



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

10.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ

Направление подготовки (специальность)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная


Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем

17.01.2023 г. протокол № 5

Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
10.02.2023 г. протокол № 7

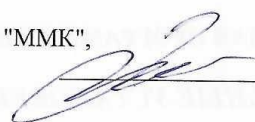
Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
ст. преподаватель кафедры ТиЭС

 С.В. Матвеев

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ПАО "ММК",
канд. техн. наук

 В.Н. Михайловский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Котельные установки и парогенераторы» являются: формирование у студентов знаний и навыков по сбору и анализу информации, необходимых для проектирования энергетических объектов, умение производить расчёты узлов и элементов парогенераторов, готовность принимать участие в технологических процессах производства высокотемпературного теплоносителя.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Котельные установки и парогенераторы входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Техническая термодинамика

Тепломассообмен

Введение в направление

История теплоэнергетики

Математика

Физика

Теория горения и технологии сжигания

Учебная - ознакомительная практика

Информатика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная-технологическая практика

Проектная деятельность

Технологическое предпринимательство

Тепловые электрические станции

Тепломассообменное оборудование предприятий

Теплоэнергетические системы промышленных предприятий

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная-преддипломная практика

Основы водоподготовки на промышленных предприятиях

Системы промышленного теплоснабжения

Нагнетатели в теплоэнергетике

Конструкционные материалы промышленной теплоэнергетики

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Энергетические станции промышленных предприятий

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Котельные установки и парогенераторы» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен участвовать в оценке технического состояния, поддержания и восстановления работоспособности тепломеханического оборудования промышленных ТЭС
ПК-1.1	Оценивает уровень технических решений направленных на

	повышение эффективности работы тепломеханического оборудования
ПК-1.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы тепломеханического оборудования

3.1 Располагаемая и полезно использованная теплота топлива. Тепловой баланс парового котла.	5	1	3	1	5	Проработка лекционного материала, решение задач, подготовка отчета по лабораторным работам (приложение 1).	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач. Сдача отчетов по лабораторным работам.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.2 Тепловые потери парового котла, коэффициент полезного действия брутто и нетто		2	2	1	1	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач, подготовка отчета по лабораторным работам. Решение курсового проекта.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач. Проверка выполнения курсового проекта. Сдача отчетов по лабораторным работам. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		3	5	2	6			
4. Раздел 4.Топочные процессы и топки для сжигания топлив. Теплообмен в паровых котлах								
4.1 Классификация топок. Основные закономерности горения. Организация сжигания твердого топлива. Показатели работы топочных устройств	5	1		1	5	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач. Решение курсового проекта.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
4.2 Особенности сжигания газообразного топлива. Классификация устройств для горения.		1		1	5	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач. Решение курсового проекта.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
4.3 Особенности сжигания жидкого топлива. Классификация топливосжигающих устройств		1		0,5	2	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач.	ПК-1.1, ПК-1.2
4.4 Особенности подготовки топлива к пылевидному сжиганию. Классификация размольных устройств.		2		1	4	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач.	ПК-1.1, ПК-1.2
4.5 Закономерности теплообмена в топке и конвективных поверхностях котлов		3		2	4	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		8		5,5	20			
5. Раздел 5.Конструкции и компоновка элементов паровых котлов								

5.1 Испарительные поверхности нагрева паровых котлов, назначение и классификация	5	1			2	Проработка лекционного материала (приложение 1). Решение курсового проекта.	Наличие конспектов лекций. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
5.2 Назначение и классификация пароперегревателей паровых котлов		3			2	Проработка лекционного материала (приложение 1). Решение курсового проекта.	Наличие конспектов лекций. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
5.3 Хвостовые поверхности парогенераторов, назначение, классификация		1,5			2	Проработка лекционного материала (приложение 1). Решение курсового проекта.	Наличие конспектов лекций. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		5,5			6			
6. Раздел 6. Водный режим и качество пара котлов. Загрязнение и очистка наружных и внутренних поверхностей нагрева								
6.1 Системы подготовки питательной воды, показатели качества. Продувка котлов	5	1		1	1,7	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач.	ПК-1.1, ПК-1.2
6.2 Требования к пару котельных установок. Способы сепарации и промывки		1			2	Проработка лекционного материала (приложение 1). Решение курсового проекта.	Наличие конспектов лекций. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
6.3 Шлакование поверхностей нагрева и способы очистки от загрязнений		1		0,5		Проработка лекционного материала (приложение 1). Решение курсового проекта.	Наличие конспектов лекций. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		3		1,5	3,7			
7. Раздел 7. Тепловой расчет паровых котлов								
7.1 Тепловая схема котла	5	0,5	2	1	2	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач, подготовка отчета по лабораторным работам.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач. Сдача отчетов по лабораторным работам.	ПК-1.1, ПК-1.2

