

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Бурковский А.В.
«31» августа 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Котельные установки и парогенераторы»

**Направление подготовки 13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И
ТЕПЛОТЕХНИКА**

Профиль Промышленная теплоэнергетика

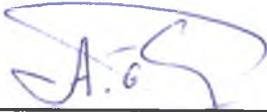
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2017

Автор программы  /Агапов Ю.Н./

Заведующий кафедрой
Теоретической и
промышленной
теплоэнергетики  /Бараков А.В./

Руководитель ОПОП  /Кожухов Н.Н./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины – ознакомление студентов с теоретическими основами процессов, происходящих в барабанных и прямоточных теплогенерирующих установках, конструкциями и принципами действия котлов различных типов, с вопросами охраны окружающей среды и экономии топливно-энергетических ресурсов, развитие навыков теплогидравлических расчётов котлоагрегатов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

1.2.1. Изучение особенностей технологических процессов, протекающих в топливном, пароводяном и газовоздушном трактах котельных установок;

1.2.2. Изучение конструкций и принципа работы котельных агрегатов ТЭС и их вспомогательного оборудования;

1.2.3. Ознакомление с этапами и принципами проектирования котельного оборудования;

1.2.4. Изучение современных инженерных методик, положенных в основу расчета котельных установок ТЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-1 - способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией

ПК-2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

ПК-4 - способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие
--------------------	---

	сформированность компетенции
ОПК-2	знать основные виды промышленного топлива, его состав и маркировку; основные термохимические уравнения полного и неполного горения; кинетику процесса горения; особенности сжигания твёрдого, жидкого и газообразного топлива в котельных установках
	уметь составлять материальный баланс горения; составлять тепловой баланс парогенератора; производить выбор и расчёт устройств сжигания топлива; расчет топки и конвективных поверхностей нагрева котлоагрегата
	владеть навыками применения основных физических и химических закономерностей при расчёте горения топлив; навыками выбора и расчёта топочных устройств, пароперегревателя, экономайзера, воздухоперегревателя
ПК-1	знать технические характеристики, принципы работы, конструктивные особенности котлоагрегатов
	уметь осуществлять экспериментальное исследование теплотехнических параметров котлоагрегатов;
	владеть навыками проектирования котельных агрегатов; навыками выбора основного и вспомогательного оборудования котельных установок
ПК-2	знать теплотехнические и аэродинамические расчеты по типовым методикам котлоагрегатов
	уметь пользоваться нормами теплового и аэродинамического расчетов котлоагрегатов
	владеть навыками проектирования конструктивного и поверочного расчетов котлоагрегатов
ПК-4	знать методики экспериментального исследования теплофизических свойств различных топлив; определения угловых коэффициентов экранов топки; методику обработки полученных результатов экспериментального исследования теплогидравлических параметров котлоагрегата
	уметь осуществлять статистическую обработку результатов экспериментального исследования котлоагрегатов
	владеть методами теоретического (расчётного) и экспериментального определения параметров

топлива и процесса горения теплового и гидравлического расчета котельных установок
--

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» составляет 10 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	144	72	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	54	36	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	-	18
Самостоятельная работа	180	108	72
Курсовой проект	+	+	
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	360	180	180
зач.ед.	10	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	28	14	14
В том числе:			
Лекции	10	6	4
Практические занятия (ПЗ)	14	8	6
Лабораторные работы (ЛР)	4	-	4
Самостоятельная работа	319	162	157
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	360	180	180
зач.ед.	10	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Схемы и основные элементы котлов	Состояние и развитие котельных установок в России и за рубежом. Особенности топливной базы промышленных котлов. Общая схема, рабочие вещества и основные элементы современных котлов. Характеристика основных процессов. Роль отечественных учёных и организаций в развитии котельной техники. Задачи, содержание и особенности курса. Последовательность изложения. Связь с другими дисциплинами. T-S – диаграмма процессов генерации пара	2			6	8
2-3	Рабочие вещества	Топливо. Значение топлива и особенности его использования на промышленных предприятиях. Классификация топлив. Химическое строение и элементарный состав топлив. Рабочая, сухая и горючая масса топлива. Физические свойства топлив. Теплотехническая оценка отдельных составляющих топлива. Классификация твёрдых, жидких и газообразных топлив. Теплота сгорания топлива и методы её определения. Приведённые характеристики топлива. Теплотехническая характеристика твердых, жидких и газообразных топлив. Низшая рабочая и располагаемая теплота сгорания. Вода и водоподготовка. Вода, как исходное технологическое сырьё, теплоноситель и охлаждающая среда котла. Технологические показатели качества сырой воды. Требования к расчёту питательной воды котла. Методы обработки питьевой воды. Удаление из воды грубодисперсных коллоидных примесей. Умягчение из воды коррозионноактивных газов. Защита от коррозии теплосилового оборудования. Характеристика питательной воды.	4	4		10	18
4-8	Материальный и тепловой баланс	Материальный баланс процесса горения. Общее представление о процессе горения. Основные стехиометрические уравнения полного и неполного горения. Определение расхода кислорода, воздуха и выхода продуктов сгорания при переменных концентрациях кислорода в дутье. Теоретическое и действительное количество кислорода и воздуха, необходимое для горения. Коэффициент избытка воздуха. Состав и объём продуктов сгорания. Определение избытка воздуха по составу газов. Расчёт продуктов горения для смесей топлива. Теплоёмкость и энтальпия воздуха, топлива и продуктов сгорания. H-t – диаграмма. Схема материальных балансов рабочих веществ в котле. Теплофизические свойства веществ.	10	12		16	38

		Тепловой баланс парогенератора. Понятие о тепловом балансе. Уравнение теплового баланса и определение величин, входящих в него. Определение КПД котла. Изменение КПД котла при переменных нагрузках. Понятие об эксергетическом балансе и КПД. Основные пути повышения КПД. Основные термины и определения. Система КПД.				
9-14	Сжигание топлива и топочные устройства	Теоретические основы и техника сжигания газа. Кинетика и система горения простейших газов. Цепные реакции. Механизм горения углеводородных газов. Смесеобразование. Воспламенение горючей смеси. Распространение и стабилизация пламени. Классификация газовых горелок. Особенности сжигания низкокалорийного газа. Короткофакельное сжигание газа. Основы расчёта газовых горелок. Схемы топочных устройств для сжигания газа. Основные термины и определения. Химические реакции процессов горения. Сжигание жидкого топлива. Основные стадии и механизм горения жидкого топлива. Тепло- и массообмен при сжигании жидкого топлива. Классификация и типы мазутных форсунок. Сравнительная оценка форсунок с механическим, паровым и воздушным распыливанием. Особенности сжигания мазута с сернистым и ванадиевыми примесями. Мазутоснабжение. Требование к качеству регулирования горения. Основные термины и определения. Химические реакции процессов горения. Общее представление о горении твёрдого топлива. Схемы горения углевода. Диффузорная и кинетическая области горения. Особенности сжигания натурального топлива. Схемы организации топочного процесса: слоевой, в кипящем слое, факельный, циклонный. Основные термины и понятия. Химические реакции твёрдых топлив. Сжигание твёрдого топлива в слое. Особенности и классификация топочных устройств для слоевого сжигания на промпредприятиях. Характеристика процессов горения топлива в слое. Особенности рабочего процесса, недостатки и область применения слоевых и факельно-слоевых топок. Основы расчёта слоевых топок. Конструкции слоевых топок. Основные термины и определения. Химические реакции процесса горения. Приготовление угольной пыли. Сжигание топлива в пылевидном состоянии. Основные схемы пылеприготовления. Характеристика основных процессов:	12	6	30	48

