

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

С. В. Кункевич

ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (профиль программы «Теплогазоснабжение и вентиляция»)

Калининград
2023

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор кафедры строительства
ФГБОУ ВО «КГТУ» И. С. Александров,
старший преподаватель кафедры энергетики ФГБОУ ВО «КГТУ» Е. А. Беркова

Кункевич, С. В.

Теплогенерирующие установки: учеб.-методич. пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студ. магистратуры по направ. подгот. 08.04.01 Строительство (профиль программы «Теплогазоснабжение и вентиляция») / **С. В. Кункевич.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 26 с.

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал содержит методические материалы по изучению дисциплины, которые включают тематический план занятий, методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы, вопросы для самоконтроля по темам, оценочные средства и критерии оценивания.

Табл. – 1, список лит. – 5 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 31.05.2023 г., протокол № 09

Содержание

Введение	4
1. Тематический план занятий	7
2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов	17
Список рекомендуемой литературы.....	18
Приложение А. Типовые контрольные вопросы для защиты курсовой работы.....	19
Приложение Б. Типовые экзаменационные вопросы.....	21
Приложение В. Образец оформления титульного листа курсовой работы.....	25

Введение

Дисциплина «Теплогенерирующие установки» входит в состав основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 08.04.01 Строительство.

Целью дисциплины является формирование знаний о современных источниках тепловой энергии систем теплоснабжения, энергетическом топливе и процессах производства тепловой энергии, умений и навыков правильно оценивать задачи при разработке, монтаже и эксплуатации источников систем теплоснабжения с учетом экологической, топливно-энергетической и экономической ситуации в стране.

В результате освоения дисциплины студент должен:

– **знать:** конструкции и принцип действия современных теплогенерирующих установок; порядок проведения испытаний и составления режимных карт теплогенерирующих установок; режимы их работы; методы защиты окружающей среды от выбросов теплогенерирующих установок.

– **уметь:** производить тепловые, аэродинамические и прочностные расчеты современных теплогенерирующих установок; разбираться в тепловых схемах источников теплоснабжения; оценивать эффективность их работы во время эксплуатации.

– **владеть:** навыками выбора основного и вспомогательного оборудования источников теплоснабжения; основами эксплуатации и обслуживающих их систем; представлением об основных направлениях развития современных теплогенерирующих установок в России и за рубежом.

Дисциплина опирается на компетенции, знания, умения и навыки студентов, полученные при изучении дисциплины «Теплоснабжение».

Знания, полученные при освоении дисциплины «Теплогенерирующие установки» используются при изучении дисциплины «Газораспределительные системы и газопотребляющее оборудование», при выполнении выпускной квалификационной работы и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам *текущего контроля* успеваемости относятся:

- задания и вопросы для практических занятий;
- тестовые задания по дисциплине.

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Теплогенерирующие установки» предусмотрены практические работы. На выполнение некоторых практических работ необходимо затратить более одного академического часа.

Перед началом выполнения практических работ обучающиеся изучают задания и, после методических указаний преподавателя, приступают к их вы-

полнению. Задания для практических занятий используются для комплексной оценки освоения студентами базовых тем дисциплины, а также контроля всех видов учебной деятельности, включая аудиторную и самостоятельную работу.

Защита работ с ответами на вопросы проводится либо на очередном практическом занятии, либо в часы индивидуальных или групповых консультаций преподавателя. Студент, самостоятельно выполнивший и защитивший все задания, получает оценку «зачтено» за данную практическую работу.

Тестовые задания по дисциплине используются для текущего контроля освоения дисциплины. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Тестирование студентов проводится на практических занятиях. Каждый вариант теста разработан с учетом индикаторов достижения требуемой компетенции и включает в себя задания открытого и закрытого типа. В заданиях закрытого типа приведены три-четыре варианта ответа из них один или несколько правильных. Оценивание осуществляется по следующим критериям: «зачтено» – 50-100 % правильных ответов на заданные вопросы; «не зачтено» – менее 50 % правильных ответов.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теплогенерирующие установки» проводится в форме защиты курсовой работы и в форме экзамена.

Учебным планом предусмотрено *выполнение курсовой работы*. Задание для выполнения курсовой работы обучающиеся получают в начале семестра. Курсовая работа необходима для овладения навыками инженерных расчетов, выполняемых при проектировании теплогенерирующих установок. Задание на курсовую работу выдается по вариантам. Вариант задания определяется преподавателем.

