

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Котельные установки и парогенераторы

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 377843
Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур
Владимирович
Дата: 01.02.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» является формирование в процессе подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» с профилем «Промышленная теплоэнергетика» компетенций, позволяющих подготовить будущих бакалавров к проведению работ по рациональному использованию энергетических ресурсов в теплоэнергетике, промышленности, ж.д. транспорте и объектах ЖКХ.

Задачей преподавания дисциплины является приобретение студентами знаний о современном состоянии теплоэнергетических объектов, устройстве и принципах работы различных котлоагрегатов, основного и вспомогательного оборудования, а также расчета котлоагрегата с применением нормативного метода.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-3 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

ОПК-4 - Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах;

ПК-2 - Способность проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

(обладать определённой информацией) общее устройство тепловых схем котельных с паровыми и водогрейными котлами, устройство и конструкцию основных котлоагрегатов и вспомогательного оборудования.

Уметь:

(использовать информацию для совершения действий) применять полученные знания в практической деятельности, грамотно управлять

процессом производства и распределения тепловой нагрузки.

Владеть:

(обладать и применять навыки, умения и знания для решения определённых задач, совершать действия «автоматически») методикой теплового расчёта котлоагрегата, определять тепловые потери и проектировать экономайзер.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 з.е. (288 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий | Количество часов | | |
|---|------------------|---------|----|
| | Всего | Семестр | |
| | | №5 | №6 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 142 | 68 | 74 |
| В том числе: | | | |
| Занятия лекционного типа | 64 | 34 | 30 |
| Занятия семинарского типа | 78 | 34 | 44 |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 146 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|-------|--|
| 1 | Общие сведения о парогенераторах Рассматриваемые вопросы: - история развития - область применения |
| 2 | Классификация парогенераторов. Водогрейные котлы Рассматриваемые вопросы: - виды топлив, применяемые при сжигании в котлах; - горелочные устройства; - коэффициент избытка воздуха. |
| 3 | Газотрубные и водотрубные котлы. Котлы с камерами. Рассматриваемые вопросы: - компоновка элементов котлоагрегата. |
| 4 | Паровые котлы типа ДКВР, КЕ и ДЕ. Водогрейные котлы типа ПТВМ Рассматриваемые вопросы: - устройство котлов; - параметры; - показатели работы |
| 5 | Процессы в котельных установках Рассматриваемые вопросы: - процессы, проходящие в котлах; - теплота сгорания топлива; - полезная теплота |
| 6 | Генерация пара. Рассматриваемые вопросы: - термодинамический процесс получения пара; - теплота, подводимая к пару. |
| 7 | Теплообмен в котлоагрегате. Рассматриваемые вопросы: - теплопередача в топке котла; - теплообмен в конвективных пучках; - теплообмен в пароперегревателе; - теплообмен в экономайзере; - теплообмен в воздухоподогревателе. |
| 8 | Естественная и принудительная циркуляция воды в котлах Рассматриваемые вопросы: - располагаемые и полезные напоры; - кратность циркуляции; - причины нарушения работы циркуляционных контуров; - особенности циркуляции в водогрейных котлах. |
| 9 | Внутрикотловые процессы Рассматриваемые вопросы: - пенообразование и унос капель кипящей жидкости в котле; - сепарационные устройства; - периодическая и непрерывная продувка; - ступенчатое испарение. |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|--|
| 10 | <p>Состав и объём дымовых газов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество воздуха, необходимого для сжигания топлива; - коэффициент избытка воздуха; - состав и объём продуктов сгорания. |
| 11 | <p>Тепловой баланс котла</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составление теплового баланса котлоагрегата; - потери теплоты с уходящими газами; - химический и механический недожог; - теплота, уносимая шлаками. |
| 12 | <p>Определение КПД котла.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычисление КПД по прямому и обратному балансу тепла; - вычисление расхода топлива; - эксергетический КПД котлоагрегата. |
| 13 | <p>Характеристики дымовых газов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - регулирование температуры уходящих газов; - утилизация теплоты уходящих газов. |
| 14 | <p>Показатели работы котельной установки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчеты расходов воды, топлива, воздуха; - подбор вентиляторов и дымососов. |
| 15 | <p>Элементы парогенератора</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - топочные экраны; - пароперегреватели; - конвективные пучки. |
| 16 | <p>Сжигание топлива в котлах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструкция топок для сжигания твердых топлив; - сжигание мазутов в котельных агрегатах; - горелочные устройства для сжигания газа; - горелочные устройства водогрейных котлов. |
| 17 | <p>Пароперегреватели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение и конструкции пароперегревателей; - схемы подсоединения пароперегревателей; - тепловой баланс пароперегревателя; - регулирование перегрева пара. |
| 18 | <p>Экономайзеры</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение и конструкции экономайзеров; - экономайзеры кипящего и некипящего типов; - тепловой баланс экономайзера. |
| 19 | <p>Воздухоподогреватели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение и конструкции воздухоподогревателей; - регенеративные и рекуперативные воздухоподогреватели; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|-------|---|
| | - влияние температуры уходящих газов на коррозию воздухоподогревателя; - тепловой баланс воздухоподогревателя . |
| 20 | Системы химводоподготовки Рассматриваемые вопросы: - устройство и назначение систем водоподготовки; - фильтры; - реагенты; - регенерация фильтров; - подогреватели воды первой и второй ступени. |
| 21 | Системы деаэрации воды Рассматриваемые вопросы: - деаэраторы атмосферного типа и вакуумные; - уровни температур и давлений; - источники теплоты и вакуума; - области применения. |
| 22 | Газорегулировочный пункт котельной (ГРП) Рассматриваемые вопросы: - схема и назначение ГРП; - отличие ГРП от ГРУ; - устройство и работа регулятора давления газа, ПЗК и ПСК; - линия байпаса. |
| 23 | Тепловая схема котельной с паровыми котлами Рассматриваемые вопросы: - основные элементы и их назначение; - регулирование производительности. |
| 24 | Тепловая схема котельной с водогрейными котлами Рассматриваемые вопросы: - основные элементы и их назначение; - регулирование производительности. |

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|-------|---|
| 1 | Тепловая схема котельной с паровыми котлами. Обучающиеся изучают материальную базу котельной с паровыми котлами; знакомятся с устройством горелок, арматуры и гарнитуры котла.; изучают системы регулирования и безопасности, химводоподготовку. |
| 2 | Процессы в котельных установках В результате работы обучающиеся знакомятся с режимами горения топлива, регулированием коэффициента избытка воздуха, регулированием разрежения в топке котла. Проводят расчет гидравлических сопротивлений аэродинамического тракта котельного агрегата. |
| 3 | Показатели работы водогрейной котельной установки. В результате работы обучающиеся знакомятся с материальной базой водогрейной котельной. |
| 4 | Элементы парогенератора Обучающиеся изучают конструктивные особенности газомазутных горелочных устройств; оптимизацию процесса горения в газомазутных горелочных устройствах |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|-------|---|
| 5 | Элементы парогенератора Обучающиеся знакомятся с конструктивными решениями воздухоподогревателей котельных установок |
| 6 | Элементы парогенератора Обучающиеся изучают конструкции и компоновки водяных экономайзеров, их работу в котельном и отопительном циклах. |
| 7 | Элементы парогенератора Обучающиеся изучают конструкции и работу пароперегревателей котлов ДКВР; знакомятся с регулированием температуры перегрева пара. |

Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|-------|--|
| 1 | Характеристики дымовых газов В результате работы обучающиеся приобретают навыки определения объёма воздуха, необходимого для сжигания топлива; определения объёмов, состава и концентраций компонентов продуктов сгорания в уходящих газах. |
| 2 | Показатели работы котельной установки В результате работы обучающиеся приобретают навыки определения полезной нагрузки и тепловых потерь; определения КПД котла по прямому и обратному балансу, эксергетического КПД котла; рассчитывают температуры продуктов сгорания на выходе из камеры сгорания, расход топлива. |
| 3 | Элементы парогенератора В результате работы обучающиеся знакомятся с конструкцией и тепловым расчетом пароперегревателя; определяют виды и тепловой расчет экономайзера и воздухоподогревателя. |
| 4 | Аэродинамический расчет котельной установки В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета аэродинамической установки, выбора тягодутьевых машин – дымососа и вентилятора. |
| 5 | Определение сопротивления трения при движении газов по газоходу котла В результате работы обучающиеся приобретают навыки определения гидравлических сопротивлений в газоходах котла. |
| 6 | Определение сопротивления поперечно-омываемых пучков труб В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета сопротивлений пучков труб. |
| 7 | Определение местных сопротивлений в газоходах котла В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета местных сопротивлений в газоходе котла (повороты, сужения, расширения, заслонки и т.п.) |
| 8 | Расчет сопротивления дымовой трубы В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета сопротивления в дымовой трубе при естественной и искусственной тяге. |
| 9 | Расчет высоты дымовой трубы при естественной тяге В результате работы обучающиеся приобретают навыки расчета высоты дымовой трубы, обеспечивающей заданное разрежение в газоходах котла. |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|-------|-----------------------------------|
| 1 | Проработка лекционного материала |
| 2 | Подготовка к лабораторным работам |

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|-------|--|
| 3 | Подготовка к практическим занятиям |
| 4 | Выполнение курсового проекта. |
| 5 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 6 | Подготовка к текущему контролю. |

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Цель курсового проекта - освоение методик проектирования котельных установок и практическое использование знаний, полученных при изучении рассматриваемой дисциплины.