		размол, подсушка, сепарация пыли, транспортировка. Классификация систем пылеприготовления. Углеразмольные установки, их классификация, конструкционные схемы и технико-экономические показатели. Экономически наивыгоднейшая техника помола. Основные правила безопасности пылеугольных установок. Основы теплового и аэродинамического расчётов систем пылеприготовления и выбор мельниц. Основные термины и понятия. Оборудование для сушки и размола угля. Сжигание угольной пыли. Скоростные топочные процессы. Возможности интенсификации топочного процесса. Особенности горения топлива в пылевидном состоянии тепло- и массообмен в пылеугольном факеле. Классификация и конструктивные схемы топок для сжигания угольной пыли с гранулированным и жидким шлакоудалением. Конструкции пылеугольных горелок и растопочных устройств. Особенности совместного сжигания газа и угольной пыли. Влияние подогрева воздуха и газа. Расчётные параметры пылеугольных топок. Основы организации скоростного горения твёрдого топлива. Топки с зажатым слоем. Топки с кипящим слоем. Циклонные топки, их применение в промышленности и перспективы развития. Основные процессы в топках с кипящим слоем.					
15-18	Организация рабочих процессов в котлоагрегатах (5 семестр)	Теплопередача в элементах котла. Тепловой баланс и температурный уровень топки. Температура горения, возможность её повышения. Радиационный теплообмен и выбор конечного охлаждения газов в топке. Конструктивные схемы топочных экранов. Анализ методов расчёта радиационного теплообмена. Классификация радиационной теплоотдачи. Теплоотдача в конвективных элементах котлов, уравнение теплового баланса и теплоотдачи для конвективных элементов. Понятие об экономически наивыгоднейшей и технической допустимой скорости газов. Коэффициент теплопередачи и температурный напор. Методы интенсификации теплообмена в элементах котла. Технико-экономический выбор температуры уходящих газов. Конструкторский и поверочный тепловой расчёт котла. Методика поверочного теплового расчёта. Применение вычислительной техники в тепловом расчёте котла. Основные термины и понятия. Основы радиационного и конвективного теплообмена.	10	8	2	36	56
23-28	Организация рабочих процессов в	Гидродинамика воды, пара и пароводяной смеси в элементах котла.	1	2	2	40	45

	котлоагрегатах (6 семестр)	<p>Условия надёжной работы поверхностей нагрева. Общее уравнение движения паровой смеси. Принципиальные схемы испарительных систем с естественной циркуляцией и принудительным движением рабочего вещества. Анализ гидродинамики пароводяной системы при естественной циркуляции. Общая схема расчёта циркуляции параллельно включённых контуров. Критерии надёжности естественной циркуляции. Гидродинамика принудительного движения рабочего вещества по нагревательным элементам. Регулирование и уравнивающее шайбование. Гидродинамическая и тепловая неустойчивость. Особенности работы испарительных элементов в условиях больших тепловых и переменных нагрузок, характерных для огнетехнических промышленных агрегатов. Методика расчёта циркуляции в котлах с естественной циркуляцией. Выбор питательных насосов. Основные термины и понятия. Уравнение Навье-Стокса, Бернулли. Водный режим котлов и повышение качества пара. Требования к качеству котловой воды и пару. Коррозия металла. Внутрикотловая обработка воды, периодическая продувка котла. Методы повышения качества пара. Ступенчатое испарение. Сепарация промывка пара. Расчёт паросепарирующих устройств. Основные термины и понятия. Виды коррозии металла. Аэродинамика газового и воздушного тракта котла. Газовые и воздушное сопротивление системы. Расчёт и способы преодоления. Самотяга газоходов и дымовой трубы. Принудительная тяга, способы осуществления. Аэродинамический расчёт котельных установок. Выбор дымососов и дутьевых вентиляторов. Методы регулирования тяги и дутья. Основные понятия и определения. Коэффициенты линейного и местного сопротивления.</p>					
29-34	Конструкции котлов и их основных элементов	<p>Паровые котлы с естественной циркуляцией. Классификация паровых котлов. Последовательность развития. Модернизация старых установок. Современные котлы и тенденции их развития. Принципиальные компоновки современных паровых котлов на промпредприятиях. Основные термины и понятия. Расположение элементов в парогенераторах. Котлы с принудительным движением пароводяной смеси. Основные типы и последовательность развития прямоточных котлов. Котлы с многократной принудительной</p>	1	1	58	60	

		<p>циркуляцией. Их применение в промышленной энергетике для использования тепла отходящих газов. Основные термины. Понятие о кратности циркуляции. Котлы на отходящих производственных газах. Их применение на заводах чёрной и цветной металлургии, химической промышленности и др. Водогрейные котлы промпредприятия. Котлы под наддувом. Основные термины и понятия. Достоинство котлов, работающих под разрежением. Пароперегреватели. Классификация и конструктивное исполнение пароперегревателей. Методы регулирования температуры пара. Арматура пароперегревателей, их конструктивное оформление. Основные термины и понятия. Назначение пароперегревателей. Водяные экономайзеры, воздухоподогреватели. Назначение водяных экономайзеров, воздухо- и газоподогревателей. Последовательность включения. Техничко-экономические пределы подогрева воды, воздуха и газа. Влияние подогрева воздуха и газа на КПД котлов. Конструктивные схемы экономайзеров. Основные конструктивные схемы воздухоподогревателей. Регенеративные воздухонагреватели, особенности их расчёта. Коррозия хвостовых поверхностей нагрева и борьба с ней. Основные термины и понятия. Расположение экономайзеров и воздухоподогревателей в газовом тракте.</p>					
35-40	<p>Материалы. Вспомогательное оборудование и эксплуатация котлов</p>	<p>Котельные стали и расчёт на прочность элементов котла. Влияние условий изготовления и работы на прочность элементов. Характеристика прочности стали. Стали, применяемые в котле. Критерии прочности. Допускаемые напряжения и методика расчёта на прочность элементов котла. Основные термины и понятия. Условия работы металла. Каркас и обмуровка котла. Назначение и основные типы каркасов. Фундаменты. Основные обмуровочные и изоляционные материалы, типы обмуровок. Тепловой расчёт обмуровки. Трубопроводы, арматура, обдувочные устройства и гарнитура котлов. Арматура котлов. Характеристики трубопроводов. Основные схемы подсоединения котлов к трубопроводам. Обдувочные устройства, обдувка паровая, воздушная водяная. Котельная гарнитура. Основные термины и понятия. Обслуживание и система управления. КПД и автоматизация котлов. Правила надзора и ремонт. Очистка дымовых газов от летучей</p>	1	1	4	50	56

		золы, оксидов серы и азота. Золоудаление. Техно-экономические показатели. Работы котлов. Вопросы охраны окружающей среды при работе котельных установок. Основные термины и определения. Предельно допустимые концентрации вредных веществ.					
Итого			72	54	18	180	324

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Схемы и основные элементы котлов	Состояние и развитие котельных установок в России и за рубежом. Особенности топливной базы промышленных котлов. Общая схема, рабочие вещества и основные элементы современных котлов. Характеристика основных процессов. Роль отечественных учёных и организаций в развитии котельной техники. Задачи, содержание и особенности курса. Последовательность изложения. Связь с другими дисциплинами. T-S – диаграмма процессов генерации пара	1	1		52	54
2-3	Рабочие вещества	Топливо. Значение топлива и особенности его использования на промышленных предприятиях. Классификация топлив. Химическое строение и элементарный состав топлив. Рабочая, сухая и горючая масса топлива. Физические свойства топлив. Теплотехническая оценка отдельных составляющих топлива. Классификация твёрдых, жидких и газообразных топлив. Теплота сгорания топлива и методы её определения. Приведённые характеристики топлива. Теплотехническая характеристика твердых, жидких и газообразных топлив. Низшая рабочая и располагаемая теплота сгорания. Вода и водоподготовка. Вода, как исходное технологическое сырьё, теплоноситель и охлаждающая среда котла. Технологические показатели качества сырой воды. Требования к расчёту питательной воды котла. Методы обработки питьевой воды. Удаление из воды грубодисперсных коллоидных примесей. Умягчение из воды коррозионноактивных газов. Защита от коррозии теплосилового оборудования. Характеристика питательной воды.	1	1		52	54
4-8	Материальный и тепловой баланс	Материальный баланс процесса горения. Общее представление о процессе горения. Основные стехиометрические уравнения полного и неполного горения. Определение расхода кислорода, воздуха и выхода продуктов сгорания при переменных концентрациях кислорода в дутье. Теоретическое и действительное количество кислорода и воздуха, необходимое для горения. Коэффициент избытка воздуха.	1	2		54	57