Выполненная и оформленная курсовая работа сдается преподавателю на проверку до начала проведения промежуточной аттестации. Курсовая работа, имеющая недостатки, отправляется на доработку. При отсутствии замечаний к выполненной курсовой работе – допускается к защите.

Промежуточная аттестация в форме защиты курсовой работы проводится по контрольным вопросам, примерный перечень которых приведен в Приложении А. Защита проводится по мере готовности работы в течение семестра, а также в период экзаменационной сессии. По результатам защиты курсовой работы выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»). Критерии оценивания представлены в таблице.

Таблица – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-49 %	50-69 %	71-85 %	86-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной системой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся экзаменационные вопросы. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Примерный список экзаменационных вопросов представлен в Приложении Б.

К экзамену допускаются студенты, получившие положительную оценку по результатам практических занятий и самостоятельной работы. Экзамен по дисциплине проводится при условии выполнения и успешной защиты всех практических работ, успешного прохождения тестирования, выполнения и успешной защиты курсовой работы.

Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной, зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных при ответе на экзаменационные вопросы) и выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице.

Порядок и правила проведения экзамена по дисциплине преподаватель сообщает обучающимся в начале учебного семестра.

1. Тематический план занятий

Тема 1. Органическое топливо

Ключевые вопросы темы:

1. Основные источники энергии для теплогенерирующих установок.
2. Классификация органического топлива. Элементарный состав и технические характеристики органического топлива.
3. Технологические характеристики твердого топлива.
4. Технологические характеристики жидкого топлива.
5. Технологические характеристики газообразного топлива.
6. Основы процесса горения органических топлив.

Практические занятия по теме: расчет характеристик энергетических топлив.

Рассматриваемые задачи направлены на углубленное изучение состава и технологических характеристик твердого, жидкого и газообразного топлива. Пересчет топлив из одной массы в другую (рабочая, сухая, горючая), с учетом особенностей таких топлив, как горючие сланцы.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Назовите основные источники энергии для получения тепла.
2. Укажите, какие углеводородные энергетические ресурсы относятся к категории «нетрадиционных»?
3. Дайте определение органического топлива.
4. По каким категориям классифицируют органическое топливо?
5. Укажите, какие горючие и какие негорючие вещества входят в состав рабочей массы твердого и жидкого органического топлива?

6. Какие компоненты входят в состав сухой массы газообразного топлива?

7. В чем состоит отличие между высшей и низшей теплотой сгорания органического топлива?

8. Что называют условным топливом? С какой целью вводится понятие условного топлива?

9. Укажите важнейшие технические характеристики органического топлива. Что они характеризуют?

10. Какими способами получают искусственные горючие газы?

11. На какие группы в зависимости от месторождения подразделяют природные газы?

12. Какой процесс называют горением?

13. Назовите две области процесса горения. Чем они определяются?

14. Чем определяется температура воспламенения горючей смеси?

15. Какими способами осуществляется стабилизация фронта воспламенения горючей смеси?

16. Каким параметром определяется скорость горения жидкого топлива?

Тема 2. Топливное хозяйство котельных

Ключевые вопросы темы:

1. Системы топливоподачи твердого топлива. Хранение твердого топлива. Подготовка топлива к сжиганию. Удаление шлака и золы.

2. Системы топливоподачи жидкого топлива. Условия для слива топлива, подготовки к сжиганию и подачи в котельную на сжигание. Требования к хранению жидкого топлива.

3. Газоснабжение котельных.

Практические занятия по теме: расчет теплоты сгорания энергетического топлива.

Решение задач по определению высшей и низшей теплоты сгорания твердого и жидкого топлива по их элементарному составу для рабочей, сухой и горючей массы топлива. Определение теплоты сгорания газообразного топлива по составу входящих в него компонентов (соединений). Расчет теплоты сгорания для смеси различных топлив.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Какие устройства, сооружения и механизмы входят в систему топливоподачи твердого топлива?

2. Каковы признаки самовозгорания твердого топлива на складе?

3. Какие действия предпринимаются при появлении признаков самовозгорания твердого топлива?

4. Опишите принцип действия шаровой барабанной мельницы; молотковой мельницы; валковой среднеходной мельницы.