В задании на выполнение поверочного теплового расчета котлоагрегата задается тип котла (ДКВР-4-14, ДКВР-6,5-14, ДКВР-10-14, ДКВР-20-14, ПТВМ-50) и состав топлива (газ, мазут или твердое топливо). Вместе с заданием выдается пакет материалов, содержащий, в частности, описание котла, программы для определения термодинамических параметров воды, воздуха и продуктов сгорания, коэффициентов ослабления излучения топочной средой, коэффициентов теплоотдачи при обтекании конвективных поверхностей котла. Эти материалы размещены так же на сайте в локальной сети кафедры. Проект выполняется согласно методическому указанию.

Курсовой проект должен содержать пояснительную записку с результатами расчета и чертеж котельной установки.

Исходные данные для курсового проекта. Тип котла ДКВР-4-14. Топливо – природный газ следующего состава:

№ CH₄ C₂H₆ C₃H₈ C₄H₁₀ H₂S H₂

1 98,3 0,7 0,3 0,1 0,5 0,1

2 98,2 0,7 0,4 0,1 0,5 0,1

3 98,1 0,8 0,3 0,1 0,5 0,2

4 98,0 0,7 0,5 0,2 0,5 0,1

5 97,9 0,8 0,4 0,2 0,6 0,1

6 97,8 0,7 0,4 0,3 0,6 0,2

7 97,7 0,7 0,5 0,3 0,6 0,2

8 97,6 0,8 0,5 0,3 0,6 0,2

9 97,5 0,8 0,5 0,4 0,6 0,2

10 97,4 0,85 0,6 0,35 0,6 0,2

11 97,3 0,85 0,65 0,35 0,6 0,25

12 97,2 0,95 0,65 0,35 0,6 0,25

13 97,1 0,9 0,65 0,45 0,6 0,3

14 97,0 0,9 0,65 0,55 0,6 0,3

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № п/п | Библиографическое описание | Место доступа |
|-------|---|---|
| 1 | Брюханов О. Н. Газифицированные котельные агрегаты [Электронный ресурс] : учебник / Москва: ИНФРА-М, 2013. - 392 с.- ISBN 978-5-16-005373-8 | http://znanium.com/go.php?id=401008 |
| 2 | Брюханов О. Н. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения [Электронный ресурс] : учебник /О. Н. Брюханов. - Москва: ИНФРА-М, 2014. - 256 с. ? (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-16-009539-4 | http://znanium.com/go.php?id=446425 |
| 3 | Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности. Б.А.Соколов. М.: "Академия" , 2008. – 127 с. | Библиотека каф. ТТ |
| 4 | Котельные установки и их эксплуатация. Б.А.Соколов. М.: "Академия" , 2008. – 429с. | Библиотека каф. ТТ |
| 5 | Тепловой расчет котлов ДКВР.Методические указания к курсовому проектированию. Конаков Ю.П. М.: МИИТ , 2010. – 24с. | НТБ МИИТ; библиотека каф.ТТ |
| 6 | Тепловой расчет котлов (нормативный метод). Санкт-Петербург, 1998. – 259с. | Библиотека каф. ТТ |
| 7 | Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие. С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 147 с. | URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.<http://www.twirpx.com/> -

электронная библиотека.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Компьютеры должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Основная лекционная аудитория, а также помещения лабораторий кафедры «Теплоэнергетика транспорта» МИИТа оборудованы мультимедийными комплексами.

Рабочее место студента с персональным компьютером подключено к сетям INTERNET.

Имеется комплект переносных инструментов и оборудования для проведения энергетических обследований. В составе учебных лабораторий кафедры имеются стенды для проведения лабораторных работ по отдельным разделам дисциплины "Котельные установки и парогенераторы". При проведении учебных занятий по дисциплине используются материалы, размещенные на сайте в локальной сети кафедры.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

Курсовой проект в 6 семестре.

Экзамен в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры
«Теплоэнергетика транспорта»
Института транспортной техники и
систем управления

А.П. Неретин

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ
Председатель учебно-методической
комиссии

А.В. Дмитренко

С.В. Володин