		<p>Состав и объём продуктов сгорания. Определение избытка воздуха по составу газов. Расчёт продуктов горения для смесей топлива. Теплоёмкость и энтальпия воздуха, топлива и продуктов сгорания. $H-t$ – диаграмма. Схема материальных балансов рабочих веществ в котле. Теплофизические свойства веществ. Тепловой баланс парогенератора. Понятие о тепловом балансе. Уравнение теплового баланса и определение величин, входящих в него. Определение КПД котла. Изменение КПД котла при переменных нагрузках. Понятие об эксергетическом балансе и КПД. Основные пути повышения КПД. Основные термины и определения. Система КПД.</p>				
9-14	Сжигание топлива и топочные устройства	<p>Теоретические основы и техника сжигания газа. Кинетика и система горения простейших газов. Цепные реакции. Механизм горения углеводородных газов. Смесеобразование. Воспламенение горючей смеси. Распространение и стабилизация пламени. Классификация газовых горелок. Особенности сжигания низкокалорийного газа. Короткофакельное сжигание газа. Основы расчёта газовых горелок. Схемы топочных устройств для сжигания газа. Основные термины и определения. Химические реакции процессов горения. Сжигание жидкого топлива. Основные стадии и механизм горения жидкого топлива. Тепло- и массообмен при сжигании жидкого топлива. Классификация и типы мазутных форсунок. Сравнительная оценка форсунок с механическим, паровым и воздушным распыливанием. Особенности сжигания мазута с сернистым и ванадиевыми примесями. Мазутоснабжение. Требования к качеству регулирования горения. Основные термины и определения. Химические реакции процессов горения. Общее представление о горении твёрдого топлива. Схемы горения углевода. Диффузорная и кинетическая области горения. Особенности сжигания натурального топлива. Схемы организации топочного процесса: слоевой, в кипящем слое, факельный, циклонный. Основные термины и понятия. Химические реакции твёрдых топлив. Сжигание твёрдого топлива в слое. Особенности и классификация топочных устройств для слоевого сжигания на промпредприятиях. Характеристика процессов горения топлива в слое. Особенности рабочего процесса, недостатки и область применения слоевых и факельно-слоевых топок.</p>	2	2	54	58

		<p>Основы расчёта слоевых топок. Конструкции слоевых топок. Основные термины и определения. Химические реакции процесса горения. Приготовление угольной пыли. Сжигание топлива в пылевидном состоянии. Основные схемы пылеприготовления. Характеристика основных процессов: размол, подсушка, сепарация пыли, транспортировка. Классификация систем пылеприготовления. Углеразмольные установки, их классификация, конструкционные схемы и технико-экономические показатели. Экономически наивыгоднейшая техника помола. Основные правила безопасности пылеугольных установок. Основы теплового и аэродинамического расчётов систем пылеприготовления и выбор мельниц. Основные термины и понятия. Оборудование для сушки и размола угля. Сжигание угольной пыли. Скоростные топочные процессы. Возможности интенсификации топочного процесса. Особенности горения топлива в пылевидном состоянии тепло- и массообмен в пылеугольном факеле. Классификация и конструктивные схемы топок для сжигания угольной пыли с гранулированным и жидким шлакоудалением. Конструкции пылеугольных горелок и растопочных устройств. Особенности совместного сжигания газа и угольной пыли. Влияние подогрева воздуха и газа. Расчётные параметры пылеугольных топок. Основы организации скоростного горения твёрдого топлива. Топки с зажатым слоем. Топки с кипящим слоем. Циклонные топки, их применение в промышленности и перспективы развития. Основные процессы в топках с кипящим слоем.</p>					
15-18	Организация рабочих процессов в котлоагрегатах (5 семестр)	<p>Теплопередача в элементах котла. Тепловой баланс и температурный уровень топки. Температура горения, возможность её повышения. Радиационный теплообмен и выбор конечного охлаждения газов в топке. Конструктивные схемы топочных экранов. Анализ методов расчёта радиационного теплообмена. Классификация радиационной теплоотдачи. Теплоотдача в конвективных элементах котлов, уравнение теплового баланса и теплоотдачи для конвективных элементов. Понятие об экономически наивыгоднейшей и технически допустимой скорости газов. Коэффициент теплопередачи и температурный напор. Методы интенсификации теплообмена в элементах котла. Технико-экономический выбор температуры уходящих газов. Конструкторский и</p>	2	2	2	54	60

		поверочный тепловой расчёт котла. Методика поверочного теплового расчёта. Применение вычислительной техники в тепловом расчёте котла. Основные термины и понятия. Основы радиационного и конвективного теплообмена.					
23-28	Организация рабочих процессов в котлоагрегатах (6 семестр)	Гидродинамика воды, пара и пароводяной смеси в элементах котла. Условия надёжной работы поверхностей нагрева. Общее уравнение движения паровой смеси. Принципиальные схемы испарительных систем с естественной циркуляцией и принудительным движением рабочего вещества. Анализ гидродинамики пароводяной системы при естественной циркуляции. Общая схема расчёта циркуляции параллельно включённых контуров. Критерии надёжности естественной циркуляции. Гидродинамика принудительного движения рабочего вещества по нагревательным элементам. Регулирование и уравнивающее шайбование. Гидродинамическая и тепловая неустойчивость. Особенности работы испарительных элементов в условиях больших тепловых и переменных нагрузок, характерных для огнетехнических промышленных агрегатов. Методика расчёта циркуляции в котлах с естественной циркуляцией. Выбор питательных насосов. Основные термины и понятия. Уравнение Навье-Стокса, Бернулли. Водный режим котлов и повышение качества пара. Требования к качеству котловой воды и пару. Коррозия металла. Внутрикотловая обработка воды, периодическая продувка котла. Методы повышения качества пара. Ступенчатое испарение. Сепарация промывка пара. Расчёт паросепарирующих устройств. Основные термины и понятия. Виды коррозии металла. Аэродинамика газового и воздушного тракта котла. Газовые и воздушное сопротивление системы. Расчёт и способы преодоления. Самотяга газоходов и дымовой трубы. Принудительная тяга, способы осуществления. Аэродинамический расчёт котельных установок. Выбор дымососов и дутьевых вентиляторов. Методы регулирования тяги и дутья. Основные понятия и определения. Коэффициенты линейного и местного сопротивления.	1	4	2	53	60
29-34	Конструкции котлов и их основных элементов	Паровые котлы с естественной циркуляцией. Классификация паровых котлов. Последовательность развития. Модернизация старых установок. Современные котлы и тенденции их развития. Принципиальные компоновки	1	1		20	22

		<p>современных паровых котлов на промпредприятиях. Основные термины и понятия. Расположение элементов в парогенераторах. Котлы с принудительным движением пароводяной смеси. Основные типы и последовательность развития прямоточных котлов. Котлы с многократной принудительной циркуляцией. Их применение в промышленной энергетике для использования тепла отходящих газов. Основные термины. Понятие о кратности циркуляции. Котлы на отходящих производственных газах. Их применение на заводах чёрной и цветной металлургии, химической промышленности и др. Водогрейные котлы промпредприятия. Котлы под наддувом. Основные термины и понятия. Достоинство котлов, работающих под разрежением. Пароперегреватели. Классификация и конструктивное исполнение пароперегревателей. Методы регулирования температуры пара. Арматура пароперегревателей, их конструктивное оформление. Основные термины и понятия. Назначение пароперегревателей. Водяные экономайзеры, воздухоподогреватели. Назначение водяных экономайзеров, воздухо- и газоподогревателей. Последовательность включения. Техничко-экономические пределы подогрева воды, воздуха и газа. Влияние подогрева воздуха и газа на КПД котлов. Конструктивные схемы экономайзеров. Основные конструктивные схемы воздухоподогревателей. Регенеративные воздухонагреватели, особенности их расчёта. Коррозия хвостовых поверхностей нагрева и борьба с ней. Основные термины и понятия. Расположение экономайзеров и воздухоподогревателей в газовом тракте.</p>					
35-40	Материалы. Вспомогательное оборудование и эксплуатация котлов	<p>Котельные стали и расчёт на прочность элементов котла. Влияние условий изготовления и работы на прочность элементов. Характеристика прочности стали. Стали, применяемые в котле. Критерии прочности. Допускаемые напряжения и методика расчёта на прочность элементов котла. Основные термины и понятия. Условия работы металла. Каркас и обмуровка котла. Назначение и основные типы каркасов. Фундаменты. Основные обмуровочные и изоляционные материалы, типы обмуровок. Тепловой расчёт обмуровки. Трубопроводы, арматура, обдувочные устройства и гарнитура котлов. Арматура котлов. Характеристики трубопроводов. Основные схемы</p>	1	1	18	20	

		подсоединения котлов к трубопроводам. Обдувочные устройства, обдувка паровая, воздушная водяная. Котельная гарнитура. Основные термины и понятия. Обслуживание и система управления. КПД и автоматизация котлов. Правила надзора и ремонт. Очистка дымовых газов от летучей золы, оксидов серы и азота. Золоудаление. Технико-экономические показатели. Работы котлов. Вопросы охраны окружающей среды при работе котельных установок. Основные термины и определения. Предельно допустимые концентрации вредных веществ.					
Итого			10	14	4	319	347

5.2 Перечень лабораторных работ

Организация рабочих процессов в котлоагрегатах.

Определение угловых коэффициентов поверхностей излучения плоскости и ряда труб в топке котлоагрегата.

Конструкции котлов и их основных элементов.

Исследование аэродинамики и теплообмена воздухоотрубного котла на воздушной модели.

Изучение влияния неравномерности тепловосприятости и динамических возмущений на устойчивость работы циркуляционного контура.

Материалы. Вспомогательное оборудование и эксплуатация котлов.

Теплотехнические и аэродинамические испытания водогрейного котла.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 5 семестре для очной формы обучения, в 7 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Реконструкция котла»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

Определение основных теплофизических характеристик топлив, воды и водяного пара.

Материальный баланс котлоагрегата.

Расчёт процесса горения.

Тепловой баланс и расход топлива.

Расчёт теплообмена в топке и фестоне.

Расчёт конвективных поверхностей нагрева.

Расчёт газо-воздушного тракта.

Выбор дымососа, вентилятора и высоты дымовой трубы.

Расчет золового износа и низкотемпературной коррозии.

Расчет питательных устройств и теплообменных аппаратов.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-

пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	знать основные виды промышленного топлива, его состав и маркировку; основные термохимические уравнения полного и неполного горения; кинетику процесса горения; особенности сжигания твёрдого, жидкого и газообразного топлива в котельных установках	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь составлять материальный баланс горения; составлять тепловой баланс парогенератора; производить выбор и расчёт устройств сжигания топлива; расчёт топки и конвективных поверхностей нагрева котлоагрегата	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта, работа в средах 2D-проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками применения основных физических и химических закономерностей при расчёте горения топлив; навыками выбора и расчёта топочных устройств, пароперегревателя, экономайзера, воздухоподогревателя	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать технические характеристики, принципы работы, конструктивные особенности котлоагрегатов	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять экспериментальное исследование теплотехнических параметров котлоагрегатов;	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта, работа в средах 2D-проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками	Решение прикладных задач	Выполнение работ	Невыполнение

	проектирования котельных агрегатов; навыками выбора основного и вспомогательного оборудования котельных установок	в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	в срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать теплотехнические и аэродинамические расчеты по типовым методикам котлоагрегатов	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь пользоваться нормами теплового и аэродинамического расчетов котлоагрегатов	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта, работа в средах 2D-проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками проектирования конструктивного и поверочного расчетов котлоагрегатов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать методики экспериментального исследования тепловых свойств различных топлив; определения угловых коэффициентов экранов топки; методику обработки полученных результатов экспериментального исследования теплогидравлических параметров котлоагрегата	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять статистическую обработку результатов экспериментального исследования котлоагрегатов	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта, работа в средах 2D-проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами теоретического (расчетного) и экспериментального определения параметров топлива и процесса горения теплового и гидравлического расчета котельных установок	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной формы обучения, 6, 7 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
-------------	---	---------------------	---------	--------	--------	----------

	компетенции					
ОПК-2	знать основные виды промышленного топлива, его состав и маркировку; основные термохимические уравнения полного и неполного горения; кинетику процесса горения; особенности сжигания твёрдого, жидкого и газообразного топлива в котельных установках	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь составлять материальный баланс горения; составлять тепловой баланс парогенератора; производить выбор и расчёт устройств сжигания топлива; расчет топки и конвективных поверхностей нагрева котлоагрегата	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками применения основных физических и химических закономерностей при расчёте горения топлив; навыками выбора и расчёта топочных устройств, пароперегревателя, экономайзера, воздухоподогревателя	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	знать технические характеристики, принципы работы, конструктивные особенности котлоагрегатов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь осуществлять экспериментальное исследование теплотехнических параметров котлоагрегатов;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками проектирования котельных агрегатов; навыками выбора основного и вспомогательного оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	котельных установок			во всех задачах		
ПК-2	знать теплотехнические и аэродинамические расчеты по типовым методикам котлоагрегатов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь пользоваться нормами теплового и аэродинамического расчетов котлоагрегатов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками проектирования конструктивного и поверочного расчетов котлоагрегатов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать методики экспериментального исследования теплофизических свойств различных топлив; определения угловых коэффициентов экранов топки; методику обработки полученных результатов экспериментального исследования теплогидравлических параметров котлоагрегата	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь осуществлять статистическую обработку результатов экспериментального исследования котлоагрегатов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами теоретического (расчётного) и экспериментального определения параметров топлива и процесса горения теплового и гидравлического расчета котельных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

установок					
-----------	--	--	--	--	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Аттестационная карта № 1

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какие химические элементы являются горючими в топливе?	1	C, O, N
		2	C, S, N
		3	C, H, S
		4	Нет таких элементов
2	Какая из причин не влияет на появление химического недожега?	1	Плохое смесеобразование
		2	Общий недостаток воздуха
		3	Большие размеры топки
		4	Низкая температура в топке
3	Какие реакции стремятся максимально развить при осуществлении топочного процесса?	1	Восстановления
		2	Окисления
		3	Горения
		4	Все эти реакции
4	К чему приведет увеличение зольности топлива?	1	Увеличение К. П. Д
		2	Уменьшение К. П. Д.
		3	Улучшение теплообмена
		4	Ни на что не повлияет
5	Содержанием каких веществ в продуктах сгорания определяется	1	CO, H ₂ O, N ₂
		2	CO, H ₂ , N ₂

	химический недожег?	3	CO, O ₂ , CH ₄
		4	CO, H ₂ , CH ₄

Аттестационная карта № 2

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	К чему приведет большая влажность топлива?	1	Увеличение теплоты сгорания
		2	Уменьшение расхода топлива
		3	Уменьшение теплоты сгорания
		4	Ни на что не повлияет
2	От чего зависит потеря тепла с провалом топлива?	1	Конструкция колосниковой решетки
		2	Плохое смесеобразование
		3	Низкая температура в топке
		4	Недостаток воздуха
3	Какие основные показатели топочного устройства?	1	Потери с химическим недожегом
		2	Потери с механическим недожегом
		3	Тепловая производительность
		4	Все перечисленные
4	Какие реакции стремятся развиваться при газификации топлива?	1	Восстановления
		2	Окисления
		3	Горения

		4	Все эти реакции
5	Какое вещество используют при горении в качестве окислителя?	1	Водород
		2	Сера
		3	Кислород
		4	Азот

Аттестационная карта № 3

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	С чем связана потеря тепла с уносом?	1	Вынос из топки капель влаги
		2	Вынос из топки несгоревших частиц топлива
		3	Выход летучих веществ
		4	Качество сжигаемого топлива
2	Что используется в качестве жидкого теплоносителя для котлов АЭС?	1	Обычная вода
		2	Тяжелая вода
		3	Жидкие металлы
		4	Все перечисленное
3	Как снизить потери тепла от химической неполноты сгорания топлива?	1	Увеличить температуру в топке
		2	Уменьшить температуру в топке
		3	Уменьшить размеры топки

		4	Уменьшить подачу окислителя
4	Как называется энергия необходимая для разрушения внутримолекулярных связей исходных веществ?	1	Внутренняя
		2	Разрушения
		3	Активации
		4	Внешняя
5	Содержанием каких веществ в продуктах сгорания определяется химический недожег топлива?	1	CO, H ₂ O, N ₂
		2	H ₂ , CO, CH ₄
		3	CO ₂ , H ₂ , CO
		4	H ₂ , CO, N ₂

Аттестационная карта № 4

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Что используется в качестве газового теплоносителя в котлах АЭС?	1	Диоксид углерода
		2	Оксид углерода
		3	Оксид азота
		4	Все перечисленное
2	Как называется температура, начиная с которой система способна к самоускорению?	1	Горения
		2	Воспламенения
		3	Кипения
		4	Толчка
3	Что является основной испарительной поверхностью нагрева в котле?	1	Пароперегреватель
		2	Экраны
		3	Экономайзер

		4	Топка
4	Чему равен коэффициент избытка воздуха для диффузионной области?	1	Единица
		2	Ноль
		3	Больше единицы
		4	Меньше единицы
5	Как происходит сжигание газа при раздельной подаче в топку газа и воздуха?	1	В коротком факеле
		2	В длинном факеле
		3	Бесфакельное сжигание
		4	В суженном факеле

Аттестационная карта № 5

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какие бывают виды пароперегревателей?	1	Конвективные
		2	Радиационные
		3	Полурадиационные
		4	Все перечисленные
2	Горение какой горючей смеси является гомогенной реакцией?	1	Твердое топливо и воздух
		2	Газовое топливо и воздух
		3	Твердое топливо и азот
		4	Газовое топливо и азот
3	Как происходит сжигание газа при раздельной подаче в топку газа и воздуха?	1	В коротком факеле
		2	В длинном факеле
		3	Бесфакельное сжигание
		4	В суженном факеле

4	Как изменяется температура перегрева пара с увеличением нагрузки радиационного пароперегревателя?	1	Плавно возрастает
		2	Резко возрастает
		3	Снижается
		4	Не изменяется
5	Что происходит с температурой в зоне окисления?	1	Медленно увеличивается
		2	Уменьшается
		3	Остается неизменной
		4	Резко увеличивается

Аттестационная карта № 6

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Горение какой горючей смеси является гетерогенной реакцией?	1	Твердое топливо и воздух
		2	Газовое топливо и азот
		3	Газовое топливо и воздух
		4	Твердое топливо и азот
2	Как получить короткофакельное сжигание газа?	1	Уменьшить скорости потоков
		2	Раздробить потоки на отдельные струи
		3	Установить расширяющие устройства
		4	Подавать потоки параллельно
3	Как изменится температура перегрева пара с увеличением нагрузки конвективного	1	Возрастает
		2	Плавно снижается
		3	Резко снижается

	пароперегревателя?	4	Не изменится
4	Что происходит при переходе от длиннофакельного сжигания к короткофакельному?	1	Значительно уменьшается полнота сгорания
		2	Значительно увеличивается полнота сгорания
		3	Полнота сгорания не изменяется
		4	Незначительно уменьшается полнота сгорания
5	Какое используется давление для горелок низкого давления?	1	до 2 кПа
		2	2 – 7 кПа
		3	до 0,6 МПа
		4	выше 0,6 МПа

Аттестационная карта № 7

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Как изменится температура перегрева пара при снижении температуры питательной воды в барабанных котлах?	1	Возрастает
		2	Плавно снижается
		3	Резко снижается
		4	Не изменится
2	Что происходит с температурой в зоне восстановления?	1	Медленно увеличивается
		2	Резко увеличивается
		3	Уменьшается

		4	Остается неизменной
3	Какой размер частиц имеют грубодисперсные примеси, находящиеся в природной воде?	1	больше 100 мкм
		2	10 – 100 мкм
		3	1 – 10 мкм
		4	меньше 1 мкм
4	Какое используется давление для горелок среднего давления?	1	до 2 кПа
		2	2 – 7 кПа
		3	до 0,6 МПа
		4	выше 0,6 МПа
5	На котлы какого давления устанавливают некипящие экономайзеры?	1	Высокого давления
		2	Среднего давления
		3	Низкого давления
		4	Любого давления

Аттестационная карта № 8

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Как изменится температура перегрева пара при снижении температуры питательной воды в прямоточных котлах?	1	Снижается
		2	Плавно увеличивается
		3	Резко увеличивается
		4	Не изменится
2	Какой метод обработки воды используют для ее умягчения?	1	Фильтрование
		2	Осаждение
		3	Отстаивание

		4	Термическая обработка
3	Какое используется давление для горелок высокого давления?	1	до 2 кПа
		2	2 – 7 кПа
		3	до 0,6 МПа
		4	выше 0,6 МПа
4	На котлы какого давления устанавливают кипящие экономайзеры?	1	Высокого давления
		2	Среднего давления
		3	Низкого давления
		4	Любого давления
5	Что в водотрубных котельных установках движется внутри змеевиков?	1	Продукты сгорания
		2	Пароводяная смесь
		3	Пар
		4	Вода

Аттестационная карта № 9

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какой метод обработки воды используют для ее обессоливания?	1	Фильтрация
		2	Осаждение
		3	Отстаивание
		4	Химическая обработка
2	Для чего используется экономайзер?	1	Для подогрева воздуха
		2	Для подогрева питательной воды
		3	Для подогрева топлива

		4	Для охлаждения продуктов сгорания
3	Какое устройство служит для удаления растворенных газов из питательной воды паровых котлов?	1	Экономайзер
		2	Конденсатор
		3	Деаэратор
		4	Барабан
4	Что в водотрубных котельных установках движется снаружи змеевиков?	1	Продукты сгорания
		2	Пароводяная смесь
		3	Пар
		4	Вода
5	Целью какого расчета котла является определение площадей поверхностей нагрева элементов котла при заданных паропроизводительности, параметрах пара и характеристиках топлива?	1	Предварительного
		2	Поверочного
		3	Конструктивного
		4	Оптимизационного

Аттестационная карта № 10

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какой метод обработки воды используют для удаления грубодисперсных примесей?	1	Химическая обработка
		2	Термическая деаэрация газов
		3	Коагуляция
		4	Термическая обработка
2	Какой из способов не используется для очистки	1	Сухая механическая очистка

	газа от пыли?	2	Химическая очистка
		3	Мокрая очистка
		4	Электрическая очистка
3	Целью какого расчета котла является определение тепловосприятия каждого элемента котла, температурного напора и коэффициента теплопередачи по заданным температурам продуктов сгорания и обогреваемой среды?	1	Предварительного
		2	Поверочного
		3	Конструктивного
		4	Оптимизационного
4	Для чего производится непрерывная продувка парогенератора?	1	Удаление воды
		2	Удаление пара
		3	Удаление солей
		4	Удаление воздуха
5	Какое вещество наиболее токсично для организма человека?	1	Пыль
		2	CO
		3	HS
		4	NO

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Аттестационная карта № 10

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какой метод обработки воды используют для удаления грубодисперсных	1	Химическая обработка
		2	Термическая деаэрация газов

	примесей?	3	Коагуляция
		4	Термическая обработка
2	Какой из способов не используется для очистки газа от пыли?	1	Сухая механическая очистка
		2	Химическая очистка
		3	Мокрая очистка
		4	Электрическая очистка
3	Целью какого расчета котла является определение тепловосприятия каждого элемента котла, температурного напора и коэффициента теплопередачи по заданным температурам продуктов сгорания и обогреваемой среды?	1	Предварительного
		2	Поверочного
		3	Конструктивного
		4	Оптимизационного
4	Для чего производится непрерывная продувка парогенератора?	1	Удаление воды
		2	Удаление пара
		3	Удаление солей
		4	Удаление воздуха
5	Какое вещество наиболее токсично для организма человека?	1	Пыль
		2	CO
		3	HS
		4	NO

Аттестационная карта № 11

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
-------------	---------	------------	------------------

1	Как называется металлическая конструкция котла, воспринимающая массы элементов котла и передающая их на фундамент?	1	Обмуровка
		2	Каркас
		3	Арматура
		4	Тракт
2	Для чего производится периодическая продувка парогенератора?	1	Удаление воды
		2	Удаление пара
		3	Удаление солей
		4	Удаление шлака
3	Какое вещество наименее токсично для организма человека?	1	Пыль
		2	CO
		3	HS
		4	NO
4	Какие существуют типы обмуровки в зависимости от их конструкции?	1	Стеновая
		2	Легкая
		3	Облегченная
		4	Все перечисленные
5	Откуда, в основном, поступают в пар загрязняющие примеси?	1	Из топлива
		2	Из дымовых газов
		3	Из воздуха
		4	Из питательной воды

Аттестационная карта № 12

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какой критерий подобия	1	Нуссельта

	является безразмерным коэффициентом теплоотдачи?	2	Рейнольдса
		3	Прандтля
		4	Грасгофа
2	Как движется пароводяная смесь в подъемной трубе при опрокидывании циркуляции?	1	Быстро вверх
		2	Медленно вверх
		3	Вниз
		4	Не движется
3	Какое устройство служит для отделения пара от воды?	1	Экономайзер
		2	Конденсатор
		3	Деаэратор
		4	Сепаратор
4	В каком термодинамическом процессе происходит парообразование в котельной установке?	1	В изотермическом
		2	В адиабатном
		3	В изохорном
		4	В изобарном
5	Какую очистку применяют для удаления загрязнений с экранных поверхностей нагрева котла?	1	Паровая обдувка
		2	Пароводяная обдувка
		3	Вибрационная очистка
		4	Все перечисленные

Аттестационная карта № 13

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какая схема включения	1	Смешанная

	пароперегревателя является оптимальной?	2	Противоточная
		3	Прямоточная
		4	Обратная
2	Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи?	1	Вт/(м·К)
		2	Вт/(кг·К)
		3	Вт/(м ² ·К)
		4	Вт/(м ³ ·К)
3	За счет какого динамического воздействия производится паровая обдувка?	1	Струй воды
		2	Струй пара
		3	Струй пароводяной смеси
		4	Струй воздуха
4	Основное назначение обмуровки котельного агрегата?	1	Устойчивость к коррозии
		2	Шумопоглощение
		3	Тепловая и гидроизоляция
		4	Виброизоляция
5	Чему равна теплота сгорания условного топлива?	1	7000 кДж/кг
		2	7000 кДж/м ³
		3	293000 кДж/кг
		4	293000 кДж/м ³

