

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Энергетические установки на органическом и ядерном топливе

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ТОПЛИВА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 7; 2 семестр - 6; всего - 13
Часов (всего) по учебному плану:	468 часа
Лекции	1 семестр - 48 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 80 часов
Практические занятия	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 34 часа; 2 семестр - 34 часа; всего - 68 часа
Самостоятельная работа	1 семестр - 133,2 часа; 2 семестр - 113,2 часов; всего - 246,4 часа
в том числе на КП/КР	1 семестр - 39,7 часа; 2 семестр - 35,7 часа; всего - 75,4 часа
Иная контактная работа	1 семестр - 4 часа; 2 семестр - 4 часа; всего - 8 часов
включая: Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;
Защита курсового проекта	1 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
Защита курсового проекта	2 семестр - 0,3 часа;
	всего - 1,6 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Супранов В.М.
	Идентификатор	R939e27b6-SupranovVM-1a1f19af

(подпись)

В.М. Супранов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

(подпись)

К.А. Плешанов

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

(подпись)

К.А. Плешанов

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Формирование знаний в области технологий сжигания органического топлива в топках котлов, навыков выбора мельниц и пылесистем; обоснования принятия проектных и конструктивных решений по топочно-горелочным устройствам.

Задачи дисциплины

- • изучение конструкций углеразмольных мельниц и систем пылеприготовления;;
- • изучение конструкций горелок, топок и способов сжигания органического топлива;;
- • изучение и освоение нормативных методик расчёта и проектирования мельниц, пылесистем, горелок и топок;;
- • приобретение практических навыков выбора и расчета элементов технологической схемы сжигания и проектирования горелок..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-1 _{ПК-1} Выполняет расчеты и разрабатывает конструкцию объекта профессиональной деятельности	знать: - – сведения о процессе размола, основные типы мельниц и пылесистем, их особенности, преимущества и недостатки;; - – основные положения методики расчета и проектирования мельниц и пылесистем;; - – основные типы топок и горелок, их особенности, преимущества и недостатки;. уметь: - – выполнять расчеты и проектирование горелок, нижней части топки..
ПК-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-4 _{ПК-1} Принимает обоснованные технические решения при проектировании объекта профессиональной деятельности с учетом обеспечения надежности и экологической безопасности	знать: - – тепловые характеристики топок и способы обеспечения надежной работы зоны активного горения (ЗАГ);; - – основные положения методики расчета и проектирования горелок, нижней части топки.. уметь: - – обоснованно выбирать оборудование для технологической схемы сжигания топлива и оценивать надежность работы ЗАГ..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергетические установки на органическом и ядерном топливе (далее – ОПОП), направления

подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 13 зачетных единиц, 468 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности	14	1	6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. Задание: Проанализировать свойства топлива, необходимые для выбора мельниц и пылесистем.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций по данному разделу.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>
1.1	Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности	14		6	-	2	-	-	-	-	-	-	6	

[1], 6-16

														[3], 220-242 [8], Введение
2	Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления	45.5	14	-	12	-	-	-	-	-	-	19.5	-	<p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. Задание: 1. Обосновать выбор типа мельниц и типа пылесистем. 2. Обосновать выбор типоразмера мельницы.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций по данному разделу.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 17-81 [2], 9-14 [3], 243-307</p>
2.1	Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления	45.5	14	-	12	-	-	-	-	-	-	19.5	-	
3	Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топки	49	14	-	14	-	-	-	-	-	-	21	-	<p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. Задание: 1. Выполнить тепловой расчет системы пылеприготовления и расчет воздушного баланса топки. 2. Выполнение графической</p>
3.1	Тепловой расчет систем пылеприготовления и	49	14	-	14	-	-	-	-	-	-	21	-	

	воздушный баланс топки													<p>части.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топки"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топки" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций по данному разделу.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топки"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 81-104 [2], 14-25 [3], 308-312, 376-379 [5], 33-37</p>
4	Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива	31.5	14	-	4	-	-	-	-	-	13.5	-	<p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. Задание: Выбрать тип горелок, схему их компоновки и количество горелок.</p>	
4.1	Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива	31.5	14	-	4	-	-	-	-	-	13.5	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Выбор типа</p>	

													и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций по данному разделу. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 422-443 [4], 16-37 [5], 41
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Курсовой проект (КП)	76.0		-	-	-	32	-	4	-	0.3	39.7	-
	Всего за семестр	252.0		48	-	32	32	2	4	-	0.8	99.7	33.5
	Итого за семестр	252.0		48	-	32	34		4		0.8	133.2	
5	Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане	44	2	12	-	14	-	-	-	-	-	18	-
5.1	Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане	44		12	-	14	-	-	-	-	-	18	-
													<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. Задание: Определить компоновочные размеры горелок, провести конструктивную проработку нижней части топки с учетом деления экранов на панели. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>

													Проработка лекций по данному разделу. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 25-33 [4], 20-37, 63-72	
6	Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок	29	7	-	10	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. Задание: Проверить надежность работы зоны активного горения на номинальной и минимальной нагрузке. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций по данному разделу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 33-42 [4], 54-63 [5], 49-55 [6], 66, 200-201
6.1	Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок	29	7	-	10	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций по данному разделу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 33-42 [4], 54-63 [5], 49-55 [6], 66, 200-201

7	Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки	16.8		6	-	4	-	-	-	-	-	6.8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки"
7.1	Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки	16.8		6	-	4	-	-	-	-	-	6.8	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. Задание: Выполнение графической части. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций по данному разделу. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 190-214 [5], 46-48
8	Слоевое сжигание твердых топлив	18.2		7	-	4	-	-	-	-	-	7.2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Слоевое сжигание твердых топлив"
8.1	Слоевое сжигание твердых топлив	18.2		7	-	4	-	-	-	-	-	7.2	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. Задание: Доработка графической части. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>

													Проработка лекций по данному разделу. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Слоевое сжигание твердых топлив" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Слоевое сжигание твердых топлив" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], 6-53
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	72.0	-	-	-	32	-	4	-	0.3	35.7	-	
	Всего за семестр	216.0	32	-	32	32	2	4	-	0.8	79.7	33.5	
	Итого за семестр	216.0	32	-	32	34		4		0.8	113.2		
	ИТОГО	468.0	-	80	-	64	68	8		1.6	246.4		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности

1.1. Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности

Закон Риттингера, составляющие затрат энергии на размол, КПД процесса размола. Коэффициенты размолоспособности и абразивности топлива. Фракционный состав пыли, закон Розина-Рамлера, коэффициент полидисперсности. Оптимальная тонкость помола. Плотность пыли, влажность пыли. Взрываемость угольной пыли. Классификация взрываемости по параметру Кт. Способы повышения взрывобезопасности пылесистем..

2. Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления

2.1. Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления

Типы углеразмольных мельниц, их конструкция, преимущества и недостатки, область применения. Определение максимальной производительности мельницы и затрат электроэнергии на размол. Выбор типа мельниц, их количества, подбор типоразмера мельницы из стандартного ряда. Индивидуальные системы пылеприготовления и центральные пылезаводы. Классификация индивидуальных систем пылеприготовления. Схемы пылесистем и состав оборудования. Преимущества и недостатки систем пылеприготовления разных типов, область применения. Факторы, влияющие на выбор типа пылесистемы..

3. Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топки

3.1. Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топки

Материальный и тепловой баланс системы пылеприготовления. Сушильная производительность пылесистемы и ее соотношение с размольной производительностью. Возможные постановки задачи теплового расчета системы пылеприготовления. Направления подготовки воздуха к реагированию: подогрев в воздухоподогревателях и деление на первичный и вторичный. Нормативные рекомендации по количеству первичного воздуха. Уравнение воздушного баланса топки в общем виде. Особенности методики расчета воздушного баланса топки для топок, оборудованных пылесистемой с прямым вдуванием при использовании воздушной, газо-воздушной и газовой сушки. Особенности методики расчета воздушного баланса топки для топок, оборудованных пылесистемой с промбункером, в зависимости от состава сушильного агента и типа транспортирующей среды..

4. Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива

4.1. Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива

Назначение горелок и требования, предъявляемые к ним. Вихревые и прямоточные горелки: стабилизация процесса горения, классификация, конструкции, сравнительный анализ, область применения. Сбросные горелки, их назначение и расположение в топке; сбросные каналы горелок. Процесс шлакования стен топки: механизм явления, основные факторы, влияющие на процесс, негативные последствия. Принципиальные пути обеспечения бесшлаковочной работы топки. Выбор числа горелок на котел. Тепловая мощность горелки. Топки с фронтальным, встречным, тангенциальным расположением горелок: особенности и режимы работы, преимущества и недостатки, область применения..

5. Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане

5.1. Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане

Смысл существующих рекомендаций по скоростям первичного и вторичного воздуха. Расчет проходных сечений для прямоточных горелок при известной конфигурации каналов. Расчет плоскофакельных горелок и горелок глубокого предварительного перемешивания. Вихревые горелки: вывод формул для конструктивного параметра крутки в каналах с улиточным, аксиальным лопаточным и тангенциальным лопаточным закручивающими аппаратами, существующие рекомендации по величинам конструктивного параметра крутки. Вывод формул для расчета тангенциального закручивающего аппарата горелки. Втулочное отношение горелки и физический смысл существующих рекомендаций по нему. Последовательность конструкторского расчета вихревых горелок различных типов. Узел сопряжения горелок с топкой, разводка экранных труб под амбразуры горелок, способы компенсации пылепроводов и воздухопроводов. Определение компоновочных размеров горелок и увязка их с конструкцией экранов и делением экранов на отдельные панели..

6. Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок

6.1. Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок

Тепловая мощность топки. Тепловые напряжения сечения топки, яруса горелок, объема топки, поверхности зоны активного горения, существующие нормативные рекомендации по их величинам и физический смысл ограничений, использование при проектировании топок. Ограничения по температуре на выходе из зоны активного горения Δt_{ag} в топках с твердым шлакоудалением на минимальной и номинальной нагрузках, расчет Δt_{ag} , пути достижения требуемых значений при проектировании топки. Проверка надежности выхода жидкого шлака в топках с жидким шлакоудалением на минимальной нагрузке. Определение расчетной температуры факела и минимальной температуры факела по условиям выхода жидкого шлака..

7. Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки

7.1. Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки

Подготовка газа и мазута к сжиганию. Типы мазутных форсунок и принцип их действия. Типы горелок для сжигания газа. Унифицированные газомазутные горелки ГМУ: характеристики, конструкция, стандартные типоразмеры, подбор горелки из стандартного ряда, основы методики расчета горелки типа ГМУ. Горелки ГМВИ конструкции ЗиО. Особенности расчета и конструирования газомазутных горелок..

8. Слоеое сжигание твердых топлив

8.1. Слоеое сжигание твердых топлив

Процесс горения кусков топлива на неподвижной колосниковой решетке. Конструкция топок с ручной колосниковой решеткой. Конструкции механизированных топок (с наклонно-переталкивающими колосниками, с подвижной цепной решеткой и др.). Технологии сжигания в кипящем слое (КС) и в циркулирующем кипящем слое (ЦКС). Разбор особенностей характерной конструкции котла с КС. Обзор основных технологий ЦКС («Баттеле», «Лурги», «Пирфлоу», «Циркофлюид», «Бабкок-Вилькоккс»). Перспективная технология «Компакт-дизайн» фирмы «Фостер Вилер» и котел Пп-1000-25-585Ф, разработанный на ее основе для Новочеркасской ГРЭС..

3.3. Темы практических занятий

1. 23.Разбор типовых вопросов к защите курсового проекта (4 час).;
2. 22.Определение рабочих характеристик горелки ГМУ (2 час).;

3. 21. Решение задачи на взаимосвязь работы пылесистем, топки и котла (2 час).;
4. 20. Расчетная проверка надежности выхода жидкого шлака (4 час).;
5. 19. Расчет тепловых характеристик топки с твердым шлакоудалением (2 час).;
6. 18. Определение компоновочных размеров горелок в топке (2 час);
7. 17. Расчет закручивающих аппаратов различных типов (4 час).;
8. 16. Определение диаметров каналов вихревых горелок по результатам расчета воздушного баланса топки (2 час).;
9. 15. Расчет горелок глубокого предварительного перемешивания (4 час).;
10. 14. Определение проходных сечений и линейных размеров прямооточных горелок (2 час).;
11. 13. Изучение конструкций вихревых горелок по заводским чертежам (2 час).;
12. 12. Изучение конструкций прямооточных горелок по заводским чертежам (2 час).;
13. 11. Разбор типовых вопросов, встречающихся на защите курсового проекта (4 часа);
14. 10. Решение задач, связанных с расчетом воздушного баланса топки (4 часа).;
15. 9. Решение задач, связанных с тепловым расчетом пылесистем (4 часа).;
16. 8. Тепловой расчет пылесистем с прямым вдуванием (4 часа).;
17. 7. Тепловой расчет пылесистем с промбункером и рециркуляцией сушильного агента (2 часа).;
18. 6. Определение массового количества сушильного агента g_1 (2 часа).;
19. 5. Общие рекомендации по выбору типа системы пылеприготовления (2 часа).;
20. 4. Решение задач на выбор мельниц из стандартного ряда (4 часа).;
21. 3. Общие принципы подбора типоразмера мельницы из стандартного ряда (2 часа).;
22. 2. Выбор типа мельницы, числа мельниц на котел, определение требуемой производительности мельницы (2 часа).;
23. 1. Демонстрация пылесистем и котельного оборудования с электростанций (2 час.).