7.2 Указания по тепловому расчету котлов		2	2	1	1	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач, подготовка отчета по лабораторным работам.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач, отчетов по лабораторным работам.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2,5	4	2	3			
8. Раздел 8. Гидродинамика и аэродинамика парового котла								
8.1 Условия надежной работы котла, режим, структура и характеристика потока рабочего тела.	5	1	3	1	2	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач, подготовка отчета по лабораторным работам.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач. Сдача отчета по лабораторным работам.	ПК-1.1, ПК-1.2
8.2 Надежность циркуляции. Схема расчета циркуляции.		2		1	1	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение курсового проекта	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач. Проверка решения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
8.3 Аэродинамика газовоздушного тракта котла		2	6	2	1	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение задач, подготовка отчета по лабораторным работам.	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач. Сдача отчета по лабораторным работам.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		5	9	4	4			
9. Раздел 9. Выход и характеристики шлака и золы. Защита окружающей среды от вредных выбросов при работе котлов								
9.1 Выход шлака и его характеристики. Содержание вредных примесей в продуктах сгорания	5	2			1	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение курсового проекта	Наличие конспектов лекций. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
9.2 Золоулавливание. Защита продуктов сгорания от оксидов серы и азота		1		2	1	Проработка лекционного материала (приложение 1), решение курсового проекта и практических задач	Наличие конспектов лекций. Сдача практических задач. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		3		2	2			

10. Раздел Комбинированные энерготехнологические агрегаты. Эксплуатация и показатели работы парогенераторов промышленных предприятий	10.							
10.1 Энерготехнологические агрегаты и парогенераторы производственных технологических систем	5	1			1	Проработка лекционного материала (приложение 1), оформление курсового проекта	Наличие конспектов лекций. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
10.2 Характеристики и конструкции паровых котлов		0,5			1	Проработка лекционного материала (приложение 1), оформление курсового проекта	Наличие конспектов лекций. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
10.3 Эксплуатация котлов. Ремонт, останов и надзор за котлами. Пути развития котельной техники.		0,5			1	Проработка лекционного материала (приложение 1), оформление курсового проекта	Наличие конспектов лекций. Проверка выполнения курсового проекта.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2			3			
Итого за семестр		36	18	18	66,7		экзамен, кп	
Итого по дисциплине		36	18	18	66,7		курсовой проект, экзамен	

5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно – компетентностные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность обучающихся в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей обучающихся организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Самостоятельная работа стимулирует обучающихся к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Елистратов, С. Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 148 с. - ISBN 978-5-9729-0554-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836534>

2. Бойко, Е. А. Устройство и конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов : учебное пособие / Е. А. Бойко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 364 с. - ISBN 978-5-9729-0644-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836520>

б) Дополнительная литература:

1. Морозов, А. П. Теплогенерирующие установки. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / А. П. Морозов, Г. Н. Трубицына ; МГТУ, [каф. ТиЭС]. - Магнито-горск, 2010. - 275 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=342.pdf&show=dcatalogues/1/1074805/342.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Лебедев, В. М. Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности : учебное пособие / В. М. Лебедев, С. В. Приходько. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-2072-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167353>

3. Барочкин, Е. В. Котельные установки : учебное пособие / Е. В. Барочкин, В. Н. Виноградов, А. Е. Барочкин ; под. ред. д-ра техн. наук, проф. Е. В. Барочкина. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 440 с. - ISBN 978-5-9729-0691-8. - Текст

: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836512>

4. Клименко А.В., Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 3. Тепловые и атомные электро-станции / Клименко А.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011706.html>

5. Гиль, А.В. Расчет пароперегревателя и низкотемпературных поверхностей нагрева паро-вых котлов : учебно-методическое пособие / А.В. Гиль; Томский политехнический уни-верситет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. - 136 с. Режим доступа: URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043892>

в) Методические указания:

1. Морозов, А.П. Исследование аэродинамики котельного агрегата на модели [Текст]: ме-тод.указания к выполнению лаб. работы / А.П. Морозов. - Магнитогорск: МГТУ, 2013. 8 с.