5. Для каких целей в системах пылеприготовления используются сепараторы, циклоны, питатели сырого угля и пыли, бункера?

8. Какие существуют способы шлакозолоудаления в котельных? В каких случаях каждый из них используется?

9. В чем заключается подготовка мазута перед сжиганием?

10. За счет чего поддерживается определенная температура мазута в резервуарах (баках)?

11. С какой целью, и в каких устройствах производится очистка мазута от твердых фракций?

12. Какие части включает в себя система газоснабжения предприятия? Кем они обслуживаются?

13. Для чего предназначены газорегуляторные пункты и установки?

14. Какие устройства входят в состав основного оборудования газорегуляторного пункта? Для чего каждое из них предназначено?

15. Какие устройства должны быть установлены перед горелками в зависимости от их мощности и степени автоматизации?

16. С какой целью на газопроводе перед котлами устанавливается клапан-отсекатель? В каких случаях и каким образом он срабатывает?

Тема 3. Разработка и расчет тепловых схем котельных

Ключевые вопросы темы:

1. Общие положения разработки тепловых схем.
2. Тепловые схемы котельных.
3. Тепловые схемы котельных с водогрейными котлами и основы их расчета.
4. Тепловые схемы котельных с паровыми котлами и их расчет.

Практические занятия по теме: расчет тепловых схем котельных.

Расчет тепловых схем котельной с паровыми и водогрейными котлами. Расчет базируется на решении уравнений теплового и материального баланса, составляемых для каждого элемента схемы. Обычно расчет производится методом последовательных приближений: при расхождении предварительно принятых в расчете величин с полученными результатами расчета более чем на 3 % расчет повторяется, и в качестве исходных данных подставляются полученные значения. Расчет тепловой схемы котельной с паровыми котлами выполняется для трех режимов: максимально-зимнего, наиболее холодного месяца и летнего.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Что представляет собой тепловая схема?

2. Какие различают типы тепловых схем? Что на них изображают? Как классифицируются котельные в зависимости от характера тепловых нагрузок?

3. Как классифицируются котельные по надежности отпуска тепла потребителям?

4. Укажите рекомендуемый порядок изображения оборудования на тепловых схемах котельных с водогрейными котлами.

5. С какой целью производится расчет тепловой схемы котельной?

6. Чем отличаются открытые системы горячего водоснабжения от закрытых?

7. Какие существуют схемы присоединения местных теплообменников, приготавливающих воду для нужд горячего водоснабжения? На чем основывается их выбор? На чем базируется расчет тепловой схемы котельной?

Тема 4. Котельные установки

Ключевые вопросы темы:

1. Основные определения касательно котла и котельной установки.

2. Классификация котлов.

3. Топочные устройства котлов.

4. Основные элементы паровых и водогрейных котлов.

5. Принцип работы парового барабанного котла с естественной циркуляцией.

6. Основные типы паровых котлов, устанавливаемых в производственных и отопительных котельных.

7. Водогрейные котлы. Устройство, принцип действия.

Практические занятия по теме ориентированы на уточнение лекционных занятий: изучение устройства, принципа действия паровых и водогрейных котлов, горелочных устройств с применением презентационных и видеоматериалов.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Что называют котельной установкой?

2. Какие существуют тракты котельной установки?

3. Какое устройство называют паровым котлом?

4. Какое устройство называют водогрейным котлом?

5. Какое устройство называют котлом-утилизатором?

6. По каким категориям, и каким образом классифицируются котельные установки?

7. Какое устройство называют топкой?

8. Как классифицируются топочные устройства в зависимости от способа сжигания топлива?

9. Какое устройство называют горелкой?
10. По каким критериям и каким образом классифицируют газовые горелки?
11. Назовите основные элементы парового котла.
12. Для каких целей в паровом котле используется пароперегреватель?
13. Для каких целей в паровом котле используется водяной экономайзер?
14. Для каких целей в паровом котле используется воздухоподогреватель?
15. Опишите принцип работы парового барабанного котла с естественной циркуляцией.
16. С какой целью производится периодическая и непрерывная продувка котла?
17. В чем заключается сущность ступенчатого испарения?

Тема 5. Основы теплового расчета теплогенерирующих установок

Ключевые вопросы темы:

1. Общие положения теплового расчета.
2. Тепловой баланс парового и водогрейного котла.
3. Общие положения расчета теплообмена в элементах котла.
4. Основы расчета теплообмена в топке.
5. Основы расчета конвективных поверхностей нагрева.

Практические занятия по теме: расчет поверхностей нагрева котла.

На данных занятиях используются навыки расчетов по предыдущим темам. После расчета теплового баланса котла производится расчет топки, а также последующие (по ходу продуктов сгорания) поверхности нагрева: фестон, пароперегреватель, экономайзер, воздухоподогреватель.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Указать, чем различаются задачи теплового поверочного и конструктивного расчетов?
2. Что собой представляет тепловая схема котельного агрегата?
3. Что называют тепловым балансом котла?
4. Дайте характеристику потерь теплоты в котле.
5. Какими способами и в каких случаях можно определить КПД брутто котельного агрегата?
6. Укажите, чем отличаются КПД нетто и КПД брутто котельного агрегата?
7. Как происходит передача тепла от продуктов сгорания нагреваемому теплоносителю в котле?
8. На чем основывается метод расчета теплообмена в топке?

9. На чем основывается тепловой расчет конвективных поверхностей нагрева?

10. Каким образом определяется средний температурный напор в поверхности нагрева?

Тема 6. Выбор оборудования газоздушного тракта

Ключевые вопросы темы:

1. Основы расчета аэродинамического сопротивления газоздушного тракта.

2. Выбор дымососа и вентилятора.

Практические занятия по теме: аэродинамический расчет котла.

На данных занятиях используются результаты теплового расчета котла, которые сводятся в специальную таблицу. Чертятся эскизы газового и воздушного трактов котла, на которые наносятся характерные данные для расчета местных сопротивлений и сопротивлений трения элементов котельной установки. На основании данных таблицы (температуры, скорости) и по данным эскизов рассчитываются сопротивления газового и воздушного трактов. Заключительный этап – выбор тягодутьевых механизмов по результатам аэродинамического расчета.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Чем обусловлены сопротивления, препятствующие движению потока?

2. От чего зависит коэффициент сопротивления трения движению потока?

3. От чего зависит коэффициент местного сопротивления пучков труб при поперечном их омывании?

4. Какие основные требования предъявляются к дымососу и вентилятору котельного агрегата?

5. Перечислите основные характеристики тягодутьевых устройств котельного агрегата.

6. Каким образом производится выбор тягодутьевых устройств по каталогам?

Тема 7. Защита окружающей среды от выбросов ТЭС и котельных

Ключевые вопросы темы:

1. Влияние энергетики на природную среду и климат.

2. Выбросы тепловых электростанций (ТЭС) и котельных на органическом топливе в атмосферу.

3. Выбор высоты дымовой трубы.

4. Очистка продуктов сгорания от золы и пыли.

5. Снижение выбросов оксидов серы.

6. Снижение выбросов оксидов азота.

Практические занятия по теме: расчет вредных выбросов от котельной.

На данных занятиях рассматриваются механизмы образования вредных выбросов на ТЭС и котельных, работающих на органическом топливе; способы их расчета и сопоставление с предельно допустимыми концентрациями в атмосферном воздухе; способы очистки продуктов сгорания от золы и пыли. Осуществляется расчет рассеивания вредных примесей в атмосфере при неблагоприятных метеорологических условиях и расчет дымовой трубы.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Как классифицируют источники негативного влияния котельных и ТЭС, работающих на органическом топливе, на окружающую среду?
2. Какие тенденции наблюдаются в последнее время в вопросе воздействия энергетики на окружающую среду?
3. Продукты сгорания какого состава могут образовываться в результате полного и неполного сгорания органического топлива?
4. Что такое предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе?
5. Что является критерием выбора высоты дымовой трубы? Какие требования предъявляются к дымовым трубам?
6. Какие аппараты применяются для очистки газов от золы и пыли?
7. На чем основывается принцип действия циклонов, мокрых механических пыле- золоуловителей?
8. На чем основывается принцип действия рукавных фильтров, электрофильтров?
9. Каково воздействие оксидов серы на окружающую среду?
10. Какими способами могут быть сокращены выбросы соединений серы от тепловых электростанций?
11. Какие существуют источники образования оксидов азота?
12. Какие существуют первичные мероприятия по снижению выбросов оксидов азота? На что они направлены?
13. Какие существуют способы очистки продуктов сгорания от оксидов азота? В чем их суть?

