

**МАТЕРИАЛЫ СТУДЕНЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ ПО ИТОГАМ
ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ
«ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ И
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ»**



Санкт-Петербург

2019

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

**МАТЕРИАЛЫ СТУДЕНЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ ПО ИТОГАМ
ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ
«ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ И
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ »**

7 МАРТА 2019 Г.

Санкт-Петербург

2019

УДК 620.9
ББК 74.58

Материалы студенческой конференции по итогам преддипломной практики «Проблемы энергетики и теплотехнологий» (7 марта 2019 года) / сост. Е.Н. Громова. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2019. Вып.1 – 59 с.
ISBN 978-5-91646-160-2

В настоящем сборнике представлены материалы студенческой конференции по итогам преддипломной практики 2018-19 учебного года, состоявшейся 7 марта.

Сборник предназначен широкому кругу читателей, интересующихся современным состоянием российского топливно-энергетического комплекса, целлюлозно-бумажной промышленности и развитием теплотехнологий.

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве материалов студенческой конференции.

Материалы конференции печатаются в авторской редакции.

© Высшая школа технологии и энергетики
СПбГУПТД, 2019

Разработка мероприятий по снижению температуры дымовых газов за котлами

Ключевые слова: котел, топка, температура, потери, коррозия.

Потери с уходящими газами составляют наибольшую часть от всех потерь в котле. Причиной их возникновения является разница температур уходящих газов и воздуха, подаваемого в котел. Температура уходящих газов лежит в пределах от 120 до 170 °С. Очевидно, её снижение - важнейшая задача, решение которой сможет оказать сильное влияние на экономичность работы котельных установок.

Существует два основных параметра, влияющих на потери с уходящими газами: коэффициент избытка воздуха и температура уходящих газов. Уменьшение коэффициента избытка воздуха – один из возможных путей снижения потерь с уходящими газами, однако это может привести к росту потерь с химическим и механическим недожогом. Увеличение же коэффициента избытка воздуха приведет к увеличению объема дымовых газов, следовательно, возрастут и потери. Оптимальным будет значение коэффициента воздуха, при котором будет достигнута наименьшая сумма потерь.

Второй фактор, влияющий на потери с уходящими газами – их температура. Она оказывает решающее воздействие на экономичность работы котла, так как потери теплоты с уходящими газами превышают сумму всех остальных потерь котельного агрегата. Незначительное снижение температуры на 10-15 °С может привести к повышению КПД котла на 1 %.

Однако, не стоит забывать, что снижение температуры газов влечет за собой возникновение и усиление низкотемпературной коррозии, также требует увеличения теплообменных поверхностей, как следствие повышаются металлоемкость и затраты на производство агрегата.

Низкотемпературная коррозия возникает в тех случаях, когда температура стенки трубы ниже температуры точки росы, поэтому для ее предотвращения температура стенки должна быть на 10 – 15 °С выше температуры точки росы.[1]

Методы снижения потерь с уходящими газами

Котлы-утилизаторы

Котлы-утилизаторы предназначены для снижения температуры уходящих газов. Отличительной особенностью котлов-утилизаторов является отсутствие топки для сжигания топлива и получения продуктов сгорания. Дымовые газы в этих котлах проходят внутри труб, а котловая вода располагается между трубами конвективного испарительного пучка.

Циркуляция в них котловой воды - естественная - осуществляется за счет разности плотностей воды и пароводяной смеси.

Как показывает опыт эксплуатации, котлы-утилизаторы являются надежными, простыми, высокоэффективными энергетическими установками для утилизации высокотемпературных продуктов сгорания и экономии топливно-энергетических ресурсов.

«Глубокое» охлаждение уходящих газов

Глубокое охлаждение уходящих газов до температуры 50-70°С достигается путем установки за котлом теплофикационного экономайзера. Коррозионные процессы на его поверхностях начинаются вследствие конденсации водяных паров. Это влечет за собой необходимость применения коррозионно-стойких материалов труб, способных сопротивляться воздействию агрессивной среды в течение длительного времени.

Экономический эффект в данной схеме достигается за счёт физического охлаждения продуктов сгорания и конденсации водяных паров

Применение схемы «глубокого» охлаждения уходящих газов позволяет увеличить КПД котельной установки на 2-3 %. Удаление уходящих газов в котле производится за счет работы дымососа и дымовой трубы, в которых возможна конденсация водяных паров.

Для предотвращения конденсации устанавливается камера смешения для высокотемпературных и охлажденных газов. Таким образом на выходе получается газовая смесь с температурой, превышающей точку росы, но тогда экономический эффект наблюдается только за счет конденсации водяных паров.

Утилизация теплоты уходящих газов в контактном теплообменнике с активированными насадками и высокотемпературном подогревателе

Контактный газовый подогреватель представляет собой камеру прямоугольного сечения, в которой происходит нагревание воды при непосредственном соприкосновении ее с горячими дымовыми газами в слое насадки. В качестве насадки используются керамические кольца. Насадка уложена в два слоя на двух решетках. Поступающая для подогрева химически очищенная вода распределяется по сечению с помощью параллельно установленных труб с отверстиями, обеспечивая подогрев питательной воды от 20 до 50 °С.

Однако такая схема подогрева питательной воды имеет существенные недостатки, заключающиеся в насыщении продуктов сгорания водяными парами и их конденсацией в дымососе и трубе, необходимости дополнительной очистки питательной воды от растворённых газов.[2]

Литература

1. Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н.. Котельные установки и парогенераторы. - 2-е изд. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2018.

2. Бельский А.П, Лакомкин В.Ю., Смородин С.Н. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. - 3-е изд, испр. - СПб.: СПбГТУРП, 2012.

Соколовская А.Р., Метелкина В.Е, гр. 443

Руководитель: доцент каф., к.т.н. ПТЭ Белоусов В.Н.

О топливоснабжении Апатитской ТЭЦ

Ключевые слова: прием и хранение топлива, топливоподача

Прием и хранение твердого топлива

На электростанцию уголь поступает в полувагонах вместимостью 69 тонн. Для приемки и разгрузки угля на АТЭЦ имеются следующие сооружения:

- размораживающее устройство на 20 вагонов
- вагоноопрокидыватель для механической разгрузки полувагонов с углем
- разгрузочный сарай для ручной разгрузки люковых полувагонов с углем

Существующее оборудование позволяет принимать до 5000 тонн угля в сутки по железной дороге (допускается до 6000 тонн в сутки с последующим выводом на внеочередное техническое обслуживание оборудования).

На данный момент железнодорожный парк АТЭЦ состоит из локомотивов типа ТГМ- 4 и ТГМ-6, которые используются только на внутростанционных путях для маневровых работ и не имеют возможности выезда на пути РЖД, так как не прошли техобслуживание на заводе. Данное техобслуживание должно проводиться ежеквартально, а для данных типов тепловозов это возможно произвести только на заводе в г. Людиново Калужской области, что фактически невозможно выполнить из-за затрат времени на согласование и переправку тепловоза к месту обслуживания и обратно превышающих 3 месяца.

Склад твердого топлива предназначен для хранения угля электростанции в открытом штабеле объемом 200000 тонн по проекту. Склад топлива механизирован двумя грейферными кранами-перегрузчиками и бульдозерами. Механизмы для получения смеси углей разных марок отсутствуют. На сжигание в котлы уголь можно подать тремя способами:

- с открытого склада краном-перегрузчиком прямо на конвейерную ленту
- от вагоноопрокидывателя
- от разгрузсара

Прием и хранение мазута

Мазутохранилище представлено двумя вертикальными стальными резервуарами РВС- 2000 для хранения мазута емкостью 2000 м³ каждый, 1966 года ввода в эксплуатацию, и двумя заглубленными цилиндрическими железобетонными расходными резервуарами, емкостью 250 м. куб. каждый, 1959 года ввода в эксплуатацию. Фронт слива мазута рассчитан на три 60 тонных цистерны. Разогрев мазута в цистернах производится открытым паром.

Мазутонасосное хозяйство состоит из двух насосных станций:

- перекачивающей для приема и перекачки мазута из приемной емкости сливной эстакады в баки
- растопочной для нагрева и подачи мазута на котлы для растопки

Топливоподача

Основные механизмы топливоподачи (ленточные конвейеры) от разгрузочного устройства до бункерной галереи котлов включительно полностью продублированы и составляют две самостоятельные технологические линии, которым присвоены индексы «А» и «Б». Для более надежного резервирования топливоснабжения узлы пересыпок № 2 и № 3 выполнены с перекрестными связями и установкой шиберов, позволяющими собрать технологическую линию из отдельных элементов разных линий. [1]

Проектное задание Кировской ГРЭС (теперь Апатитская ТЭЦ) разработано в 1953 году. Первоначально оно было рассчитано на мощность 100 тыс. кВт и предусматривало сжигание интинского угля.

Уже на стадии строительства мощность ГРЭС была увеличена до 500 тыс. квт., а в 1966 году по письму Госплана СССР было выполнено задание на проектирование перевода Кировской ГРЭС на сжигание печорских углей: воркутинского и интинского (50 /50 %). Однако, учитывая ограниченные ресурсы воркутинского месторождения, институтом «Теплоэлектропроект» все расчёты произведены для сжигания только интинского угля с калорийностью 4210 ккал/кг.

В 1969 году в качестве основного топлива для ГРЭС выделены Госпланом СССР интинские угли ($Q=4410$ ккал/кг; $A= 24,9$ %) 60 % общей потребности, кузнецкие угли ($Q=6230$ ккал/ кг; $A = 7,2$ %) 40 % общей потребности.

В последние годы уголь интинского месторождения поступает на ТЭЦ недопустимо низкого качества, не соответствуя проектным

значениям. В письме от 25.04.2002 года Компании «Интауголь» приведённые показатели качества (теплота сгорания-3900 ккал/кг; зольность-38 %) намного ниже предельных норм, установленных ТУ.

