



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИТЭ
протокол №8 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор института Теплоэнергетики

Наименование института

С.О. Гапоненко

« 30 » мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.04.09 Тепломеханическое оборудование котельных установок

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки

13.03.01. Теплоэнергетика и теплотехника

(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и) *
(профиль(и))

Тепловые электрические станции

(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

* Наименование направленности (профиля) указывается только для дисциплин специализированного модуля 2

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
АТЭС	старший преподаватель	Бускин Руслан Владимирович

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	АТЭС	18.05.23	23	_____ Зав.кафедрой, д.х.н., профессор Чичирова Н.Д.
Согласована	Учебно-методический совет ИТЭ	30.05.23	9	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИТЭ	30.05.23	9	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины Тепломеханическое оборудование котельных установок является формирование знаний студентов в области конструктивного устройства оборудования котельных, схем топливно-газовоздушного тракта котла, методов проведения расчетов оборудования котельных.

Задачами дисциплины являются: сформировать умения и навыки выбирать оборудование, трубопроводы и арматуру котельных; выполнять расчеты котельных; принимать участие в разработке производственных инструкций.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 Способен проводить расчеты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций	ПК-1.1 Выполняет расчеты котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций
	ПК-1.3 Выбирает оборудование, трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций
ПК-2 Способен разрабатывать регламенты деятельности по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС	ПК-2.1 Принимает участие в разработке производственных инструкций

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: Теоретические основы теплотехники, Начертательная геометрия и инженерная графика, Котельные установки и парогенераторы, Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: Производственная практика (преддипломная), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			8		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	2,5	92	92		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,6	60	60		
Лекции	1	36	36		
Практические (семинарские) занятия	0,6	24	24		

Лабораторные работы		0	0		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,3	84	84		
Проработка учебного материала	1,3	48	48		
Курсовой проект		0	0		
Курсовая работа	1	36	36		
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36		
Промежуточная аттестация:				Э	
				КР	

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			5		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	2,2	79	79		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,6	22	22		
Лекции	0,4	14	14		
Практические (семинарские) занятия	0,2	8	8		
Лабораторные работы		0	0		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,1	149	149		
Проработка учебного материала	3,1	149	113		
Курсовой проект		0	0		
Курсовая работа	1	36	36		
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36		
Промежуточная аттестация:				Э	
				КР	

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Развитие котельных систем.	2	2				ТК1	ПК-1.3.В, ПК-2.1.3
Раздел 2. Пылеугольные и вихревые топки.	12	4		4	4	ТК1	ПК-1.3.В, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3
Раздел 3. Топки для жидкого и газообразного	12	4		4	4	ТК1	ПК-1.3.В, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3

топлива.							
Раздел 4. Слоевые топки.	8	2			6	ТК1	ПК-1.3.В, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3
Раздел 5. Движение воды и пара в паровых котлах.	8	2		4	2	ТК2	ПК-1.3.В, ПК-1.1.У, ПК-1.3.3, ПК-1.1.В, ПК-2.1.3
Раздел 6. Пароперегреватели.	10	2		4	4	ТК2	ПК-1.3.В, ПК-1.1.У, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3
Раздел 7. Водяные экономайзеры.	8	2		4	2	ТК2	ПК-1.3.В, ПК-1.1.У, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3
Раздел 8. Получение чистого пара.	4	2			2	ТК2	ПК-1.3.В, ПК-2.1.3
Раздел 9. Воздухоподогреватели.	8	2		4	2	ТК2	ПК-1.3.В, ПК-1.1.У, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3
Раздел 10. Арматура, гарнитура, каркас и обмуровка котла.	6	2			4	ТК3	ПК-1.3.В, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3
Раздел 11. Пылеприготовление.	10	4			6	ТК3	ПК-1.3.В, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3
Раздел 12. Подача жидкого и газообразного топлива к парогенераторам.	8	4			4	ТК3	ПК-1.3.В, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3
Раздел 13. Удаление продуктов сгорания из парового котла, очистка поверхностей нагрева котла от отложений.	12	4			8	ТК3	ПК-1.3.В, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3
Курсовая работа	36				36	ОМкр	ПК-1.1.В, ПК-1.1.У, ПК-1.3.В, ПК-1.3.3, ПК-2.1.3
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-1.3.В, ПК-2.1.3
ИТОГО	180	36		24	120		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Развитие котельных систем.

Тема 1.1. Классификация котлоагрегатов. Переход к высоким параметрам пара.

Раздел 2. Пылеугольные и вихревые топки.

Тема 2.1. Топочные устройства мощных энергетических блоков. Типы пылеугольных горелок.

Тема 2.2. Циклонный принцип сжигания топлива. Пневматические топки ЦКТИ и ЛПИ.

Раздел 3. Топки для жидкого и газообразного топлива.

Тема 3.1. Типы мазутных форсунок. Особенности сжигания жидкого топлива.

Тема 3.2. Особенности сжигания газообразного топлива. Горелки для газообразного топлива.

Раздел 4. Слоевые топки.

Тема 4.1. Классификация слоевых топок, их работа.

Раздел 5. Движение воды и пара в паровых котлах.

Тема 5.1. Виды циркуляции. Основные термины, определения и обозначения.

Раздел 6. Пароперегреватели.

Тема 6.1. Классификация и конструкция пароперегревателей.

Раздел 7. Водяные экономайзеры.

Тема 7.1. Виды экономайзеров. Борьба с внутренней и наружной коррозией.

Раздел 8. Получение чистого пара.

Тема 8.1. Качество пара и его значение. Влияние объема парового пространства и качества котловой воды на качество пара.

Раздел 9. Воздухоподогреватели.

Тема 9.1. Назначение, типы и конструкции воздухоподогревателей.

Раздел 10. Арматура, гарнитура, каркас и обмуровка котла.

Тема 10.1. Арматура, гарнитура, каркас и обмуровка котла.

Раздел 11. Пылеприготовление.

Тема 11.1. Классификация схем пылеприготовления.

Тема 11.2. Элементы пылеприготовительных установок.

Раздел 12. Подача жидкого и газообразного топлива к парогенераторам.

Тема 12.1. Технологическая схема подготовки мазута.

Тема 12.2. Технологическая схема подготовки газового топлива.

Раздел 13. Удаление продуктов сгорания из парового котла, очистка поверхностей нагрева котла от отложений.

Тема 13.1. Тракт уходящих газов котла.

Тема 13.2. Очистка поверхностей нагрева котла от образующихся золовых отложений.

3.4. Тематический план практических занятий

Раздел 2, 3. Геометрические и оптические характеристики топочной камеры.

Раздел 5. Расчет циркуляционного контура котла.

Раздел 6, 7. Расчет змеевиковых конвективных поверхностей нагрева.

Раздел 9. Расчет трубчатых и регенеративных воздухоподогревателей.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Выполнить конструктивный тепловой расчет парового котла со следующими характеристиками:

№ п/п	Тип котла	Номинальная паропроизводительность, т/ч	Давление перегретого пара, МПа	Температура перегретого пара, °С	Температура перегретого пара вторичного, °С	Температура питательной воды, °С	Топливо
1	барабанный	500	15	540	-	220	газ Уренгой
2	прямоточный	1000	25	570	565	240	газ Н.Новгород
3	барабанный	460	14	520	-	215	газ Бухара
4	прямоточный	900	23	560	560	230	газ Саратов
5	барабанный	320	12	510	-	210	газ Ярино
6	прямоточный	680	16	550	540	225	газ Туймазы
7	барабанный	500	15	540	-	220	газ Казань
8	прямоточный	1000	25	570	575	240	газ Кулешовка
9	барабанный	460	14	520	-	215	газ Безенчук
10	прямоточный	900	23	560	565	230	газ Средняя Азия
11	барабанный	320	12	510	-	210	газ Мострангаз
12	прямоточный	680	16	550	545	225	газ Промысловка
13	барабанный	500	15	540	-	220	газ Каменный Лог
14	прямоточный	1000	25	570	570	240	газ Серпухов
15	барабанный	460	14	520	-	215	газ Уренгой
16	прямоточный	900	23	560	555	230	газ Н.Новгород
17	барабанный	320	12	510	-	210	газ Бухара
18	прямоточный	680	16	550	550	225	газ Саратов
19	барабанный	500	15	540	-	220	газ Ярино
20	прямоточный	1000	25	570	560	240	газ Туймазы

21	барабанный	460	14	520	-	215	газ Казань
22	прямоточный	900	23	560	570	230	газ Кулешовка
23	барабанный	320	12	510	-	210	газ Безенчук
24	прямоточный	680	16	550	555	225	газ Средняя Азия
25	барабанный	500	15	540	-	220	газ Мострангаз

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-1.1	<p>уметь:</p> <p>Определять необходимые данные для выполнения гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем при проектировании и технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций.</p>	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и в целом достаточно для решения стандартных	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточной мере для решения практических (профессиональных) задач.

			о для решения сложных практических (профессиональных) задач.	практических (профессиональных) задач.	(профессиональных) задач, но требуется дополнительно практика по большинству практических задач.	
		владеть:				
		Расчетами тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющих знания, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющих знания, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющих знания, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительно практика по большинству практических задач.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющих знания, умений, навыков в недостаточной мере для решения практических (профессиональных) задач.
	ПК-1.3	знать:				
		Номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, а также	Сформированность компетенции полностью	Сформированность компетенции в целом	Сформированность компетенции соответствует	Компетенция в полной мере не сформирована.

		<p>технологии производства работ.</p>	<p>ю соответствует требованиям. Имеющих знания, умения, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.</p>	<p>соответствует требованиям. Имеющих знания, умения, навыки и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.</p>	<p>вует минимальным требованиям. Имеющих знания, умения, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.</p>	<p>Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточной для решения практических (профессиональных) задач.</p>
<p>владеть:</p>						
		<p>Выбором оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций.</p>	<p>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющих знания, умения, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических</p>	<p>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющих знания, умения, навыки и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных)</p>	<p>Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющих знания, умения, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но</p>	<p>Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточной для решения практических (профессиональных) задач.</p>

			ких (професси онал ьных) задач.	ьных) задач.	требуется дополнит ельна я практика по большинс тву практичес ких задач.	
ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		<p>Основы тепломеханики, электротехники, гидравлики; технологический процесс производства тепловой и электрической энергии</p> <p>Назначение, виды, принцип действия и технические данные тепломеханического оборудования</p> <p>Технологические схемы обслуживаемых объектов</p> <p>Назначение и принцип действия устройств автоматики и технологической защиты тепломеханического оборудования</p> <p>Правила эксплуатации тепломеханического оборудования</p> <p>Требования промышленной безопасности, пожарной безопасности и взрывобезопас</p>	<p>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.</p>	<p>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.</p>	<p>Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительно практика по большинству практических задач.</p>	<p>Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.</p>

		ности, охраны труда при эксплуатации тепломеханического оборудования				
		владеть:				
		Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций : конспект лекций / Г. В. Ледуховский. - Иваново : ИГЭУ, 2013. - 116 с. - URL: <https://elib.ispu.ru/node/4106>. - Б. ц. - Текст : электронный.

2. Котельные установки ТЭС : теплотехнические расчеты : учебное пособие / Г. И. Жихар. - Минск : Вышэйшая школа, 2017. - 224 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850628831.html>. - ISBN 978-985-06-2883-1. - Текст : электронный.

5.1.2.Дополнительная литература

3. Эксплуатация котлов : практическое пособие / В. М. Тарасюк ; под ред. Б. А. Соколова. - М. : ЭНАС, 2015. - 272 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/38560>. - Книга имеет более позднее актуальное издание 2015 г. - ISBN 978-5-4248-0076-4. - Текст : электронный.

4. Котельные установки : учебное пособие для вузов / К. Ф. Роддатис. - М. : Энергия, 1977. - 432 с. : ил. - Текст : непосредственный.

5. Современные котельные агрегаты ТКЗ / М. В. Мейкляр. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергия, 1978. - 223 с. : ил. - Текст : непосредственный.

6. Зола и шлаки в котельных топках / И. Я. Залкинд, В. С. Вдовченко, Э. П. Дик. - М. : Энергоатомиздат, 1988. - 80 с. - (Б-ка теплоэнергетика). - Текст : непосредственный.

7. Парогенераторы: учебник для вузов / А. П. Ковалев, Н. С. Лелеев, Т. В. Виленский; под ред. А. П. Ковалева. М.: Энергоиздат, 1985. – 376 с.: ил. – Текст: непосредственный.

8. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4 книгах / под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. Кн. 3: Тепловые и атомные электрические станции: справочник. – 1989. – 608 с. – Текст: непосредственный.

9. Назмеев Ю. Г., Мингалеева Г. Р. Системы топливоподачи и пылеприготовления ТЭС / Ю. Г. Назмеев, Г. Р. Мингалеева. – справочное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2005. – 480с.: ил – Текст: непосредственный.

10. Котлы ТЭС большой мощности и сверхкритические : учебное пособие / М. А. Таймаров, В. М. Таймаров. Ч.1. - . - Казань : КГЭУ, 2009. - 152 с. - Текст : непосредственный.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система "лань". URL: <https://e.lanbook.com/>

2. Научная электронная библиотека. URL: <http://elibrary.ru>

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. URL: <https://minenergo.gov.ru/opendata/> Режим доступа: свободный

2. «Консультант плюс». URL: <http://www.consultant.ru/> Режим доступа: свободный

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Пакет офисных приложений OpenOffice.
2. Система поиска информации в сети интернет Яндекс.
3. Учебная площадка Moodle.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта (курсовой работы) А-417 (указывается при наличии КР/КП и такой аудитории)	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов,

заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в

соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим

негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

*Б1.В.ДЭ.01.04.09 Тепломеханическое оборудование котельных установок
(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки 13.03.01. Теплоэнергетика и теплотехника
(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине Тепломеханическое оборудование котельных установок , предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1.Технологическая карта

Семестр 8

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1. Развитие котельных систем. Раздел 2. Пылеугольные и вихревые топки. Раздел 3. Топки для жидкого и газообразного топлива. Раздел 4. Слоевые топки.	ТК1	15	0-15					15-30	15-30
Конспектирование учебного материала		15						15-30	15-30
Практическое задание (ПЗ)			0-15						
Раздел 5. Движение воды и пара в паровых котлах. Раздел 6. Пароперегреватели. Раздел 7. Водяные экономайзеры. Раздел 8. Получение чистого пара. Раздел 9. Воздухоподогреватели.	ТК2			25	0-15			25-40	25-40
Конспектирование учебного материала				25				25-40	25-40
Практическое задание (ПЗ)					0-15				
Раздел 10. Арматура, гарнитура, каркас и обмуровка котла. Раздел 11. Пылеприготовление. Раздел 12. Подача жидкого и газообразного топлива к парогенераторам. Раздел 13. Удаление продуктов сгорания из парового котла, очистка поверхностей нагрева котла от отложений.	ТК3					15	0-15	15-30	15-30

Конспектирование учебного материала						15		15-30	15-30
Практическое задание (ПЗ)							0-15		
Промежуточная аттестация (экзамен)	ОМ								0-45
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30
Промежуточная аттестация (КР)	ОМ								0-100
Выполнение курсовой работы									0-55
Оформление курсовой работы									0-45

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-1.1	<p>уметь:</p> <p>Определять необходимые данные для выполнения гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем при проектировании и технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций.</p>	<p>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических</p>	<p>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.</p>	<p>Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнит</p>	<p>Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточной мере для решения практических (профессиональных) задач.</p>

		(профессиональных) задач.		ельная практика по большинству практических задач.	
	владеть:				
	Расчетами тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.
	ПК-1.3	знать:			
	Номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, а также технологии производства работ.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний,	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостат

			Имеющих знания, умения, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	ся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	очно для решения практических (профессиональных) задач.
владеть:						
	Выбором оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющих знания, умения, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющих знания, умения, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющих знания, умения, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющих знания, умения, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

					тву практичес ких задач.	
ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		<p>Основы тепломеханики, электротехники, гидравлики; технологический процесс производства тепловой и электрической энергии</p> <p>Назначение, виды, принцип действия и технические данные тепломеханического оборудования</p> <p>Технологические схемы обслуживаемых объектов</p> <p>Назначение и принцип действия устройств автоматики и технологической защиты тепломеханического оборудования</p> <p>Правила эксплуатации тепломеханического оборудования</p> <p>Требования промышленной безопасности, пожарной безопасности и взрывобезопасности, охраны труда при эксплуатации тепломеханического оборудования</p>	<p>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.</p>	<p>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.</p>	<p>Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.</p>	<p>Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточной мере для решения практических (профессиональных) задач.</p>

		владеть:				
			Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющих знания, умения, навыки и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющих знания, умения, навыки и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющих знания, умения, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Компетенция в полной мере сформирована. Имеющих знания, умения, навыки в недостаточной для решения практических (профессиональных) задач.

Оценка «отлично» выставляется за выполнение конспектов учебного материала, включающих самостоятельную подготовку; решение задач в качестве дополнительного задания; глубокое понимание технологических процессов, происходящих в различных котлах, понимание конструкции оборудования как самих котлов, так и вспомогательного оборудования, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание).

Оценка «хорошо» выставляется за выполнение конспектов учебного материала, включающих самостоятельную подготовку; технологических процессов, происходящих в различных котлах, понимание конструкции как самих котлов, так и вспомогательного оборудования, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание).

Оценка «удовлетворительно» выставляется за выполнение конспектов учебного материала, включающих самостоятельную подготовку.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное выполнение конспектов учебного материала, включающих самостоятельную подготовку.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов
Конспектирование учебного материала	Краткое текстовое представление переработанной информации, включая информацию, полученную при самостоятельной подготовке	Перечень разделов
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Пример задания

Для текущего контроля ТК1.

Проверяемая компетенция: ПК-1. Способен проводить расчеты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций. ПК-1.3. Выбирает оборудование, трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций

Конспектирование учебного материала по следующим темам:

1. Жаротрубные котлы и котлы с дымогарными трубками.
2. Горизонтально-водотрубные котлы.
3. Однотрубные радиационные паровые котлы с естественной циркуляцией.
4. Паровые котлы с многократной принудительной циркуляцией.
5. Цельносварные экраны котельных агрегатов.

