций башен (ферменного типа, трубчатая из сборного бетона с последующим напряжением, гибридная и др.). Использование гибридной модели башни позволяет увеличить выработку электроэнергии до 20 %. Известна конструкция

производства компании Advanced Tower Systems (ATS, Германия) нижняя часть башни выполнена из железобетона, верхняя часть – из стали. Проведен анализ экономической эффективности увеличения мощности и высоты башни ВЭУ. Расчеты проводились для береговых ВЭС, которые объединяют от 25 до 50 ВЭУ мощностью 2÷4 МВт с электрическими связями и общим обслуживанием. Общая стоимость ВЭС складывается из стоимости ВЭУ (k – количество ВЭУ), стоимости оснащения и аренды территории на которой расположена ВЭС (200÷400 кв. м.) и стоимости доставки и установки ВЭС:

$$C_{обВЭС} = kC_{ВЭУ} + C_{осн.тер} + C_{уст} + C_{дост} \cdot$$

При первом варианте 25 ВЭУ мощностью по 4 МВт стоимость ВЭС составляет 350 тыс. дол./МВт, а при втором варианте 50 ВЭУ по 2 МВт – 575 тыс. дол./МВт. Увеличивая высоту башни ВЭУ можно получить дополнительные преимущества: повысить экологичность ВЭУ; сократить расходы на строительство дорог и их протяженность; сократить площади под строительство ВЭУ и уменьшить расходы на их аренду; снизить общие эксплуатационные расходы ВЭУ и т.д.

УДК 665.6

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ РАЦИОНАЛЬНОЙ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

КОЧНЕВА О.Н., НИИТТ КНИТУ-КАИ, г. Нижнекамск
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. САГДЕЕВА Г.С.

В наши дни в погоню за «черным золотом» вовлечены практически все промышленно развитые страны мира. Вначале человек не задумывался о том, что таит в себе интенсивная добыча нефти и газа. Главным было выкачать как можно больше нефти. Актуальность темы заключается в том, что нефть и газ относят к полезным ископаемым, запасы которых невосполнимы. Неизбежно придет время, когда запасы нефти и газа будут в значительной степени исчерпаны, последствия трудно предсказать, но их катастрофический характер очевиден. Поэтому остро стоит необходимость использования современных технологий, позволяющих минимизировать экономические и экологические риски.

Авторами статьи впервые сделан анализ и обзор большинства современных биотехнологий, способных решить проблему рационального использования природных ресурсов и разработки альтернативных источников топлива. Одно из перспективных направлений биотехнологии – получение белковых веществ.

Единственный путь из этого тупика – поиск альтернативных и экологически чистых источников энергии, которые позволят «вырвать» нефть и газ из топок заводов, фабрик и электростанций. Сейчас идея искусственной нефти вновь приобретает актуальность. Нефть можно получить уже непосредственно из воздуха. Более того, ученые полагают, что это будет способствовать удалению из атмосферы избыточной углекислоты, которая вредно влияет на окружающую среду.

УДК 621.644.07

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОНАПОЛНЕННОЙ ПЛЕНКИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

КРАСНОВА Н.П., МЖЕЛЬСКАЯ О.Ю., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р. техн. наук, проф. ЩЁЛОКОВ А.И.

В настоящее время большая часть тепловых сетей давно выработала свой ресурс. Сети ветхие и более 70% из них подлежат замене. Из-за повреждения на многих участках трубопровода тепловой изоляции, потери теплоты достигают 35%. В настоящее время, благодаря низкому коэффициенту теплопроводности, наиболее используемыми теплоизоляционными материалами являются минеральная вата ($\lambda = 0,055$ Вт/м·К), пенополиуретан ($\lambda = 0,03$ Вт/м·К) и пенополистирол ($\lambda = 0,04$ Вт/м·К).

С целью снижения тепловых потерь в трубопроводе и уменьшения стоимостных показателей теплоизоляционных конструкций, предлагается применять новый вид теплоизоляционного материала – изготовленную из полиэтилена плёнку, с ячейками, заполненными диоксидом углерода.

Диоксид углерода обладает одним из самых низких показателей коэффициента теплопроводности ($\lambda = 0,014$ Вт/м·К), соответственно, его можно использовать для заполнения ячеек плёнки.

Главными преимуществами такого вида изоляции являются: большее термическое сопротивление, по сравнению с имеющимися аналогами;

повышенная устойчивость к влаге и, как следствие, дополнительная защита от коррозии; невысокая стоимость; простота и удобство монтажа; долговечность.

К отрицательным качествам материала отнесется невозможность его использования при температуре выше 120 °С, так как полиэтилен начинает плавиться. Поэтому, предлагается использовать газонаполненную теплоизоляцию, как дополнительный слой с другим существующим теплоизоляционным материалом, например минеральной ватой.

В итоге, можно сделать вывод, что при использовании газонаполненной тепловой изоляции дополнительным верхним слоем вместе с существующими видами (например, с минеральной ватой) термическое сопротивление конструкции существенно увеличивается. Это значит, что можно уменьшить толщину теплоизоляционных слоёв при равных тепловых потоках и, следовательно, сократить капитальные затраты.

УДК 621.383

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ АВТОНОМНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

КРЮКОВ П.В., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЧЕРНЕНКО А.Н.

Функционирование современной альтернативной энергетики в промышленном масштабе серьёзно ограничено уровнем технологий и сложившейся мировой конъюнктурой, но использование энергии солнца как источника питания систем наружного освещения и других слаботоочных потребителей, это первый логичный шаг на пути к освоению возможностей солнечной энергетики и отличный пример возможности функционирования децентрализованной автономной микроэнергетики.

Одной из главных особенностей климата, мешающих круглогодичной работе и развитию солнечной энергетики в средней полосе РФ, является устойчивый снежный покров и низкие температуры в зимние месяцы. Выпавший снег приводит к необходимости очистки и дополнительного обслуживания энергетических установок, а низкая температура, в свою очередь, ограничивает типы или ухудшает характеристики используемых накопителей электрической энергии. С другой стороны, вследствие высокого значения коэффициента

отражения снега (альбедо), достигающего до 85 %, увеличивается сила отражённого, рассеянного света, которая увеличит отдаваемый фотоэлементами ток. В то же время высокая стоимость компонентов и низкая стоимость традиционных энергоносителей увеличивает сроки окупаемости фотоэлектрических систем, что в свою очередь требует многократного повышения их надёжности и уровня автономности, снижения эксплуатационных затрат и исключения влияния человеческого фактора.

Одним из решений этих проблем могут стать автономные установки малой мощности, накапливающие в том числе и энергию рассеянного света, с несколькими вертикально расположенными, статичными фотоэлектрическими элементами, направленными не только на южную, но и на остальные стороны света. Размещение модулей перпендикулярно земле препятствует отложению на них снега зимой и не требует дополнительного обслуживания и очистки. Это компоновочное решение позволяет использовать модули в качестве оболочки конструкции, даёт возможность разместить внутри накопители энергии и схемы управления, что снижает общую материалоемкость.

Несколько успешных примеров серийного производства подобных установок за рубежом уже существует. Необходимо проведение исследований и разработка подобной системы на отечественной элементной базе.

УДК 621.311

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ТОТЭ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

КРЮКОВ Е.В., ШАШКИН А.П., ВЕСЕЛОВ Л.Е., НГТУ,
г. Нижний Новгород

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. СОСНИНА Е.Н.

Необходимыми условиями устойчивой работы ответственных потребителей электрической энергии являются высокая надежность и длительность бесперебойного электроснабжения. Наиболее сложной является задача обеспечения непрерывного питания электрической энергией требуемого качества потребителей, удаленных от централизованных электрических сетей. Решить данную проблему можно путём применения энергоустановок на основе топливных элементов.

Анализ характеристик известных типов топливных элементов показал, что с точки зрения конструктивно-компоновочных решений, технологичности изготовления и эксплуатации для широкомасштабного применения в энергетике наиболее перспективны энергоустановки на базе твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ). Энергоустановки на ТОТЭ не требовательны в обслуживании и имеют высокий ресурс работы. Перспективным направлением является комбинирование ТОТЭ с системой накопления электроэнергии.

В Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева разрабатывается интеллектуальный гибридный источник электроэнергии, состоящий из электрохимического генератора на базе ТОТЭ, высокоёмкой никель-кадмиевой аккумуляторной батареи, ёмкостного накопителя и активно-адаптивной системы управления. Применение таких энергоустановок в системах электроснабжения энергоудаленных объектов позволит обеспечить качество и длительность бесперебойного электроснабжения ответственных потребителей.

УДК 621.311.24+681.5.037.7

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВЕТРО-ДИЗЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ЛИПУЖИН И.А., НГТУ, г. Нижний Новгород
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. СОСНИНА Е.Н.;
канд. техн. наук ШАЛУХО А.В.

Актуальная проблема надежного и качественного электроснабжения энергоудаленных территорий России может быть решена путем развития локальных систем электроснабжения (ЛЭС) с комбинированным использованием ветроэнергетических установок (ВЭУ) и дизельных электростанций (ДЭС). При этом важным аспектом является обеспечение устойчивой работы ветро-дизельных электростанций (ВДЭС).

Вопросы устойчивости ЛЭС с ВДЭС в настоящее время мало изучены. Отсутствуют методические указания по расчету как статической, так и динамической устойчивости таких систем, а также их численные показатели. Особенности ВДЭС (изменчивость параметров ветра, соизмеримость мощностей генерации и потребления и др.) не позволяют применять существующие классические методы оценки устойчивости.

Для исследования критериев устойчивости ВДЭС предлагается использовать имитационное моделирование.

В пакете Matlab Simulink разработана модель ЛСЭС с ВДЭС. Модель состоит из четырех основных блоков: блока генерации (ВЭУ 20 кВт с асинхронным генератором и ДЭС 10 кВт с постоянной частотой вращения); блока комплексной нагрузки (регулируемая активно-индуктивная нагрузка и асинхронный генератор с переменной нагрузкой на валу), а так же блоков распределительной электрической сети и измерительных устройств.

Наибольший интерес представляет исследование режима параллельной работы дизельной и ветровой электростанций при изменении скорости ветрового потока (диапазон изменения 0 до 10 м/с) и величины двигательной нагрузки.

Моделирование режимов работы ЛСЭС с ВДЭС с изменяющимися электрическими параметрами позволит установить закономерности функционирования системы и оценить: взаимосвязь между причинами и последствиями нарушения устойчивости; количественные показатели устойчивости.

УДК 621.438

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СОЛОМА-КАУЧУК

МАРТЬЯНОВ Н.А., КГЭУ, г. Казань

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

Разработка новых эффективных и недорогих энергосберегающих материалов является актуальной задачей. На полях после уборки урожая остается значительное количество соломы, которая может стать основой создания ряда теплоизолирующих материалов.

Нами исследованы теплоизоляционные характеристики пластин типа солома-каучук разной толщины 10 мм, 20 мм, 30 мм, при использовании прибора ИТП МГ 4 03 X(Y) «Поток», с 3-мя датчиками плотности тепловых потоков и 2-мя датчиками температуры. Воздушный термостат имел объем 1 л. В качестве источника теплоты использовалась лампа накаливания 40 Вт. Данные плотности тепловых потоков записывались в память прибора каждые 20 мин. в течение 24 часов. По формуле

$R_{cp} = \Delta T / q_{cp}$ определены сопротивления теплопередаче. Среднеарифметические значения сопротивления теплопередаче (R_{cp}) составили: $R_{10mm} = 0,0647 \text{ мI} \cdot \text{°C/Вт}$; $R_{20mm} = 0,29 \text{ мI} \cdot \text{°C/Вт}$; $R_{30mm} = 0,398 \text{ мI} \cdot \text{°C/Вт}$.