Аттестационная карта № 14

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
-------------	---------	------------	------------------

1	Что служит рабочим агентом обдувочного аппарата при пароводяной обдувке?	1	Пар
		2	Воздух
		3	Питательная вода
		4	Все перечисленные
2	Какое устройство обеспечивает предотвращение последствий внезапного повышения давления в топке и газоходах?	1	Задвижка
		2	Лазовый затвор
		3	Взрывной клапан
		4	Гидрозатвор
3	От чего зависит теплота сгорания топлива?	1	От состава топлива
		2	От состава окислителя
		3	От расхода окислителя
		4	От температуры окислителя
4	Для сжигания какого топлива используются слоевые топки?	1	Газообразного
		2	Жидкого
		3	Твердого пылевидного
		4	Твердого кускового
5	Какое устройство служит для удаления в атмосферу продуктов сгорания?	1	Экономайзер
		2	Дымосос
		3	Сепаратор
		4	Деаэратор

Аттестационная карта № 15

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
-------------	---------	------------	------------------

1	Какая схема движения теплоносителей обеспечивает максимальное значение температурного напора?	1	Прямоток
		2	Противоток
		3	Перекрестный ток
		4	Зависит от вида теплоносителя
2	Для сжигания какого топлива используются камерные топки?	1	Газообразного
		2	Жидкого
		3	Твердого пылевидного
		4	Всех этих топлив
3	От чего зависит высота дымовой трубы при искусственной тяге?	1	От К. П. Д. котла
		2	От вида топлива
		3	От температуры дымовых газов
		4	От санитарных требований
4	Как изменятся потери давления при увеличении скорости потока в два раза?	1	Не изменятся
		2	Возрастут пропорционально
		3	Возрастут в 4 раза
		4	Уменьшаться в 4 раза
5	Что называется физической стадией процесса сжигания топлива?	1	Этап смешения топлива
		2	Этап нагрева топлива
		3	Этап смешения и нагрева топлива
		4	Реакция горения

Аттестационная карта № 16

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какие вредные примеси наиболее опасны для организма человека?	1	Зола
		2	Серный ангидрид
		3	Окислы азота
		4	Сернистый ангидрид
2	Каким способом происходит перенос теплоты?	1	Теплопроводностью
		2	Конвекцией
		3	Радиацией
		4	Всеми этими способами
3	Что называется химической стадией процесса сжигания топлива?	1	Этап смешения топлива
		2	Этап нагрева топлива
		3	Этап смешения и нагрева топлива
		4	Реакция горения
4	Как часто производится внутренний осмотр паровых котлов?	1	Не реже 1 раза в 4 года
		2	Не реже 1 раза в 6 лет
		3	Не реже 1 раза в 8 лет
		4	Не реже 1 раза в 10 лет
5	Какое вещество содержит коксовый газ?	1	Бензол
		2	Нафталин
		3	Аммиак
		4	Все эти вещества

Аттестационная карта № 17

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Для какого вида топлива физическими стадиями процесса сжигания являются образование горючей смеси, ее нагрев до температуры воспламенения?	1	Газообразное
		2	Жидкое
		3	Твердое кусковое
		4	Твердое пылевидное
2	Как часто производится гидравлическое испытание паровых котлов?	1	1 раз в 4 года
		2	1 раз в 6 лет
		3	1 раз в 8 лет
		4	1 раз в 10 лет
3	Какие основные составляющие природного газа?	1	Метан
		2	Тяжелые углеводороды
		3	Азот
		4	Все эти вещества
4	Какие из веществ являются продуктами полного сгорания?	1	CO ₂ , CO, H ₂ O
		2	CO, H ₂ , C _m H _m
		3	CO ₂ , SO ₂ , H ₂ O
		4	CO ₂ , SO ₂ , H ₂
5	От чего зависит необходимая для наилучшего горения толщина слоя топлива?	1	От зольности топлива
		2	От влажности топлива
		3	От состава топлива
		4	От количества окислителя

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Для какого вида топлива физическими стадиями процесса сжигания являются распыл топлива, прогрев, испарение, образование горючей смеси?	1	Газообразное
		2	Жидкое
		3	Твердое кусковое
		4	Твердое пылевидное
2	Как часто производится наружный осмотр паровых котлов?	1	1 раз в месяц
		2	1 раз в год
		3	2 раза в год
		4	1 раз за 2 года
3	Какие виды серы при горении окисляются с выделением тепла?	1	Колчеданная и сульфатная
		2	Органическая и сульфатная
		3	Органическая и колчеданная
		4	Только органическая
4	Какой недостаток сжигания топлива в виде пыли?	1	Невозможность сжигания любого вида топлива
		2	Большой расход энергии
		3	Невозможность полной механизации топочного процесса
		4	Трудность в регулировании топочного процесса

5	Какие из веществ являются продуктами неполного сгорания?	1	CO ₂ , CO, H ₂ O
		2	CO, H ₂ , C _m H _m
		3	CO ₂ , SO ₂ , H ₂ O
		4	CO ₂ , SO ₂ , H ₂

Аттестационная карта № 19

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какой элементарный химический состав рабочей массы топлива?	1	$C+H+O+N+S_{op+k}+A=100\%$
		2	$C+H+O+N+S_{op+k}+A+W=100\%$
		3	$C+H+O+N+S_{op}=100\%$
		4	$C+H+O+N+S_{op+k}=100\%$
2	Какую размерность имеет плотность теплового потока?	1	Вт
		2	Дж/с
		3	Вт/м ²
		4	Вт/м
3	Как называют систему ограждений, отделяющих топочную камеру и газоходы от окружающей среды?	1	Каркас
		2	Обмуровка
		3	Арматура
		4	Газовый тракт
4	Какой теплоноситель при одинаковом давлении имеет более высокую температуру?	1	Влажный пар
		2	Кипящая вода
		3	Сухой пар
		4	Перегретый пар
5	В каком устройстве	1	Горелка

	происходит сгорание топлива в котле?	2	Топка
		3	Экономайзер
		4	Пароперегреватель

Аттестационная карта № 20

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какой элементарный химический состав сухой массы топлива?	1	$C+H+O+N+S_{op+k}+A=100\%$
		2	$C+H+O+N+S_{op+k}+A+W=100\%$
		3	$C+H+O+N+S_{op}=100\%$
		4	$C+H+O+N+S_{op+k}=100\%$
2	От чего зависит теоретический объем продуктов сгорания?	1	От состава топлива
		2	От вида окислителя
		3	От вида горелки
		4	От расхода окислителя
3	В каком воздухоподогревателе теплота продуктов сгорания передается непрерывно воздуху через стенку, разделяющую теплообменные среды?	1	Регенеративный
		2	Рекуперативный
		3	Смесительный
		4	Контактный
4	Какие основные составляющие природного газа?	1	H_2, C_mH_m, O_2
		2	H_2O, CH_4, N_2
		3	CH_4, C_mH_m, N_2
		4	CH_4, O_2, N_2
5	Какое жидкое топливо	1	Дизельное топливо

	используется в котлоагрегатах?	2	Бензин
		3	Мазут
		4	Нефть

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Аттестационная карта № 21

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какой элементарный химический состав органической массы топлива?	1	$C+H+O+N+S_{op+k}+A=100\%$
		2	$C+H+O+N+S_{op+k}+A+W=100\%$
		3	$C+H+O+N+S_{op}=100\%$
		4	$C+H+O+N+S_{op+k}=100\%$
2	От чего зависит теплота сгорания топлива?	1	От состава топлива
		2	От вида окислителя
		3	От температуры окислителя
		4	От расхода окислителя
3	В каком воздухоподогревателе теплота передается к воздуху металлической насадкой, которая периодически нагревается продуктами сгорания?	1	Регенеративный
		2	Рекуперативный
		3	Пластинчатый
		4	Спиральный
4	Какое давление потока рабочего тела соответствует его кинетической энергии?	1	Полное
		2	Статическое
		3	Динамическое

		4	Пьезометрическое
5	Как различаются топки по конфигурации факела?	1	С U – образным факелом
		2	С S – образным факелом
		3	С П – образным факелом
		4	С Г – образным факелом

Аттестационная карта № 22

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Каково значение "острого дутья"?	1	Интенсификация процесса горения
		2	Интенсификация процесса перемешивания газов
		3	Удаление золы
		4	Удаление влаги
2	Каким способом происходит перенос теплоты от раскаленных продуктов сгорания к нагреваемому металлу?	1	Теплопроводностью
		2	Конвекцией
		3	Радиацией
		4	Всеми этими способами
3	От чего зависит величина потерь тепла с уходящими газами?	1	Объем и состав продуктов сгорания
		2	Объем и состав топлива
		3	Объем окислителя
		4	Начальная температура воздуха
4	Как часто производят	1	Каждые 8 лет

	капитальный ремонт котла?	2	Каждые 5-6 лет
		3	Каждые 2-3 года
		4	Каждые 1-2 года
5	В каких мельницах размол топлива осуществляется по принципу удара и истирания?	1	В среднеходных
		2	В шаровых барабанных
		3	В быстроходных
		4	В молотковых

Аттестационная карта № 23

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какой из процессов является реакцией соединения горючих элементов топлива с окислителем?	1	Таяние
		2	Кипение
		3	Плавление
		4	Горение
2	От чего зависит количество отложений на конвективной поверхности нагрева?	1	От расхода окислителя
		2	От скорости продуктов сгорания
		3	От температуры продуктов сгорания
		4	От массы топлива
3	Какие потери возникают при неполном сгорании топлива в пределах топочной камеры?	1	С уносом
		2	От химического недожега
		3	От механического недожега
		4	С уходящими газами

4	В каких мельницах размол топлива осуществляется по принципу раздавливания?	1	В среднеходных
		2	В шаровых барабанных
		3	В быстроходных
		4	В молотковых
5	Что является отношением количества теплоты, воспринятого рабочей средой к располагаемой теплоте массы топлива?	1	Высшая теплота сгорания
		2	Коэффициент избытка воздуха
		3	Низшая теплота сгорания
		4	К. П. Д. котла

Аттестационная карта № 24

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Какие потери тепла возникают из-за того, что физическое тепло газов, покидающих парогенератор выше физического тепла поступающих в парогенератор воздуха и топлива?	1	Потери с уносом
		2	Потери от химического недожега
		3	Потери с уходящими газами
		4	Потери от механического недожега
2	Каким устройством осуществляется подача в топочную камеру газа и окислителя при сжигании газообразного топлива?	1	Транспортер
		2	Элеватор
		3	Горелка
		4	Деаэратор

3	Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи?	1	Вт/(м·К)
		2	Вт/(кг·К)
		3	Вт/(м ² ·К)
		4	Вт/(м ³ ·К)
4	Как называется зависимость изменения во времени параметров котла, характеризующих его работу?	1	Гидродинамическая характеристика
		2	Гидравлическая характеристика
		3	Динамическая характеристика
		4	Тепловая характеристика
5	Как часто производят текущий ремонт котла?	1	Каждые 2-3 года
		2	Каждые 1-2 года
		3	Каждые 6 месяцев
		4	Каждый месяц

Аттестационная карта № 25

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	В каких пределах находится значение потери теплоты от химической неполноты сгорания?	1	0 – 2 %
		2	6 – 12 %
		3	20 – 30 %
		4	40 – 50 %
2	В каком устройстве происходит распыливание жидкого топлива на	1	Дробилка
		2	Горелка

	отдельные мельчайшие капли?	3	Форсунка
		4	Мельница
3	Как называется образование горючей смеси, состоящей из продуктов испарения и термического разложения углеводов и окислителя?	1	Пульверизация
		2	Карбюрация
		3	Гомогенизация
		4	Воспламенение
4	Для котлов какой производительности может применяться жидкое топливо?	1	Малой производительности
		2	Средней производительности
		3	Высокой производительности
		4	Любой производительности
5	Какое число характеризует соотношение сил вязкости и поверхностного натяжения жидкости?	1	Число Вебера
		2	Число Лапласа
		3	Число Гухарда
		4	Число Рейнольдса

Аттестационная карта № 26

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	При сжигании каких видов топлива отсутствуют потери от механической неполноты сгорания?	1	Твердого и газообразного
		2	Жидкого и газообразного
		3	Твердого и жидкого

		4	Любых
2	Для сжигания какого вида топлива используются камерные топки?	1	Газообразного
		2	Жидкого
		3	Твердого пылевидного
		4	Всех перечисленных
3	В каких форсунках распыливание осуществляется за счет энергии топлива?	1	Механические
		2	С распыливающей средой
		3	Комбинированные
		4	Во всех перечисленных
4	Какое число характеризует соотношение инерционных сил распыляющего потока и сил поверхностного натяжения жидкости?	1	Число Вебера
		2	Число Лапласа
		3	Число Гухарда
		4	Число Рейнольдса
5	К каким поверхностям нагрева относят экономайзер и воздухоподогреватель?	1	Радиационные
		2	Полурадиационные
		3	Конвективные
		4	Полуконвективные

Аттестационная карта № 27

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Для сжигания какого вида топлива используются слоевые топки?	1	Газообразного и жидкого
		2	Твердого кускового

		3	Твердого пылевидного
		4	Всех перечисленных
2	В каких форсунках распыливание осуществляется за счет энергии движущегося с большой скоростью распылителя?	1	Механические
		2	С распыливающей средой
		3	Комбинированные
		4	Во всех перечисленных
3	К каким поверхностям нагрева относят ширмовые поверхности пароперегревателя и испарительные поверхности нагрева, расположенные за топкой?	1	Радиационные
		2	Полурадиационные
		3	Конвективные
		4	Полуконвективные
4	Излучение какого факела определяется излучением трехатомных газов?	1	Светящегося
		2	Полусветящегося
		3	Несветящегося
		4	Всех перечисленных
5	Где происходит разделение пароводяной смеси на пар и воду?	1	В коллекторе
		2	В элеваторе
		3	В пароперегревателе
		4	В барабане

Аттестационная карта № 28

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	К каким поверхностям	1	Радиационные

	нагрева относят экраны, фестоны, пароперегреватели, расположенные в топке?	2	Полурадиационные
		3	Конвективные
		4	Полуконвективные
2	Каким показателем качества питательной воды нормируется суммарная концентрация ионов кальция и магния?	1	Жесткость
		2	Солесодержание
		3	Щелочность
		4	Не нормируется
3	При каком виде сепарации отделение капель влаги от пара осуществляется при горизонтальном и вертикальном подъемном движении пара со стабильной малой скоростью?	1	Инерционная сепарация
		2	Гравитационная сепарация
		3	Пленочная сепарация
		4	Пузырьковая сепарация
4	Какое устройство служит для удаления газов из питательной воды?	1	Сепаратор
		2	Элеватор
		3	Деаэратор
		4	Коллектор
5	Какое используется давление для горелок среднего давления?	1	до 2 кПа
		2	2 – 7 кПа
		3	до 0,6 МПа
		4	выше 0,6 МПа

Аттестационная карта № 29

№№ вопросов	Вопросы	№№ ответов	Варианты ответов
1	Что является основной	1	Топка

	испарительной поверхностью нагрева в котле?	2	Барабан
		3	Экран
		4	Коллектор
2	Каким показателем качества питательной воды нормируется сумма эквивалентных концентраций в растворе анионов слабых кислот?	1	Жесткость
		2	Солесодержание
		3	Щелочность
		4	Не нормируется
3	При каком виде сепарации отделение капель влаги от пара осуществляется при резком ускорении горизонтального или вертикального потока пара и последующем уменьшении его скорости?	1	Инерционная сепарация
		2	Гравитационная сепарация
		3	Пленочная сепарация
		4	Пузырьковая сепарация
4	К чему приведет увеличение зольности топлива?	1	Увеличение К. П. Д
		2	Уменьшение К. П. Д.
		3	Улучшение теплообмена
		4	Ни на что не повлияет
5	Чему равна теплота сгорания условного топлива?	1	7000 кДж/кг
		2	7000 кДж/м ³
		3	293000 кДж/кг
		4	293000 кДж/м ³

Аттестационная карта № 30

№№	Вопросы	№№	Варианты ответов
----	---------	----	------------------

вопросов		ответов	
1	Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи?	1	Вт/(м·К)
		2	Вт/(кг·К)
		3	Вт/(м ² ·К)
		4	Вт/(м ³ ·К)
2	Каким показателем качества питательной воды нормируется суммарная концентрация в воде катионов и анионов, определяемая по общему ионному составу?	1	Жесткость
		2	Солесодержание
		3	Щелочность
		4	Не нормируется
3	При каком виде сепарации отделение капель влаги от пара осуществляется использованием способности налипания мелких капель воды на увлажненную развитую поверхность?	1	Инерционная сепарация
		2	Гравитационная сепарация
		3	Пленочная сепарация
		4	Пузырьковая сепарация
4	От чего зависит теплота сгорания топлива?	1	От состава топлива
		2	От состава окислителя
		3	От расхода окислителя
		4	От температуры окислителя
5	Как часто производится гидравлическое испытание паровых котлов?	1	1 раз в 4 года
		2	1 раз в 6 лет
		3	1 раз в 8 лет
		4	1 раз в 10 лет

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Экзаменационные вопросы по курсу «Котельные установки и парогенераторы»

1. Значение котельных установок в системах энергохозяйства промышленных предприятий.
2. Характеристика и общие технологические схемы котельных установок (КУ) промышленных предприятий.
3. Схемы и основные процессы производства пара, воды и др. теплоносителей в котлоагрегатах.
4. Общая классификация котлов. Роль отечественных учёных в развитии котельной техники.
5. Вопросы экономии топливоэнергетических ресурсов.
6. Источники энергии для котлов различных предприятий.
7. Материальный баланс и энтальпия источников энергии.
8. Энтальпия и расчёт нагреваемых сред.
9. Котёл как источник загрязнения окружающей среды.
10. Общее уравнение теплового баланса.
11. Располагаемая и полезно затраченная теплота. Потери теплоты и их определение.
12. Теловой КПД котла с изменением нагрузки.
13. Самопотребление энергии. Энергетический КПД котельной установки.
14. Эксергетический баланс.
15. Эксергетический КПД котла.
16. Подготовка к сжиганию газов и жидкого топлива. Транспорт, хранение, подогрев, вопросы охраны труда.
17. Подготовка к сжиганию твёрдого топлива.
18. Сушка и размол топлива. Основные системы пылеприготовления. Характеристика угольной пыли.
19. Вода как исходное технологическое сырьё для КУ. Показатель качества воды, нормирование чистоты воды для КУ.
20. Основные схемы обработки питательной воды. Очистка воды методами коагуляции, известкования, фильтрации. Обработка методом ионного обмена и схема катионитовой установки.
21. Термическое обессоливание воды. Удаление из воды растворённых газов. Деаэраторы.
22. Классификации, характеристики и показатели топок для сжигания топлива.
23. Предотвращение образования и уменьшение вредных выбросов.

24. Особенности и принципы организации сжигания жидкого топлива.
25. Топки для сжигания жидкого топлива.
26. Особенности сжигания сернистого мазута. Коррозия поверхностей нагрева. Борьба с коррозией. Предотвращение вредных выбросов.
27. Классификация слоевых топок. Характеристики процесса горения топлива в слое.
28. Топки с кипящим слоем. Характеристики слоевых топок.
29. Сжигание угольной пыли. Особенности горения. Пылеугольные горелки и их расположение.
30. Циклонные и вихревые топки.
31. Очистка продуктов сгорания от окислов азота и окислов серы.
32. Выбор и расчетные характеристики топок для сжигания угольной пыли.
33. Особенности организации сжигания различных промышленных отходов.
34. Тепловой баланс и температурный уровень топки. Радиационный теплообмен и выбор конечного охлаждения газов в топке.
35. Методика расчета теплообмена в топке.
36. Теплообмен в полурadiационных и конвективных поверхностях нагрева.
37. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена в элементах котла.
38. Техничко-экономический выбор охлаждения газа в котле. Методы теплового расчета котла.
39. Условия надежной работы элементов котла.
40. Характеристика потоков рабочих тел. Их режим и структура.
41. Классификация испарительных систем котлов.
42. Гидродинамика испарительных систем котлов с естественной и принудительной циркуляциями.
43. Гидродинамика водогрейных котлов, экономайзеров, пароперегревателей.
44. Основы методики расчета циркуляции в элементах котла.
45. Физико-химические процессы при генерации пара из питательной воды.
46. Механизм и процесс образования накипи и коррозии на поверхностях нагрева.
47. Требования к питательной воде. Водный режим котлов и их продувка.
48. Ступенчатое испарение. Требования к качеству пара. Сепарация пара.
49. Характеристика тепловых схем тепловосприятия в испарительной системе, экономайзере и пароперегревателе.
50. Подогрев воды и расположение экономайзера и воздухоподогревателя в газовом тракте.
51. Примеры тепловых схем котлов с естественной и принудительной циркуляцией рабочего тела.
52. Система газоздушного тракта котла. Тепло-химические процессы газового тракта.
53. Соппротивление при движении потоков воздуха и продуктов сгорания в элементах котла.
54. Методика расчета газоздушного тракта.

55. Общие характеристики, классификация и конструкции котлов.
56. Котлы с естественной циркуляцией.
57. Прямоточные котлы и котлы с многократной принудительной циркуляцией.
58. Компоновка котлов. Котлы с промежуточными и неводными теплоносителями.
59. Водогрейные и пароводогрейные котлы.
60. Условия определения применения котлов в технологической системе.
61. Характеристика энергоносителей для котлов технологических систем.
62. Котлы на отходящих газах.
63. Котлы, использующие теплоту технологического продукта.
64. Получение пара в элементах технологических установок. Перегрев пара.
65. Энерготехнологические агрегаты.
66. Комбинированная выработка технологической и энергетической продукции.
67. Энерготехнологическое использование топлива. Парогенераторы АЭС.
68. Испарительные поверхности нагрева. Конструкция топочных экранов. Конвективные испарительные поверхности нагрева и пароперегреватели.
69. Радиационные и ширмовые пароперегреватели. Компоновка пароперегревателей. Классификация систем регулирования температуры нагрева пара.
70. Водяные экономайзеры, воздухоподогреватели. Последовательность включения. Техничко-экономические пределы подогрева воды и воздуха.
71. Условия работы металла котла. Расчет на прочность. Абразивный износ поверхностей нагрева.
72. Высокотемпературная и низкотемпературная коррозия поверхностей нагрева.
73. Очистка поверхностей нагрева от наружных загрязнений.
74. Защита окружающей среды от вредных выбросов. Содержание вредных примесей в продуктах сгорания.
75. Классификация и конструкции золоуловителей.
76. Очистка паровой смеси от окислов серы и окислов азота.
77. Удаление шлака, золы и газообразных продуктов из котельной. Режим работы котлов промышленных предприятий.
78. Показатели работы КУ. Основные направления повышения экономичности работы котельной. Направления развития котельной техники.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса. Каждый правильный ответ на вопрос в билете оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 3.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент не ответил ни на один из вопросов в билете.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент ответил на 1 вопрос в билете.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент ответил на 2 вопроса в билете.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент ответил на все 3 вопроса в билете.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Схемы и основные элементы котлов	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Тест, экзамен, решение задач.
2	Рабочие вещества	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Тест, экзамен, решение задач.
3	Материальный и тепловой баланс	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Тест, экзамен, решение задач.
4	Сжигание топлива и топочные устройства	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.
5	Организация рабочего процесса в котлоагрегатах (5 семестр)	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.
6	Организация рабочего процесса в котлоагрегатах (5 семестр)	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.
7	Конструкция котлов и их основных элементов	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту.
8	Материалы. Вспомогательное оборудование и эксплуатация котлов	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики

выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Агапов Ю.Н. Котельные установки и парогенераторы : Учеб. Пособие / Ю.Н. Агапов. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2010. - 96 с.

2. Стогней В.Г. Проектирование котельных установок промышленных предприятий : Учеб. Пособие / В.Г. Стогней. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 146 с.

3. Сидельковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий : учебник : допущено МО СССР / Л.Н. Сидельковский. - 4-е изд., репринт. - Москва : Бастет, 2009 (Ярославль : ОАО "Ярославский полиграфкомбинат", 2009). - 526 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение:

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия)
- ABBYY FineReader 9.0
- LibreOffice

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:
<http://www.edu.ru/>
 Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:
<http://window.edu.ru>
<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных:

Сайт теплотехника

Адрес ресурса: <http://teplokot.ru/>

Министерство энергетики

Адрес ресурса: <https://minenergo.gov.ru/>

Чертижи.ru

Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
2	Учебные лаборатории: <ul style="list-style-type: none"> – «Котельные установки и парогенераторы»; – Котельная ГТС.
3	Дисплейный класс , оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума
4	Натурные лекционные демонстрации: <ul style="list-style-type: none"> – Макет котельной; – Инжекционная горелка; – Пневматическая форсунка; – Циркуляционный контур экранных и опускных труб.

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

По дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета котлоагрегатов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в

промежуточной аттестации	течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом, зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--------------------------	--

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1.	Актуализирован раздел 8.1 в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2018	
2.	Актуализирован раздел 8.1 в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3.	Актуализирован раздел 8.1 в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	