6. Топки с жидким шлакоудалением.
7. Циклонный принцип сжигания топлива. Пневматические топки ЦКТИ и ЛПИ.
8. Типы мазутных форсунок. Особенности сжигания жидкого топлива.
9. Особенности сжигания газообразного топлива. Горелки для газообразного топлива.
10. Топки с шурующей планкой.
11. Топки с подвижным слоем топлива.
12. Топки с цепными решетками.
13. Наклонно-переталкивающие решетки.
14. Топки с обратно-переталкивающей решеткой, «каскадные» топки.
15. Топки с нижней подачей топлива.
16. Шахтно-цепная топка для кускового торфа системы профессора Макарьева.
17. Топки с двухступенчатым очагом горения.
18. Топочные устройства мощных энергетических блоков. Типы пылеугольных горелок.

Для текущего контроля ТК1.

Проверяемая компетенция: ПК-2. Способен разрабатывать регламенты деятельности по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС. ПК-2.1. Принимает участие в разработке производственных инструкций.

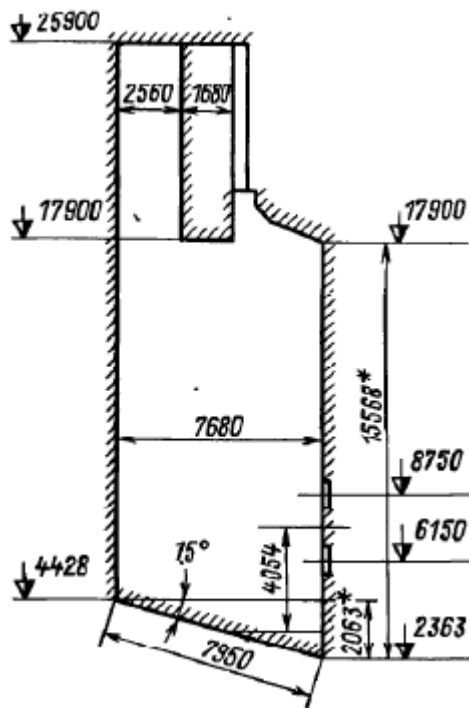
Конспектирование учебного материала по следующим темам:

1. Области применения различных типов слоевых топок.
2. Смесеобразование при слоевых процессах.
3. Методы механизации слоевых процессов.
4. Классификация котлоагрегатов. Переход к высоким параметрам пара.
5. Развитие прямоточного котлостроения.
6. Современные паровые котлы малой мощности.
7. Компоновка котлов большой паропроизводительности.
8. Смесеобразование и горение при факельных процессах.
9. О высокотемпературной коррозии экранов.
10. Работа топок с упрощенной системой пылеприготовления.
11. Шлакование пылеугольных топок и борьба с ними.
12. Растопка пылеугольных топок.

Дополнительные баллы для текущего контроля ТК1.

Необходимо решить задачу. Каждая задача оценивается в 5 баллов.

1. Определить геометрические характеристики топочной камеры котла Е-500-13,8 ГМ с $t_{\text{пе}}=545$ °С в соответствии с рисунком. Ширина топки по осям труб 13520 мм. Количество горелок 8, лазов 4.



2. Определить лучевоспринимающую поверхность экрана стены топки, имеющей ширину 13 и высоту 21 м. Экран выполнен из гладких труб наружным диаметром 42 мм с шагом 46 мм; в нижней части экрана имеется четыре амбразуры горелок диаметром устья 1,2 м и два лаза диаметром 0,45 м, в верхней части экрана – восемь сопел для рециркуляции газов размером каждое 0,2x0,45 м. В нижней части экран ошипован на высоту 2 м по всей ширине.

3. Определить коэффициент излучения факела ϵ_f при сжигании березовского бурого угля. Избыток воздуха за топкой принять $\alpha_T=1,2$, температуру продуктов сгорания за ней 1050 °С, эффективную толщину излучающего слоя топки 5 м, мельницы – молотковые, $a_{\text{ун}}=0,75$.

Для текущего контроля ТК2.

Проверяемая компетенция: ПК-1. Способен проводить расчеты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций. ПК-1.1. Выполняет расчеты котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций.

Конспектирование учебного материала по следующим темам:

1. Задачи естественной циркуляции.
2. Виды циркуляции. Основные термины, определения и обозначения.
3. Влияние коллекторов на распределение воды и пара по трубам.
4. Тепловая и гидродинамическая неравномерность в работе пароперегревателя.
5. Режим работы пароперегревателя при растопке.
6. Регулирование температуры перегретого пара.
7. Растопочный режим экономайзера.
8. Промывка пара.
9. Ступенчатое испарение ВТИ.