Был найден коэффициент теплопроводности образца солома – каучук размерами $150 \cdot 150 \cdot 9 \text{ мм}$, прибором ИТС – 1. Среднеарифметическое значение теплопроводности пластины солома-каучук составило $\lambda = 0,0457 \text{ Вт/м К}$.

Также образец $150 \cdot 150 \text{ мм}$ был помещен в климатическую камеру СМ-70/75-ХХТВХ с установленной температурой 22°C . В данной камере образец солома-каучук был выдержан 1 час с влажностью 20%. После чего нами был измерен коэффициент теплопроводности λ , который оказался равен $0,0535 \text{ Вт/м К}$. Вслед за этим была аналогично проведена серия опытов выдержкой образца с изменением относительной влажности 40,60,80 % в течении 6 часов, коэффициент теплопроводности λ составил 0,057, 0,059, 0,065 Вт/м К соответственно.

Как видно с увеличением влажности коэффициент теплопроводности λ не значительно увеличивается.

На основе проведенных исследований можно сделать вывод о перспективе использования нового материала на основе соломы и каучука в качестве теплоизолирующего покрытия.

УДК 621.22-111

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ БПГЭС В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

МЕСТНИКОВ Н.П., СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск
Науч. рук. канд. геогр. наук, проф. КОНСТАНТИНОВ А.Ф.

Высокая стоимость топлива в местах потребления, низкие технико-экономические показатели существующих энергоисточников малой мощности приводят к высокой себестоимости производства электроэнергии и тепла (ежегодно на завоз топлива в северные районы республики затрачивается свыше 3 млрд. руб.).

Для решения данной проблемы предлагается строительство в ряде районов бесплотинных малых ГЭС. К достоинствам БПГЭС можно отнести: относительную простоту, дешевизну, мобильность и экологичность. А также эти источники энергии практически не препятствуют движению небольших судов, плотов и миграции рыб.

К недостаткам этих установок можно отнести: неполное использование гидроэнергопотенциала водотока; практически полную зависимость от гидрологического и ледового режима реки; требование в достаточно большой скорости течения (1,5-2,5 и более м/с) и глубине реки (около 2,0-3,0 м). Следует отметить, что в естественных условиях на большинстве рек наблюдаются скорости течения порядка 0,5-1,5 м/с.

Одним из вариантов БПГЭС является станция на основе Ротора Дарье. Ротор Дарье – это гидроэлектростанция в виде вертикального ротора, вращаемого за счет возникновения разности давлений на его лопастях. Разница давлений образуется благодаря обтеканию сложных поверхностей жидкостью. Эффект, подобный подъемной силе судов на базе подводных крыльев или подъемной силе крыла самолета. Преимущество ГЭС на основе ротора Дарье заключается в том, что ось ротора размещается в вертикальной плоскости и отбор мощности производится над водой, без применения дополнительных преобразований и передач. Такой ротор вращается при любом направлении потока.

Установка нескольких таких гидроагрегатов в поселке или селе с быстротечным течением реки (2,5-3,0 м/с) позволит обеспечить электроэнергией весь населенный пункт на 4-5 месяцев. За это время можно подготовить к зимнему сезону дизельную электростанцию, произвести ремонтные работы, кроме того значительно снизятся затраты на топливо.

УДК 628.5

ОЧИСТКА БИОГАЗА

МИНГАРАЕВ А.Р., ПЕТУХОВ Д.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. КОТЛЯР М.Н.

Рост выбросов парниковых газов, увеличение потребления воды, ее загрязнение, истощение земель и запасов природных энергоресурсов вынуждают искать новые источники энергии. Одним из них являются биогазовые технологии.

Условия получения биогазов и наличие в их составе вредных и балластных примесей диктуют необходимость предварительной обработки биогаза перед использованием в тепловых установках. Для обеспечения функциональной и эксплуатационной безопасности, а также безопасной работы персонала газ должен быть предварительно очищен от вредных

компонентов. Основные этапы при подготовке газа к использованию:

- отделение влаги и взвешенных частиц;
- удаление сероводорода;
- удаление галогенсодержащих соединений;
- удаление углекислого газа;
- сжатие или сжижение (при использовании в качестве горючего для транспортных средств).
- обеззараживание (при получении биогаза в лиофильных условиях).

На сегодняшний день существует три основных способа очистки биогаза: метод жидкого и твёрдого химического поглощения примесей (абсорбционный и адсорбционный), метод мембранного разделения и вымораживания (криогенный метод). В первом методе часто используются жидкие химические поглотители CO_2 – моно- и диэтаноламины. Они намертво «хватывают» углекислый газ, не взаимодействуя с метаном. Мембранный метод разделения основан на пропускании через мембрану сжатого компрессором биогаза.

Так же существует мембранно-абсорбционный метод очистки. Эта технология объединяет в себе достоинства абсорбционного и мембранного методов. Так же как в классическом методе химического поглощения, углекислый газ здесь «захватывается» жидким абсорбентом. Однако здесь нет непосредственного контакта фаз – жидкость и газ разделяет мембрана. Благодаря такой технологии не требуется повышать давление биогаза для подачи его на мембрану – газ поступает из биореактора самотеком под давлением чуть выше атмосферного. Благодаря этому методу очистка биогаза проходит без дополнительных энергозатрат.

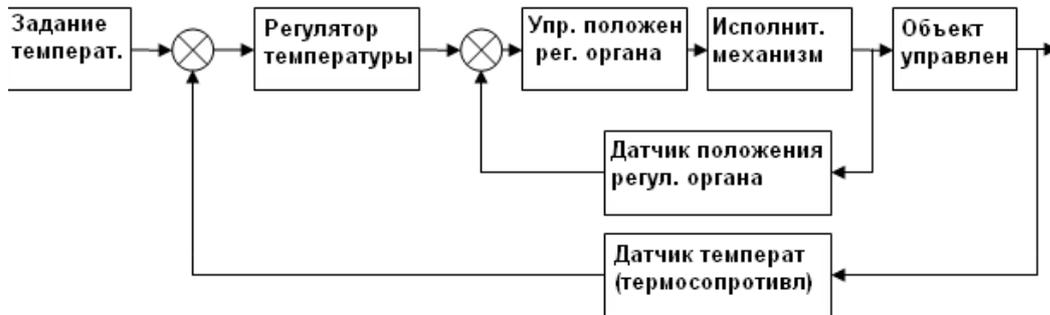
УДК 004.49(07532)

РАБОТА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОГОДНОГО РЕГУЛЯТОРА В НЕСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

МИРЗОШАРИФЗОДА Н.Д., БОГАТКИНА М.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГУСЯЧКИН А.М.

Системы отопления с автоматическим управлением призваны обеспечить температурный комфорт в помещении, снизив при этом расходы на энергию. Погодный регулятор – способ «научить» отопительную систему соответственно реагировать на изменения наружной температуры. Температура наружного воздуха непостоянна и значительно меняется как в течение отопительного периода, так и

в течение суток. При таких условиях погодный регулятор из-за инерционности системы отопления не всегда в состоянии своевременно реагировать на эти изменения. В результате этого происходит «перетоп» зданий или недоподача подачи теплоты в систему отопления. Ниже приведена блок-схема системы регулирования отопительной мощности зданий.



Блок-схема системы регулирования отопительной мощности

Мощность отопительной системы, а при качественном регулировании и температура теплоносителя, имеют прямолинейную зависимость от температуры наружного воздуха. Поэтому процесс регулирования можно описать дифференциальными уравнениями I или II порядка. Проведенные нами испытаниями погодного регулятора в лабораторных условиях при единичных импульсных возмущениях (резкое изменение температуры наружного воздуха) показали, что процесс регулирования можно описать уравнением вида:

$$u(t) = K_p \cdot y(t) + \frac{1}{T_u} \int_0^t y(t) dt + T_D \cdot \frac{dy(t)}{dt}.$$

По результатам подобных испытаний можно определить порядок и коэффициенты этих уравнений.

УДК 620.93

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ СЛОЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

МУРАТОВА Т.В., ВЛАСОВА В.А., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. асс. САМЫШИНА О. В.

В процессе термической переработки твердых бытовых отходов (ТБО) реакторами шахтного типа можно выделить три стадии: сушка отходов, пиролиз и газификация твердого углеродистого остатка. Процесс сушки слоя отходов сопровождается затратами энергии на

удаление влаги, содержащейся в слое, и затратами времени. Для оптимизации процесса сушки отходов необходимо знать характеристики, как и процесса, так и слоя отходов. В работах Лыкова, Романкова, Сажина имеются экспериментальные данные по компонентам отходов в отдельности, но нет данных по влажности смеси отходов в целом.

Целью работы являлось экспериментальное определение температурных кривых и кривых кинетики сушки отходов во времени.

Экспериментальная установка состояла из сушильного шкафа, термодатчика с преобразователем сигнала и ПК. Смесь ТБО готовится искусственно по среднему морфологическому составу компонентов: бумага – 44,2 %, древесина (сосна) – 1,8 %, текстиль – 4,7 %, пищевые отходы (картофель) – 41,8 %, резина – 0,9 %, кости – 1,8 %, пластмасса – 5,3 %. Навеска с ТБО предварительно замачивается в течение 20 ÷ 24 ч, потом свободная влага удаляется путем отжима. Навеска взвешивается на весах с точностью до 10-5 кг. Две навески помещают в предварительно нагретый до определенной температуры (107 °С, 127 °С, 147 °С, 167 °С) сушильный шкаф. Во времени фиксировались температура материала по длине образца и убыль массы. Таким образом, были получены кривые кинетики сушки и температурные кривые. Эксперимент длится до установления постоянной массы навески с ТБО.

В ходе работы получены экспериментальные данные изменения температуры, массы и влажности навески с ТБО среднего морфологического состава в процессе сушки при различных температурах.

УДК 628.336.61/62

БИОГАЗ – АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

НАБИУЛЛИНА А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. КОТЛЯР М.Н.

Биогаз это один из ярких примеров того, как из отходов можно получить золото. Побочные продукты хозяйственной деятельности, после переработки превращаются в экологически чистое газообразное топливо. Данный цикл утилизации отходов позволяет построить замкнутое производство, на основе фермерского предприятия или городского очистительного сооружения.

Для того чтобы получить биогаз, понадобится специальное устройство: биогазовая установка. Она представляет собой комплекс инженерных сооружений, который состоит из агрегатов и емкостей, предназначенных для хранения и подготовки сырья, непосредственно

самого производства биогаза, а также его сбора и очистки, выделения таких побочных продуктов переработки как сухая часть, которая используется для получения высококачественных минеральных удобрений и воды. Для получения электроэнергии биогазовая установка может быть совмещена с мини газотурбинным или другим типом генератора. Для получения не только электро, но и дополнительно тепловой энергии, биогазовый завод комплектуется когенерационными установками.

Сырьем для производства биогаза могут служить как органическая составляющая твердых бытовых отходов, так и сточные воды, а также жидкие и твердые отходы сельскохозяйственного производства.

Качество сырья зависит от множества факторов, начиная с его влажности, заканчивая объемом получаемого биогаза на единицу ферментируемого вещества. Так, к примеру, разные типы навоза, имеют разный выход биогаза на килограмм вещества с неодинаковым содержанием в нем метана. Самый большой выход биогаза и самый высокий процент в нем метана имеет свекольная ботва, именно поэтому получение топлива на свекольно-сахарных заводах наиболее эффективно.

В зависимости от типа ферментируемого сырья меняется и вариант исполнения установки для получения биогаза. Так, если используется сухое или твердое сырье, его механически загружают в шнековый транспортер, который поставляет продукт брожения в реактор. Если в качестве продукта для ферментации используются стоковые воды или навоз, то сырье может попадать в емкости самотеком, откуда с помощью насосов, по мере надобности, перекачивается в биореактор. Иногда сырье требует дополнительной очистки и гидролиза, в таком случае система получения биогаза будет включать в себя два соединенных вместе биореактора. Получаемый биогаз может сжигаться для обогрева промышленных теплиц, фермерских хозяйств и т.д.

УДК 621.04.18

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

НИЗАМЕЕВ Б.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИЛЬИН В.К.

Наибольшего эффекта при повышении энергетической эффективности промышленного предприятия можно достичь за счет комплексной оптимизации, которая может состоять из двух частей:

– оптимизация энергопотребления самим процессом (применение оборудования с высоким КПД, пинч-технология, оптимальное распределением нагрузок между котло/турбоагрегатами агрегатами при генерации энергии);

– оптимизация распределения энергоресурсов, используемых в технологических процессах. Это эффективно для тех предприятий, которые используют несколько видов энергоресурсов и могут рассматривать различные способы их получения, приобретение у различных поставщиков и / или собственное производство энергоресурсов (в том числе когенерацию или тригенерацию).

Только за счет оптимального распределения нагрузок между котлоагрегатами, часовая экономия топлива может достигать более 4,5 %, а оптимизация распределения энергоресурсов при помощи программных экспертных систем может привести к снижению затрат на энергоресурсы оценочно на 3-5 %.

УДК 620.92

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПОТОКА ВОЗДУХА В ДИФFUЗОРНОМ КАНАЛЕ ШАХТНОЙ ГЛАВНОЙ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ С ЦЕЛЬЮ НЕПРЕРЫВНОЙ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

НИКОЛАЕВ А.В., ПНИПУ, г. Пермь

В настоящее время для выработки электроэнергии широкое применение находят установки, использующие возобновляемые источники энергии. Одним из таких источников является кинетическая энергия воздуха.

При проветривании подземных горнодобывающих предприятий необходимо осуществлять проветривание подземной его части для чего используются главные вентиляторные установки (ГВУ). При этом из шахты (рудника) через диффузорный канал (диффузор) выдается воздух в больших объемах (300-500 м³/с).

С целью использования энергии образующегося потока воздуха была разработана установка для непрерывной выработки электроэнергии (Заявка на полезную модель 2014128179 // Николаев А.В., Алыменко Н.И., Николаев В.А. – заявл. 09.07.2014), использующая тягу в диффузоре,

создаваемую ГВУ в процессе проветривания подземного горнодобывающего предприятия.

Воздух выдаваемый из ГВУ поступает в диффузор, после чего поток воздуха направляется на обтекатель и кожух с направляющими. В результате этого раскручиваются аэродинамические лопасти, жестко закрепленные на ведущем валу. Крутящий момент от аэродинамических лопастей через ведущий вал передается на колесо ведущего вала в узле передачи крутящего момента. В узле передачи крутящий момент передается на колесо ведомого вала, жестко закрепленного на ведомом валу, и далее передается на электрогенератор. Выработанная в процессе работы электрогенератора электроэнергия поступает в узел, где она накапливается в аккумуляторе. Также полученная электроэнергия может использоваться для собственных нужд горнодобывающего предприятия.

Применение предложенной установки позволит использовать энергию выдаваемого из подземного горнодобывающего предприятия воздуха для выработки электроэнергии, а размещение генератора вне диффузора избежать загрязнения его выдаваемыми с воздухом частицами полезного ископаемого.

УДК 621.574.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ В СИСТЕМЕ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВЛАЖНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ

ПАРЁХИНА И.В., НИУ «МЭИ», г.Москва
Науч. рук. канд. тех. наук, проф. ЯКОВЛЕВ И.В.

Рациональное использование энергоресурсов остается актуальной задачей. Применение теплонасосных установок (ТНУ) позволяет рационально использовать энергию в промышленности, в системах горячего водоснабжения и отопления, в системах обеспечения микроклимата зданий.

Для изучения эффективности ТНУ в составе системы утилизации теплоты влажных вентиляционных выбросов на базе спортивно-оздоровительного комплекса НИУ «МЭИ» была спроектирована и введена в строй установка, использующая в качестве источника низкопотенциальной теплоты влажные вентиляционные выбросы из помещения плавательного бассейна. Вырабатываемая теплота использовалась для

полного или частичного покрытия потребности в горячей воде или подогрева воды в плавательной чаше бассейна.

Эффективность работы ТНУ определяется коэффициентом трансформации теплоты. Коэффициент трансформации изменяется нелинейно при изменении температур источника и потребителя. Опытным путём установлено, что оптимальными являются режимы работы ТНУ, в которых разность температур конденсации и испарения не выше примерно 30°C , при этом коэффициент трансформации теплоты выше 4-х, что подтверждается расчетами, проведенными с использованием ранее разработанных моделей. Проведенные натурные испытания установки показали, что существенная экономия финансовых средств по оплате потребленных энергоносителей имела место при коэффициентах трансформации теплоты, превышающих значение 3,5. Показано, что экономические показатели в значительной мере зависят от соотношения тарифов на электроэнергию и тепловую энергию.

УДК [621.771:621.78.08].06

БЕСТОПЛИВНАЯ ГТУ НА ТЕПЛОТЕ ЖИДКОЙ СТАЛИ

ПЕТРАКОВИЧ М.А., МАТВЕЕВ С.В.,
МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск,
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. **КАРТАВЦЕВ С.В.**

В связи со значительным ростом выплавки стали в мире черная металлургия продолжает оставаться одной из масштабных отраслей промышленности, так в 2013 году количество выплавляемой стали достигло 1,6 млрд. тонн. При этом свыше 30 % стали выплавляется в дуговых сталеплавильных печах (ДСП). Так для выплавки стали в ДСП на чистом ломе в реальных установках потребляется до 750 кВт·ч электроэнергии на каждую тонну. При этом вся эта электроэнергия или большая ее часть поступает от внешних источников генерации (ТЭС, ГРЭС, АЭС и так далее) со значительными потерями в электросетях, что повышает ее стоимость.

Задачей данной работы является поиск собственного бестопливного источника генерации электроэнергии.

Для решения поставленной задачи были рассмотрены цепочки производства стальной продукции после ДСП. Так в процессе разлива и прокатки теряется вся тепловая энергия стали (около 1800 МДж/т).

Известен способ разливки стали на жидкометаллический теплоноситель в котором были предприняты попытки использования тепловой энергии стали. При этом направление использования теплоты не было четко обозначено.

В данной работе предлагается использовать нагретый жидкометаллический теплоноситель от стали в качестве теплоисточника для газотурбинных установок (ГТУ), работающих по замкнутому циклу. С учетом КПД ГТУ 45 % возможно сгенерировать около 175 кВт·ч электроэнергии на теплоте разливаемой стали.

УДК 628.87

УЧЕТ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

ПРОРОКОВА М.В., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. БУХМИРОВ В.В.

Энергосбережение в России является одним из направлений по обеспечению растущего внутреннего спроса на энергоресурсы за счет более эффективного использования той энергии, что уже производится, а не за счет увеличения добычи топливных ресурсов и строительства новых генерирующих мощностей. Важность данной задачи подтверждается включением её в перечень приоритетных направлений развития науки, техники и технологий России.

Как показывают результаты энергетического обследования зданий жилого, общественного и административного назначения, в структуре энергопотребления более 60 % приходится на тепловую энергию для нужд отопления. По этой причине, а также с учетом высокой стоимости данного ресурса, наиболее часто внедряются энергосберегающие мероприятия, направленные на сокращение потребления тепловой энергии. Однако попадающие в эту группу решения, направленные на увеличение термического сопротивления ограждающих конструкций и снижение инфильтрации наружного воздуха, приводят к повышению герметизации зданий, что может не только сократить потери тепловой энергии, но и оказать отрицательное воздействие на состояние микроклимата, в частности качество воздуха, в помещениях зданий, имеющих естественную вентиляцию, поскольку они снижают воздухопроницаемость ограждающих конструкций. По этой причине решение проблемы оценки

качества микроклимата до внедрения энергосберегающих мероприятий и прогноз изменения комфортности в результате действия этих мероприятий является актуальной задачей.

Анализ используемых в настоящее время методик определения комфортности микроклимата позволил выявить как их достоинства, так и недостатки. С целью повышения эффективности оценки комфортности микроклимата в помещениях жилых, общественных и административных зданий коллектив специалистов Ивановского государственного энергетического университета имени В.И. Ленина разработали новый способ определения уровня и степени комфортности параметров, определяющих микроклимат в помещении, который может быть использован также для настройки эффективной работы систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

УДК 697.9(035.5)

РАЗРАБОТКА СТЕНДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ МНОГОЗОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА

ПШЕНИЧНОВА Е.Е., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ПЫЖОВ В.К.

Для создания и поддержания микроклимата в помещениях необходима надежная и многофункциональная система энергоснабжения, разработанная исходя из рационального использования энергоресурсов и применения современных достижений в области энергетики.

С этой целью в лаборатории «Энергосберегающих технологий и энергоэффективного оборудования...» кафедры «Промышленная теплоэнергетика» ИГЭУ создан стенд энергоснабжения системы создания микроклимата для помещений с полномасштабной моделью БЩУ блока АЭС.

Для реализации возможных режимов подключения источников энергоснабжения разработана схема, функционально разделяющаяся на две: схему обвязки источников энергии и схему энергопотребителей, объединенные гидравлическим расширителем фирмы Meibes (Германия).

Первая схема обеспечивает потребителей теплотой и холодом и решает задачи циркуляции воды, предохранительные, подпитки

оборудования водой, функции управления, контроля и учета параметров энергоносителей.

Вторая схема представляет собой структуру с постоянно изменяющимися энергетическими и гидравлическими характеристиками.

При условиях, запрещающих рециркуляцию, необходимо применение прямоточного режима обработки воздуха с использованием в холодный период года многоступенчатого нагрева наружного воздуха.

В докладе приведены диаграмма изменения нагрузки по теплоте и холоду в течение года и используемое энергетическое оборудование.

Поддержание допустимой температуры для помещений при недостатках теплоты и дежурном режиме может обеспечиваться системой водяного отопления и системой газового инфракрасного обогрева.

Таким образом, стенд представляет образец грамотно организованной работы контуров водо-, тепло- и холодоснабжения, обеспечивает надежность и безопасность функционирования гидравлических систем, а использование вторичных энергоресурсов и низкопотенциальных источников энергии показывает пути снижения нагрузки от первичных источников.

УДК 621.31

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ТОПЛИВНЫЙ ВОДОРОД

САДРТДИНОВ А.А., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. САТТАРОВ Р.Р.