2. Морозов, А.П. Определение КПД котельного агрегата методом обратного теплового баланса [Текст]: метод.указания к выполнению лаб. работы / А.П. Морозов. -Магнитогорск: МГТУ, 2013. 5 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
MathCAD v.15 Education University	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Linux Calculate	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный	https://archive.neicon.ru/xmlui/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: http://window.edu.ru/
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	https://dlib.eastview.com/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: доска, мел.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Оснащение: лаборатория теплообменных установок и парогенераторов - комплекс лабораторных установок по изучению характеристик котельных агрегатов: парогенераторы, потенциометры, микроманометр; сушильный шкаф.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: компьютерные классы университета.

Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Перечень контрольных вопросов для промежуточного контроля при проработке лекционных материалов

Тема 1

1. Назначение и классификация парогенераторов. Параметры и обозначения паровых котлов.
2. Чем задается движение рабочей среды в парообразующих трубах котлов с естественной циркуляцией?
3. Рабочие элементы паровых котлов.
4. Схема пароводяного тракта котла с естественной циркуляцией.
5. Чему равна кратность циркуляции для прямоточного котла?
6. Схема парового котла с многократной принудительной циркуляцией.
7. Прямоточные котлы и их особенности.
8. Какой элемент отсутствует в прямоточных котла?
9. Укажите обозначение типоразмера котла с многократной принудительной циркуляцией и промежуточным пароперегревателем?
10. В основу классификации котлов положены процессы, протекающие в одной из его поверхностей нагрева. В какой именно? Какая особенность процессов при этом учитывается?

Тема 2

1. Характеристики энергетического топлива. Виды и элементарный состав энергетических топлив.
2. Исключите из теплового баланса парового котла, работающего на природном газе, соответствующую статью тепловых потерь.
 - 1) через ограждения;
 - 2) с уходящими газами;
 - 3) от механического недожога;
 - 4) от химического недожога;
 - 5) с золой.
3. Какие величины составляют материальный баланс веществ котельной установки.
4. Продувка, ее разновидности и смысл использования.
5. Основные статьи теплового баланса веществ в котле.
6. Что такое номинальная паропроизводительность котла.
7. Теоретический и действительный расходы воздуха на горение, коэффициент избытка воздуха.
8. Состав дымовых газов при полном и неполном горении, определение их количества.
9. Присосы воздуха по тракту котла, их влияние на количество продуктов сгорания.
10. Трехатомные и двухатомные газы, определение их количества.

Тема 3

1. Коэффициент полезного действия котла и расход топлива, его разновидности для котельных установок.
2. Алгоритм расчета продуктов сгорания топлива (теоретический расход воздуха, объем и энтальпии продуктов сгорания).

3. Полезно использованная теплота топлива в котельной установке. Располагаемая теплота в котельной установке.
4. Потери теплоты с уходящими газами, причины возникновения, количество в процентном соотношении, способы сокращения.
5. Потери теплоты от механического недожога, причины возникновения, количество в процентном соотношении, способы сокращения.
6. Потери теплоты от химического недожога, причины возникновения, количество в процентном соотношении, способы сокращения.
7. Потери теплоты через ограждающие поверхности, причины возникновения, количество в процентном соотношении, способы сокращения.
8. Потери теплоты с золой и шлаком, причины возникновения, количество в процентном соотношении, способы сокращения.
9. Определение КПД котла методом прямого и обратного тепловых балансов.
10. Пути повышения эффективности работы котельных установок.

Тема 4

1. Топки для сжигания твердого топлива, виды, области применения, закономерности горения твердого топлива.
2. Сжигание топлива в слое, разновидности, применение.
3. Схемы сжигания твердого топлива в слоевых топках, разновидности топок, топливоподача.
4. Закономерности сжигания газообразного топлива, устройства для сжигания, кинетическое и диффузионное горение.
5. Закономерности сжигания жидкого топлива, устройства.
6. Камерное сжигание твердого топлива. Особенности использования пылевидного топлива.
7. Тракт углеподачи и пылеприготовления. Основные характеристики топливной пыли.
8. Затраты энергии на размол пыли и классификация топливоразмольных мельниц.
9. Назначение и конструкции углеразмольных мельниц.
10. Пылепитатели и сепараторы пыли.

Тема 5

1. Виды, назначение, конструкции и принцип расчета испарительных поверхностей нагрева котлов.
2. Назначение, конструкции и принцип расчета пароперегревателей котлов.
3. Исключите из перечня поверхностей нагрева котла поверхность не относящуюся к испарительным.
 - 1) подъемные экранные трубы;
 - 2) фестоны;
 - 3) конвективные кипяtilьные пучки;
 - 4) пароперегреватель.
4. Конструкции и особенности работы воздухоподогревателей котлов.
5. Наибольший возможный температурный напор достигается при:
 - 1) прямотоке;
 - 2) перекрестном токе;
 - 3) протivotоке;
 - 4) смешанном токе.

6. Назначение, конструкции и принцип расчета экономайзеров котлов.
7. Конструкции котельных агрегатов типа ДКВР (ДЕ).
8. Какие поверхности нагрева расположены в нижней части топки? Почему они так называются?
9. Какие поверхности нагрева расположены в горизонтальном (переходном) газоходе?
10. Какую роль выполняет экономайзер котла? Где расположены образующие его поверхности нагрева?

Тема 6

1. Вода, показатели качества.
2. Водный режим котлов. Отложение солей жесткости на поверхностях нагрева котлов, виды отложений, факторы образования.
3. Требования к питательной воде котельных установок, поведение примесей, коррозия.
4. Продувка, снижение солесодержания по водяному тракту котла.
5. Сепарация пара, вынос влаги и солей.
6. Методы получения чистого пара (продувка, ступенчатое испарение, сепарация, промывка).
7. Деаэрация воды в котельных установках, причины применения.
8. Шлакование поверхностей нагрева котла.
9. Способы очистки от поверхностей нагрева от шлака.
10. Очистка поверхностей нагрева котла от накипи.

Тема 7

1. Тепловая схема парового котла.
2. Основы теплового расчета котельных установок.
3. Порядок и последовательность расчета.
4. Расчет объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания.
5. Теплообмен в топочной камере и методы его расчета (геометрические и оптические характеристики, степень экранирования, степень черноты).
6. Теплообмен и методы его расчета в конвективных поверхностях нагрева (температурные напоры, живые сечения, толщина излучающего слоя, скорости газа и рабочего тела, коэффициенты загрязнения).
7. Компоновка топочных устройств.
8. Выбор основных размеров котла.
9. Компоновка отдельных поверхностей нагрева котла.
10. Пример теплового расчета котла ДКВр-10-13.

Тема 8

1. Перечислите основные типы котлов с точки зрения схемы движения (циркуляции) среды в испарительных (парообразующих) поверхностях нагрева.
2. Можно ли создать котел с естественной циркуляцией, работающий при сверхкритических параметрах пара?
3. Какие силы обеспечивают движение рабочего тела через испарительные поверхности нагрева котла с естественной циркуляцией?
4. Для котла с естественной циркуляцией обязателен элемент, который отсутствует в прямоточных котлах. Какой это элемент?
5. Газодинамический расчет элементов котла, выбор тягодутьевых машин.

6. Особенности гидродинамики котлов (напор циркуляции, сопротивления, пленочный и пузырьковые режимы, надежность циркуляции, тепловая и гидравлическая развертки).
7. Надежность циркуляции.
8. Какие элементы (устройства) обеспечивают удаление уходящих газов (продуктов сгорания топлива) из котла в атмосферу?
9. Почему дымосос располагают по тракту дымовых газов за золоуловителем, а не перед ним?
10. Какие преимущества имеет Т-образная компоновка котла?

Тема 9

1. Выход и характеристики шлака и золы.
2. Состав шлака и золы.
3. Защита окружающей среды от вредных выбросов при работе котлов.
4. Содержание вредных примесей в продуктах сгорания
5. Золоулавливание. Защита продуктов сгорания от оксидов серы и азота
6. Конденсация водяных паров из продуктов сгорания. Недостатки, способы борьбы.
7. Обезвреживание сточных вод ТЭС.
8. Золо – и шлакоудаление, хранение, консервирование.
9. Шлако – и зола использование в промышленности.
10. Влияние вредных примесей на экономику работы котельной установки.

Тема 10

1. Какое понятие шире: "паровой котел" или "котельная установка"?
2. Распределение нагрузки между параллельно работающими котлами.
3. Состояние паровых котлов в эксплуатации.
4. Останов парового котла.
5. Пуск парового котла в работу.
6. Ремонт котла.
7. Надзор за котлами.
8. Комбинированные энерготехнологические агрегаты.
9. Энерготехнологические агрегаты для высокотемпературных и низкотемпературных процессов.
10. Пути развития котельной техники.

Примерный перечень задания курсового проекта

Выполнить тепловой расчет парового котельного агрегата ДКВР для следующих исходных данных:

Тип котла	Производительность	Давление	Пар	Температура питательной воды	Хвостовые поверхности	Продукция
ДКВР 10-13	2,5 кг/с	1,2 МПа	Насыщенный	104 °С	Пароперегреватель	8%

Состав топлива	C^p ,%	H^p ,%	N^p , %	O^p ,%	S_{κ}^p , %	W^p , %	A^p ,%
Назаровский бурый уголь	70	3,3	1,5	2	0,5	8	14,8

7 Оценочные средства проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																
ПК-1 – Способен участвовать в оценке технического состояния, поддержания и восстановления работоспособности тепломеханического оборудования промышленных ТЭС																																		
ПК-1.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы тепломеханического оборудования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Произвести расчет теплообмена в топочной камере котла ДКВР-6,5-13 при площади тепловосприятия $F_T = 39 \text{ м}^2$ и $\vartheta_a = 1900 \text{ }^\circ\text{C}$ и сжигании природного газа. 2. Произвести расчет теплообмена в конвективных поверхностях нагрева котла ДКВР-10-13, работающего на природном газе, при температурах дымовых газов на входе и выходе $\vartheta' = 1050 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\vartheta'' = 800 \text{ }^\circ\text{C}$, площади теплообмена $F_T = 52 \text{ м}^2$. 3. Выполнить расчет укрупненного теплового баланса парового котла типа ДКВР-10-13 при сжигании твердого топлива при номинальном расходе. 4. Рассчитать скорость витания при сжигании твердого топлива в «кипящем» слое при средней фракции частиц угля $d_{\text{ч}} = 120 \text{ мкм}$ и плотности $\rho_{\text{ч}} = 1200 \text{ кг/м}^3$. 																																
ПК-1.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы тепломеханического оборудования	<p>Примерный перечень задания курсового проекта</p> <p>Выполнить тепловой расчет парового котельного агрегата ДКВР для следующих исходных данных:</p> <table border="1" data-bbox="642 1093 2125 1437"> <thead> <tr> <th data-bbox="642 1093 846 1220">Тип котла</th> <th colspan="2" data-bbox="848 1093 1158 1220">Производительность</th> <th data-bbox="1160 1093 1314 1220">Давление</th> <th data-bbox="1317 1093 1525 1220">Пар</th> <th data-bbox="1527 1093 1733 1220">Температура питательной воды</th> <th data-bbox="1736 1093 1966 1220">Хвостовые поверхности</th> <th data-bbox="1968 1093 2125 1220">Продувка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="642 1222 846 1305">ДКВР 10-13</td> <td colspan="2" data-bbox="848 1222 1158 1305">2,5 кг/с</td> <td data-bbox="1160 1222 1314 1305">1,2 МПа</td> <td data-bbox="1317 1222 1525 1305">Насыщенный</td> <td data-bbox="1527 1222 1733 1305">104 °C</td> <td data-bbox="1736 1222 1966 1305">Пароперегреватель</td> <td data-bbox="1968 1222 2125 1305">8%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="642 1307 846 1390">Состав топлива</td> <td data-bbox="848 1307 994 1390">$C^P, \%$</td> <td data-bbox="996 1307 1158 1390">$H^P, \%$</td> <td data-bbox="1160 1307 1314 1390">$N^P, \%$</td> <td data-bbox="1317 1307 1525 1390">$O^P, \%$</td> <td data-bbox="1527 1307 1733 1390">$S_k^P, \%$</td> <td data-bbox="1736 1307 1966 1390">$W^P, \%$</td> <td data-bbox="1968 1307 2125 1390">$A^P, \%$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="642 1391 846 1437">Назаровский</td> <td data-bbox="848 1391 994 1437">70</td> <td data-bbox="996 1391 1158 1437">3,3</td> <td data-bbox="1160 1391 1314 1437">1,5</td> <td data-bbox="1317 1391 1525 1437">2</td> <td data-bbox="1527 1391 1733 1437">0,5</td> <td data-bbox="1736 1391 1966 1437">8</td> <td data-bbox="1968 1391 2125 1437">14,8</td> </tr> </tbody> </table>	Тип котла	Производительность		Давление	Пар	Температура питательной воды	Хвостовые поверхности	Продувка	ДКВР 10-13	2,5 кг/с		1,2 МПа	Насыщенный	104 °C	Пароперегреватель	8%	Состав топлива	$C^P, \%$	$H^P, \%$	$N^P, \%$	$O^P, \%$	$S_k^P, \%$	$W^P, \%$	$A^P, \%$	Назаровский	70	3,3	1,5	2	0,5	8	14,8
Тип котла	Производительность		Давление	Пар	Температура питательной воды	Хвостовые поверхности	Продувка																											
ДКВР 10-13	2,5 кг/с		1,2 МПа	Насыщенный	104 °C	Пароперегреватель	8%																											
Состав топлива	$C^P, \%$	$H^P, \%$	$N^P, \%$	$O^P, \%$	$S_k^P, \%$	$W^P, \%$	$A^P, \%$																											
Назаровский	70	3,3	1,5	2	0,5	8	14,8																											