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топки"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые

консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане"

6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок"
7. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки"
8. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Слоевое сжигание твердых топлив"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топки"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Слоевое сжигание твердых топлив"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности"
2. Консультации проводятся по разделу "Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления"
3. Консультации проводятся по разделу "Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топки"
4. Консультации проводятся по разделу "Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива"
5. Консультации проводятся по разделу "Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане"
6. Консультации проводятся по разделу "Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок"
7. Консультации проводятся по разделу "Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки"
8. Консультации проводятся по разделу "Слоевое сжигание твердых топлив"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности"

2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топки"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Слоевое сжигание твердых топлив"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

1 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Тема КП: «Схема пылеприготовления для котла X-XXX-XX-XX, сжигающего топливо № YY» Все студенты разрабатывают схему пылеприготовления, но для разных котлов, сжигающих разные виды топлива.

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	25	25	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	50	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Выбор основных решений по котлу. Расчет КПД котла и расхода топлива.
2	Выбор типа мельниц и пылесистем, подбор типоразмера мельницы.
3	Тепловой расчет пылесистемы и расчет воздушного баланса топки.
4	Выполнение графической части (развернутой схемы пылеприготовления), А1. Доработка РПЗ

2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Тема КП: " Горелка для сжигания топлива № УУ для котла Х-XXX-XX-XX. Все студенты разрабатывают горелки, но для разных котлов, сжигающих разное топливо.

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	25	25	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	50	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Конструктивный расчет горелок и их узлов.
2	Компоновка горелок в топке и конструктивная проработка нижней части топки, в том числе с делением на отдельные панели.
3	Проверка надежности работы зоны активного горения на номинальной и минимальной нагрузке.
4	Графическая часть: общие виды горелки с узлами на листах А1. Доработка РПЗ

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Знать:										
– основные типы топок и горелок, их особенности, преимущества и недостатки;	ИД-1ПК-1				+					Контрольная работа/Тест «Пылеугольные топки и горелки»
– основные положения методики расчета и проектирования мельниц и пылесистем;	ИД-1ПК-1			+						Контрольная работа/Тест «Сушильная и размольная производительность. Основы теплового расчета пылесистем»
– сведения о процессе размола, основные типы мельниц и пылесистем, их особенности, преимущества и недостатки;	ИД-1ПК-1	+	+							Контрольная работа/Тест «Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности» Контрольная работа/Тест «Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления»
– основные положения методики расчета и проектирования горелок, нижней части топки.	ИД-4ПК-1					+				Контрольная работа/Тест «Расчет и проектирование горелок»
– тепловые характеристики топок и способы обеспечения надежной работы зоны активного горения (ЗАГ);	ИД-4ПК-1						+	+	+	Контрольная работа/Тест «Сжигание газа и мазута» Контрольная работа/Тест «Слоевое сжигание» Контрольная работа/Тест «Тепловые характеристики топок и надежность работы ЗАГ»
Уметь:										
– выполнять расчеты и проектирование горелок, нижней части топки.	ИД-1ПК-1					+				Контрольная работа/Тест «Слоевое сжигание»
– обоснованно выбирать оборудование для технологической схемы сжигания топлива и оценивать надежность работы ЗАГ.	ИД-4ПК-1						+			Контрольная работа/Тест «Слоевое сжигание»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест «Пылеугольные топки и горелки» (Контрольная работа)
2. Тест «Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности» (Контрольная работа)
3. Тест «Сушильная и размольная производительность. Основы теплового расчета пылесистем» (Контрольная работа)
4. Тест «Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления» (Контрольная работа)

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест «Расчет и проектирование горелок» (Контрольная работа)
2. Тест «Сжигание газа и мазута» (Контрольная работа)
3. Тест «Слоевое сжигание» (Контрольная работа)
4. Тест «Тепловые характеристики топок и надежность работы ЗАГ» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Курсовой проект (КП) (Семестр №1)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

Экзамен (Семестр №2)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Супранов, В. М. Пылеприготовительные установки электростанций и их расчет : учебное пособие по курсу "Технология сжигания органических топлив" для студентов, обучающихся по направлению "Энергетическое машиностроение" / В. М. Супранов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 148 с. - ISBN 978-5-7046-2376-2 . http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11537;
2. Супранов, В. М. Технология сжигания органического топлива : методические рекомендации к курсовому проекту по направлению "Энергетическое машиностроение" / В. М. Супранов, М. А. Изюмов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 48 с. http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7691;
3. Хзмалян, Д. М. Теория горения и топочные устройства : учебное пособие для теплоэнергетических специальностей вузов / Д. М. Хзмалян, Я. А. Каган . – М. : Энергия, 1976 . – 488 с.;
4. Изюмов, М. А. Проектирование и расчет горелок: Учебное пособие по курсу "Парогенераторы" / М. А. Изюмов, П. В. Росляков ; Ред. Т. В. Виленский ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1990 . – 115 с.;
5. Теплоэнергетика и теплотехника: Кн.3. Тепловые и атомные электрические станции : справочник / Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 645 с. - ISBN 5-7046-0513-3 .;
6. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / и др., М-во тяжелого, энерг. и трансп. машиностроения СССР ; Ред. Н. В. Кузнецов . – стер., изд 1973 г . – М. : Энергоатомиздат, 2007 . – 296 с.;
7. Тумановский, А. Г. Котлы с циркулирующим кипящим слоем : учебное пособие по курсам "Современные энергетические технологии", "Технология сжигания органического топлива" по направлению "Энергетическое машиностроение" / А. Г. Тумановский, А. Н. Тугов, П. В. Росляков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2014 . – 112 с. - ISBN 978-5-7046-1449-4 .;
8. Малышенко С.П.- "Основы современной энергетики Том 1. Современная теплоэнергетика", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013373.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. Boiler Designer.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Д-320, Кабинет сотрудников каф. "МиПЭУ"	рабочее место сотрудника, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-305, Склад кафедры МиПЭУ	стул, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология сжигания органического топлива

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности» (Контрольная работа)
 КМ-2 Тест «Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления» (Контрольная работа)
 КМ-3 Тест «Сушильная и размольная производительность. Основы теплового расчета пылесистем» (Контрольная работа)
 КМ-4 Тест «Пылеугольные топki и горелки» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности					
1.1	Сведения о процессе размола, свойствах угольной пыли, ее взрывоопасности		+	+		
2	Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления					
2.1	Углеразмольные мельницы и системы пылеприготовления		+	+		
3	Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топki					
3.1	Тепловой расчет систем пылеприготовления и воздушный баланс топki				+	
4	Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива					
4.1	Выбор типа и числа горелок, аэродинамическая схема организации сжигания топлива					+
Вес КМ, %:			15	25	25	35

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Тест «Расчет и проектирование горелок» (Контрольная работа)
 КМ-6 Тест «Тепловые характеристики топок и надежность работы ЗАГ» (Контрольная работа)
 КМ-7 Тест «Сжигание газа и мазута» (Контрольная работа)
 КМ-8 Тест «Слоевое сжигание» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер	Раздел дисциплины	Индекс	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-
-------	-------------------	--------	-----	-----	-----	-----

раздела		КМ:	5	6	7	8
		Неделя	4	8	12	15
		КМ:				
1	Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане					
1.1	Расчёт горелок, компоновочных размеров горелок и габаритов топки в плане		+			+
2	Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок					
2.1	Тепловые характеристики топок, расчёты зоны активного горения топок			+	+	+
3	Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки					
3.1	Особенности технологической схемы сжигания газа и мазута, газомазутные горелки			+	+	+
4	Слоевое сжигание твердых топлив					
4.1	Слоевое сжигание твердых топлив			+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Технология сжигания органического топлива

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-2 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-3 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-4 соблюдение графика выполнения КП и качества оформления КП

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Выбор основных решений по котлу. Расчет КПД котла и расхода топлива.		+			
2	Выбор типа мельниц и пылесистем, подбор типоразмера мельницы.			+		
3	Тепловой расчет пылесистемы и расчет воздушного баланса топки.				+	
4	Выполнение графической части (развернутой схемы пылеприготовления), А1. Доработка РПЗ					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-2 Соблюдение графика выполнения КП.
- КМ-3 Соблюдение графика выполнения КП.
- КМ-4 Соблюдение графика выполнения КП и качества оформления КП

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Конструктивный расчет горелок и их узлов.		+			
2	Компоновка горелок в топке и конструктивная проработка нижней части топки, в том числе с делением			+		

	на отдельные панели.				
3	Проверка надежности работы зоны активного горения на номинальной и минимальной нагрузке.			+	
4	Графическая часть: общие виды горелки с узлами на листах А1. Доработка РПЗ				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25