Запасы водорода неисчерпаемы и легкодоступны и автоматически возобновляемы. В перспективе представляется интересным использование солнечной энергии. По сравнению с прямым преобразованием солнечной энергии в электрическую промежуточное аккумулирование в топливной форме водорода успешно решает проблему суточной и сезонной зависимости потока солнечной энергии. В настоящее время предложено несколько основных путей для разложения воды под действием солнечного излучения. Например, термохимические методы, основанные на использовании тепла, полученного за счет солнечной энергии, или электролиз воды за счет электроэнергии от полупроводниковых солнечных батарей или тепловых электростанций.

Вероятность использования альтернативных источников энергии солнца совместно с водородными источниками энергии в качестве индивидуальных вполне реальна в ближайшем будущем для каждого загородного дома, производственной базы или жилого квартала. Преимуществами являются: возможность отказа от использования углеродных источников энергии, экологичность, независимость от сторонних источников электроэнергии (электростанции), отсутствие необходимости сооружения крупных линий электропередач высокого и сверхвысокого напряжения. Однако, недостаток заключается в дороговизне сооружения установок. Но если рассматривать долгосрочные перспективы, то метод самоокупаем и пригоден для использования не только в крупных мегаполисах, пригородах, но и на отдаленных промышленных объектах.

Переход к проектам получения водорода с применением солнечной энергетики позволил бы накопить практический опыт работы по созданию и освоению водородных и солнечных технологий (производству, накоплению, созданию заправочных станций и др.), разработке необходимых стандартов. Передо мной стоит задача создать систему в которой в ходе различных фотоэлектрических и электрохимических процессов станет возможным получение топливного водорода при использовании солнечной энергии и воды.

УДК 621.438

СРАВНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ЛИСТОВ ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО И НЕОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА

САДРИЕВА (ХАДИЕВА) Г.К., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р. хим. наук, проф. КЛЮЧНИКОВ О.Р.

В продолжение наших исследований по определению эффективности светопрозрачных конструкций провели замеры сопротивления теплопередаче при использовании термостата – морозильной камеры, моделирующего погодные атмосферные условия окружающей среды, то есть отрицательную температуру воздуха. Эксперимент проводили по методике ГОСТ 7076-78.

Разработанная нами низкотемпературная экспериментальная установка состоит из прибора измерения плотности тепловых потоков «Теплограф», внесенного в реестр средств измерения РФ, морозильной

камеры «МИР 101-5» и исследуемых стеклопакетов- листов из неорганического и органического стекла. Ниже представлены данные по сопротивлению теплопередаче R , $\text{м}^2 \text{°C/Вт}$, листов размерами 10×17 см: 2-х камерный мультифункциональный стеклопакет = $0,221 \text{ м}^2 \text{°C/Вт}$; 2-х камерный стеклопакет с обычным стеклом = $0,141 \text{ м}^2 \text{°C/Вт}$; поликарбонат толщиной 16 мм (3 слоя+6 ячеек) = $0,295 \text{ м}^2 \text{°C/Вт}$.

Полученные данные соответствуют результатам экспериментов проведенных в воздушном термостате с внутренней температурой $\approx +70 \text{ °C}$. При переходе на термостат- морозильную камеру с внутренней температурой $-18...-5 \text{ °C}$, сопротивление теплопередаче оказалось существенно выше. Таким образом, в условиях приближенных к зимним, стеклопакеты показали более высокие значения сопротивления теплопередаче.

УДК 697.9(035. 5)

СОЗДАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ С ВКЛЮЧЕНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

СТЕПАНОВА Ю.Э., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ПЫЖОВ В.К.

Единственной альтернативой повышению стоимости потребления топливно-энергетических ресурсов является энергоэффективное оборудование и энергосбережение. Согласно данной концепции в Ивановском государственном энергетическом университете (ИГЭУ) кафедра «Промышленная теплоэнергетика» разрабатывает проект лабораторного стенда для исследования работы центрального кондиционера в многозональном режиме.

Создание микроклимата с указанными режимами требует принятие энергосберегающего оборудования для обработки воздуха в кондиционере, его эффективной подачи и удаления, а также обоснованного выбора источников теплоты и холода.

Для создания оптимального микроклимата в помещении полномасштабной модели БЩУ АЭС, а также допустимых условий в зонах расположения кондиционера и источников энергии используется центральный кондиционер итальянской фирмы «Clivet», системы водяного и инфракрасного обогрева, тепловые насосы фирм «Clivet» и «Triton»,

французские автономные водогрейные котлы «De Dietrich» и утилизаторы теплоты удаляемого воздуха.

Данное оборудование позволяет: проводить лабораторные испытания кондиционера; изучить способы наладки приточных и вытяжных систем; выполнять аэродинамические испытания сетей воздухопроводов; разобраться с устройством и принципом работы отдельных элементов многозональной системы кондиционирования в лабораторных условиях.

Разрабатываемый стенд дает возможность производить испытания кондиционера «Clivet» в прямоточном режиме с использованием первого подогрева от автономного источника теплоснабжения; с подключением тепловых насосов; с использованием пластинчатого теплоутилизатора теплота удаленного воздуха; с полной и частичной рециркуляцией (для снижения или исключения затрат теплоты и холода).

Испытания кондиционера в различных режимах производится с применением современных средств контроля, автоматизации и обработки данных.

При разработке стендов выбор тепловой изоляции производился в результате анализа эффективности различных изоляционных материалов (пенополиуретан, минеральная вата, пенополистирол и широко рекламируемый сверхтонкий акриловый краситель с полыми или сплошными керамическими микросферами).

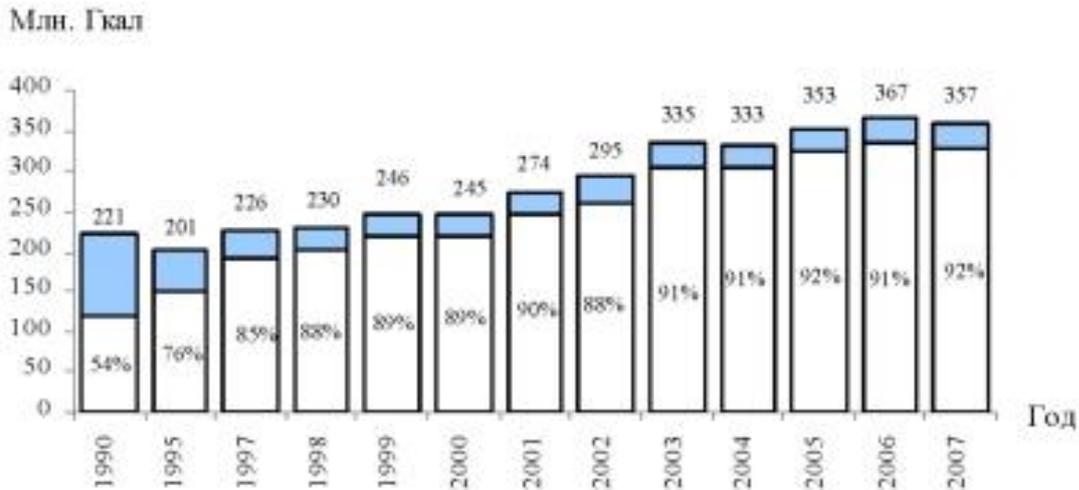
УДК 624.01:621.1(075)

ПРОЕКТ МАЛОЭТАЖНОГО МОДУЛЬНОГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ДОМА

СУНГАТУЛЛИН Р.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук КЛЮЧНИКОВ О.Р.

Суммарное годовое потребление тепловой энергии на отопление индивидуальных домов в России составляет около 400 млн. Гкал., поэтому строительство энергоэффективных малоэтажных домов является актуальной задачей.

На рис. приведена динамика потребления населением газа и твердого топлива в пересчете на произведенную тепловую энергию.



Доля газа (□) и твердого топлива (■) в производстве тепла индивидуальными установками, используемыми населением

Теплотехнический расчет здания подробно описан во множестве методических указаний и сводится к расчетам тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции здания (стены, окна, пол, потолок) по формуле, Вт:

$$Q_{\text{огр}} = \frac{F_{\text{огр}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n}{R_0},$$

где $F_{\text{огр}}$ – площадь ограждающей конструкции, м^2 ; $t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}$ – расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$; R_0 – общее сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$; n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху.

В работе рассматривается влияние площади и материала ограждающих конструкций на показатели энергоэффективности малоэтажного дома.

УДК 624.01:621.1(075)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СУНГАТУЛЛИН Р.Г., ТЫТАГИН А.М., УРАМОВ В.О.,
КГЭУ, г. Казань

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

В работе рассматривается влияние материала ограждающих конструкций на показатели энергоэффективности малоэтажного дома.

По данным ОАО «СО ЕЭС» потребление электроэнергии в Единой энергосистеме России в ноябре 2014 года составило 91,6 млрд. кВт·ч, что на 5 % больше объема потребления в ноябре 2013 года.

Задача заключается в сокращении потребления энергии, этого можно достичь путем частичной замены изоляции на более энергоэффективную, к примеру, на аэрогель, рассмотренную в монографии: «Наноматериалы и нанотехнологии в энергетике», Казань, КГЭУ, Т.2, с. 307-317.

На энергоэффективность зданий главным образом влияют уровень теплозащиты ограждающей оболочки здания, воздухозащита стыковых соединений наружных ограждений, в первую очередь окон, и наличие систем поддержания параметров внутреннего воздуха на заданном уровне. Степень энергоэффективности оценивается количеством израсходованной теплоты на отопление здания, которое при принятых конструктивных решениях наружных ограждений, уровне герметичности их стыковых соединений и степени реагирования системы отопления на изменение наружной температуры и подвижности воздуха обеспечивает поддержание требуемых параметров микроклимата в течение отопительного сезона. Нами проведена оценка энергоэффективности зданий по следующим показателям:

- удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_b за отопительный период по отношению к $^{\circ}\text{C}\cdot\text{суткам}$, Вт·ч/(м^2 $^{\circ}\text{C}$ сутки);
 - приведенный коэффициент теплопередачи ограждающей оболочки здания K_m , Вт/(м^2 $^{\circ}\text{C}$ сутки);
 - средняя кратность воздухообмена здания I , 1/ч.
- Дополнительными характеристиками, влияющими на энергоэффективность здания, являются:
- показатель компактности здания K_e ;
 - показатель остекленности фасада f .

УДК 621.31

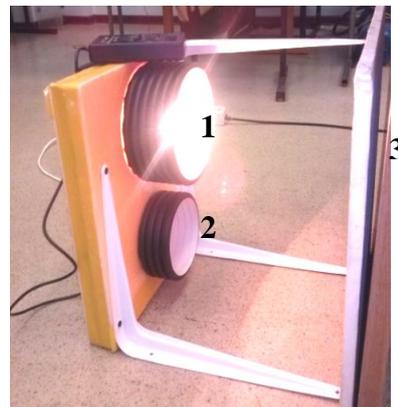
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ИК-ОТРАЖАЮЩИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

УСМАНОВ Ф.Р., КГЭУ, КЛЮЧНИКОВ И.О., КНИТУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. КЛЮЧНИКОВ О.Р.

Для рекомендации покрытий в качестве энергосберегающих необходима экспресс-оценка их ИК-отражающей способности. В связи с этим мы продолжаем совершенствование стенда КСУ – 1.