10. Коррозия воздухоподогревателей и меры борьбы с ней.

Для текущего контроля ТК2.

Проверяемая компетенция: ПК-1. Способен проводить расчеты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций. ПК-1.3. Выбирает оборудование, трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций

Конспектирование учебного материала по следующим темам:

1. Виды экономайзеров. Борьба с внутренней и наружной коррозией.
2. Чугунные экономайзеры.
3. Стальные экономайзеры.
4. Пластинчатый рекуперативный воздухоподогреватель.
5. Трубчатые рекуперативные воздухоподогреватели.
6. Регенеративные воздухоподогреватели.
7. Чугунные воздухоподогреватели.
8. Классификация и конструкция пароперегревателей.
9. Назначение, типы и конструкции воздухоподогревателей.
10. Пароохладители.

Для текущего контроля ТК2.

Проверяемая компетенция: ПК-2. Способен разрабатывать регламенты деятельности по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС. ПК-2.1. Принимает участие в разработке производственных инструкций.

Конспектирование учебного материала по следующим темам:

1. Схемы и конструкции сепарирующих устройств.
2. Анализ причин аварий перегревателей, меры предупреждения и борьба с авариями.
3. Паровые методы регулирования промежуточного перегрева.
4. Газовые методы регулирования промежуточного перегрева пара.
5. Особенности регулирования вторичного перегрева пара.
6. Газовое регулирование температуры перегрева.
7. Комбинация радиационного и конвективного пароперегревателей.
8. Регулирование температуры перегрева путем смешения перегретого пара с насыщением.
9. Качество пара и его значение. Влияние объема парового пространства и качества котловой воды на качество пара.

Дополнительные балы для текущего контроля ТК2.

Необходимо решить задачу. Каждая задача оценивается в 5 баллов.

1. Сравнить скорости воды в экономайзерах с коридорным расположением труб параллельно фронту. Принять следующие исходные данные: диаметр труб 32 мм, толщину стенки труб 4 мм, поперечный шаг 85 мм, продольный шаг 47 мм, размеры газохода по глубине $b=3,5$ м, по ширине $a=12,5$ м, количество параллельных труб в одной трубной секции – три, расход

воды через экономайзер $D=138,89$ кг/с, средняя температура воды $t=268$ °С, среднее давление $p=16.2$ МПа.

2. Определить скорость продуктов сгорания и вторично-перегретого пара во входной ступени пароперегревателя из труб диаметром 50 мм с толщиной стенки 4 мм и коридорным горизонтальным расположением труб в опускном газоходе. При проведении расчетов принять размеры газохода $a=16,32$ м и $b=6,36$ м. Количество трубных секций 176 шт. длиной каждая 6,2 м, число параллельных труб в одной секции – четыре. Расход топлива $B_p=19,28$ кг/с, объем продуктов сгорания на 1 кг сгоревшего топлива $V_r=13,25$ м³/кг, температура продуктов сгорания на входе в ступень 697 °С и на выходе из нее 496 °С, давление пара соответственно 4,17 и 4,07 МПа.

3. Определить необходимое сечение конвективной шахты при проектировании котла для сжигания березовского бурого угля и сопоставить его с необходимым сечением газохода при сжигании сушонки этого угля. При проведении расчетов принять: расход сырого угля $B_p=35,05$ кг/с, объем продуктов сгорания на 1 кг сгоревшего топлива $V_r=5,89$ м³/кг; для сушонки березовского угля принять соответственно $B_p=26,5$ кг/с, $V_r=7,434$ м³/кг; температура продуктов сгорания на входе в конвективную шахту 800 °С. Геометрические характеристики поверхности нагрева: трубы диаметром 36 мм с поперечным шагом 140 мм, ширина газохода 18,0 м, длина труб 8,85 м (две секции по ширине). Допустимую скорость газов по условиям износа принять для сырого угля 8,8, для сушонки 8,65 м/с.

Для текущего контроля ТКЗ.

Проверяемая компетенция: ПК-1. Способен проводить расчеты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций. ПК-1.3. Выбирает оборудование, трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций

Конспектирование учебного материала по следующим темам:

1. Арматура, гарнитура, каркас и обмуровка котла.
2. Газовые барабанные сушилки.
3. Паровые трубчатые сушилки.
4. Трубы-сушилки.
5. Классификация схем пылеприготовления.
6. Элементы пылеприготовительных установок.
7. Классификация пылеугольных мельниц.
8. Приемные устройства мазута.
9. Конструкции дымовых труб.
10. Золоуловители и их конструкции.

Для текущего контроля ТКЗ.

Проверяемая компетенция: ПК-2. Способен разрабатывать регламенты деятельности по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС. ПК-2.1.

Принимает участие в разработке производственных инструкций.

Конспектирование учебного материала по следующим темам:

1. Пыль и ее характеристики.
2. Основные законы измельчения материалов.
3. Выбор экономически выгодной тонкости помола угля.
4. Коэффициент размолоспособности и способы его определения.
5. Взрывобезопасность пылевоздушных смесей.
6. Абразивность летучей золы.
7. Сушка топлива в процессе пылеприготовления.
8. Технологическая схема подготовки мазута.
9. Технологическая схема подготовки газового топлива.
10. Тракт уходящих газов котла.
11. Очистка поверхностей нагрева котла от образующихся золовых отложений.
12. Виброочистка поверхностей нагрева.
13. Дробеочистка «хвостовых» поверхностей нагрева.

Дополнительные баллы для текущего контроля ТКЗ.

Необходимо решить задачу. Каждая задача оценивается в 5 баллов.

1. Возможно ли в одноступенчатом ТВП обеспечить подогрев воздуха до $t_{г.в}=280$ °С при сжигании кузнецкого угля СС при Δt_m =не менее 35 °С? При расчетах принять: $\Delta t_6=115$ °С, $t_6'=30$ °С, $\alpha_{yx}=1,23$, $\alpha'=1,20$, $\beta''=1,14$, $\varphi=0,9972$.

2. Найти коэффициент теплоотдачи от стенки РВП к воздуху в холодной части воздухоподогревателя. Принять следующие исходные данные: $t_b=70$ °С, $t=111$ °С, $\vartheta'=180$ °С, $\vartheta''=138$ °С, $V_b^0=10,08$ м³/кг, $\beta_{РВП}''=1,03$, присос в РВП $\Delta\alpha=0,20$, $F_b=51,9$ м², $d_{э.кв}=11,3$ мм, тип набивки – горячий, $l/d_{э.кв}>50$, $B_p=20,083$ кг/с.

3. Найти необходимую температуру продуктов сгорания на входе в сменяемую часть трубчатого воздухоподогревателя (ТВП) при сжигании донецкого тощего угля. При решении принять $\alpha'=1,20$, $\Delta\alpha_{ВП}=0,015$, $\beta''=1,20$, $r_{H_2O}=0,066$, $a_{yh}=0,85$, $\vartheta_{yx}=150$ °С, $t_b'=66$ °С, $\alpha_r=40,7 \cdot 10^{-3}$ кВт/(м²·К), $\alpha_b=77,7 \cdot 10^{-3}$ кВт/(м²·К), $\varphi=0,996$.

Для промежуточной аттестации:

Пример тем курсовой работы

Выполнить конструктивный тепловой расчет парового котла со следующими характеристиками:

№ п/п	Тип котла	Номинальная паропроизводительность, т/ч	Давление перегретого пара, МПа	Температура перегретого пара, °С	Температура перегретого пара вторичного, °С	Температура питательной воды, °С	Топливо
1	барабанный	500	15	540	-	220	газ Уренгой

2	прямоточный	1000	25	570	565	240	газ Н.Новгород
3	барабанный	460	14	520	-	215	газ Бухара
4	прямоточный	900	23	560	560	230	газ Саратов
5	барабанный	320	12	510	-	210	газ Ярино
6	прямоточный	680	16	550	540	225	газ Туймазы
7	барабанный	500	15	540	-	220	газ Казань
8	прямоточный	1000	25	570	575	240	газ Кулешовка
9	барабанный	460	14	520	-	215	газ Безенчук
10	прямоточный	900	23	560	565	230	газ Средняя Азия
11	барабанный	320	12	510	-	210	газ Мострансгаз
12	прямоточный	680	16	550	545	225	газ Промыловка
13	барабанный	500	15	540	-	220	газ Каменный Лог
14	прямоточный	1000	25	570	570	240	газ Серпухов
15	барабанный	460	14	520	-	215	газ Уренгой
16	прямоточный	900	23	560	555	230	газ Н.Новгород
17	барабанный	320	12	510	-	210	газ Бухара
18	прямоточный	680	16	550	550	225	газ Саратов
19	барабанный	500	15	540	-	220	газ Ярино
20	прямоточный	1000	25	570	560	240	газ Туймазы
21	барабанный	460	14	520	-	215	газ Казань
22	прямоточный	900	23	560	570	230	газ Кулешовка

23	барабанн ый	320	12	510	-	210	газ Безенчук
24	прямоточ ный	680	16	550	555	225	газ Средняя Азия
25	барабанн ый	500	15	540	-	220	газ Мостранс газ

Перечень вопросов на экзамен:

1. Жаротрубные котлы и котлы с дымогарными трубками.
2. Горизонтально-водотрубные котлы.
3. Однобарабанные радиационные паровые котлы с естественной циркуляции.
4. Паровые котлы с многократной принудительной циркуляцией.
5. Цельносварные экраны котельных агрегатов.
6. Топки с жидким шлакоудалением.
7. Циклонный принцип сжигания топлива. Пневматические топки ЦКТИ и ЛПИ.
8. Типы мазутных форсунок. Особенности сжигания жидкого топлива.
9. Особенности сжигания газообразного топлива. Горелки для газообразного топлива.
10. Топки с шурующей планкой.
11. Топки с подвижным слоем топлива.
12. Топки с цепными решетками.
13. Наклонно-переталкивающие решетки.
14. Топки с обратно-переталкивающей решеткой, «каскадные» топки.
15. Топки с нижней подачей топлива.
16. Шахтно-цепная топка для кускового торфа системы профессора Макарьева.
17. Топки с двухступенчатым очагом горения.
18. Топочные устройства мощных энергетических блоков. Типы пылеугольных горелок.
19. Области применения различных типов слоевых топок.
20. Смесеобразование при слоевых процессах.
21. Методы механизации слоевых процессов.
22. Классификация котлоагрегатов. Переход к высоким параметрам пара.
23. Развитие прямоточного котлостроения.
24. Современные паровые котлы малой мощности.
25. Компоновка котлов большой паропроизводительности.
26. Смесеобразование и горение при факельных процессах.
27. О высокотемпературной коррозии экранов.
28. Работа топок с упрощенной системой пылеприготовления.
29. Шлакование пылеугольных топок и борьба с ними.
30. Растопка пылеугольных топок.

31. Задачи естественной циркуляции.
32. Виды циркуляции. Основные термины, определения и обозначения.
33. Влияние коллекторов на распределение воды и пара по трубам.
34. Тепловая и гидродинамическая неравномерность в работе пароперегревателя.
35. Режим работы пароперегревателя при растопке.
36. Регулирование температуры перегретого пара.
37. Растопочный режим экономайзера.
38. Промывка пара.
39. Ступенчатое испарение ВТИ.
40. Коррозия воздухоподогревателей и меры борьбы с ней.
41. Виды экономайзеров. Борьба с внутренней и наружной коррозией.
42. Чугунные экономайзеры.
43. Стальные экономайзеры.
44. Пластинчатый рекуперативный воздухоподогреватель.
45. Трубчатые рекуперативные воздухоподогреватели.
46. Регенеративные воздухоподогреватели.
47. Чугунные воздухоподогреватели.
48. Классификация и конструкция пароперегревателей.
49. Назначение, типы и конструкции воздухоподогревателей.
50. Пароохладители.
51. Схемы и конструкции сепарирующих устройств.
52. Анализ причин аварий перегревателей, меры предупреждения и борьба с авариями.
53. Паровые методы регулирования промежуточного перегрева.
54. Газовые методы регулирования промежуточного перегрева пара.
55. Особенности регулирования вторичного перегрева пара.
56. Газовое регулирование температуры перегрева.
57. Комбинация радиационного и конвективного пароперегревателей.
58. Регулирование температуры перегрева путем смещения перегретого пара с насыщением.
59. Качество пара и его значение. Влияние объема парового пространства и качества котловой воды на качество пара.
60. Арматура, гарнитура, каркас и обмуровка котла.
61. Газовые барабанные сушилки.
62. Паровые трубчатые сушилки.
63. Трубы-сушилки.
64. Классификация схем пылеприготовления.
65. Элементы пылеприготовительных установок.
66. Классификация пылеугольных мельниц.
67. Приемные устройства мазута.
68. Конструкции дымовых труб.
69. Золоуловители и их конструкции.
70. Пыль и ее характеристики.
71. Основные законы измельчения материалов.

72. Выбор экономически выгодной тонкости помола угля.
73. Коэффициент размолоспособности и способы его определения.
74. Взрывобезопасность пылевоздушных смесей.
75. Абразивность летучей золы.
76. Сушка топлива в процессе пылеприготовления.
77. Технологическая схема подготовки мазута.
78. Технологическая схема подготовки газового топлива.
79. Тракт уходящих газов котла.
80. Очистка поверхностей нагрева котла от образующихся золовых отложений.
81. Виброочистка поверхностей нагрева.
82. Дробеочистка «хвостовых» поверхностей нагрева.