

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

_____ 13 мая _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Котельные установки и парогенераторы

Закреплена за кафедрой **Энергетики**

Учебный план bs130301_24_ПТЭ.plx

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Курсовой проект 2, Экзамен 2

Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс | 2 | | Итого | |
|---|-----|-----|-------|-----|
| | уп | рп | | |
| Вид занятий | | | | |
| Лекции | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Лабораторные | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Практические | 8 | 8 | 8 | 8 |
| В том числе инт. | 4 | 4 | 4 | 4 |
| В том числе в форме практ.подготовки | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Итого ауд. | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Контактная работа | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Сам. работа | 225 | 225 | 225 | 225 |
| Часы на контроль | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Итого | 252 | 252 | 252 | 252 |

Программу составил(и):
д.т.н., проф., Елсуков В.К. _____
Рабочая программа дисциплины

Котельные установки и парогенераторы

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
утвержденного приказом ректора от 30.01.2024 № 32.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Энергетики

Протокол от 21 марта 2024 г. № 7

Срок действия программы: 2024 - 2027 уч.г.

Зав. кафедрой Булатов Ю.Н. _____

Председатель МКФ

протокол от 29 марта 2024 г. № 7 _____ Латушкина С.В.

Ответственный за реализацию ОПОП _____ Булатов Ю.Н.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.
(подпись)

№ регистрации _____ 34 _____
(методический отдел)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Подготовка обучающихся к самостоятельному решению теоретических и прикладных задач в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов при работе теплоэнергетических объектов; к самостоятельной деятельности по выполнению в условиях реального производства проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ, а также эксплуатации котлоагрегатов при минимальных затратах энергетических, материальных и трудовых ресурсов, обеспечении охраны окружающей среды и техники безопасности. |
|-----|---|

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

| | | |
|--------------------|--|---------|
| Цикл (раздел) ООП: | | Б1.В.06 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Тепломассообмен | |
| 2.1.2 | Техническая термодинамика | |
| 2.2 | Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Материалы, применяемые в теплоэнергетике | |
| 2.2.2 | Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем | |
| 2.2.3 | Технологические энергоносители предприятий | |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|---|---|
| ПК-1: Готов к выполнению гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем выбором оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | |
| Индикатор 1 | ПК-1.1. Выполняет гидравлический расчет, расчет тепловых схем. |
| ПК-2: Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на твердом топливе | |
| Индикатор 1 | ПК-2.1. Управляет процессом эксплуатации котлов, работающих на твердом топливе. |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|---|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | тепловые схемы котлоагрегатов низкого и среднего давления; особенности котлов для сжигания твердого топлива. |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | выполнять конструктивные расчеты поверхностей нагрева котлоагрегата; рассчитывать тепловой баланс и КПД котла. |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | методиками аэродинамического и гидравлического расчета котлоагрегата; методиками расчета поверхностей нагрева котлов. |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Вид занятия | Наименование разделов и тем | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература | Инте ракт. | Примечание |
|-------------|-------------|--|----------------|-------|-------------|----------------------------|------------|----------------|
| | Раздел | Раздел 1. Общая характеристика современных котельных установок (КУ), их место и роль на промпредприятиях. Источники теплоты промышленных КУ. Материальные и тепловые балансы котлов КУ при работе на различных топливах | | | | | | |
| 1.1 | Лек | Общая характеристика современных котельных установок (КУ), их место и роль на промпредприятиях. Источники теплоты промышленных КУ. | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |

| | | | | | | | | |
|-----|---------|---|---|-----|-----------|--------------------------------|---|--------------------------------|
| 1.2 | Лек | Материальные и тепловые балансы котлов КУ при работе на различных топливах | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 1.3 | Пр | Общие указания к выполнению курсового проекта. Определение конструктивных особенностей котла при заданных производительности и параметрах пара. | 2 | 2 | ПК-1 ПК-2 | Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 1.4 | Пр | Методика расчета объемов, энтальпий воздуха и продуктов сгорания по газоходам котла. Тепловой баланс котла. | 2 | 2 | ПК-1 ПК-2 | Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 1.5 | Ср | | 2 | 27 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 1.6 | КП | | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л2.2 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| | Раздел | Раздел 2. Конструкции, выбор и расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого, твердого топлив и производственных отходов. | | | | | | |
| 2.1 | Лек | Конструкции, выбор и расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого, твердого топлив и производственных отходов. | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 1 | лекция - беседа ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 2.2 | Пр | Тепловой расчет топочной камеры. | 2 | 2 | ПК-1 ПК-2 | Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 2.3 | Ср | | 2 | 27 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 2.4 | Экзамен | | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| | Раздел | Раздел 3. Теплообмен в элементах котла | | | | | | |
| 3.1 | Лек | Теплообмен в элементах котла | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 3.2 | Пр | Тепловой поверочный расчеты фестона и котельного пучка. | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 3.3 | Ср | | 2 | 27 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 3.4 | Экзамен | | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| | Раздел | Раздел 4. Гидродинамика котельного агрегата (КА). Обеспечение надежной гидродинамики в КА с естественной и принудительной циркуляцией воды и пароводяной смеси. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---------|---|---|-----|-----------|--------------------------------|-----|---|
| 4.1 | Лек | Гидродинамика котельного агрегата (КА). Обеспечение надежной гидродинамики в КА с естественной и принудительной циркуляцией воды и пароводяной смеси. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 0,5 | лекция - беседа ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 4.2 | Ср | | 2 | 27 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 4.3 | Экзамен | | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| | Раздел | Раздел 5. Аэродинамика котельного агрегата. | | | | | | |
| 5.1 | Лек | Аэродинамика котельного агрегата. | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 5.2 | Ср | | 2 | 27 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 5.3 | Экзамен | | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| | Раздел | Раздел 6. Основные элементы КА. Пароперегреватели котлов, конструктивные схемы включения в дымовой тракт, методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали. Конструктивные схемы воздухоподогревателей. | | | | | | |
| 6.1 | Лек | Основные элементы КА. Пароперегреватели котлов, конструктивные схемы включения в дымовой тракт, методы регулирования температуры пара. | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 0,5 | лекция - беседа ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 6.2 | Лек | Экономайзеры и их включение в питательные магистрали. Конструктивные схемы воздухоподогревателей. | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 6.3 | Пр | Тепловой расчет пароперегревателя. Сводная таблица и проверка теплового расчета. | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2 | 1 | сотрудничества в малых группах ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 6.4 | Лаб | Определение поверхности нагрева и конструктивных параметров одноступенчатого воздухоподогревателя. | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л3.1 Э1 Э2 | 0,5 | сотрудничества в малых группах ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 6.5 | Лаб | Определение изменений температур теплоносителей на выходе из воздухоподогревателя и КПД котлоагрегата при изменении температуры дутьевого воздуха. | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л3.1 Э1 Э2 | 0,5 | сотрудничества в малых группах ПК-1.1; ПК-2.1 |

| | | | | | | | | |
|------|---------|--|---|-----|-----------|----------------------------|---|----------------|
| 6.6 | Лаб | Определение поверхности нагрева и конструктивных параметров одноступенчатого стального водяного экономайзера. | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л3.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 6.7 | Лаб | Определение поверхности нагрева и конструктивных параметров одноступенчатого чугунного водяного экономайзера. | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л3.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 6.8 | Ср | | 2 | 27 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 6.9 | Экзамен | | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 6.10 | КП | | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л2.2 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| | Раздел | Раздел 7. Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией. Водогрейные и пароводогрейные котлы. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с неводяными теплоносителями. Котлы на отходящих газах, котлы, использующие теплоту технологического продукта. Испарительное охлаждение элементов технологических установок. Энерготехнологические КА. | | | | | | |
| 7.1 | Лек | Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией. Водогрейные и пароводогрейные котлы. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с неводяными теплоносителями. | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 7.2 | Лек | Котлы на отходящих газах, котлы, использующие теплоту технологического продукта. Испарительное охлаждение элементов технологических установок. Энерготехнологические КА. | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 7.3 | Ср | | 2 | 27 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 7.4 | Экзамен | | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |

| | | | | | | | | |
|-----|---------|--|---|-----|-----------|----------------------------|---|----------------|
| | Раздел | Раздел 8. Вспомогательное оборудование котельных установок: системы топливоподачи, системы золо- шлакоудаления, системы очистки продуктов сгорания от твердых и газообразных примесей. Металлы, используемые в котлостроении. Каркас и обмуровка котла. | | | | | | |
| 8.1 | Лек | Вспомогательное оборудование котельных установок: системы топливоподачи, системы золо - шлакоудаления, системы очистки продуктов сгорания от твердых и газообразных примесей. Металлы, используемые в котлостроении. Каркас и обмуровка котла. | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 8.2 | Ср | | 2 | 36 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |
| 8.3 | Экзамен | | 2 | 1 | ПК-1 ПК-2 | Л1.1 Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-2.1 |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа)

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для проведения текущего контроля по практическим занятиям:

- 1.Какие значения избытков воздуха принимаются при проектировании топок слоевого сжи-гания и почему?
- 2.Какие значения избытков воздуха принимаются при проектировании топок с камерным сжиганием твердого, жидкого, газообразного топлива и почему?
- 3.В зависимости от каких показателей принимается температура уходящих газов при про-ектировании котельных агрегатов?
- 4.Чем отличаются цели теплового расчета КА при поверочном конструктивном расчетах?
- 5.Какие параметры определяют температуру дымовых газов на выходе из топки?
- 6.Соблюдение какого условия позволяет считать законченным тепловой расчет топки кот-лоагрегата?
- 7.Какие параметры входят в уравнение теплообмена (теплопередачи) расчетной поверхно-сти нагрева?
- 8.Какие параметры входят в уравнения тепловых балансов расчетной поверхности нагрева ?
- 9.Какие параметры пароперегревателя изменяют при необходимости изменения его по-верхности нагрева?
- 10.Какие составляющие определяют теоретический объем (расход) продуктов сгорания?
- 11.Как определяются температурные напоры: при прямотоке, противотоке, смешанном токе движения теплоносителей?
- 12.Как определяются температуры нагреваемой среды в фестонах и котельных пучках?
- 13.Насколько может отличаться расчетная температура уходящих газов от предварительно принятой чтобы считать расчет завершенным?
- 14.По какому параметру определяется невязка теплового баланса котлоагрегата при завер-шении расчета?

Вопросы для проведения текущего контроля по лабораторным работам:

Лабораторная работа №1 Определение поверхности нагрева и конструктивных параметров одноступенчатого воздухоподогревателя.

1. В зависимости от каких параметров принимают при проектировании температуру на вхо-де в воздухонагреватель?
2. Как определяются расходы воздуха через воздухоподогреватель при наличии рецеркуля-ции?

Лабораторная работа №2 Определение изменений температур теплоносителей на выходе из воздухоподогревателя и КПД

котлоагрегата при изменении температуры дутьевого воздуха.

1. Какое уравнение связывает коэффициенты теплопередачи, теплоотдачи и теплопроводности?
2. Какие параметры определяют значения коэффициента теплоотдачи?

Лабораторная работа №3 Определение поверхности нагрева и конструктивных параметров одноступенчатого стального водяного экономайзера.

1. Как определяются температуры питательной воды на входе в водяной экономайзер котлоагрегатов низкого и среднего давления?
2. Как определяются температуры питательной воды на входе в водяной экономайзер чугунного и стального типов?

Лабораторная работа №4 Определение поверхности нагрева и конструктивных параметров одноступенчатого чугунного водяного экономайзера.

1. Как определяются температуры питательной воды на входе в водяной экономайзер котлоагрегатов низкого и среднего давления?

6.2. Темы письменных работ

Курсовой проект:

Тепловой расчет котельного агрегата.