В новой установке мы дополнительно поставили ограждающие экраны которые предотвращают тепловую засветку датчика радиометра «Аргус-03». Исследуемые покрытия располагаются напротив датчика радиометра. Фото нового стенда показано ниже, где 1 – лампа накаливания; 2 – датчик радиометра «Аргус-03», 3 – исследуемое покрытие.

Нами были проведены исследования ИК-отражающих свойств некоторых покрытий. Методика проведения экспериментов: 1) включается радиометр «Аргус-03», в течение 30 минут его датчик приобретает температуру окружающей среды; 2) измеряется фоновое излучение; 3) устанавливается исследуемое покрытие; 4) включается лампа накаливания и через 5 секунд записывается показание радиометра, измерения проводятся 3 раза.



По данной методике показаны результаты исследований сравнительной ИК-отражающей способности тонких резиновых покрытий (ТРП) и ряда других материалов за вычетом фонового излучения $27,2 \text{ (Вт/м}^2\text{)}$: Алюминиевая фольга 6,1; ТРП с титановыми белилами 3,6; ТРП с алюминиевой пудрой 2,1; ТРП 1,9; Покрытие «Теплосил» 3,2; Гипсокартон 2,0; Гипсокартон покрашенный черной краской «Лакра» 0,6.

Как видно из экспериментальных данных, за эталон ИК-отражающего покрытия можно взять алюминиевую фольгу, лучшим из исследованных образцов оказался ТРП с титановыми белилами.

УДК 543.054.2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКУПЕРАТОРОВ ТЕПЛА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

ФАЙЗРАХМАНОВА А.Р., ШАКИРОВА Г.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук., д-р. хим. наук, проф. НОВИКОВ В.Ф.

В настоящее время рекуперация применяется с использованием приточно-вытяжных установок и центральных кондиционеров с наличием в них рекуперационного теплообменника.

Для объективной оценки рекуператоров тепла нами было проведено исследование в области сравнительной характеристики рекуператоров тепла различных типов.

Использование рекуператоров – одно из самых перспективных направлений в энергосбережении в области вентиляции и кондиционирования воздуха.

В качестве рекуператоров были выбраны пластинчатые, роторные, камерные и рекуператоры с промежуточными теплоносителями.

Роторный рекуператор – наиболее эффективный, эффективность утилизации тепла - до 90 %.

УДК 621.311

О ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ФИЛАТОВ Д.А., НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СОСНИНА Е.Н.

Устойчивое функционирование и развитие сельскохозяйственных предприятий (СХП) России во многом определяется энергоэффективностью их систем электроснабжения. Вовлечение в электротехнические комплексы СХП возобновляемых источников энергии (ВИЭ) позволит повысить надежность и качество электроснабжения, снизить энергоемкость производства продукции за счет уменьшения затрат на покупку электроэнергии и углеводородных энергоресурсов, улучшить экологическую обстановку. При этом важной задачей является выбор оптимального варианта энергоустановок (ЭУ) на ВИЭ, определяющих наилучшие эксплуатационно-технологические параметры и, в конечном счете, энергоэффективность проектируемой (модернизируемой) системы электроснабжения СХП.

Авторами предложен многокритериальный подход к выбору ЭУ на ВИЭ и оценке электротехнических комплексов (ЭТК) с ЭУ на ВИЭ. На основе метода взвешенных сумм критериев разработана методика, решающая задачу выбора оптимального варианта ЭУ на ВИЭ для заданных условий и позволяющая определить наилучший вариант соотношения «стоимость – эффективность эксплуатации». Методика предусматривает: отбор характеристик ранжирования ЭУ; заполнение матриц абсолютных и приведенных значений характеристик ЭУ; оценку

коэффициентов ценности критериев (независимую и на основании опросов экспертов) с последующим вычислением обобщенных коэффициентов; вычисление интегральной оценки альтернатив. Выбор энергоэффективного электротехнического комплекса с ЭУ на ВИЭ, осуществляется на основе многокритериальной теории полезности.

Применение разработанного подхода рассмотрено на примере системы электроснабжения животноводческого комплекса Нижегородской области, специализирующегося на выпуске мясомолочной продукции. В виду отсутствия в рассматриваемой местности гидроресурсов и достаточных ветроресурсов альтернативными источниками энергии рассматривались биогазовые ЭУ на навозе и солнечные ЭУ. Отбор моделей ЭУ проводился с помощью разработанной авторами автоматизированной информационной базы данных по ЭУ на ВИЭ.

Выбор ЭУ с оптимальными для заданных условий эксплуатационно-технологическими параметрами позволил на 80 % сократить потребление электроэнергии из ОЭС, разгрузить сельские электросети, сократить потери электроэнергии, повысить энергоэффективность СХП.

УДК 66.067.8.09

СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

ФУНТ А.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. НОВИКОВ В.Ф.

Долгие годы и столетия водоподготовка не выделялась как отрасль техники и еще менее – как отрасль химической технологии. Использовались эмпирически найденные приемы и способы очистки воды, главным образом, противомикробные. И потому история водоподготовки – это история приспособления для подготовки и очистки воды известных химических процессов и технологий, нашедших или находящих свое применение.

В своей работе мы хотим рассмотреть и сравнить следующие методы обеззараживания воды:

1. аппаратные методы очистки:

- мембранные системы и установки очистки воды;
- анионирование воды.

2. озонирование.

УДК 628.162-5

ВЛИЯНИЕ НАНОПРИСАДОК НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КОТЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

**ХАБИБУЛЛИНА Р.В., АХМЕТВАЛИЕВА Г.Р.,
САЛИХЗЯНОВА Д.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЗВЕРЕВА Э.Р.**

Работа тепловых электростанций и котельных на остаточных топливах требует решения ряда теоретических и эксплуатационных проблем, связанных с тем, что качество топлива, поступающего на предприятия топливно-энергетического комплекса, снижается в связи с увеличением в топливе доли тяжелых остаточных фракций за счет более глубокой переработки нефти. Во многих случаях для эффективного использования тяжелых топлив требуется применение специальных присадок.

В последнее время в энергетике наблюдается бурный рост применения наноматериалов и нанотехнологий, которые используются для совершенствования технологии создания топливных и конструкционных элементов, повышения эффективности существующего оборудования и улучшения технологических свойств топлив.

Опыт применения углеродных нанотрубок (УНТ) в качестве добавок к моторным топливам показал положительные результаты в улучшении свойств легких нефтепродуктов, в связи с этим имеются основания для более детального изучения возможностей использования добавок с углеродными нанотрубками с целью повышения качества котельного топлива, путем улучшения его эксплуатационных и экологических свойств.

При 85 °С наблюдается снижение значений вязкости смеси мазута с раствором ДСН и многослойными нанотрубками «Таунит» на 9,52 % и 11,9 % соответственно относительно вязкости чистого мазута (процент выражен в относительной величине).

Как показали экспериментальные исследования вязкости смеси водотопливной эмульсии (ВТЭ) с многослойными нанотрубками «Таунит», а также смеси с раствором анионного ПАВ – додецилсульфата натрия (ДСН) в концентрации 100 мМ, наблюдается снижение динамической вязкости в зависимости от скорости перемещения слоев топлива, что связано с модификацией поверхности кристаллов парафинов таким образом, что они теряют способность к слипанию.

УДК 669.1.045-41

ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ГОТОВОГО ПРОКАТА

**ХАЙРУЛЛИН И.А., МАТВЕЕВ С.В.,
МГТУ им. Г.И. Носова, Магнитогорск
Науч. рук. д-р. техн. наук, проф. КАРТАВЦЕВ С.В.**

В 2013 году выплавка стали в Российской Федерации составила порядка 69,4 млн. т/г [1]. Почти 90 % – стальной прокат. Для производства одной тонны проката необходимо около 1,2 тонн условного топлива [2].

Лист, выходящий после теплотехнологии горячей прокатки выходит после последней клетки с температурой равной 1000 °С и охлаждается до температуры смотки листа в рулон равной 500 °С технической водой. При этом порядка 350 МДж тепловой энергии с каждой тонны отводится в окружающую среду.

Задачей данной работы является исследование возможности теплотехнологической регенерации отведенной теплоты на нагрев заготовок перед печью.

Возможным решением поставленной задачи может быть замена охлаждающей воды на теплоносители с более широким интервалом рабочих температур. Наибольший интерес вызывают высокотемпературные (жидкометаллические) теплоносители, такие как Li, Na, Сплав С13, Сплав Na+K, применяемые в атомной энергетике для генерации насыщенного и перегретого пара. Слябы, которые находятся на складе, имеют температуру окружающего воздуха.

С учетом свойств жидкометаллических теплоносителей существует возможность нагрев этих слябов до 800 °С за время порядка 30 мин, что может позволить экономить природный газ, который необходим для нагрева заготовок в печи перед прокаткой. Данное мероприятие может позволить экономить до 12 кг.у.т. с каждой тонны проката.

УДК 536.243

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ В ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩЕМ УСТРОЙСТВЕ В УСЛОВИЯХ НЕСИММЕТРИЧНЫХ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ПОТОКА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

ХАЙРУЛЛИНА Г.Н., ХАЙРУЛЛИН А.Р., ХАЙБУЛЛИНА А.И.,
КГЭУ, г. Казань

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

Возросшая стоимость энергоносителей и всех видов природных ресурсов диктует создание нового высокоэффективного теплообменного оборудования. Одним из способов повышения коэффициента теплоотдачи является создание пульсаций потока.

В данной работе моделировалась гидродинамическая картина в теплопередающем устройстве при наложении на поток низкочастотных несимметричных пульсаций потока теплоносителя. [1] Моделирование проводилось методом характеристик, при частотах $f = [0,166; 0,5]$ Гц, при числе Рейнольдса $Re = [100; 400]$ и при постоянной амплитуде $A = 0,018$ м потока жидкости. В результате математического эксперимента были получены значения пульсаций скорости в теплообменном аппарате (рис.). Используя результаты исследования можно будет смоделировать процессы теплообмена в теплопередающих устройствах при наложении на поток низкочастотных несимметричных пульсаций.

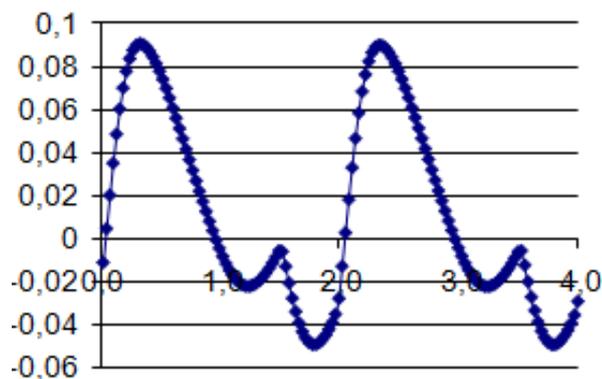


График изменения скорости потока по времени при $Re = 100$; $f = 0,5$; $A = 0,018$ м

Литература

1. Хайруллина Г.Н. Исследование теплообмена в волнистом канале при наложении на поток низкочастотных противоточных пульсаций / Г.Н. Хайруллина // Материалы докладов IX Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения». – Казань, 2014. – С. 107.