Тема 8. Выбор и расчет схемы водоподготовки

Ключевые вопросы темы:

1. Показатели качества воды и пара.
2. Выбор схем обработки воды.
3. Докотловая подготовка воды.
4. Внутрикотловая обработка воды.

Практические занятия по теме ориентированы на уточнение лекционных занятий: рассмотрение показателей качества воды и пара в соответствии с Правилами технической эксплуатации электростанций и сетей; схемы обработки воды (докотловой, внутрикотловой) с применением презентационных и видеоматериалов.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Чем отличаются сухой, плотный, минеральный и прокаленный остаток?
2. Что такое «окисляемость» воды и в чем она измеряется?
3. Дайте определение карбонатной и некарбонатной жесткости.
4. На какие виды подразделяется щелочность воды?
5. Какие соотношения между щелочностью и общей жесткостью встречаются в природных водах?
6. Назовите ионный состав воды.
7. Каким образом изменяется значение рН в зависимости от реакции среды?
8. Перечислите показатели питательной воды для паровых котлов при докотловой обработке.
9. Каким нормам должен соответствовать насыщенный и перегретый пар?
10. Каким нормам должна отвечать котловая вода при внутрикотловой обработке?
11. Какие данные включает полный анализ воды?
12. Назовите основные схемы обработки воды.
13. Назовите основные способы докотловой обработки воды.
14. Дайте краткую характеристику термического метода осаждения, магнитного и ультразвукового метода обработки воды.
15. Охарактеризуйте сущность Na-катионирования.
16. Поясните сущность H-катионирования.
17. Что собой представляет внутрикотловая обработка воды?

Тема 9. Эксплуатация теплогенерирующих установок

Ключевые вопросы темы:

1. Нормативные материалы, регламентирующие устройство и безопасную эксплуатацию теплогенерирующих установок.
2. Структура предприятия, генерирующего тепловую энергию, и функциональные обязанности персонала этого предприятия.
3. Требования к персоналу и его подготовка.

Практические занятия по теме ориентированы на уточнение лекционных занятий: изучение нормативно-технических материалов, регламентирующих устройство и безопасную эксплуатацию теплогенерирующих установок

(ПТЭ тепловых энергоустановок; ПТЭ электростанций и сетей; ПУБЭ котлов, трубопроводов и сосудов, работающих под давлением; правила организации работы с персоналом на предприятиях энергетики) с применением презентационных и видеоматериалов.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Какие нормативные документы регламентируют безопасную эксплуатацию паровых и водогрейных котлов?
2. На какие котлы распространяются «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов»?
3. Чем отличается структура электростанции от структуры небольших котельных?
4. Каковы функциональные обязанности персонала предприятия, генерирующего тепловую энергию?
5. Какие мероприятия, направленные на повышение производственной квалификации, проводятся с управленческим персоналом и инженерно-техническими работниками?
6. Какие мероприятия, направленные на повышение производственной квалификации, проводятся с оперативными руководителями, оперативным и оперативно-ремонтным персоналом?
7. В каких случаях проходят стажировку лица из числа оперативного персонала?
8. Какие документы должен изучить работник из числа оперативного персонала в ходе производственного обучения по новой должности?
9. В каких случаях рабочие из числа оперативного персонала могут быть подвергнуты внеочередной проверке знаний?
10. С какой целью и с какой периодичностью проводятся противоаварийные тренировки? Каким образом они проводятся?

Тема 10. Определение технико-экономических показателей котельной

Ключевые вопросы темы:

1. Капиталовложения и стоимость постройки различных котельных.
2. Определение годовой выработки теплоты котельной.
3. Эксплуатационные расходы и стоимость энергии.
4. Экономическая оценка эффективности котельной.

Практические занятия по теме: расчет ТЭП котельной.

На данных занятиях рассматриваются факторы, позволяющие приблизительно оценить капиталовложения, а затем найти наиболее выгодное технико-экономическое решение и определить стоимость тепловой энергии. Решаются

задачи требуемых капиталовложений, определения годовой выработки теплоты котельной, рассчитываются эксплуатационные расходы и стоимость тепловой энергии. И в завершение – экономическая оценка эффективности котельной.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. От каких показателей зависит стоимость сооружения источника теплоснабжения, не вырабатывающего электрическую энергию?
2. Какие существуют способы определения стоимости сооружения источника теплоснабжения?
3. В каком случае капитальные затраты будут выше: при сжигании твердого топлива или природного газа? Ответ обоснуйте.
4. По какой формуле определяется годовой отпуск теплоты на технологические нужды?
5. По какой формуле определяется среднечасовой отпуск теплоты на отопление и вентиляцию за отопительный период?
6. Из каких статей складываются эксплуатационные затраты на производство тепловой энергии?
7. Каким образом определяется себестоимость теплоты, отпускаемой котельной?
8. В чем состоит разница между чистой и балансовой прибылью?
9. Что характеризует рентабельность?
10. Какой период времени называют простым сроком окупаемости проекта?

2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является обязательной частью образовательного процесса. Наряду с изучением лекционного материала необходимо самостоятельно более подробно рассмотреть указанные в данном пособии темы. Подготовка к практическим занятиям заключается в изучении теоретического материала с использованием учебно-методических пособий, нормативной документации в области теплогенерирующих установок. Только после этого можно приступать к выполнению заданий практических работ.

После проработки теоретического материала, выполнения практической работы нужно ответить на вопросы для самоконтроля. Ответы должны быть развернутыми, опираться на данные из нормативной документации, дополнительной литературы, материалов исследований и своего опыта.

Необходимо отметить, что при обучении на заочной форме большее количество часов отведено учебным планом на самостоятельное изучение материала.

При освоении данной дисциплины студент должен выполнить курсовую работу. Курсовая работа необходима для овладения навыками инженерных расчетов, выполняемых при проектировании теплогенерирующих установок. Кроме того, студенты приобретают навыки самостоятельной работы со справочными и нормативными документами, учебной и учебно-методической литературой, ресурсами интернета, различными программными средствами.

Задание на курсовую работу включает следующее:

1. Выполнить описание проектируемой утилизационной теплогенерирующей установки (ТГУ) с обоснованием выбора основных узлов и деталей, её тепловой и газодинамический расчеты, расчет на прочность деталей ТГУ, сравнение результатов расчета с прототипом.

2. Разработать перечень мероприятий по повышению экономичности и надежности ТГУ, а также разделы, посвященные охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды.

3. Выполнить чертеж утилизационной ТГУ: на первом листе виды и разрезы котла, на втором – сепаратора.

Расчетная часть (пояснительная записка) оформляется как текстовый документ на листах формата А4. Графическая часть выполняется на листах формата А2. Образец оформления титульного листа курсовой работы приведен в Приложении В.

Курсовую работу рекомендуется начинать выполнять сразу после прослушивания необходимого теоретического материала на лекциях.

Список рекомендуемой литературы

1. Маряхина, В. С. Теплогенерирующие установки: учебное пособие / В. С. Маряхина, Р. Ш. Мансуров; Оренбургский государственный университет. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014. - 104 с.

2. Тепловые электрические станции: учебник / под ред. В. М. Лавыгина. А. С. Седлова. С. В. Цанева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательский дом МЭИ. 2007. – 464 с.

3. Основы современной энергетики: в 2 т.: учеб. / А. Д. Трухний. М. А. Изюмов. О. А. Поваров: ред. Е. В. Аметистов. - 4-е изд. перераб. и доп. - Москва: МЭИ. 2008. – 470 с.

4. Губарев, А. В. Теплогенерирующие установки: учебное пособие / А. В. Губарев, Ю. В. Васильченко; Под общ. Ред. Ю.В. Васильченко. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. – 162 с.

5. Профессиональная справочная система Техэксперт
<http://техэксперт.рус/>

Типовые контрольные вопросы для защиты курсовой работы

1. Как изменяется содержание горючих элементов в массе топлива по мере увеличения химического возраста топлива?
2. В чем различие высшей и низшей теплоты сгорания топлива?
3. Что такое условная теплота сгорания и какое значение она имеет?
4. Перечислите технические характеристики твердых топлив, жидкого топлива и природного газа.
5. Какие трудности в процессе работы парового котла может создать золовой остаток топлива?
6. Почему вязкость относят к наиболее важной технической характеристике мазута?
7. В каких случаях удобно пользоваться приведенными характеристиками топлив?
8. Перечислите характерные компоненты продуктов сгорания.
9. Почему действительный объем воздуха для горения должен быть больше теоретического?
10. Назовите способы определения коэффициента избытка воздуха на работающем котле. Какой из них более точный?
11. В каких местах газового тракта контролируют избыток воздуха в эксплуатации?
12. Что такое располагаемая теплота сгорания топлива? У каких топлив Q_p^p и Q_n^p отличаются более заметно друг от друга и за счет каких составляющих?
13. Какие поверхности нагрева обеспечивают тепловосприятие Q_1 ?
14. Почему необходима оптимизация температуры уходящих газов, а не максимальное ее снижение для уменьшения потерь Q_2 ?
15. Какие характеристики топлива влияют на выбор оптимальной температуры уходящих газов?
16. Какие эксплуатационные факторы определяют потери теплоты Q_3 ?
17. В чем различие между КПД котла брутто и нетто?
20. Какие неприятности могут возникнуть при движении двухфазного потока в горизонтальных трубах и при каких условиях?
21. Что такое гидравлическая разверка и чем она определяется?
22. Что такое тепловая разверка и какие факторы ее определяют?
23. Факторы, влияющие на качество пара.
24. Схема и конструкции сепарационных устройств.

25. Перечислите виды пароперегревателей по характеру тепловосприятия. Какие виды перегревателей различают по конструкции?
26. Какие поверхности котла относят к низкотемпературным?
27. Каково основное назначение водяных экономайзеров? Как они устроены?
28. Что такое «температура точки росы»? Каковы ее значения для малосернистых и высокосернистых топлив?
29. Что такое тепловая схема котла? Какие элементы котла она включает?
30. Суть расчета тепловой схемы котла?
31. Составьте основные уравнения теплообмена для конвективных поверхностей нагрева. В какой последовательности ими пользуются при конструктивном и поверочном расчетах?
32. Сформулируйте различие задач конструктивного и поверочного расчетов котла.

Типовые экзаменационные вопросы

1. Элементарный состав и краткая характеристика всех элементов жидкого топлива. Рабочая, горючая, сухая массы топлива. Пересчет с одной массы на другую. Низшая и высшая теплота сгорания топлива.

2. Марки жидкого топлива, применяемого на ТЭС и отопительных котельных, их краткая характеристика (элементарный состав, технологические характеристики, область применения, и особенности транспортировки и подготовки к сжиганию).

3. Основные технологические характеристики жидкого топлива, влияющие на особенности хранения, транспортировки и сжигания жидкого топлива.

4. Топочные устройства для сжигания жидкого топлива. Применяемые типы форсунок. Способы регулирования расхода топлива, применяемые на форсунках.

5. Элементарный состав и краткая характеристика всех элементов твердого топлива. Рабочая, горючая, сухая и аналитическая массы топлива. Пересчет с одной массы на другую.

6. Классификация твердого топлива в зависимости от теплоты сгорания, выхода летучих, а также крупности кусков при сортировке. Краткая характеристика видов твердого топлива (элементарный состав, технологические характеристики, область применения, особенности транспортировки и подготовки к сжиганию).

7. Топочные устройства для сжигания твердого топлива слоевым способом. Их область применения, основные технические характеристики и принципиальные схемы.

8. Пылеугольные топki энергетических котлов. Их область применения, основные технические характеристики и принципиальные схемы.

9. Виды газового топлива, применяемого на ТЭС и РТС, и их краткая характеристика.

10. Классификация котлоагрегатов. Основные технические характеристики паровых и водогрейных котлов.

11. Огнетрубные и горизонтальнотрубные котлы (классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики).

12. Водотрубные паровые котлы среднего давления малой мощности. Классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики.

13. Стальные водогрейные котлы. Классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики, циркуляционные схемы.

14. Водогрейные секционные котлы (классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики, устанавливаемая арматура).

15. Стальные пароводогрейные котлы. Область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики, циркуляционные схемы.

16. Утилизационные паровые и водогрейные котлы (классификация УК, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы). Применяемые схемы утилизации. Основные технические характеристики. Способы регулирования производительности.

17. Высоконапорные и низконапорные паропроизводящие установки (типы ВНПУ и ННПУ, принципиальные схемы их работы, область применения, основные технические характеристики, преимущества и недостатки).

18. Основные элементы, вспомогательные механизмы и обслуживающие системы котельной установки.

19. Принципиальная схема котельной установки и принцип её работы (на примере котла Е-35-40 ГМ).

20. Определение количества воздуха и продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива по данным его элементарного состава. Коэффициент избытка воздуха.

21. Расчет энтальпий продуктов сгорания органического топлива. ЗА — диаграмма продуктов сгорания.

22. Назначение продувки парового котла. Виды продувки и схема ее использования. Уравнение солевого баланса парового котла. Расчет продувки по данным химического анализа котловой и добавочной воды.

23. Источники загрязнения пара. Капельный унос и факторы, влияющие на него.

24. Паросепарационные устройства паровых котлов. (классификация, принципиальные схемы, область применения и способы установки, преимущества и недостатки). Основные технические характеристики паросепарационных устройств. Ступенчатое испарение.

25. Гидродинамика барботажного слоя. Весовой и действительный уровни воды в котле и связь их между собой. Истинное паросодержание барботажного слоя.

26. Прямоточные энергетические котлы сверхкритического давления (классификация, область применения, устройство и принцип работы, основные технические характеристики).

27. Тепловой баланс котельной установки. Составляющие потерь тепла в котельной установке и факторы, влияющие на их величину. Полезная тепловая мощность парового и водогрейного котла. Определение расхода топлива. КПД-брутто и КПД-нетто котельной установки. Составляющие расхода тепла на собственные нужды.

28. Барабанные энергетические котлы среднего, высокого, сверхвысокого давления (классификация, область применения, устройство и принцип работы, основные технические характеристики).

29. Теплообмен в топке. Конструктивный и поверочный расчет топки котла.

30. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева. Конструктивный расчет конвективных поверхностей. Поверочный расчет фестона.

31. Теплообмен в пароперегревателе. Конструктивный и поверочный расчет пароперегревателя.

32. Теплообмен в водяном экономайзере. Конструктивный и поверочный расчет экономайзера.

33. Теплообмен в рекуперативном воздухоподогревателе. Конструктивный и поверочный расчет воздухоподогревателя.

34. Пароперегреватели паровых котлов (классификация, назначение, конструкция и особенности работы). Применяемые способы регулирования температуры перегретого пара.

35. Водяные экономайзеры паровых котлов (классификация, назначение, конструкция и особенности работы). Применяемые способы регулирования температуры питательной воды.

36. Воздухоподогреватели (классификация, назначение, конструкции, особенности работы и технические характеристики). Способы регулирования температуры горячего воздуха.

37. Газовые горелки паровых и водогрейных котлов. Классификация. Устройство и принцип работы. Область применения. Способы установки. Основные технические характеристики. Преимущества и недостатки.

38. Основные элементы топочного устройства для сжигания газа и жидкого топлива. Типы применяемых воздухонаправляющих аппаратов, их схемы и характеристика.

39. Пылеугольные горелки паровых и водогрейных котлов. Классификация. Устройство и принцип работы. Область применения. Способы установки. Основные технические характеристики. Преимущества и недостатки.

40. Стали, применяемые в котлостроении. Расчет на прочность конструктивных элементов котельной установки (на примере проектируемого котла).

41. Расчет сопротивлений воздушного и газового тракта (на примере проектируемого котла). Расчет дымовой трубы. Выбор вентилятора и дымососа.

42. Понятие о естественной циркуляции. Условия работы испарительных труб. Кратность, движущий и полезный напор циркуляции.

43. Определение высоты парообразующего и экономайзерного участка испарительных труб. Расчет энтальпии воды в барабане котла.

44. Оценка надёжности естественной циркуляции. Застой и опрокидывание циркуляции и причины их вызывающие. Полная циркуляционная характеристика контура.

45. Расчет гидравлического сопротивления подъёмных и опускных труб. Определение тепловосприятий рядов труб.

46. Определение полезного напора и материального баланса естественной циркуляции конвективно-испарительного пучка труб.

Образец оформления титульного листа курсовой работы

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт морских технологий, энергетики и строительства
Кафедра энергетики

Курсовая работа
допущена к защите:
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
(подпись)
«__» _____ 202__ г.

Курсовая работа
защищена с оценкой: _____
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
(подпись)
«__» _____ 202__ г.

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине
«Теплогенерирующие установки»

Вариант № ____

Работу выполнил:
студент гр. _____
_____ Фамилия И.О.
(подпись)
«__» _____ 202__ г.

Калининград 202__

Локальный электронный методический материал

Сергей Владимирович Кункевич

ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,8. Печ. л. 1,6.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1