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства								
		бурый уголь								

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Промежуточная аттестация по дисциплине «Парогенераторы промышленных предприятий» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсового проекта

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Курсовой проект выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых проектов. Совпадение тем курсовых проектов у студентов одной учебной группы не допускается. Утверждение тем проводится ежегодно на заседании кафедры.

После выдачи темы преподаватель формулирует задание по курсовому проекту и рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Преподаватель, проверив проект, может вернуть его для доработки вместе с письменными замечаниями. Обучающийся должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовой проект должен быть оформлен в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Примерный перечень тем курсовых проектов и пример задания представлены в разделе 7 «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации».

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. умение проводить расчёты основных узлов и элементов котельных установок и парогенераторов, проектировать технологическое оборудование с

использованием стандартных средств автоматизации проектирования, знания фундаментальных основ дисциплины и их применение при решении профессиональных задач повышенной сложности;

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. умение проводить расчёты элементов котельных установок и парогенераторов, проектировать технологическое оборудование, знания основных фундаментальных основ дисциплины и применение их при решении профессиональных задач;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. знания основных фундаментальных основ дисциплины и применять их при решении профессиональных задач;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя. В процессе его написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Котельные установки и парогенераторы». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать методику расчета и полученные результаты.

Критерии оценки курсового проекта:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – работа выполнена на достаточно высоком уровне. Обучающийся показывает умение проводить расчёты основных узлов и элементов котельных установок и парогенераторов, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования, выполнять сборочный чертеж и анализировать его;

– на оценку «хорошо» (4 балла) – работа выполнена среднем уровне. Обучающийся показывает умение проводить расчёты основных узлов и элементов котельных установок и парогенераторов, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств проектирования;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся показывает пороговый уровень, т.е. умение проводить расчёты основных узлов и элементов котельных установок и парогенераторов и при защите демонстрирует пороговый уровень ответа. Обучающий выполнил курсовой проект верно, но не отвечает внятно на защите;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) - результат обучения не достигнут, задание выполнено частично. Обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.