Уголь с подобными характеристиками:

- снижает номинальную паропроизводительность котлоагрегата - на 10 %;
- повышает золовой износ поверхностей нагрева;
- уменьшает КПД брутто котлов — на 0,3 %;
- увеличивает расход электроэнергии на пылеприготовление;
- увеличивает затраты на складирование золошлаковых отходов;
- увеличивает размер экологических платежей;
- увеличивает ремонтные затраты в системах топливоподачи и пылеприготовления;
- увеличивает затраты на обслуживание угольного склада;
- увеличивает расход мазута

Таким образом, Апатитская ТЭЦ способна нести проектную нагрузку только при условии поставок высококалорийных углей (воркутинских, кузнецких). В настоящее время выбор топлива должен определяться его качественными характеристиками, финансовыми ресурсами и условиями поставок.

Организация учета топлива

Взвешивание поступающего топлива производится на тензометрических весах или аналитических типа ВЛР-200. Замер мазута геометрическим методом производится замерной рулеткой с лотом. Отбор проб из вагонов производится по ГОСТ 107442-72, из цистерн ГОСТ 2517-85. Определение качественных характеристик угля:

- зольности по ГОСТ 11022-95
- влажности по ГОСТ 27314-91
- серы по ГОСТ 147-95

Плотность мазута определяется по ГОСТ 3900-85, температура вспышки по ГОСТ 4333-87.

Инвентаризация угля проводится в соответствии с требованиями МУ 34-70-050-83 «Методические указания по инвентаризации угля и горючих сланцев».

Литература

1. Типовая инструкция по эксплуатации топливоподачи тепловых электростанций. - М.: Союзтехэнерго, 1985.

Некрасов Д.А., гр. 443

Руководитель: **профессор каф. ПТЭ, д.т.н. Казаков В. Г.**

К вопросу о процессах выпарных аппаратов на ЦПК

Ключевые слова: Выпарка, черный щелок, СРК, непрерывный метод выпаривания, пар.

Выпаривание – сложный технологический процесс частичного или полного удаления жидкого растворителя в виде пара из водных растворов твердых веществ при их кипении. Для нагревания выпариваемых растворов до кипения используют топочные газы, электрообогрев и высокотемпературные теплоносители, но наибольшее применение находит водяной пар, характеризующийся высокой удельной теплотой конденсации и высоким коэффициентом теплоотдачи. [1]

Выпарная станция в целлюлозно-бумажной промышленности предназначена для упаривания отработанного сульфатного черного щелока, образующегося в процессе варки целлюлозы из хвойной

древесины, от 12 до 75 % абсолютно сухих веществ (а. с.в) и последующего его сжигания в содорегенерационном котлоагрегате с целью регенерации щелочи, серы, получения пара и электроэнергии.[2]

По теплотехническим признакам выпарные станции ЦБП относятся к рекуперативным многостадийным вакуум-выпарным установкам с элементами адиабатного и контактного концентрирования и, как правило, работают по 5-6-ступенчатой противоточной или смешанной схеме питания корпусов раствором с использованием одного или нескольких источников подвода теплоты.

В химической промышленности в основном применяют непрерывно действующие выпарные установки с высокой производительностью за счет большой поверхности нагрева (до 2500м² в единичном аппарате).

Непрерывный метод выпаривания осуществляется в многоступенчатых выпарных установках, укомплектованных аппаратами поверхностного типа с использованием образующегося над раствором вторичного пара данной ступени в последующих ступенях с более низким давлением.

В зависимости от режима движения кипящей жидкости в выпарных аппаратах их разделяют на аппараты со свободной, естественной и принудительной циркуляцией, пленочные выпарные аппараты, к которым относятся и аппараты роторного типа.

На Святогорском ЦБК выпарные аппараты имеют вертикальное исполнение. При этом кипятильники расположены в нижней цилиндрической части, а в верхней цилиндрической части находятся сепарирующие устройства. Кипятильники выполнены в виде кожухотрубного теплообменника, состоящего из пучка труб, развальцованных в нижней и верхней трубных решетках

В выпарных аппаратах часть пучка труб отделена перегородками, и они выполняют роль подогревателя щелока встроенного исполнения.

В выпарном аппарате № 1 происходит последовательная двукратная циркуляция по каждой из половины трубок, но без рециркуляции щелока.

В последующих четырех выпарных аппаратах щелок независимо циркулирует по подогревательным трубкам и по кипяtilьным трубкам. В кипяtilьнике трубное пространство заполнено щелоком полностью. При этом в нижнюю часть трубок поступает щелок, а из верхней части выходит парощелочная эмульсия. В выпарных корпусах щелок при входе в трубки закипает. Пузырьки пара устремляются вверх и увлекают за собой щелок.

По мере продвижения вверх пар, двигаясь по пути наименьшего сопротивления, отжимает щелок к стенкам трубок, а сам движется посередине трубок. Щелок продолжает движение вверх в виде кольцевой пленки толщиной (2–3) мм.

Пары вскипания и щелок, выходя из трубок, попадают в сепаратор, в котором происходит отделение сокового пара от щелока. Выпарные аппараты № 1 и 2 оснащены циклонными сепараторами, в выпарных аппаратах № 3, 4 и 5 в сепараторной зоне установлены каплеотделители щелока шевронного типа. Для удаления неконденсирующихся газов из паровых пространств кипяtilьников и встроенных подогревателей предусмотрены соответствующие патрубки. Освобождение аппаратов от щелока происходит через дренажные штуцеры.

Литература

1. Казаков В.Г Выпарные установки :Лекции для бакалавров (очное обучение). – СПб., 2017
2. Александров А.В., Гаузе А.А., Гончаров В.Н. Оборудование ЦБП. Часть 1.Основное оборудование для производства целлюлозы. – СПб., 2014.

Ахмадиев Б. Р; Голотин М. Ю. гр. 443

Руководитель: доцент каф. ПТЭ Антуфьев С. В.

Общие сведения о безопасной эксплуатации котельных установок

Ключевые слова: описание котельной; безопасность; химводоподготовка

Технологическая практика проводилась в теплоснабжающей организации ООО «Теплоэнерго», осуществляющей деятельность, направленную на создание максимально энергоэффективной, надежной и безопасной системы теплоснабжения.

В услуги ООО «Теплоэнерго» входят:

- ПРОИЗВОДСТВО И ПЕРЕДАЧА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ.
- ПОДКЛЮЧЕНИЕ К СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ.
- СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ.
- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ.

Автоматизированная котельная предназначена для покрытия тепловых нагрузок отопления административно - хозяйственных зданий и жилого фонда ООО «Атлантик», расположенных по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Ремесленная, д.6, корп. 2, лит. А.

Установленная мощность котельной составляет 7400,0 кВт

Газовая котельная, установленной тепловой мощности, является:

- автономной;
- водогрейной, с температурой теплоносителя до 115 °С;
- отопительной (по назначению);

- отдельностоящей (по размещению);
- автоматической (без постоянного присутствия обслуживающего персонала).

По степени надежности теплоснабжения котельная относится ко второй категории. По степени взрывопожарной опасности и огнестойкости помещение котельной относится соответственно к категориям «Г» и «III-а».

По степени надежности электроснабжения котельная относится к электроприемникам второй категории.

Потребитель тепла по надежности теплоснабжения относится ко второй категории.

Модульная котельная размещается на территории, арендованной ООО «Атлантик». Здание модульной газовой котельной представляет собой одноэтажное здание с металлическим каркасом и легкими трехслойными ограждающими конструкциями ("сэндвич" панели) светло-серого цвета.

Размеры здания котельной в плане составляют:

Длина - 12700мм.

Ширина - 6400 мм.

Высота - 3350 мм

Общая площадь застройки под котельной - 111,0 м²

Охрана труда.

Для обеспечения безопасности обслуживания оборудования котельной предусматриваются следующие мероприятия:

- тепловыделяющее оборудование, трубопроводы изолированы (температура поверхности изоляции менее 35°С;
- трубопроводы маркируются в соответствии с требованиями действующих СНиП и правил;

- оборудование оснащается необходимыми средствами защиты и сигнализацией об отклонениях от рабочих параметров;
- все металлические нетоковедущие части электрооборудования занулены, элементы газопровода имеют заземление;
- зануление выполнено отдельным проводом;
- предусматривается требуемое нормами освещение помещений и оборудования.
- предусмотрено не отключаемое эвакуационное аварийное освещение.

Система автоматической охранно – пожарной сигнализации и порошкового пожаротушения.

В котельной установке АКМ «Сигнал 8400» предусматривается установка автоматической системы порошкового пожаротушения и охранной сигнализации.

Автоматическая установка порошкового пожаротушения предназначена для обнаружения пожара на ранней стадии его развития и локализации очага пожара в помещении котельной и оповещения людей о пожаре, с выводом сигнала «Пожар».

Охранная сигнализация предназначена для получения, обработки, передачи сигнала «Тревога» и принятия оперативных мероприятий, при несанкционированном доступе в помещение котельной установки.

Станция является электроприемником 1-й категории электроснабжения. Электропитание предусмотрено от встроенного аккумулятора.

Охрана окружающей среды.

С целью уменьшения негативного воздействия на среду обитания и здоровье населения, в проектируемой котельной применено наиболее современное оборудование, отвечающее всем экологическим и гигиеническим стандартам.

Эмиссии окиси углерода CO и углеводородов настраиваются на минимальный уровень наладкой горелочных устройств при пуско-наладочных работах, проводимых на котлах регулярно по графику.

Для проведения анализа выбросов контрольный зонд газоанализатора устанавливается в газоход котла. Все параметры уходящих газов и измерения величин выбросов обрабатываются встроенным вычислителем прибора и выводятся на дисплей. Концентрация NO₃ измеряется и корректируется с помощью того же газоанализатора.

Комплексная наладка, включающая также влияние на выбросы температур и расходов теплоносителя в котлах, производится специализированной наладочной организацией, оснащенной необходимыми приборами измерений расходов воды и тепла. Охрана водного бассейна осуществляется путем исключения сбросов вредных веществ в канализацию и в грунты.

Химводоподготовка.

Заполнение и подпитка котельного контура и подпитка контура отопления осуществляется водой обработанной с помощью дозирующей установки химического реагента (ТЕКНА APZ 603, фирмы "Seko"). АСДР «ТЕКНА APZ» осуществляет обработку воды специальными реагентами (комплексными соединениями цинка с фосфорорганическими кислотами) для химического связывания растворенных в воде кислорода и углекислоты.

Добавление в воду комплексонов позволяет:

- снизить коррозионную активность воды и предотвратить образование железо-оксидной накипи и отложений на поверхностях нагрева и в системах;
- предотвратить образование карбонатно-кальциевой накипи и отложений на поверхностях котлов;
- произвести отмывку в процессе эксплуатации ранее образовавшейся накипи и отложений на поверхностях котлов.

К качеству теплоносителя предъявляются требования согласно СНиП II-35-76

«Котельные установки. Нормы проектирования с изменением № 1 от 01. 01. 1998г».

Автоматизированная блок-модульная котельная оборудована необходимым количеством пробоотборников, а также устройством для охлаждения проб.

Литература

1. Методические указания по коррекционной обработке питательной воды паровых котлов, подпиточной воды систем теплоснабжения, водогрейных котлов комплексонатами ОЭДФ- Zn , НТФ- Zn . МУ 1-321-03. – Р-Д.: Комплекс, 2003.

Бундюк Д.С., гр. 446

Руководитель: зав. каф. ПТЭ, к.т.н. Смородин С.Н.

Реконструкция котельной с заменой парового котла, работающего в бойлерном режиме, на водогрейный котел

Ключевые слова: котельная установка, бойлерный котел, водогрейный котел

Котельная, где я проходил практику, расположена в Санкт-Петербурге на ул.Манчестерская 14.

На котельной установлено 8 паровых котлов ДКВр 10/13 с выносными бойлерами.

Максимальные тепловые нагрузки на отопление и вентиляцию-46,84 Гкал/час, а на ГВС-6,3 Гкал/час. [1]

В связи с тем, что увеличивается количество домов, которые необходимо обеспечить отоплением, вентиляцией, а также горячим водоснабжением, необходимо увеличить мощность котельной.

Для решения этой задачи было принято решения по реконструкции котельной с заменой паровых котлов, работающих в бойлерном режиме, на водогрейные котлы. Перевод паровых котлов в водогрейный режим вполне оправданно из-за того, что водогрейный режим при работе котельных на газообразном топливе может увеличить единичную мощность в 1,5 раза. Также из-за уменьшения потерь с уходящими газами увеличивается КПД котлоагрегата до 92÷94 %, а, следовательно, уменьшить расход газа на 20÷25 %; снижает рабочие параметры (температуру и давление), из-за чего уменьшается напряженность работы металла и эксплуатация котла увеличивается на 10-15 лет; тепловая схема котельной установки становится значительно проще т.к. есть возможность перевести в резерв или вообще исключить бойлерную, а котельные агрегаты непосредственно подключить в систему теплоснабжения. Помимо этого, можно упростить схему обработки подпиточной воды, путем замены на автоматические дозаторы непосредственного введения компонентов типа ОЭДФ-Zn или НТФ-Zn в подпиточную воду. [2]

Литература

1. Роддатис К. Ф., Полтарецкий А. Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. – М. : Энергоатомиздат, 1989.
2. Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н. Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие. – СПб.: СПб ГТУРП, 2009.

Производственная практика в «ООО Теплоэнерго»

Ключевые слова: практика, котельная, оборудование

Прохождение производственной практики в соответствии с направлением запланировано в филиале ООО «Теплоэнерго» на котельной расположенной :г. Санкт-Петербург, 3-я Конная Лахта, (северо-восточнее дома 45, литера Д по 3-ей Конной Лахте) квартал 3 (участок №2).

Цели практики: Получение практических навыков организации инженерной деятельности, обращение с технологическими средствами, разработки и ведение документации, контроля качества продукции и ознакомление с особенностями конкретных промышленных предприятий или научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций.

В данном проекте предусматривается установка водогрейной автоматизированной газовой котельной АКМ «Сигнал» мощностью 6,5 МВт для обеспечения эффективного теплоснабжения потребителей. Котельная предназначена для теплоснабжения систем отопления и горячего водоснабжения объектов жилого квартала по адресу: г. Санкт-Петербург, 3-я Конная Лахта, (северо-восточнее дома 45, литера Д по 3-ей Конной Лахте) квартал 3 (участок №2), кадастровый номер 78:34:4366:3 от 25.10.2010г., Котельная имеет категорию «Г», по взрывопожаробезопасности. Категория котельной по отпуску тепла – вторая. Электроприемники котельной по надежности относятся ко второй категории электроснабжения. Блок - модульная котельная представляет собой комплекс устройств, размещенных в специальных помещениях, предназначенных для преобразования химической энергии топлива в

тепловую энергию пара горячей воды. Основными элементами отопительной котельной являются: котел, горелка, насосы котлового и отопительного контуров. [1] К вспомогательным элементам отопительных котельных относятся устройства для подачи топлива, водоподготовки, приборы теплового контроля и средства автоматизации. В качестве источника теплоснабжения принята к установке автоматическая модульная котельная АКМ «Сигнал 6500» серийного производства. Разработку и серийный выпуск установки АКМ «Сигнал 6500» тепловой мощностью 6500 кВт выполняет ООО «Энтророс». Установка АКМ «Сигнал» сертифицирована Госстандартом России № С-RU.АГ37.В.10888 от 12.10.2011 г.

Проектируемая автоматизированная котельная мощностью 6МВт, является:

- автономной;
- водогрейной с температурой теплоносителя до 95 °С;
- отопительной (по назначению);
- отдельно стоящей (по размещению);
- автоматической (без постоянного присутствия обслуживающего персонала).

Литература

1. Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н., Котельные установки и парогенераторы: учеб. пособие. 2-е изд-е изд. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2018.

2. Гладышев Н.Н., Короткова Т.Ю., Иванов В.Д., Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н. Справочное пособие теплоэнергетика жилищно-коммунального предприятия. – СПб.: СПбГТУ РП, 2017.

Сравнительная оценка методик поверочного расчета топочной камеры

Ключевые слова: топка, поверочный расчет, критерий Бугера, критерий Больцмана, температура газов на выходе из топки

Котел- это устройство, в котором для получения пара или нагрева воды с давлением выше атмосферного, потребляемых вне этого устройства, используется теплота, выделяющаяся при сгорании органического топлива, а так же теплота отходящих газов. [1]

Сравнительная оценка методик поверочного расчета топочной камеры проводилась на примере котла ТП-170. А именно, рассматривалась действительная температура газов на выходе из топки ϑ_T'' , которая рассчитывается по формулам:

в первом случае

$$\vartheta_T'' = \frac{T_a}{1 + M \cdot \left(\frac{\sigma_0 \cdot \psi \cdot F_{ст} \cdot a_T \cdot T_a^3}{\varphi \cdot B_p \cdot (VC)_{ср}} \right)^{0,6}} - 273 \text{ [Ошибка! Источник ссылки не}$$

найден.]

и во втором случае, с помощью критерия Бугера

$$\vartheta_T'' = \frac{T_a}{1 + M \cdot \widetilde{Bu}^{0,3} \left(\frac{\sigma_0 \cdot \psi \cdot F_{ст} \cdot T_a^3}{\varphi \cdot B_p \cdot (VC)_{ср}} \right)^{0,6}} - 273.$$

В знаменателе обеих формул для нахождения действительной температуры газов на выходе из топки входит критерий радиационного теплообмена Больцмана Bo :

$$B_0 = \frac{\varphi \cdot B_p \cdot (VC)_{cp}}{\sigma_0 \cdot \psi \cdot F_{ст} \cdot T_a^3}$$

М- параметр, учитывающий влияние на интенсивность теплообмена относительного уровня расположения горелок и степени забалластированности топочных газов. Для каждого случая формулы нахождения параметра М различны:

для первого

$$M = 0,59 - 0,5 X_T,$$

где X_T — отношение высоты расположения горелок к высоте топки

$$X_T = \frac{h_r}{H_T};$$

для второго

$$M = M_0 \cdot (1 - 0,4 \cdot X_T) \cdot \sqrt[3]{r_v} \text{ (для камерных топок)}$$

где X_T — отношение высоты расположения горелок к высоте топки;

M_0 – коэффициент, принимается:

для пылеугольных топок с твердым шлакоудалением :

при тангенциальном и встречном расположении горелок $M_0=0,46$

при однофронтном расположении горелок $M_0= 0,42$

для пылеугольных топок с жидким шлакоудалением $M_0=0,44$

для слоевых топок $M_0=0,46$

для газомазутных топок при настенном расположении горелок $M_0=0,40$

для газомазутных топок при подовом расположении горелок ($x_r=0$)

$M_0=0,36$ Для топок, оборудованных поворотными горелками, коэффициент M_0 соответственно увеличивается или уменьшается на 0,01 на каждые 10° угла поворота горелок вниз или вверх.

При сжигании твердого топлива совместно с мазутом или газом коэффициент M_0 принимается по его значению для твердого топлива.

При сжигании смеси природного, коксового и доменного газов в комбинированных многотопливных прямоточно-вихревых горелках коэффициент M_0 зависит от тепловой доли доменного газа в смеси $q_{д.г.}$, уменьшаясь с ее увеличением. [3]

r_v – параметр сбалансированности топочных газов

$$r_v = \frac{V_{\Gamma}^0(1+r)}{V_{N_2}^{O''} + V_{RO_2}''}, \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Критерий Бугера Bu (критерий поглощательной способности) используется для упрощения поверочного расчета. Он рассчитывается по формуле:

$$Bu = kPS = (k_{\Gamma}r_n + k_{зл} \mu_{зл} + k_{\text{кокс}}) PS$$

В формулу для нахождения действительной температуры газов на выходе из топки входит эффективное значение критерия Бугера:

$$\widetilde{Bu} = 1,6 \cdot \ln\left(\frac{1,4 \cdot Bu^2 + Bu + 2}{1,4 \cdot Bu^2 - Bu + 2}\right).$$

Преимуществом методики расчета с использованием критерия Бугера является то, что она не требует нахождения значения степени черноты топочной камеры a_{Γ} .

Литература

1. Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н. Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие/ СПб ГТУРП. СПб., 2009.
2. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод)/ НПО ЦКТИ, СПб., 1998.
3. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод)/ НПО ЦКТИ, СПб., 1974.

Рыжик К.К. , гр. 446

Руководитель: доцент каф. ПТЭ, к.т.н. Белоусов В.Н.

Виды котлов на Правобережной ТЭЦ № 5 ПАО ТГК-1

Ключевые слова: котел, технические характеристики

В составе ПАО «ТГК-1» в Петербурге и Ленинградской области объединены 10 ТЭЦ и 2 каскада ГЭС. Суммарная мощность станций региона: электрическая — свыше 4000 МВт, тепловая — свыше 11000 Гкал/ч. ТЭЦ 5 обеспечивает электрической и тепловой энергией промышленные предприятия, жилые и общественные здания Невского и Красногвардейского районов Санкт-Петербурга с населением свыше 700 тыс. человек.

Основные параметры на 2019 год

- Установленная электрическая мощность — 643,0 МВт
- Установленная тепловая мощность — 1 303,0 Гкал/ч
- Выработка электроэнергии — 3 149,0 млн кВтч
- Отпуск тепловой энергии — 2 982,3 тыс. Гкал
- Основное/резервное топливо — природный газ/мазут

Котел ТГМЕ-206П.

Котел типа Еп-670-13,8-545 ГМН (заводская модель ТГМЕ-206/П) с естественной циркуляцией предназначен для получения перегретого пара при сжигании природного газа (Основное топливо) и мазута (резервное топливо).

Котел КВГМ-100.

Газомазутный водогрейный котел КВГМ-100 предназначен для покрытия пиковых нагрузок и в качестве основного источника теплоснабжения. Котел прямоточный, П-образной компоновки, рассчитан для нагрева воды до 150°С. [2]

Таблица 1

Технические характеристики котла ТГМЕ-206П. [1]

Производительность по острому пару	670	т/ч
Расход пара промежуточного нагрева	580	т/ч
Температура перегретого пара	545	°С
При расчетных :		
Давлении на входе :	2,65	МПа
Температуре на входе	333	°С
Давлении на выходе	2,45	МПа
Температуре питательной воды	240	°С
КПД котла		%
На природном газе	94,4	
На мазуте	93,4	
Допустимая минимальная нагрузка в % номинальной нагрузки	30	
Установка котла	Закрытая	

Котел Е-50-14-250т ГМ.

Паровой котел Е-50-1,4-250ГМ предназначен для получения перегретого пара за счет теплоты сгорания топлива-мазута и природного газа. Котел – паровой, водотрубный, барабанный, с естественной циркуляцией в испарительных поверхностях нагрева, с камерным сжиганием топлива. [3]

Котел Пр-228/47-7,86/0,62-515/230 (ПК-59).

Двухконтурный барабанный котел-утилизатор башенной компоновки поверхностей нагрева, с принудительной циркуляцией в испарительных контура высокого и низкого давлений, предназначен для выработки перегретого пара высокого и низкого давлений, нагрева конденсата паровой турбины до температуры близкой к насыщению и для работы в составе парогазовой установки с использованием в нем в качестве греющей среды продуктов сгорания природного газа в камерах сгорания газовой турбины ГТЭ-160. Основным и резервным топливом для ГТУ- сухой природный газ с низшей теплотой сгорания 33500 кДж/м³. Теплота сгорания указана для температуры 20°С.

Таблица 2

Технические характеристики котла КВГМ-100

Номинальная теплопроизводительность	100	Гкал/час
Давление воды :		
Расчетное	25	Кгс/см ²
Минимальное на выходе	10	Кгс/см ²
Расход воды:		
Основной режим	1235	т/ч
Пиковый режим	2460	т/ч
Температура уходящих газов		
При работе на газе	138	°С
При работе на мазуте	180	°С
Расход топлива		
Газ	12720	м ³ /ч
Мазут	11060	кг/ч

Сжигания топлива собственно в КУ нет. условий по снижению выбросов NO нет, т.к. их концентрация регулируется в процессе работы камеры сгорания ГТУ. КУ рассчитан для работы при скользящих параметрах, определяемых

температурой и расходом газов, поступающих в КУ из ГТУ и режимом работы системы регулирования паровой турбины. В блоке ПГУ установлены 2 КУ, каждый за своей ГТУ. Пар контуров высокого и низкого давлений от обоих котлов утилизаторов подается в паровую турбину. [3]

Таблица 3

Технические характеристики котла Е-50-14-250т ГМ

Паропроизводительность	50	$m/ч$
Абсолютное давление	1,4	Мпа
Температура пара	250	°С
Температура питательной воды	104	°С

Литература

1. Инструкция № 02-1-ИЭ-3.02 по эксплуатации котла ТГМЕ-206П.
2. Инструкция № 02-1-ИЭ-1.02 по эксплуатации водогрейного котла КВГМ-100 ст. №13 при работе на газовом топливе.
3. <http://www.tgc1.ru/>.

Семенченко Ю.С., гр. 443

Руководитель: доцент каф. ПТЭ, к.т.н. Белоусов В.Н.

Развитие возобновляемых источников энергии в Казахстане

Ключевые слова: энергия, Казахстан, развитие

Возобновляемая или регенеративная энергия — энергия из источников, которые, по человеческим масштабам, являются неисчерпаемыми. Основной принцип использования возобновляемой

энергии заключается в её извлечении из постоянно происходящих в окружающей среде процессов и предоставлении для технического применения. Возобновляемую энергию получают из природных ресурсов, таких как: солнечный свет, водные потоки, ветер, приливы и геотермальная теплота, которые являются возобновляемыми (пополняются естественным путём).

Практически во всех развитых странах сегодня разрабатываются и воплощаются в жизнь программы, связанные с альтернативной энергетикой. Ее заманчивость вызвана неисчерпаемостью ресурсов, независимостью от установленных цен на мировых рынках, а также, что немаловажно, экологической чистотой. Основные преимущества ВИЭ – неограниченность и экологичность – и послужили катализатором быстрого развития возобновляемой энергетике.

Казахстан является одним из ведущих лидеров по многообразию и количеству минеральных ресурсов. Поскольку одними из самых важных для экономики страны ресурсов являются нефть и газ, уголь и другие ископаемые минералы и управление в этих отраслях экономики очень развитое, правительство исторически уделяло меньше внимания к развитию альтернативных источников энергии. Например, в настоящее время большое количество электростанций в Казахстане работают на природном газе, угле и нефтепродуктах. [2]

По мнению казахстанских экспертов, несмотря на то, что экономика республики обеспечена традиционными видами топлива, построение новой энергетической модели – на основе ВИЭ – крайне важно для страны по двум основным причинам:

Первая – острая необходимость понижения выбросов парниковых газов и других загрязняющих веществ, виновником которых является топливно-энергетический комплекс РК, в основном работающий за счет сжигания ископаемых видов топлива (угля, нефти и газа).

Вторая – нарастающий энергодефицит, который встает на пути дальнейшего развития экономики республики. Например, солнечный юг Казахстана постоянно испытывает электродефицит, а постройка солнечных электростанций может помочь решить проблему нехватки электроэнергии. [1]

В Казахстане о возобновляемых источниках энергии раньше чаще всего говорили в контексте международных обязательств. Однако, как только сошлись несколько факторов: технологии подешевели, появились системные меры поддержки и внутренняя потребность страны в энергии из возобновляемых источников, начался переход к делу.

Изначально на ВИЭ были установлены тарифы, но в 2018 году в РК перешли на «аукционный» метод продажи энергии. Выигрывает тендер тот инвестор, который предложит наименьшую стоимость тарифа за 1 кВт*ч. Такая схема понизила тариф более, чем на 20%.

Благодаря введению тендера на продажу энергии выросло количество поставщиков, усилилась конкуренция между ними; теперь новый объект ВИЭ-энергетики обходится в полтора раза дешевле, чем точно такой же несколько лет назад. Исходя из этого цена «чистой» энергии стала ниже, а ВИЭ-энергетика — более привлекательной для вложений. Это повлияло на прирост числа ветровых и солнечных электростанций и увеличение объемов производства альтернативной энергии в республике, но главным рычагом процесса стала постоянная поддержка со стороны государства. [3] В стране поставлена цель довести долю возобновляемых источников энергии с нынешнего 1% до 3% к 2020 году, до 10% к 2030 году и до 50% к 2050 году. [2] Также состоялось несколько политических собраний, организованных Министерством энергетики Казахстана, ЕЭК ООН, Европейской комиссии и Агентством США. На встрече обсудили стратегии для развития, а также вопрос инвестиций в ВИЭ.

Эксперты считают, что энергетический потенциал ветра в стране можно оценить в 1 трлн киловатт-часов в год. Благоприятным условием к развитию солнечной энергетики является географическое положение и стабильные климатические условия. Потенциал солнечной энергии в южных регионах страны составляет 2500-3000 солнечных часов в год. [2]

Различные инновационные технологии с внедрением альтернативных источников проникают во многие отрасли народного хозяйства, благодаря чему компании зарабатывают миллиарды долларов, создавая большую добавленную стоимость. Это поможет Казахстану в развитии внутренней экономики и решит проблемы с дефицитом электроэнергии во многих регионах страны.

Литература

1. <https://megaobuchalka.ru> (Дисциплина «Современные проблемы электроэнергетики»);
2. Искендер Бытырбеков «Законодательство в области возобновляемых источников энергии в Казахстане»; https://www.zakon.kz/4680246-zakonodatelstvo-v-oblasti.html/#_ftn17 ;
3. <http://studopedia.org/13-29369.html>

Юхов М.А., гр. 446

Руководитель: доцент каф. ПТЭ, к.т.н. Громова Е. Н.

Создание электронных моделей теплосетей городов в программе

Zulu

Ключевые слова: тепловые сети, проектирование

Моя преддипломная практика проходила по месту работы в ООО «НИПИ ПРЭС». Наш научный институт занимается актуализацией систем теплоснабжений городов с населением свыше 500 тыс. человек. Большая часть работы проходит благодаря геоинформационной системе Zulu.

Использование ZuluThermo позволяет лучше понимать режимы работы тепловой сети, анализировать аварийные ситуации, оценивать мероприятия по модернизации и перспективному развитию системы централизованного теплоснабжения.

Программа может быть использована для решения различных задач таких как:

- Построение модели тепловой сети
- Конструкторский расчет тепловой сети
- Наладочный расчет тепловой сети
- Поверочный расчет тепловой сети
- Расчет требуемой температуры на источнике
- Расчет резерва пропускной способности сети
- Расчет надежности системы теплоснабжения
- Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию
- Построение пьезографиков

Вся работа начинается с участия в тендере. Заказчиком, в своём большинстве, выступает администрация города и ставит определенные задачи. Дальше происходит сам конкурс, где принимают участие несколько организаций из разных городов. Все представляют свои проекты решения задач, и заказчик выбирает самый оптимальный вариант для него, и заключают договор. Дальше начинается активная фаза выполнения обязательств. Группа специалистов от нашего института отправляется в командировку в этот город. Там происходят встречи с представителями администрации, руководством теплоснабжающих организаций, осмотр

ведущих источников теплоснабжений (ТЭЦ и наиболее мощных котельных), анализ материалов. Дальше на почту присылают всю документацию и данные. На «летучке» происходит распределение дел и начинается работа. Здесь уже начинается мой функционал.

Основа моей работы это анализ, сортировка, и корректировка различных реестров в Microsoft Excel. Дальше я занимаюсь актуализацией уже существующих слоёв в Zulu. Слой-это электронная модель с набором типовых объектов, таких как источник, участок, тепловая камера, потребитель, насосная станция и т.д. Я заново добавляю новых потребителей или удаляю, тех, что уже отключены от централизованного теплоснабжения в связи со сносом из-за аварийного состояния здания. Так же прочерчиваю зоны влияния источников теплоснабжения. С одной стороны, подобную работу можно назвать монотонной, так как, каждый месяц строятся новые дома и целые микрорайоны их надо занести в электронную модель, какие-то кварталы надо перевести на дублирующий источник, так как требуется реконструкция. Списки и реестры достигают до 1000 потребителей, а список аварийных ситуаций на тепломагистралях измеряется кучей листов Microsoft Excel. Из-за того, что работа связана с геолокациями, на компьютере постоянно открыты несколько карт, и спутниковых снимков, сайты ЖКХ, публичная кадастровая карта.

Шавкунов Д.С., гр. 446

Руководитель: зав. каф. ПТЭ, к.т.н. Смородин С. Н.

Реконструкция котельной с увеличением мощности

Ключевые слова: практика, котельная, оборудование

Я проходил практику в ГУП “ТЭК СПб” на эксплуатационном участке №17, на котельной, расположенной по адресу Большой Сампсониевский проспект 56к2. Целью практики являлось получение и сбор информации для дальнейшего выполнения дипломной работы по теме: “Реконструкция котельной с увеличением мощности”.

На котельной по адресу Большой Сампсониевский проспект 56к2 установлено три чугунно-секционных котла – два водогрейных и один паровой: “Универсал-5”, “Энергия-3” и “МГ-2”.

В сумме котельная имеет тепловую нагрузку равную $0,974 \text{ Гкал/ч} = 1,132 \text{ МВт}$.

Планируемые тепловые нагрузки предположительно равны $1,53 \text{ МВт}$, что примерно на 35% выше нынешних.

Суть тепловой схемы котельной

Из коллектора обратной воды, обратная вода подается на водогрейные котлы. Из водогрейных котлов горячая вода поступает в коллектор прямой воды и идет непосредственно к потребителю и на собственные нужды. Городская вода поступает на паровые котлы и емкостные бойлеры. Из парового котла пар поступает в бойлеры для теплообмена с городской водой. Из бойлеров горячая вода поступает на коллектор ГВС и так же идет непосредственно к потребителю и на собственные нужды.

Потребителями являются:

- 1) Производственно-химическая лаборатория
- 2) Большой Сампсониевский проспект 56 (жилой дом)
- 3) Северо-Западный институт управления
- 4) Общежитие
- 5) Беловодский переулок 6 (Бизнес-центр. Только отопление)
- 6) Собственные нужды

Планируется добавить еще одного потребителя в виде жилого дома, что и влечет за собой потребность в увеличении тепловой нагрузки, а следовательно и реконструкции котельной.

Шарафутдинов Д.В., гр. 442

Руководитель: зав. каф. ПТЭ, к.т.н. Смородин С. Н.

Реконструкция котельной с переводом котлов с парового режима в водогрейный

Ключевые слова: котел, реконструкция, водогрейный режим

Для удовлетворения в тепле предприятий и каждый день возрастающего жилого фонда обширно исполняется модернизация и реконструкция существующих паровых котлов, позволяющих повысить выработку тепла в разрешенных границах при небольших расходах. Одним из путей реконструкции существующих котельных является перевод паровых котлов с естественной циркуляцией на прямоточный водогрейный режим работы. Реконструкция паровых котлов в водогрейные повышает экономичность установки за счет снижения затрат топлива и электроэнергии на собственные нужды. Отпадает потребность в питательных насосах с электрическим приводом, не требуется непрерывной и периодической продувок, упрощается схема химической водоподготовки так как требования к сетевой воде ниже, чем к питательной. Отпадает надобность в дорогостоящей бойлерной установке, требующей добавочных эксплуатационных затрат. Перевод паровых котлов на водогрейный режим дает возможность без дополнительных затрат и снижения КПД повысить тепловую мощность агрегатов при работе на газообразном топливе на 15-20% [1]. Это приводит к существенной экономии материально-технических средств и топлива.

Основными задачами ЭУ (эксплуатационного участка) №29 является:

- * Эксплуатация квартальных котельных с соблюдением утвержденных норм и правил;

- * Обеспечение экономичной и бесперебойной работы основного и вспомогательного оборудования котельной;

- * Поддержание основного и вспомогательного оборудования, зданий и сооружений котельных в работоспособном состоянии с сохранением необходимых эксплуатационных качеств путем проведения планово-предупредительных ремонтов и осмотров;

- * Прием и своевременная переработка поступающих на участок грузов: топлива, оборудования, материалов;

- * Постоянное снижение затрат на выполняемые работы и услуги по эксплуатации и ремонту котельных при соблюдении требуемого качества работ и услуг.

Для удовлетворения нужд в тепловой энергии потребителей широко осуществляется реконструкция и модернизация существующих паровых котельных, позволяющая увеличить выработку тепла в небольших пределах при невысоких затратах. Одним из путей реконструкции котельной является замена парового котла работающего в бойлерном режиме, на водогрейный котел. При переводе паровых котлов на водогрейный режим возникает возможность увеличить тепловую мощность агрегатов при работе на газообразном топливе на 15-20%. Прежде всего это приводит к экономии топлива. Навык эксплуатации котлов, переведенных на водогрейный режим, показал, собственно что переустройство котлов гарантирует высокоэффективную стабильность и надежную работу котельных. Реконструкция упрощает тепловую схему котельной установки, уменьшает себестоимость единицы отпускаемой потребителю теплоты, повышает надежность эксплуатации что имеет не маловажную роль на предприятии. При реконструкции паровых котельных

с переводом котлов на водогрейный режим, появляются сложности с деаэрацией воды. При переводе всех котлов на водогрейный режим необходимо переоборудовать деаэрационные установки [2]. Можно заменить деаэраторы атмосферного типа на вакуумные, эксплуатируемые на перегретой воде или оставить один или два (для надежности) котла для работы в паровом режиме. Если мы оставим деаэратор атмосферного типа и котел в паровом режиме, мы сможем на этом сэкономить.

Литература

1. Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н. Котельные установки и парогенераторы: учеб.пособие.2-е изд-е, испр. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2018.

2. Гладышев Н.Н., Короткова Т.Ю., Иванов В.Д., Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н. Справочное пособие теплоэнергетика жилищно-коммунального предприятия. – СПб.: СПбГТУ РП, 2017.

Ковтун А.В., гр. 442

Руководитель: профессор каф. ПТЭ, д.т.н. Казаков В.Г.

Описание ЗАО «Интернешнл Пейпер» и выпарной батареи

Ключевые слова: выпаривание, Светогорск, выпарные аппараты

ОАО “Светогорский” ЦБК расположен в Ленинградской области Выборгском районе, является градообразующим предприятием города Светогорск с населением около 15 тыс. человек. Предприятие было основано в 1887 году.

В декабре 1998 года предприятие вошло в состав компании International Paper. В 2009 году комбинат был переименован в ЗАО «Интернешнл Пейпер» (прежнее наименование ОАО «Светогорск»). Сегодня Светогорский комбинат является одним из крупнейших целлюлозно-бумажных предприятий в России и использует самые современные технологии и оборудование.

Предприятие относится к 1 классу опасности.

Безопасность является главным приоритетом International Paper, а формирование безопасной рабочей среды – важнейшей задачей в работе. В 2010 г. на предприятии компании в Светогорске была запущена программа LIFE, которая направлена на обеспечение безопасности на производстве. В рамках программы LIFE компания обеспечивает сотрудникам безопасные условия труда на всех уровнях за счет анализа того, насколько рабочие места соответствуют критериям безопасности, доработки политик и процедур на постоянной основе, совершенствования оборудования и использования необходимых средств персональной защиты.) [1]

Описание выпарной батареи

Выпаривание – сложный технологический процесс частичного либо полного удаления жидкого растворителя в виде пара из водных растворов твердых веществ при их кипении.

Выпаривание применяют для повышения концентрации растворов нелетучих веществ, выделения из растворов чистого растворителя (дистилляция) и кристаллизации растворенных веществ, т.е. нелетучих веществ в твердом виде.

Для нагревания выпариваемых растворов до кипения используют топочные газы, электрообогрев и высокотемпературные теплоносители, но наибольшее применение находит водяной пар, характеризующийся высокой удельной теплотой конденсации и высоким коэффициентом теплоотдачи.

По теплотехническим признакам выпарные станции ЦБП относятся к рекуперативным многостадийным вакуум-выпарным установкам с элементами адиабатного и контактного концентрирования и, как правило, работают по 5-6-ступенчатой противоточной или смешанной схеме питания корпусов раствором с использованием одного или нескольких источников подвода теплоты.

Заключение

Мною были исследованы процессы испарения в выпарных установках “Светогорского” ЦБК. Так же была составлена таблица для поверочного расчета выпарной установки, после чего проведен поверочный расчет.

Литература

1. <http://www.internationalpaper.com/ru/>

Кузьмин В.С., гр. 446

Руководитель: доцент каф. ПТЭ, к.т.н. Громова Е. Н.

Производство ХТММ на Светогорском ЦБК ЗАО "Интернешнл пейпер"

Ключевые слова: ХТММ , производство

Светогорский комбинат является одним из крупнейших целлюлозно-бумажных предприятий в России и использует самые современные технологии и оборудование.

Продукция завода используется в производстве большого спектра товаров: от бумаги и мелованного картона до санитарно-гигиенических продуктов

Гибкость технологического процесса позволяет получать полуфабрикаты с различными свойствами из еловой или осиновой щепы. Изготавливаемая ХТММ используется в собственном производстве бумаги и картона, а также поставляется российским партнерам, на комбинат International Paper Квидзын в Польше, а также в страны СНГ, Азии и Европы

Производство химико-термомеханической массы является энергоэффективным. Расход энергии на тонну продукции составляет лишь 600-2300 кВт/ч, в зависимости от марки выпускаемой продукции.

В ходе производства ХТММ выделяется большое количество пара: около 40 тонн в час, который также используется для предварительного нагрева воздуха, предназначенного для сушки готового ХТММ. [1]

В процессе получения ХТММ из еловой древесины во время пропарки щепы или при размоле используются химикаты, главным образом сульфит натрия.

Выход химико-термомеханической массы несколько ниже, чем термомеханической, но получаемая масса характеризуется максимальной, по сравнению с другими видами древесной массы, полученными из того же сырья, длиной волокна, повышенной белизной и при формировании бумаги дает лист с более равномерной структурой. При получении ХТММ важнейшим фактором является степень химического воздействия на древесное сырьё, показателем которого служит выход массы (88-96%). [2]

Литература

1. http://www.lesprom.com/de/news/International_Paper_Rossiya_otmetila_desyatiletie_proizvodstva_himiko-termomehanicheskoy_massi_81754/

Площенко Н.С., гр. 442, Коротченко К.В, гр. 446

Руководитель: доцент каф. ПТЭ, к.т.н. Громова Е. Н.

**Организация мероприятий по энергосбережению на
Правобережной ТЭЦ-5 ПАО "ТГК-1"**

Ключевые слова: энергосбережение, ТЭЦ, энергоэффективность

Основы энергоэффективности возникают при анализе основных недостатков эксплуатируемых в настоящее время котельных, таких как:

- большой физический и моральный износ котельных установок,
- низкая эффективность или отсутствие системы автоматики,
- несовершенство газогорелочных устройств,
- несвоевременная наладка теплового режима котла,
- образование отложений на поверхностях нагрева,
- плохая теплоизоляция,
- нерациональная тепловая схема котельной,
- отсутствие экономайзеров-подогревателей,
- неплотности газоходов.

Можно предложить следующие направления реконструкции и модернизации ТЭЦ с позиции энергосбережения: [1]

1) Снижение потерь теплоты с уходящими газами котельной (в следствие чего, низкий КПД котлов).

Снижению потерь теплоты с уходящими газами способствуют следующие мероприятия:

- поддержание оптимального коэффициента избытка воздуха в топке котла и снижение присосов воздуха по его тракту,
- поддержание чистоты внутренней и наружной поверхностей нагрева, что позволяет увеличить коэффициент теплопередачи от дымовых газов к воде,
- увеличение площадей хвостовых поверхностей нагрева,
- поддержание в барабане парового котла номинального давления, обеспечивающего расчётную степень охлаждения газов в хвостовых поверхностях нагрева,
- поддержание расчётной температуры питательной воды,
- перевод котлов с твёрдого и жидкого топлива на природный газ.

2) Совершенствование системы водоподготовки для уменьшения интенсивности образования солевых отложений на поверхностях теплообмена котла применяется докотловая обработка воды (водоподготовка). В зависимости от требуемых показателей качества воды (жесткость, окисляемость, сухой остаток, содержание взвешенных веществ) рекомендуют ту или иную технологию водоподготовки (фильтрование, отстаивание, осаждение, десорбция, химводоочистка).

3) Совершенствование конструкции и организации технологического процесса секционных водогрейных котлов, анализ опытных и расчётных данных позволяют дать следующие рекомендации по повышению эффективности работы котельных установок:

- повышение КПД водогрейных секционных котлов возможно за счёт перегрева в допустимом пределах хвостовых теплообменных поверхностей при неизменной теплопроводности топки,
- газификация котельных без их реконструкции и замены устаревшего оборудования, как установлено энергоаудитом, ведет к

снижению техникоэкономических и некоторых экологических характеристик теплогенераторов,

- замена обмуровки котлов малой мощности из традиционных материалов позволяет снизить теплопотери в определённой среде за счёт теплоотдачи с наружных нагретых поверхностей в 1,5-2 раза, что повысит общий КПД котельной на 1,5-2%,

- примерно 1% роста КПД котельных можно обеспечить за счёт забора воздуха из верхних горизонтов помещений котельной, данный воздух может быть направлен в топочное устройство.

4) Замена котлов устаревших конструкций.

На предприятиях в целях документирования данных общей энергоэффективности используется энергетический паспорт.

Энергетический паспорт (ЭП) потребителя топливно-энергетических ресурсов (далее - ТЭР) разрабатывают на основе энергетического обследования, проводимого с целью получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов и воды, определения показателей энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности, а также разработки мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте. В ЭП сравниваются данные по объему энергии необходимой потребителю и затраты ресурсов для ее производства. Раз в 5 лет информация о работе котельных заносится в таблицу для анализа эффективности. Ежегодно проводятся мероприятия по сбережению энергии на блочно-модульных котельных. Таким образом осуществляются различные мероприятия по экономии на производстве теплоносителя.

Отчет по энергоаудиту должен содержать описательную и аналитическую части. [2] Все расчеты и материалы обследования следует выносить в приложения. Основные числовые данные (состав

энергоносителей, структуру энергопотребления, структуру затрат на энергоносители и ряд других) надо представлять в виде таблиц и круговых диаграмм. Суточные и другие графики потребления различных энергоносителей следует представлять в виде линейных или столбчатых графиков.

Литература

1. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей РД 34.03.201-97/. - М.: Издательский дом Энергия, 2013.-200 с.

2. Губарев А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий: учебное пособие для вузов/Губарев А.В. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. -240 с.

Гуляев М.В. Белоглазов А.В., гр. 442

Руководитель: доцент каф. ПТЭ, к.т.н. Ганичев В.А.

Целлюлозно-бумажный комбинат в г. Светогорск

Ключевые слова: Светогорск, бумага

Светогорский комбинат является одним из крупнейших целлюлозно-бумажных предприятий в России и использует самые современные технологии и оборудование.

Светогорский целлюлозно-бумажный комбинат, основанный в 1887 году, является градообразующим предприятием г. Светогорска, где проживает порядка 20 000 человек. В декабре 1998 года предприятие

вошло в состав компании International Paper. В 2009 году комбинат был переименован в ЗАО «Интернешнл Пейпер» (прежнее наименование ОАО «Светогорск»). Комбинат расположен на Карельском перешейке и занимает около 200 гектаров земли. Производственный комплекс включает в себя три целлюлозных завода, две бумагоделательные машины и производство листовых бумаг форматов А4 и А3. [1]

Ассортимент вырабатываемой продукции

International Paper является одним из лидеров по производству высококачественной офисной бумаги в России (SvetoCopy и Ballet) и картона для упаковки жидких пищевых продуктов.

ТЭЦ Светогорского комбината

Газотурбинная установка SGT-600 мощностью 25 МВт установлена в помещении ТЭЦ целлюлозно-бумажного комбината. Электроэнергия, вырабатываемая на напряжении 10,5 кВ, используется для производственных нужд предприятия.

Содорегенерационный котел

Так же на территории комбината находится содорегенерационный котел с выпарными установками. Необходимый для сжигания черного щелока, который образуется при варке целлюлозы.

Производство ХТММ

ХТММ – химико-термомеханическая масса, получается путем совместной химической и термогидролитической обработки и размола щепы в две ступени под давлением. Линия по производству ХТММ введена в 2007 г. Изготавливаемая химико-термомеханическая масса используется в собственном производстве бумаги и картона, поставляется российским партнерам, на комбинат International Paper в Польше, а также в страны СНГ, Азии и Европы.

БДМ на Светогорском комбинате

На предприятии «International Paper» находятся несколько БДМ для производства картона, офисной и офсетной бумаги. На каждой машине автоматизированная система управления. Все процессы и параметры можно наблюдать с монитора системы управления.

Литература

1. International Paper URL:

<http://www.internationalpaper.com/ru/компания/области/европа-ближний-восток-и-африка/о-нас/international-paper-в-россии/целлюлозно-бумажный-комбинат-в-г-светогорск> (дата обращения: 20.02.2019).

Лебедев А.С., гр. 443

Руководитель: доц. каф. ПТЭ, к.т.н. Ганичев В.А.

Конструкция и краткое описание основного оборудования Сясьского ЦБК

Ключевые слова: история комбината; характеристика производства; описание бдм

ОАО «Сясьский ЦБК» расположено в Ленинградской области в Волховском районе, городе Сясьстрой, на незначительном расстоянии от городской жилой застройки, на территории, прилегающей к побережью реки Сясь и Валгомы, на расстоянии 4 км от Ладожского озера. Является градообразующим предприятием.

На сегодняшний день, Сясьский ЦБК является одним из крупнейших в России производителей санитарно-гигиенических изделий, а также

целлюлозы, лигносульфонатов и других видов продукции промышленного назначения.

В данном докладе рассматривается общая характеристика производства, описание сушильной части на машине по производству целлюлозы в «Сясьском ЦБК».

Характеристика производства

Сясьский ЦБК — один из первенцев отечественной целлюлозно-бумажной промышленности. Запущен в эксплуатацию в 1928 году. [1]

ОАО «Сясьский ЦБК» является многопрофильным предприятием по переработке хвойной и лиственной древесины в целлюлозу и выпуску бумажной и картонной продукцию из нее.

Предприятие относится к 1-му классу опасности.

На предприятии также осуществляется переработка жидких отходов производства с получением продуктов:

- - кормовых дрожжей,
- - товарных (жидких и сухих) лигносульфонатов из отходов

сульфитцеллюлозного производства.

В состав комбината входят:

Лесоподготовительное хозяйство по приемке, хранению, переработке древесины в объемах:

- – хвойной древесины до 700 тысяч м³/год;
- – лиственной древесины до 300 тысяч м³/год;

Сульфит-целлюлозное производство мощностью 120 тысяч тонн в год целлюлозы по варке.

Древесно-массный цех по выпуску химико-механической массы из осинового щепы в объеме 100 тысяч тонн в год.

Производство санитарно-бытовой и гигиенической бумаги и изделий из нее:

- – бумага туалетная – 600 млн. рулончиков в год;

- – салфетки бумажные – 5 млн. пачек в год;
- – бумага-основа санитарно-гигиеническая – 100 тыс. тонн в год.

Производство биохимической переработки сульфитных щёлоков на кормовые дрожжи и технические лигносульфонаты.

Описание БДМ :

На предприятии находятся несколько БДМ для производства бумаги сан.технического назначения (туалетная бумага, бумажные полотенчики и др.). На каждой машине автоматизированная система управления. Все процессы и параметры можно наблюдать с монитора системы управления.

БДМ состоит из следующих основных частей: сеточной, где из разбавленной суспензии непрерывно формируется полотно бумаги и из него удаляется первая часть избыточной воды; прессовой, где производится обезвоживание и уплотнение полотна бумаги: сушильной, в которой удаляется оставшаяся в бумажном полотне влага: отделочной, где полотно подвергается необходимой обработке для придания лоска, плотности, гладкости и наматывается в рулоны.

В напорном ящике масса принимает форму плоской струи, являющейся основой для отлива полотна. Из напорного ящика масса попадает на сетку, где из разбавленной массы осаждаются волокна и образуются бумажное/картонное полотно.

Далее полотно подвергается прессованию. В процессе прессования вода удаляется из полотна в результате его уплотнения под действием внешней нагрузки. Прессовая часть машины состоит из нескольких цилиндров, через которые проходит бумажное полотно. После прессовой части сухость бумаги обычно составляет 40 %.

Дальнейшее обезвоживание до конечной сухости (92 % - 95 %) происходит на сушильной части БДМ за счет испарения влаги из полотна.

Сушильная часть состоит из вращающегося и обогреваемого изнутри паром янки-цилиндра, длиной $L = 4,5$ м и диаметром 4,2 м. [2]

Задача бумгоделательной машины - сформировать бумажное полотно и высушить. Пройдя все этапы роспуск, очистки и размола, бумажная масса (концентрация 0,2 – 0,3%) подается в формирующий ящик бумажной машины. В нем установлен сеточный цилиндр с двумя сетками: крупной (подкладочной) и мелкой. Волокно захватывается сетками и с помощью прессового вала передается на сукно (для бумагоделательных машин). Сукно движется к янки цилиндру. На сукне с помощью вакуумных отсасывающих ящиков происходит активная водоотдача, к янки цилиндру сукно прижимается валом и бумажное полотно прилипает к поверхности янки цилиндра. В точке прилипания сухость бумажного полотна достигает 35%. В янки цилиндр постоянно подается пар и нагревает поверхность. Пройдя по нагретой поверхности янки цилиндра, бумага с сухостью 95% снимается крепирующим шабером и сматывается в бобину на накате.

Основные параметры машины :

- Количество цилиндров = 1 шт.
- Длина цилиндра = 4,5 м.
- Диаметр цилиндра = 4,2 м.
- Толщина стенки цилиндра = 60 мм.
- Угол обхвата цилиндра полотном = 190 градусов
- Температура цилиндра = 100 градусов
- Скорость полотна = 1600 метров/мин
- Обрезная ширина полотна = 4.2 м.
- Производительность = 5 тон / час.

Литература

1. Руководство по эксплуатации янки-цилиндра для ОАО «Сясьский ЦБК»
2. <http://syas.ru>

Жанбатыр Д. А., гр. 442

Руководитель: доц. каф. ПТЭ, к.т.н. Лакомкин В.Ю.

Изучение конструкции и принципа работы аппаратов кипящего слоя для сушки поваренной (каменной) соли

Ключевые слова: кипящий слой, сушка, сушильная установка

Год за годом потребление поваренной (каменной) соли увеличивается, как и число населения нашей страны. Корни добычи поваренной соли в мире уходят во времена неолита. С технологическим прогрессом, ручной труд заменялся использованием специальных машин. Современная Россия производит и добывает 2 800 000 тонн в год, занимая 14-ое место в мире по её добыче. На первый взгляд может показаться, что это незначительные цифры, но производство соли – сложный многоэтапный процесс, состоящий из добычи сырья, очистки его от механических и химических примесей, обогащения полезными элементами, сушки и дробления. Для получения качественного продукта требуется современное оборудование и строгое соблюдение технологии.

В преддипломной практике мы детально изучили конструкции и принципы работы аппаратов кипящего слоя для сушки поваренной соли. Основным отличием топок сушильных установок от топок паровых котлов является то, что в первых может иметь место более низкая температура

горения топлива. С целью защитить стенки топки от воздействия высоких температур и улучшить горение коэффициент избытка воздуха в них при сжигании твердого топлива принимают равным 2 - 2,5, а затем топочные газы разбавляют воздухом или циркулирующей в сушилке смесью до требуемой температуры. [1] Основным узлом в камерах кипящего слоя является система воздухораспределения (решетка), состоящая из колпачков различной конфигурации, основным назначением которых является равномерное распределение потока подаваемого под решетку воздуха или газа со скоростью, обеспечивающей псевдооживление слоя. [2]

Причина образования кипящего слоя в сушильных установках заключается в следующем. Если через неподвижный слой твердых частиц, которые лежат на решетке, пропускать снизу в вверх поток воздуха или газа, при этом увеличивая его скорость, то постепенно весь слой перейдет во взвешенное состояние. Он возрастет в объеме, в нем будет происходить интенсивное перемешивание частиц, то есть "кипение", которое способствует улучшению теплообмена. При дальнейшем увеличении скорости слой разрушается, твердые частицы уносятся потоком газа.

Так, на определенном этапе производства поваренной соли возникает необходимость ее сушки для окончательного удаления влаги и получения сухих кристаллов, которые мы привыкли видеть у себя дома. Поэтому необходимо выбрать наиболее подходящий сушильный аппарат, на что влияют сами свойства поваренной соли.

Литература

1. Лакомкин В.Ю., Смородин С.Н., Громова Е.Н. Тепломассообменное оборудование предприятий (Сушильные установки): учебное пособие / СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2016.

2. Лакомкин В.Ю., Смородин С.Н., Громова Е.Н. Гидродинамика и тепломассообмен в газодисперсных потоках: учеб. пособие. – СПб.: ВШТЭ СПб ГУПТД, 2016.

Кунков И.С., Артемьев И.В., гр. 442

Руководитель: доцент каф. ПТЭ, к.т.н. Громова Е. Н.

**Производство газетной бумаги. Особенности конструкции
сушильной части БДМ -10 ОАО "Кондопога"**

Ключевые слова: бумага, сушильная часть, Кондопога

«Кондопожский целлюлозно-бумажный комбинат» - одно из самых крупных предприятие не только в России, но и в Европе, которое специализируется на производстве газетной бумаги. Предприятие расположено в Кондопоге, республика Карелия.

Назначение сушильной части – окончательное обезвоживание и уплотнение бумажного полотна.

Сушильная часть БДМ -10 ОАО "Кондопога" состоит из сушильных цилиндров, которые нагреваются паром. Располагаются они в «шахматном порядке», как обычно на всех ЦБК, в два яруса. По этим цилиндрам проходит бумажное полотно, соприкасаясь с нижними и верхними цилиндрами обоими поверхностями по очереди. Бумажное полотно последовательно огибает боковую поверхность

вращающихся цилиндров и проходит по ним поочередно от нижнего к верхнему, затем опять к нижнему и т. д. А на месте соприкосновения с цилиндрами полотно прижимается сушильным сукном, который обеспечивает плотный контакт между бумагой и горячей поверхностью цилиндров.

Из всех частей бумагоделательной машины сушильная часть – самая большая по длине. Количество цилиндров, в зависимости от скорости самой машины, веса и вида бумаги, может составлять от 60 до 80.

Выпуск изделий осуществляется из высококачественного сырья — древесной массы и целлюлозы. Высокоскоростные бумагоделательные машины с двухсеточным формованием бумажного полотна оборудованы современными автоматизированными системами управления. Использование сложных технических решений позволило выпускать наиболее востребованную на мировом рынке бумагу с уменьшенной массой квадратного метра. Более 80% выпускаемой бумаги реализуется за рубежом.

Сушильная часть является наиболее дорогой по стоимости. Её стоимость составляет до половины стоимости бумагоделательной машины. Масса сушильной части составляет приблизительно 60...70 % от общей массы машины.

Требования к эффективности работы бумагоделательных машин и качеству продукции возрастают. Самыми эффективными в настоящее время оказались решения по автоматическому управлению качеством готовой бумаги. Значительно меньшего прогресса достигли в создании систем автоматического управления качеством: при смене производительности, вида продукции, обрывах бумажного полотна.

Литература

1. <https://ru-ecology.info/term/21730/>
2. <http://www.oaokondopoga.ru/>

Бубнов К.А., гр. 443

Руководитель: доцент каф. ПТЭ, к.т.н. Белоусов В.Н.

Практика на ОАО «КАМАЗ»

Ключевые слова: Котельная, КАМАЗ, отопление

Этой зимой я проходил преддипломную практику на ОАО «КАМАЗ», находящийся в г. Набережные Челны. Моей основной задачей было изучить тепловое оборудование модульной котельной. Ниже представленная основная характеристика теплотехнического оборудования, входящего в состав котельной, обеспечивающей теплоснабжение.

Краткая характеристика котельной:

- Котельная предназначена для теплоснабжения литейного завода. Водогрейная автоматизированная котельная отдельно стоящего типа мощностью 4.5 МВт.
- В качестве основного оборудования котельной проектом предусмотрено: два водогрейных котла фирмы «BUDERUS»: «LOGANO S

825 L» ст. № 1 теплопроизводительностью 2500 кВт; «LOGANO S 825 M» ст. № 2 теплопроизводительностью 1900 кВт.

- Наименование параметров Ед. изм. LOGANO S 825 L ст. № 1 LOGANO S 825 M ст. № 2

- Номинальная тепло -производительность 1900 и 2500 кВт Гкал/ч Максимальная температура на выходе из котла 115 С

- Допустимое рабочее давление 6.6 бар

- Поверхность нагрева 48,3 и 64,5 м²

- Объем котла 2 и 2,2 м²

- Тип горелки Weishaupt G9/1-D/ZMD Weishaupt GL9/1-D/ZMD

- Диапазон тепловой

- мощности горелки кВт к 500-3600 кВт 500-3600 кВт

- Котел № 1 оборудован блочным горелочным устройством фирмы Weishaupt, предназначенным для работы на природном газе, с необходимым набором запорной и регулирующей арматуры. Котел № 2 оборудован комбинированным блочным горелочным устройством фирмы Weishaupt, предназначенным для работы на природном газе и дизельном топливе, с необходимым набором запорной и регулирующей арматуры. Воздух на нужды горения подается дутьевым вентилятором с электроприводом, имеющимся в составе каждого горелочного устройства. Регулирование теплопроизводительности котла осуществляется с помощью системы управления Logomatic 4311. Регулирование температурного режима котловых контуров и контура отопления осуществляется с помощью системы управления (регулирования) Logomatic 4312. Топливо подается из газопровода.

- Циркуляцию воды в котловом контуре обеспечивают электронасосы фирмы WILO: IL 150/200-7,5/4 - 2 шт; IPL 32/100-0,55/2 – 2 шт.

- Рециркуляцию воды на входе в водогрейные котлы обеспечивают электронасосы фирмы WILO IPL 80/130-0,75/4- 1 шт.; IPL 65/130-0.37/4 – 1 шт.
- Циркуляцию воды в тепловой сети обеспечивают электронасосы фирмы WILO: контур отопления - IЛ 80/130-5,5/2 – 2 шт; контур ГВС - IPL 65/140-4/2 – 2 шт.
- Рециркуляцию воды в контуре ГВС обеспечивает насос фирмы WILO Stratos ECO – Z25/1–5.
- Подпитка систем осуществляется с помощью двух электронасосов WILO MHI 205 DM.
- Химводоподготовка осуществляется путём ввода ингибиторов дозирующей установкой коррекционной обработки воды Текна DPZ 601.
- В аварийных ситуациях предусматривается возможность подпитки систем сырой водой.
- Подогрев воды осуществляется пластинчатыми подогревателями ОАО «Альфа Лаваль»: M10-BFG – 2 шт. мощностью по 180 кВт каждый – контур отопления; M6-FG – 2 шт. мощностью по 295 кВт каждый – контур ГВС.
- Отопление помещения котельной осуществляется тремя калориферами КЭВ-42П311WR, включенными в котловой контур.
- Котёл работает под наддувом. Тяга котла – естественная. Отвод продуктов сгорания осуществляется через две металлические трубы, выполненные в одной несущей стальной оболочке. [1]

Литература

1. (Оборудование модульной котельной URL:<https://kamaz.ru/>)

К вопросу определения области и схемы горения твердого топлива

Ключевые слова: углерод, кинетика, диффузия, приведенная пленка.

Горение – сложный физико-химический процесс, включающий в себя множество последовательных и параллельных фаз, определяемый как химической кинетикой, так и диффузией окислителя. Под скоростью горения твердого топлива понимают количество кислорода, потребляемого реакционной поверхностью в единицу времени. Так как при этом концентрация горючего на поверхности частицы постоянна, то скорость гетерогенного горения однозначно определяется концентрацией окислителя.

Интенсивность процесса горения определяется скоростью химической реакции и скоростью диффузии кислорода в зону горения. Результирующая скорость будет определяться скоростью более медленного процесса. В зависимости от соотношения этих различают три области горения (рис. 1).

На графике наглядно показано, что скорость молекулярной и турбулентной диффузии в незначительной степени зависят от температуры, в то время как скорость химической реакции, по мере повышения температуры в зоне горения, увеличивается по экспоненциальному закону Аррениуса [1].

В первой области скорость диффузии выше скорости химической реакции, что характерно для начального периода горения. Результирующая

горения будет определяться скоростью химической реакции. Такая область называется кинетической. Интенсифицировать процесс возможно путем увеличения температуры в зоне горения.

В диффузионной области уже скорость химической реакции превышает скорость диффузии кислорода, поэтому процесс будет лимитироваться диффузией. Увеличить скорость горения можно путем совершенствования аэродинамики топочного устройства, применения острого дутья, закручивания и дробления потоков.

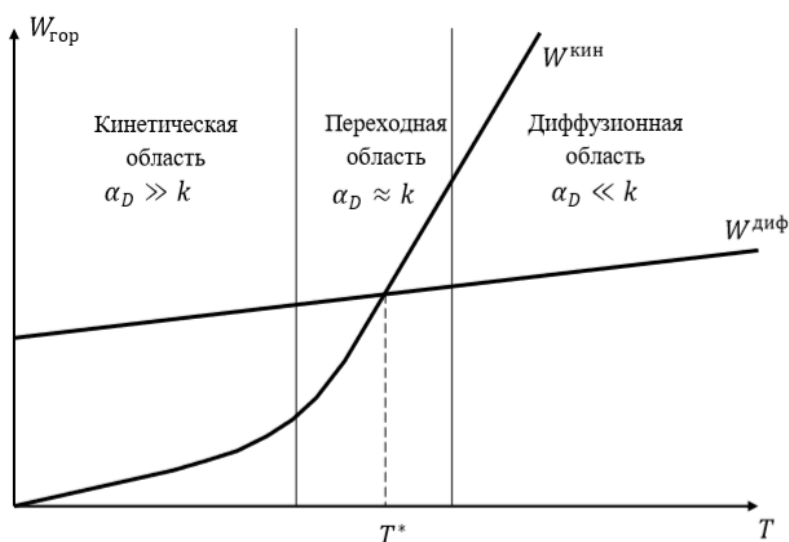


Рис. 1. Области горения

Область, в которой коэффициент диффузии и константа скорости химической реакции являются величинами одного порядка называется диффузионно-кинетической.

Под схемой горения понимают распределение концентраций и парциальных давлений продуктов сгорания и кислорода у поверхности частицы. Различают три схемы горения в зависимости от численного значения критерия Семенова Se , который характеризует отношение потока вещества поглощенной гомогенной реакцией горения монооксида углерода к его диффузионному потоку [2].

В негорящем пограничном слое кислород достигает поверхности угольной частицы, горение монооксида углерода практически не влияет на распределения парциальных давлений кислорода и диоксида углерода. $Se < 0.4$.

В горящем пограничном слое кислород достигает поверхности угольной частицы, но имеет место гомогенная реакция горения монооксида углерода, оказывающая существенное влияние на распределение концентраций и парциальных давлений кислорода и углекислого газа. $0.4 < Se < 2$.

Кислород не достигает поверхности углеродной частицы и полностью расходуется на догорание CO в приведенной пленке. На поверхности частицы протекает только восстановительная реакция. Пограничный слой делится на горящую и негорящую зоны. $Se > 2$.

Литература

1. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Ч.II. Теория горения: учебное пособие / СПбГТУРП. – СПб., 2011.
2. Акмен Р.Г. Топливо, основы теории горения и топочные устройства: текст лекций. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2005.

СОДЕРЖАНИЕ

Зубков Н.С. , гр. 442 «Разработка мероприятий по снижению температуры дымовых газов за котлами»	3
Соколовская А.Р., Метелкина В.Е. , гр. 443 «О топливоснабжении Апатитской ТЭЦ»	6
Некрасов Д.А. , гр. 443 «К вопросу о процессах выпарных аппаратов на ЦПК»	10
Ахмадиев Б. Р; Голотин М. Ю. , гр. 443 «Общие сведения о безопасной эксплуатации котельных установок»	13

Бундюк Д.С. , гр. 446 «Реконструкция котельной с заменой парового котла, работающего в бойлерном режиме, на водогрейный котел»	17
Иванов А.В. , гр. 446 «Производственная практика в «ООО Теплоэнерго»	19
Носырева Е.В. , гр. 446 «Сравнительная оценка методик поверочного расчета топочной камеры»	21
Рыжик К.К. , гр. 446 «Виды котлов на Правобережной ТЭЦ № 5 ПАО ТГК-1 »	24
Семенченко Ю.С. , гр. 443 «Развитие возобновляемых источников энергии в Казахстане»	27
Юхов М.А. , гр. 446 «Создание электронных моделей теплосетей городов в программе Zulu»	30
Шавкунов Д.С. , гр. 446 «Реконструкция котельной с увеличением мощности»	32
Шарафутдинов Д.В. , гр. 442 «Реконструкция котельной с переводом котлов с парового режима в водогрейный»	34
Ковтун А.В. , гр. 442 «Описание ЗАО «Интернешнл Пейпер» и выпарной батареи»	36
Кузьмин В.С. , гр. 446 «Производство ХТММ на Светогорском ЦБК ЗАО "Интернешнл пейпер"»	38
Площенко Н.С. , гр. 442, Коротченко К.В. , гр. 446 «Организация мероприятий по энергосбережению на Правобережной ТЭЦ-5 ПАО "ТГК-1"»	40
Гуляев М.В. Белоглазов А.В. , гр. 442 «Целлюлозно-бумажный комбинат в г. Светогорске»	43
Лебедев А.С. , гр. 443 «Конструкция и краткое описание основного оборудования Сясьского ЦБК»	45
Жанбатыр Д. А. , гр. 442 «Изучение конструкции и принципа работы аппаратов кипящего слоя для сушки поваренной (каменной) соли»	49
Кунков И.С., Артемьев И.В. , гр. 442 «Производство газетной	51

бумаги. Особенности конструкции сушильной части БДМ -10 ОАО
"Кондопога"»

Бубнов К.А., гр. 443 «Практика на ОАО «КАМАЗ» 53

Червинский В. Н., гр. 443 «К вопросу определения области и схемы
горения твердого топлива» 55

Электронное издание

МАТЕРИАЛЫ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ПО ИТОГАМ ПРЕДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

«ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ И

ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ»

7 МАРТА 2019 Г.