6.3. Фонд оценочных средств

Экзаменационные вопросы:

Раздел №1 Общая характеристика современных котельных установок (КУ), их место и роль на промпредприятиях.

Источники теплоты промышленных КУ. Материальные и тепловые балансы котлов КУ при работе на различных топливах

- 1.1 Энергетические ресурсы. Источники тепловой и электрической энергии.
- 1.2 Технологическая схема котельной установки: состав, основное и вспомогательное оборудование и принцип ее работы.
- 1.3 Материальные балансы парогенератора.
- 1.4 Тепловой баланс котельного агрегата.
- 1.5 Коэффициент полезного действия котла. Понятие о к.п.д. «брутто» и «нетто».

Раздел №2 Конструкции, выбор и расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого, твердого топлив и производственных отходов.

- 2.1 Требования к топочным устройствам котлов и показатели их работы.
- 2.2 Классификация топочных устройств. Схемы организации процесса сжигания твердого топлива и общие характеристики топок.
- 2.3 Сжигание газообразного топлива. Организация процесса сжигания. Топки для сжигания газового топлива. Классификация горелок и их конструктивное оформление.
- 2.4 Сжигание газообразных топлив с различной теплотой сгорания. Сжигание газа совместно с другими видами топлив. Эксплуатация котлов, работающих на газовом топливе, и обеспечение техники безопасности.
- 2.5 Сжигание жидкого топлива. Организация сжигания жидкого топлива. Классификация и конструкции форсунок.

Раздел №3 Теплообмен в элементах котла

- 3.1 Топки для сжигания мазута. Эксплуатация котлов, работающих на мазуте и обеспечение техники безопасности.
- 3.2 Сжигание кускового топлива. Характеристика процессов горения топлива в слое.
- 3.3 Классификация, конструкции, характеристики области применения и принцип работы слоевых топок с плотным слоем кускового топлива.
- 3.4 Слоевые топки с кипящим слоем.
- 3.5 Сжигание топлива в пылевидном состоянии. Классификация пылеугольных горелок. Расположение горелок в топке.

Раздел №4 Гидродинамика котельного агрегата (КА). Обеспечение надежной гидродинамики в КА с естественной и принудительной циркуляцией воды и пароводяной смеси. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции.

- 4.1 Топки для факельного сжигания угольной пыли. Конструкции топок. Способы удаления шлака. Назначение зажигательного пояса. Техника безопасности при сжигании и приготовлении угольной пыли.
- 4.2 Схемы систем пылеприготовления.
- 4.3 Вихревые (циклонные) топки для сжигания угольной пыли. Конструктивные особенности и характеристики.
- 4.4 Организация процессов передачи тепла в котле. Понятие о радиационных и конвективных поверхностях нагрева.
- 4.5 Теплообмен в топке котла. Источники излучения. Методика расчета теплообмена в топке. Основные зависимости и понятия, используемые при тепловом расчете топки.

Раздел №5 Аэродинамика котельного агрегата.

- 5.1 Методика расчета теплообмена в конвективных поверхностях нагрева парогенератора. Интенсификация теплообмена в котлах.
- 5.2 Тепловая схема котла: требования и основные характеристики. Примеры тепловых схем котла.
- 5.3 Выбор температуры продуктов сгорания на выходе из топки и температуры уходящих газов.
- 5.4 Выбор компоновки водяного экономайзера и воздухоподогревателя.
- 5.5 Тепловой расчет котельных агрегатов.
- 5.6 Рекомендации по методике расчета основных элементов котла.

Раздел №6 Основные элементы КА. Пароперегреватели котлов, конструктивные схемы включения в дымовой тракт, методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали. Конструктивные схемы воздухоподогревателей.

6.1 Гидродинамика котла. Условия надежной работы элементов котла. Сущность и значение циркуляции воды, кратность циркуляции. Основное расчетное уравнение при движении воды в трубах.

6.2 Режим, структура и характеристика рабочих тел при движении в трубах.