УДК 544.169

ПОИСК ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ЭЛЕКТРОННЫМИ СВОЙСТВАМИ МОЛЕКУЛ ВИДА ЭХЗ И ПАРАМЕТРАМИ РЯДА ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

ХАЛИТОВ К.Ф., ИСЛАМОВА С.И., КГЭУ, г. Казань

В работе, проведен поиск функциональных зависимостей между различными параметрами, отражающими особенности строения молекул вида ЭХЗ, содержащих элементы пятой группы периодической системы. Показано, что между величинами разности первых потенциалов ионизации атомов и молекул (ΔE) и валентными углами α для трехкоординированных соединений вида ЭХЗ ($\text{Э} = \text{N, P, As, Sb}$; $\text{X} = \text{F, Cl, Br, I, CN}_3, \text{C}_6\text{H}_5, \text{SiH}_3$), наблюдаются прямолинейные зависимости. Анализ полученных функций для рядов ЭХЗ указывает на различные значения производных $\partial(\Delta E)/\partial\alpha$, характеризующих изменение потенциалов ионизации неподделенных электронных пар атомов Э (N, P, As, Sb) от угла α , величины которых уменьшаются в ряду с заместителями X седьмой, шестой и четвертой групп периодической системы.

$\text{X} = \text{Hlg} > \text{OR, SR} > \text{Me, C}_6\text{H}_5, \text{SiH}_3$. Из сопоставления величин экспериментальных дипольных моментов μ и потенциалов ионизации ΔE для рядов ЭХЗ получены экспоненциальные функции вида:

$$\mu = \mu_0 + A_1 \cdot \exp [-(B \cdot \Delta E)].$$

В рамках модели отталкивания электронных пар валентной оболочки показано, что молекулярные дипольные моменты можно разложить на моменты ионов отдельных атомов, которые закономерно изменяясь, переносятся из одной молекулы в другую в пределах рассматриваемых рядов соединений.

Знание этих функциональных зависимостей, с учетом энергии возбуждения $\delta E = h\nu$, позволило рассчитать изменения дипольных моментов ($\Delta\mu$) в колебательно-возбужденных состояниях. Используя полученные значения $\Delta\mu$ оценены величины интенсивностей симметричных валентных ν_s и деформационных δ_s колебаний ИК-полос всех соединений рядов ЭФЗ и ЭСЗ. Для обоих рядов с увеличением радиуса центрального атома Э (N, P, As, Sb) интенсивности для колебаний δ_s, ν_s возрастают. При этом замена заместителя $\text{X} = \text{F}$ на Cl приводит к значительному уменьшению значений

интенсивностей поглощения при соответствующем переходе от фтор-к хлорзамещенным.

Полученные функциональные зависимости позволяют провести оценку значения изменения валентных углов ($\Delta\alpha$) и длин связей (ΔR) исследованных молекулах.

УДК 621.311.26

АНАЛИЗ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ВЕТРА НА ТЕРРИТОРИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ

ЧЕРНОВ Д.А., НИУ МЭИ, г. Москва

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ТЯГУНОВ М.Г.

Анализ моделей вертикального профиля ветра по данным фактических наблюдений на площадках 7 ветроизмерительных комплексов (ВИК) на территории Дальневосточного Федерального округа (ДФО) и их сопоставление с моделями из СБД «Вертикальный профиль ветра» [1] позволили сделать следующие выводы:

На предпроектных стадиях оценки среднегодовой скорости ветра на различной высоте в регионах ДФО рекомендуется применять эмпирическую зависимость среднегодового коэффициента Хеллмана m_0 от среднегодовой скорости ветра V_0 на высоте 10 м вида $m_0 = 0,6827 \cdot V_0^{-0,914}$ из СБД «Вертикальный профиль ветра» [1].

На территории ДФО для пересчета повторяемости скорости ветра на высоту оси ветроколеса ВЭУ рекомендуется применять теоретическое распределение Вейбулла. При отсутствии данных измерений ВИК параметр γ распределения Вейбулла на разной высоте допускается принимать равным значению, определенному по фактическим данным на площадках наземных метеостанций (МС) на высоте 10 м.

Для получения эмпирических зависимостей внутригодового изменения параметра m от среднемесячной скорости ветра $m_l(V_l)$ требуется период наблюдения не менее 5-10 лет, так как данные годового цикла ветромониторинга ВИК могут не соответствовать среднегодовому году, данные которого представлены в СБД «Вертикальный профиль ветра» [1].

Анализ влияния внутригодового распределения коэффициента Хеллмана на выработку электроэнергии ВЭС показал:

Учёт шероховатости и орографии местности повышает точность определения выработки перспективной ВЭУ в среднем на 10 %.

Повышение обеспеченности на 40 % при расчёте выработки электроэнергии ВЭС приводит к снижению коэффициента использования установленной мощности КИУМ в среднем на 8-9 % по всем моделям ВЭУ.

Литература

1. Свидетельство о гос. регистрации базы данных №2012620870. Специализированная база данных «Вертикальный профиль ветра» / Васьков А.Г., Дерюгина Г.В., Тягунов М.Г., Чернов Д.А.

УДК 625.855;577.4

ДИАГНОСТИКА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

ШАЙХУТДИНОВА Д.Ф., КГЭУ, г. Казань
Научн. рук. д-р. канд. наук, проф. НОВИКОВ В.Ф.

В настоящее время состояние окружающей природной среды является одной из наиболее острых социально-экономических проблем, затрагивающей интересы каждого человека. В условиях ускоренного развития промышленности и сельскохозяйственного производства, строительства, транспорта и других отраслей народного хозяйства, охрана окружающей среды стала одной из важнейших задач, решение которой непосредственно связано с сохранением здоровья человека.

Снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха токсичными веществами от антропогенных источников является одной из важнейших проблем современной цивилизации. С этой целью на промышленных предприятиях регулярно проводится комплекс мероприятий, направленных на уменьшение количества выбросов вредных веществ в атмосферный воздух и снижение их концентрации, что способствует оздоровлению окружающей среды и предотвращает попадание в нее опасных для здоровья человека веществ.

Целью настоящей работы заключается в выборе оптимальных приборов и методов контроля воздушной среды производственных помещений. В соответствии с этой целью была проведена оценка методов анализа воздушной среды. Установлено, что наиболее оптимальным

методом является хроматографический анализ, который позволяет в процессе однократного ввода пробы получать информацию о большом ассортименте загрязняющих веществ присутствующих в воздушной среде производственных помещений.

УДК 621.316.1

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ НА ИНФИЛЬТРАЦИЮ

ШАКУРОВА Л.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ИГОШИН В.А.

Мы живем в XXI веке, строим современные дома, здания, торговые центры и, конечно же, немаловажным является проблема правильного проектирования здания с учетом баланса экономии энергии. Если здание проектируется с целью дальнейшего его функционирования в обеспечении нормальной жизнедеятельности людей, то должны быть приняты все меры по предотвращению утечки тепла. В своей работе я рассматриваю вопрос об инфильтрации и влияние ее на энергосбережение.

В свою очередь, инфильтрация представляет собой естественный приток наружного воздуха в помещение, за счет которого возникает большая часть потерь тепла в отопительный сезон. Существует множество комплексных мер, направленных на снижение потерь на инфильтрацию, которая дает возможность снизить потери тепловой энергии на 40-50 %.

Наряду с негативными последствиями данного явления, нельзя не отметить и положительный эффект инфильтрации: она является источником свежего воздуха в помещениях, что обеспечивает людям комфортную среду обитания. Следовательно, мы должны находить компромисс между соблюдением санитарных норм и проведением необходимых мероприятий по энергосбережению. Должны быть приняты все меры для того, чтобы уменьшить неконтролируемую инфильтрацию наружного воздуха. Самыми простыми и доступными для нас являются: устранение щелей, регулирование работы вытяжек, утепление окон, установка устройств автоматического закрывания дверей.

Решив проблему инфильтрации наружного воздуха, мы сможем сэкономить значительное количество энергии.

УДК 543.3

РАСЧЕТ ЧАСТОТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ТРЕХКОНТУРНОГО РЕЗОНАТОРА

ШАМИГУЛОВА А.М., ИЛЬИН О.В. КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. ПОПОВ Е.А.

На базе трансформаторного метода разрабатывается бесконтактный двухканальный кондуктометрический преобразователь для непрерывного контроля качества воды в сетях тепло- и водоснабжения. Разрабатываемый прибор базируется на устройстве для измерения электрической проводимости жидкостей.

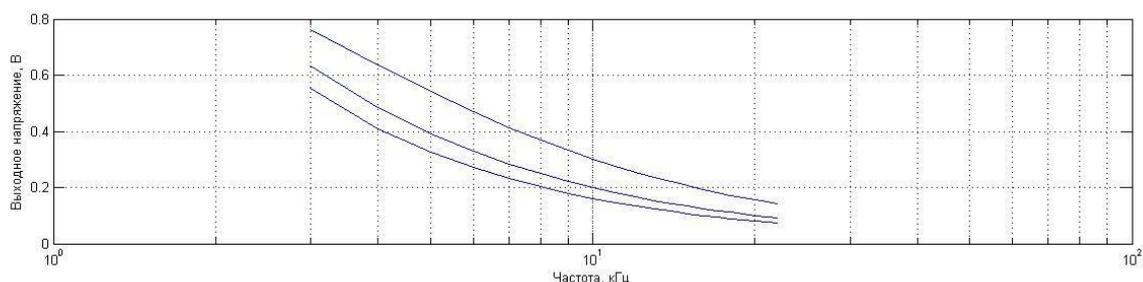
Целью моей работы является получение математической модели разрабатываемого бесконтактного двухканального кондуктометрического преобразователя и последующая экспериментальная проверка теоретических выводов.

Такой расчет немислим без привлечения средств вычислительной техники. Для выполнения вычислений был использован пакет MATLAB.

Частотная зависимость выходного напряжения рабочего и сравнительного каналов преобразователя строится с помощью эквивалентной электротехнической схемы трёх резонансно-связанных колебательных контуров и имеет следующий вид:

$$U_{(i)}^{(вых)}(\omega) = U_{(i)}^{(num)}(\omega) \frac{Z_{21(i)} Z_{32(i)} Z_{H(i)}}{Z_{11(i)} (Z_{22(i)} Z_{33(i)} - Z_{32(i)} Z_{23(i)}) - Z_{12(i)} Z_{21(i)} Z_{33(i)}} .$$

С помощью комплексного импеданса была построена частотная зависимость выходного напряжения. Затем были построены графики зависимостей выходного напряжения от частоты (частотный диапазон от 3 до 22 кГц) при различных значениях параметров отдельных контуров резонатора.



УДК 621.313

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ БЮДЖЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ШИШОНИН Ю.О., НИИТТ (филиал) КНИТУ-КАИ, г. Нижнекамск
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. ИЗОТОВА П.А.

В условиях устойчивой тенденции роста цен на энергоносители, истощения природных ресурсов и ограниченности бюджетных средств наиболее актуальной в последние годы продолжает оставаться проблема создания эффективного механизма рационального использования энергетических, ресурсных и финансовых затрат в бюджетной сфере. Незрелость мотивационного механизма стимулирования работников, отсутствие финансирования по вопросам повышения квалификации в области эффективного использования энергетических, финансовых и ресурсных затрат, недостаток методических и методологических разработок приводит к ежедневным неоправданным потерям в электроэнергии, холодной и горячей воды, тепла, газа в каждой бюджетной организации. В масштабах Муниципального образования – это уже составляет десятки тысяч рублей неоправданных потерь ежедневно, которые целесообразно использовать на иные социальные нужды города и района.

В свете указанных проблем важное значение приобретает актуальная задача разработки и совершенствования системы эффективного использования энергоресурсов в бюджетной сфере Муниципального образования.

Проведенный в отдельных бюджетных организациях анализ показал, что утвержденные нормы удельных расходов энергоресурсов во многих случаях не стимулируют их экономии, а установление нормативных значений от базового показателя с учетом 3-5 % экономии не может применяться в современных условиях работы бюджетных организациях.

В условиях устойчивой тенденции роста цен на энергоносители, истощения природных ресурсов и ограниченности бюджетных средств наиболее актуальной в последние годы продолжает оставаться проблема создания эффективного механизма рационального использования энергетических, ресурсных и финансовых затрат в бюджетной сфере.

Для решения выше указанных проблем разработана программа энергосберегающих мероприятий.

УДК 536.7

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ЯМАЛЕТДИНОВ А.А., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. д-р. экон. наук, доц. КИЯМОВ И. К.,
канд. техн. наук, доц. ВАХИТОВА Р.И.

Россия выбрала курс на широкое внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий, которым присвоен статус приоритетных. Сегодня экономическая ситуация в мире такова, что эти технологии стали единственным гарантом развития и сохранения бизнеса.

Квантовая полирезонансная активация (КПРА) – это принцип, позволяющий управлять энтропией на молекулярном уровне. Основным условием возникновения КПРА является энергетическое соответствие. При этом, сколько энергии поглощается, вызывая КПРА, столько и высвобождается. Применение принципа КПРА заключается в введении необходимого количества наноактиватора в топливо.

Для жидкотопливных электростанций, применение активаторов мазута даст снижение вязкости, а при его сжигании произойдет активация топочных газов, снизится теплоемкость отходящих газов на 8-9 Дж/(моль·К). Увеличится температура ядра факела на 100-150° С, в результате чего наблюдается снижение удельного расхода до 15 %.

Для газовых и угольных электростанций применяется водный раствор наноактиватора, который инжектируется в топочное пространство котла либо во вторичный воздух. Наблюдается снижение удельного расхода топлива на 5-7 % при расходе наноактиватора около 0,5 г/т угля или 1 тыс. м³ природного газа.

Для жидкотопливных электростанций, применение активаторов мазута дает снижение удельного расхода топлива на 15 %.

Для газовых и угольных электростанций применение водных растворов наноактиватора позволяет снизить расход топлива на 5–7% при расходе наноактиватора около 0,5 г/т угля или 1 тыс. м³ природного газа.

Сегодня различные наноактиваторы производятся в США – eeFuel, а в России – продукт ХАЛФРИД («Химический концерн Халфрид» г. Москва).

Делая вывод, можно сказать, что применение наноактивных частиц может дать хороший экономический эффект и способствовать энергосбережению.

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ: ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

СЕКЦИЯ 1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Афанасьев И.А. Вариации полуширин спектральных линий водяного пара в зависимости от вращательных квантовых чисел в широком диапазоне температур 200-3000 К.	3
Будин А.Г., Позолотин А.П., Зырянов И.А. Интенсификация процесса горения полимера в канале	4
Газизуллин Р.К., Шарапов А.А. Экспериментальное определение параметров звукоизоляции прямоугольной пластины с энергопоглощающим покрытием и без него с определением поля звукового давления в камере высокого давления акустической лаборатории реверберационного типа	5
Додов И.Р. Математическая модель радиационного теплообмена для моделирования теплообменных процессов в топках энергетических агрегатов	6
Евграфова К.И. Расчет изгиба пластины с учетом эффекта памяти формы	7
Егорова Е.С. Учет степени черноты в излучении серого тела ...	8
Медведева П.В., Шаймухаметова А.Ш. Теоретическое исследование движения капли при аэродинамическом взаимодействии с газом	9
Орлова Е.Г., Феоктистов Д.В. Растекание капли воды на твердых поверхностях	10
Пахмутов А.А. Перспективы использования биотоплива в теплоэнергетике Кировской области	11
Попков А.А. Математическая модель и исследование физических свойств пропана при его протекании через несплошность в металлической стенке	12
Попкова О.С. Определение устойчивости колебаний в резонаторной трубе аэрозольного генератора.	13
Рахматуллина Д.А., Массалимова Л.К. Моделирование закона радиоактивного распада	14
Рукавишников Р.В. Повышение энергоэффективности котлов, работающих на торфе, в Кировской области	15
Халитова М.Ф. Влияние межмолекулярных взаимодействий на сдвиг частот в спектрах поглощения	16

Шарипов И.И., Шарипова Ф.И. Изучение горения вышибных зарядов для установки импульсного пожаротушения	17
Юдахин А.Е. Переходный термический процесс в твердом теле.	18

СЕКЦИЯ 2. ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

Абзалин Р.Р., Анкудинов А.В. Система отопления здания с автономным приводом циркуляционного насоса	19
Аловадинова Х.Н. Использование теплоты жидкой стали в кристаллизаторе МНЛЗ	20
Анисимов П.Н. Разработка энергоэффективной когенерационной установки, работающей на биотопливе	21
Анисимов П.Н., Медяков А.А. Разработка теплогенерирующей установки на базе устройств каталитического сжигания биотоплива.	22
Багаутдинов И.З. Исследование эффективности применения интенсификаторов теплообмена численными методами	23
Байрамгулова Л.З., Гимаева Г.А., Ефремов А.В. Когенерационные установки – приоритетное направление развития топливно-энергетического комплекса.	24
Батищева К.А. Физические процессы поведения капли жидкости на поверхности нагрева	25
Баширова Э.И. Достоинства и недостатки ветровых электростанций	26
Бушуев А.Н. Критерии эффективности автономной системы энергообеспечения дуговой сталеплавильной печи	27
Галимова А.С., Никитина К.Н. Поквартирный учет расхода тепла	28
Гайнетдинов А.В., Шакиров Р.Р. Транспортировка и газификация водоугольного топлива	29
Гапоненко С.О. Устройство для определения трассировки и диагностики трубопроводов, оборудованных проводами системы дистанционного контроля	30
Дебердиев Т.Р. Исследование отказов тепловых сетей города Казани	31
Демин Ю.К., Слепова И.О., Рахимова Л.М., Бабин Р.В. Тригенерационная схема по производству сжатого газа, электроэнергии и холода.	31
Дьяконов А.А., Крайнева А.А. Повышение энергетической эффективности системы теплоснабжения общественного здания.	32
Закожурникова Г.С. Расчет поля давления в пористой среде с реагирующими компонентами.	33

Захарова В.Е. Примеры использования различных конструкций ветряных установок	34
Зиганшин А.А. Утилизация тепла воздушного потока вытяжной вентиляции	34
Зиннатов Д.И. Вертикальный гравитационный сепаратор по газу.	36
Зиятдинов Р.М. Мазутное хозяйство.	37
Ивакина Е.А., Сергашов Е.В. К расчету температуро-проводности и потока теплоты по температурному полю пластины. . .	38
Ильясова Г.Р. Особенности конструкции солнечных коллекторов.	39
Исламова А.М. Методы очистки сточных вод	39
Исмаилова Г.М. Особенности построения каскадных гидроэлектростанций	40
Исянгильдина Л.Х., Запарнюк М.Н., Демин Ю.К. Повышение эффективности использования теплоты топлива	41
Калинина М.В. Особенности конструкции солнечных коллекторов.	42
Калмыкова Н.С., Мурашова В.Н. Возможность применения ORC в МНЛЗ.	43
Кашапова А.Р. Особенности конструкции биоэнергетических установок	44
Клюжев К.А., Фурзиков А.А. Бытовой аккумулятор тепла	45
Котлячкова А.А. Способы энергосбережения выпарных аппаратов	46
Малахов А.О. Проблемы акустической томографии трубопроводов	47
Миннетуллин Р.М. Проектирование аварийной вентиляции для цеха по покраске металлических изделий.	48
Молгачев А.Ю. Термическая переработка топлив – залог энергосбережения.	49
Морозов А.Н. Использование двигателя Стирлинга в энергетических установках.	50
Мударисова Т.А., Магданова Л.Р. Исследование теплового режима потребителей при изменении расхода, температуры сетевой воды и коэффициента смешения.	51
Мутигуллин Р.З. Поиск утечек трубопроводов акустическим способом.	52

Назарычев С.А., Салыхова Р.Р. Оценка скрытых дефектов трубопроводов методом импульсной фазовой термографии	53
Нуркаева Р.Р. Современные методы подготовки питьевой воды.	54
Сабирава Ф.Ф., Моряшов А.А. Интенсификация теплообмена при пульсирующем движении потока теплоносителя.	55
Садыков А.Р., Яковлев А.В. Паровой привод циркуляционного насоса в системе отопления	56
Семенов К.Д. Гибкий манипулятор для диагностирования энергетического оборудования	57
Ситдинов Р. Р. Использование системы теплых полов при работе от теплового насоса	58
Ситдикова А.А. Выбор перспективных теплоносителей для решения энергетических задач	58
Сулейманов М.Г. Решение упрощенным зональным методом внешней задачи теплообмена в садовой печи	59
Хакимзянова Г.Ф. Тепловые насосы с приводом от двигателя внутреннего сгорания	61
Халилова Э.А. Анализ децентрализованных систем теплоснабжения	62
Хасанова Р.В. Совершенствование системы промежуточного охлаждения тубокомпрессоров в составе ВРУ	63
Хафизов Р.Г. Условия применения двигателя Стирлинга в ближнем космосе	63
Чернов Н.И., Хисматуллин А.С. Система автоматического контроля наличия и концентрации газов в трансформаторном масле силовых трансформаторов	64
Шагалова М.С. Моделирование камерной печи с выкатным подом в пакете SolidWorks	65
Шарафисламова Э.А. Особенности конструкций ветроэнергетических установок	66
Lapateev D.A., Yablokov A.A. Study of ventilation system types of dwellings, schools and kindergartens in some eu countries and Russia and development of climate chamber for testing of ventilation systems.	67
Lapateev D.A., Smirnov N.N. Efficient use of energy-saving windows in conditions of Russia and France.	68

СЕКЦИЯ 3. ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

Аверин Н.И. Разработка способов снижения конечных потерь в турбинных решетках паровых и газовых турбин	69
Ашмарина Н.Г. Расчет параметров настройки регулятора общего воздуха энергетического котла	70
Буянова Е.Н. Экспериментальная настройка регулятора общего воздуха энергетического котла	72
Васильева С.Ю. Получение дополнительной мощности на ТЭС путём применения турбодетандерных агрегатов.	73
Виноградов А.С. Власов С.М. Подготовка химочищенной воды на ТЭС.	74
Власов Н.В., Трухин Д.С. Разработка лабораторных стендов очистки воды на ТЭС и АЭС	75
Водениктов А.Д. Повышение надежности трубопроводных систем ТЭС и АЭС	76
Гафуров А.М. Повышение экономической эффективности ТЭС при генерации электроэнергии в зимний период времени	77
Каримова Э.Р. Сравнительный анализ газопоршневой и газотурбинной установок.	78
Ключников Д.И. Работа энергетического котла ПК-47 в составе блока К-200-130 на пониженных нагрузках	79
Конченко М.А. Оценки термодинамической эффективности регулирования мощности энергоблока	80
Марьин Г.Е. О возможных путях повышения мощности, надежности и экономичности газотурбинных установок.	81
Машина Н.Н. Исследование экономической целесообразности совместной работы газотурбинной установки ГТЭ-110 и энергетического котла на твердом топливе в составе блока 300 МВт	82
Минибаев А.И., Сеидов Э.М. Применение электромембранных технологий в энергетике Российской Федерации	83
Мокеев А.Г. Разработка блока проверки знаний для электронного учебника по дисциплине «Водоподготовка на ТЭС»	84
Мялкин Е.С. Внедрение энергоблоков повышенной эффективности при модернизации действующего оборудования ТЭС	85
Насыйрова М.Р. Газопоршневые электростанции	86
Низамов И.С. Термоэлектрический генератор для тепловых двигателей.	87
Панов А.Н. Диалоговая система определения расхода пара на сетевые подогреватели и величины подпитки теплосети.	88

Петров А.С., Ростунцова А.А. Эффективность использования двигателей внешнего сгорания как альтернативного вида энергии	89
Полетаев А.А. Анализ повышения эффективности схем низкопотенциальной части блока АЭС с ВВЭР-1000	90
Разакова Р.И., Гильфанов Б.А. Исследования влияния концентрации и природы компонентов на углекислотные равновесие в системе $\text{CaCl}_2\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaOH-H}_2\text{O}$ методом потенциометрического титрования.	91
Румянцев Р.О. Диалоговая система определения параметров водяного пара в характерных точках процесса расширения пара в турбине.	92
Салтанаева Е.А. Обработка отверстий в форсунках для газотурбинных теплостанций	93
Сафин Р.Ф. Условие целесообразности переработки выгружаемого топлива энергоблоков АЭС	94
Сираев И.Ш. Экономичность замены турбопривода ПН-1135-340 на газотурбинный привод.	95
Сорокина А.Я. Промышленные испытания нового автоматического анализатора примесей водного теплоносителя	96
Хазов П.С. Исследование возможности применения широкоугольных диффузорных седел в стопорных и регулирующих клапанах паровых турбин	97
Хасанов Н.Г. Оценка осреднённой эффективной теплоёмкости рабочих тел газотурбинной установки с промежуточным охлаждением воздуха в компрессоре	98
Хуснутдинова Э.М. Энергосберегающие мероприятия на мазутных хозяйствах тепловых электрических станций	99
Ямаева А.М. Принцип работы системы утилизации тепла	100

СЕКЦИЯ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ, НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Абдулгужина И.Р., Матвеев С.В. Генерация электроэнергии за счет теплоотвода в зоне вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок	101
Абрамов И.Д. Эффективность применения энергосберегающих технологий при эксплуатации энергоблоков	102
Аипов Р.Р. Охладительные системы оборудования работающие на принципе испарения вещества	103

Алексеев А.М. Система обогрева теплиц на базе возобновляемых источников энергии.	104
Аль-ауфи А.М. Методика исследования эффективности ортогонально расположенных солнечных элементов	105
Аскадеева Э.Р., Гасилина И.А. О проблемах теплоснабжения автозаправочных станций	106
Астраханов М.В. Вопросы интенсификации теплообмена в работах профессора кафедры ТОТ КГЭУ В.В. Олимпиева.	106
Бакулин А.В., Ашихмина А.А. Разработка оптимальной системы воздушно-аккумулирующей электростанции на основе методов математического моделирования	107
Бакулин А.В., Федюхин А.В. Анализ энергетической эффективности применения когенерационных установок на основе термической конверсии местного твердого топлива.	108
Баширова А.И., Хакимов И.С. Сорбционная очистка сточной воды предприятий с использованием природных цеолит содержащих пород Татарско-Шатрашановского месторождения.	109
Белов Р.Б. Потенциал энергосбережения при первичной переработке нефти.	110
Белов Р.Б., Федюхин А.В. Моделирование ПГУ с внутрицикловой газификацией твердого топлива в компьютерной среде Aspen Plus.	111
Белозёрова Е.А., Пегова К.В. Обзор развития возобновляемых источников энергии в странах БРИКС.	112
Бледных Д.М. Обоснование необходимости разработки комплексной системы измерения рисков в энергетических компаниях.	113
Богаткина М.П. Анализ качества регулирования отопительной нагрузки.	114
Бондарчук Л.И., Егошин А.Н. Пути повышения нормативной надежности тепловых сетей МУП «Йошкар-Олинская ТЭЦ-1»	115
Вараксин А.В., Габитов Р.Н. Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи в процессе сушки органической части твердых бытовых отходов	116
Галимов М.И. Внедрение ветроустановок в районах Крайнего Севера	117
Галимов Ф.Р. Сравнительная характеристика источников света	118
Гатиятуллин Т.Р. К вопросу использования энергии солнца как источника электрической энергии.	119
Герантьева А.А. Энергосервисные компании.	120
Гильмутдинов Р.Ф. Энергосбережение в системах обогрева помещений приборами газового лучистого отопления.	121

Гилязова Л.М. Изучение энергосберегающего режима использования ПУ в технологиях кислотной обработки и водоизоляционных работ в призабойной зоне нефтенасыщенного пласта (ПЗП)	122
Горбунцова М.А., Авдонин В.В. Ветроагрегат микроВЭС балконного типа.	123
Давлетшин А.А. Экспериментальный стенд для исследования процесса вытеснения нефти с использованием оторочек диоксида углерода в сверхкритическом состоянии и воды на модели однородного нефтяного пласта	124
Дунаев В.А., Лоншаков Н.А. Повышение эффективности работы второго контура АЭС с использованием нейросетевых технологий	125
Егиазарян А.С. Энергосбережение в процессах «нагрев-деформация»	126
Егошин А.Н., Бондарчук Л.И., Лопкин С.Н. Тепловизионное обследование тепловой изоляции трубопровода тепловой сети	127
Забродин Н.Г. Портативное устройство каталитического сгорания генераторного газа.	128
Зайнуллина Г.Р. Расчетная характеристика вентиляционной сети	129
Закиев И.Д. Исследование процесса вытеснения нефти диоксидом углерода в сверхкритическом состоянии из модели обводненного нефтяного пласта	130
Исмаилова К.Ф., Фролова А.Л. Подготовка мазута к сжиганию для улучшения технико-экономических характеристик котельных установок	130
Исхакова А.У. Переработка отходов производства и потребления с использованием их ресурсного потенциала	131
Кабанов О.В. Влияние качества электроэнергии на энергосбережение	132
Казанков А.А. Модульные энергетические установки на основе микротурбинных технологий, для децентрализованного производства электрической энергии.	133
Казанцева Н.С. Оптимизация микроклимата объектов культурно-бытового назначения с применением инновационного энергосберегающего оборудования	134
Каримова В.С. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в России.	135

Карсаков А.Ю. Асинхронные вентильные генераторы для микроГЭС	135
Кашапова Л.М. Утилизация тепла осветительных приборов.....	137
Кисилыхов Н.Н. Использование газогенераторов в системе электроснабжения Крайнего Севера	137
Колояров Е.А., Пашали В.М., Денисенко А.В. Экономическая эффективность увеличения высоты башни ветроэнергетической установки.	138
Кочнева О.Н. Защита окружающей среды и решение проблем рациональной нефтепереработки.	139
Краснова Н.П., Мжельская О.Ю. Применение газонаполненной пленки для увеличения энергоэффективности трубопроводов	140
Крюков П.В. Перспективы разработки автономных фотоэлектрических установок.	141
Крюков Е.В., Шашкин А.П., Веселов Л.Е. К вопросу о применении энергоустановок на основе ТОТЭ для электроснабжения ответственных потребителей	142
Липужин И.А. Исследование устойчивости ветро-дизельного комплекса с использованием имитационного моделирования	143
Мартьянов Н.А. Анализ влияния влажности воздуха на изменение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала солома-каучук	144
Местников Н.П. Актуальность эксплуатации БПГЭС в условиях Крайнего Севера	145
Мингараев А.Р., Петухов Д.М. Очистка биогаза	146
Мирзошарифзода Н.Д., Богаткина М.А. Работа автоматического погодного регулятора в нестационарных условиях.	147
Муратова Т.В., Власова В.А. Экспериментальное определение влажности слоя твердых бытовых отходов в процессе сушки.	148
Набиуллина А.Р. Биогаз – альтернативный источник энергии ...	149
Низамеев Б.М. Оптимизация системы энергоснабжения как способ повышения энергетической эффективности промышленного предприятия	150
Николаев А.В. Использование энергии потока воздуха в диффузорном канале шахтной главной вентиляторной установки с целью непрерывной выработки электроэнергии	151
Парёхина И.В. Исследование эффективности теплонасосной установки в системе утилизации теплоты влажных вентиляционных выбросов	152

Петракович М.А., Матвеев С.В. Бестопливная ГТУ на теплоте жидкой стали	153
Пророкова М.В. Учет микроклимата при внедрении энергосберегающих мероприятий	154
Пшеничнова Е.Е. Разработка стендов для исследования эффективности энергоснабжения многозональной системы создания микроклимата	155
Садртдинов А.А. Преобразование солнечной энергии в топливный водород	156
Садриева (Хадиева) Г.К. Сравнение сопротивления теплопередаче листов из органического и неорганического стекла	157
Степанова Ю.Э. Создание стенда для исследования работы систем кондиционирования с включением оборудования различной энергетической эффективности	158
Сунгатуллин Р.Г. Проект малоэтажного модульного энергоэффективного дома	159
Сунгатуллин Р.Г., Тытагин А.М., Урамов В.О. Изучение влияния теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций на показатели энергоэффективности зданий и сооружений	160
Усманов Ф.Р., Ключников И.О. Разработка методики исследования ИК-отражающих свойств материалов и покрытий.	160
Файзрахманова А.Р., Шакирова Г.Г. Сравнительная характеристика рекуператоров тепла различных типов	162
Филатов Д.А. О повышении энергоэффективности сельскохозяйственных предприятий.	163
Фунт А.Н. Сравнение основных методов обеззараживания воды	164
Хабибуллина Р.В., Ахметвалиева Г.Р., Салихзянова Д.Р. Влияние наноприсадок на эксплуатационные свойства котельного топлива	165
Хайруллин И.А., Матвеев С.В. Теплотехнологическая регенерация теплоты готового проката	166
Хайруллина Г.Н., Хайруллин А.Р. Хайбуллина А.И. Моделирование гидродинамики в теплопередающем устройстве в условиях несимметричных низкочастотных пульсаций потока теплоносителя	167
Халитов К.Ф., Исламова С.И. Поиск функциональных зависимостей между электронными свойствами молекул вида ЭХ ₃ и параметрами ряда физических методов	168

Чернов Д.А. Анализ вертикального профиля ветра на территории Дальневосточного федерального округа России	169
Шайхутдинова Д.Ф. Диагностика воздушной среды производственных помещений	170
Шакурова Л.М. Снижение потерь на инфильтрацию	171
Шамигулова А.М., Ильин О.В. Расчет частотной зависимости выходного напряжения трехконтурного резонатора	172
Шишонин Ю.О. Ресурсоэффективность бюджетных организаций муниципального образования	173
Ямалетдинов А.А. Применение нанотехнологий в теплоэнергетике	174

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
X МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

25–27 марта 2015 г.

Казань

В трех томах

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

Том 2

Редактор-корректор *Н.И. Оморова*
Компьютерная верстка *Н.И. Оморова*

Подписано в печать 19.03.2015.

Формат 60 × 84/16. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.
Усл. печ. л. 11,04. Уч.-изд. л. 12,3. Тираж 500 экз. Заказ № .