6.3 Гидродинамика испарительных систем котла с естественной циркуляцией. Уравнение движения пароводяной смеси.

6.4 Аэродинамика газовоздушного тракта котла: системы и методика его расчета.

6.5 Испарительные поверхности нагрева котлов. Характеристики и конструкции экранных поверхностей котлов с естественной циркуляцией и прямоточных котлов. Схемы конвективных испарительных поверхностей нагрева в котлах с различными параметрами пара.

Раздел №7 Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией. Водогрейные и пароводогрейные котлы. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с неводяными теплоносителями. Котлы на отходящих газах, котлы, использующие теплоту технологического продукта. Испарительное охлаждение элементов технологических установок. Энерготехнологические КА.

7.1 Классификация пароперегревателей. Радиационные (ширмовые) пароперегреватели. Назначение, схемы установки, конструктивное решение и технические характеристики.

7.2 Конвективные пароперегреватели. Назначение, конструктивное решение и технические характеристики.

7.3 Компоновка трубчатого пароперегревателя: схемы и целесообразность использования различных схем.

7.4 Регулирование температуры пара. Способы, схемы и конструкции парохладителей. Газовое регулирование.

7.5 Водяные экономайзеры: классификация, конструкции, технические характеристики и схемы компоновки.

7.6 Воздухоподогреватели: классификация, конструкции, технические характеристики и схемы компоновки.

Раздел №8 Вспомогательное оборудование котельных установок: системы топливоподачи, системы золо-шлакоудаления, системы очистки продуктов сгорания от твердых и газообразных примесей. Металлы, используемые в котлостроении. Каркас и обмуровка котла.

8.1 Классификация котлов по назначению, организации движения воды и пара, давлению и мощности. Схемы котлов типа Е, П и Пр. Обозначение котлов.

8.2 Котельные агрегаты низкого давления. Области применения. Особенности и примеры конструкций котлов низкого давления.

8.3 Энергетические котлы с естественной циркуляцией. Характеристики, примеры конструктивного решения.

8.4 Прямоточные котлы. Характеристики, назначение. Особенности и примеры конструктивных решений.

8.5 Выбор дутьевого вентилятора и дымососа. Методика расчета дымовых труб.

8.6 Основные материалы котла. Каркас котла.

8.7 Очистка поверхностей нагрева.

8.8 Топливное хозяйство котельных установок при сжигании твердого топлива, мазута и газа.

8.9 Шлакозолоудаление. Механическая, пневматическая гидравлическая системы: принципы работы, схемы, технические характеристики, преимущества и недостатки.

6.4. Перечень видов оценочных средств

Курсовой проект, отчет по лабораторным работам, экзаменационные вопросы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

| | Авторы, | Заглавие | Издательство, | Кол-во | Эл. адрес |
|-------|-------------------------------|---|--|--------|---|
| Л1. 1 | Соколов Б.А. | Котельные установки и их эксплуатация: Учебник | Москва: Академия, 2005 | 5 | |
| Л1. 2 | Соколов Б.А. | Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности: Учеб. пособие для вузов | Москва: Академия, 2008 | 25 | |
| Л1. 3 | Елистратов С. Л., Шаров Ю. И. | Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие | Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021 | 1 | https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618451 |

7.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, | Заглавие | Издательство, | Кол-во | Эл. адрес |
|-------|---|---|-------------------------------|--------|-----------|
| Л2. 1 | Безгрешнов А.Н., Шлейфер Б.М., Липов Ю.М. | Расчет паровых котлов в примерах и задачах: Учеб. пособие для вузов по спец. "Тепловые электрические станции" | Москва: Энергоатомиздат, 1991 | 55 | |

| | Авторы, | Заглавие | Издательство, | Кол-во | Эл. адрес |
|----------|--|--|---|--------|---|
| Л2. 2 | Роддатис К.Ф., Полтарецкий А.Н. | Справочник по котельным установкам малой производительности: справочное издание | Москва: Энергоатомизда т, 1989 | 15 | |
| Л2. 3 | Пак Г.В., Елсуков В.К., Латушкина С.В. | Котельные установки промышленных предприятий. Тепловой расчет котельных агрегатов: учебное пособие | Братск: БрГУ, 2015 | 26 | |
| Л2. 4 | Мунц, В. А. | Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие | Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020 | 1 | https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699077 |

7.1.3. Методические разработки

| | Авторы, | Заглавие | Издательство, | Кол-во | Эл. адрес |
|----------|---|---|--------------------------------|--------|---|
| Л3. 1 | Елсуков В.К. | Котельные установки и парогенераторы: методические указания к выполнению лабораторных работ | Братск: БрГУ, 2019 | 1 | http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20и%20Автоматика/Елсуков%20В.К.Котельные%20установки%20и%20парогенераторы.МУ.2019.PDF |
| Л3. 2 | Бадмаев Ю. Ц., Хусаев Н. С., Бадданов М. Б. | Котельные установки и парогенераторы: учебно-методическое пособие для вузов | Санкт-Петербург: Лань, 2023 | 1 | https://e.lanbook.com/book/322466 |

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

| | | |
|----|--|---|
| Э1 | Электронная библиотека БрГУ | http://ecat.brstu.ru/catalog |
| Э2 | Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» | http://e.lanbook.com |

7.3.1 Перечень программного обеспечения

| | |
|---------|--|
| 7.3.1.1 | Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level |
| 7.3.1.2 | КОМПАС-3D V13 |

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

| | |
|---------|--|
| 7.3.2.1 | ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система |
| 7.3.2.2 | «Университетская библиотека online» |
| 7.3.2.3 | Электронный каталог библиотеки БрГУ |
| 7.3.2.4 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU |
| 7.3.2.5 | Национальная электронная библиотека НЭБ |
| 7.3.2.6 | Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) |

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Аудитория | Назначение | Оснащение аудитории | Вид занятия |
|-----------|--------------------------------|--|-------------|
| 0002* | лекционная аудитория | Учебная мебель | Лек |
| 1215 | Учебная аудитория | Меловая доска – 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 30 шт. | Пр |
| 2201 | читальный зал №1 | Комплект мебели (посадочных мест) Стеллажи Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря Выставочные шкафы ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.); принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.) | Ср |
| 1223 | Лаборатория общей теплотехники | Основное оборудование: Автоматизированный стенд-тренажёр «Автономная система отопления», Лабораторная установка для изучения процессов во влажном воздухе, Лабораторная установка для изучения теплообмена при различных режимах кипения жидкости, Лабораторная установка для изучения теплообмена излучением, Лабораторная установка для исследования теплопередачи «труба в трубе», Стенд «Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении методом протока», Автоматизированный | Лаб |

| | | | |
|------|-------------------|--|----|
| | | <p>компьютеры Intel(P) Celer CPU 240 GHz/228 MB –3 шт.; Intel 2.6 GHz/RAM-512Mb, Лабораторная установка для определения коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции, Лабораторная установка для определения теплоёмкости ($P=const$), Учебный стенд «Определение коэффициента теплопроводности металла», Стенд лабораторный, Учебно-демонстрационный комплекс «Техническая термодинамика. Теплообмен».</p> <p>Дополнительно: Маркерная доска - 1 шт.</p> <p>Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 14 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.</p> | |
| 1215 | Учебная аудитория | <p>Меловая доска – 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 30 шт.</p> | КП |

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» направлена на выявление естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности с привлечением для их решения соответствующего физико-математического аппарата; на получение теоретических знаний и практических навыков для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины предусматривает:

- лекции;
- практические занятия;
- лабораторные работы;
- экзамен;
- курсовой проект.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: формулировке основных положений теории и теорем; умение применять теорию для решения типовых задач.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о решении задач по вышеприведенным разделам.

Самостоятельную работу необходимо начинать с ознакомления теоретической учебно-научной информацией в учебной литературе.

В процессе консультации с преподавателем разобраться с наиболее сложными вопросами теории и методикой решения типовых задач.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой.