

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Антонов В.Н.

Рабочая программа

Котлы-утилизаторы

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ от 05.03.2020 г. № № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, 13.03.01_20_Теплоэнергетика и теплотехника_ПрПТЭ_заоч_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Протокол от 09.06.2022 г., №6

Руководитель подразделения к.п.н., доцент Мажирин Р.Е.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели дисциплины: является раскрытие и анализ рабочих процессов, протекающих в котлах-утилизаторах.
1.2	Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Автоматизация тепловых процессов	
2.1.2	Источники и системы теплоснабжения	
2.1.3	Материаловедение и технология конструкционных материалов	
2.1.4	Нагнетатели и тепловые двигатели	
2.1.5	Основы трансформации теплоты	
2.1.6	Проектный подход в технике	
2.1.7	Начертательная геометрия и инженерная графика	
2.1.8	Прикладная механика	
2.1.9	Экология	
2.1.10	Электротехника	
2.1.11	Информатика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Альтернативная энергетика	
2.2.2	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Преддипломная практика	
2.2.5	Тепловые электрические станции	
2.2.6	Теплоэнергетические системы промышленных предприятий	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

УК-6: принятие решений
Знать:
УК-6-31 технологические схемы котлов-утилизаторов
УК-3: проектирование и разработка
Знать:
УК-3-31 принципы действия котлов-утилизаторов и вспомогательного оборудования
ПК-1: проектно-конструкторская (в области теплоэнергетики и теплотехники)
Знать:
ПК-1-31 основные правила инструктажей по технике безопасности при работе с сосудами и аппаратами, работающими под высоким давлением
УК-6: принятие решений
Уметь:
УК-6-У1 получать значения параметров технологического процесса по прямым и косвенным значениям
УК-3: проектирование и разработка
Уметь:
УК-3-У1 рассчитывать количественные и качественные характеристики котлов-утилизаторов
ПК-1: проектно-конструкторская (в области теплоэнергетики и теплотехники)
Уметь:
ПК-1-У1 использовать нормативно-техническую документацию на котельные установки
УК-6: принятие решений

Владеть:
УК-6-В1 пониманием норм проектирования и принятия решений при разработке и выборе схем утилизации тепла
УК-3: проектирование и разработка
Владеть:
УК-3-В1 терминологией по котельным установкам
ПК-1: проектно-конструкторская (в области теплоэнергетики и теплотехники)
Владеть:
ПК-1-В1 методами поиска научно-технической информации по системам утилизации

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Общая информация о вторичных энергоресурсах							
1.1	Общие энергетические отходы. Классификация вторичных энергоресурсов по видам энергии. Виды и направления использования вторичных энергетических ресурсов. /Лек/	4	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1		КМ1	Р1
1.2	Расчет экономии топлива при использовании вторичных энергоресурсов. /Пр/	4	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1		КМ1	Р1
1.3	Экологические проблемы традиционной энергетики. Возможности использования ВЭР в промышленности. Энергетическая стратегия России. Использование ВЭР в мире. Экологические проблемы использования ВЭР. Перспективы использования ВЭР. Инновационные проекты по использованию ВЭР в мире. /Ср/	4	40	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1		КМ1	Р1
	Раздел 2. Оборудование котлов-утилизаторов							

2.1	Комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на парогазовых установках с котлом-утилизатором. Назначение котлов-утилизаторов, классификация, маркировка. Конструкции и принцип работы, схемы газотрубных, водотрубных и змеевиковых котлов-утилизаторов. Тепловые схемы и показатели парогазовых установок с котлом-утилизатором. Термодинамический цикл Ренкина -Брайтона, принципиальная схема, TS-диаграмма. /Лек/	4	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1		КМ1	Р1
2.2	Изучение схем газотрубных, водотрубных и змеевиковых котлов-утилизаторов. /Пр/	4	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1		КМ1	Р1
2.3	Экономичность схем. Принципиальная схема, состав, технические характеристики, режимы работы теплофикационных парогазовых установок ТЭЦ. Расчет котлов-утилизаторов, определение экономии топлива. /Ср/	4	80	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1		КМ1	Р1
2.4	Подготовка и сдача зачета /ЗачётСОц/	4	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1	Э1		КМ1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Зачет	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В1;УК-6-31;УК-6-У1;УК-6-В1	Билеты к зачету 1. Общие энергетические отходы. 2. Классификация вторичных энергоресурсов по видам энергии. 3. Виды и направления использования вторичных энергетических ресурсов. 4. Экономия топлива при использовании вторичных энергетических ресурсов. 5. Комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на парогазовых установках с котлом-утилизатором. 6. Назначение котлов-утилизаторов, классификация, маркировка. 7. Конструкции и принцип работы, схемы газотрубных, водотрубных и змеевиковых котлов-утилизаторов. 8. Тепловые схемы и показатели парогазовых установок с котлом-утилизатором. 9. Термодинамический цикл Ренкина -Брайтона, принципиальная схема, TS-диаграмма. 10. Экономичность схем с котлами-утилизаторами. 11. Принципиальная схема, состав, технические характеристики, режимы работы теплофикационных парогазовых установок ТЭЦ. 12. Расчет котлов-утилизаторов, определение экономии топлива.
-----	-------	---	--

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	РГР	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В1;УК-6-31;УК-6-У1;УК-6-В1	Тема расчетно-графического задания: Тепловой расчет котла-утилизатора. РГР включает рассмотрение следующих вопросов: 1) Характеристика котлов-утилизаторов 2) Расчет энтальпии газов и параметров пара и воды 3) Тепловой баланс и паропроизводительность котла-утилизатора

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Компьютерное тестирование

К целям использования возобновляемых источников энергии и местных видов топлива не относятся:
сокращение потребления невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов
развитие технологии нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
обеспечение децентрализованных потребителей и регионов с дальним и сезонным завозом топлива
снижение расходов на дальнепривозное топливо

К вторичным энергоресурсам относятся:
электроэнергия, вырабатываемая на электростанциях
пар, вырабатываемый в котельной
пар, вырабатываемый на ТЭЦ
пар, получаемый в виде отходов при мокром тушении кокса

Вторичные энергетические ресурсы – это:
теплота, отработавшая в основном технологическом процессе
теплота, отработавшая в основном технологическом процессе, которая не может быть использована для нужд энергетики
теплота, которая может быть использована для нужд энергетики
теплота, отработавшая в основном технологическом процессе, но которая может быть в дальнейшем использована
теплота, не полностью отработавшая в основном технологическом процессе

Целесообразность и эффективность использования ВЭР определяется:
тепловой мощностью энергоисточника, непрерывностью выдачи теплоты и температурным уровнем
тепловой мощностью энергоисточника
непрерывностью выдачи теплоты
температурным уровнем
по результатам наладочных испытаний

К энергетическим отходам не относятся
неизбежные потери в технологическом агрегате или установке
энергия, которая возвращается обратно в технологический агрегат (установку) за счет регенерации или рециркуляции
вторичные энергетические ресурсы
первичные энергетические ресурсы

Потенциал тепловых вторичных энергетических отходов характеризуется:

низшей теплотой сгорания
перепадом температур
работой изоэнтропного расширения
перепадом энтальпий

При температурах греющих газов, характерных для низкотемпературных котлов-утилизаторов, главную роль играет:

лучистый теплообмен
конвективный теплообмен
теплопроводность
турбулентный обмен
все вышеуказанные процессы

При температурах греющих газов, характерных для высокотемпературных котлов-утилизаторов, главную роль играет:

лучистый теплообмен
конвективный теплообмен
теплопроводность
турбулентный обмен
все вышеуказанные процессы

Эффективность работы котла-утилизатора зависит от:

температуры поступающего газа
способа подачи газа
объема поступающего газа
всего вышеперечисленного

Что является источником энергии детандер-генераторной установки?

сжигание газового топлива при высоком давлении на горелке
сжигание газового топлива при низком давлении
перепад давлений между магистральным газопроводом и распределительной сетью
изменение состава углеводородов в газовом топливе
перепад температур между магистральным газопроводом и распределительной сетью

Какие вторичные энергоресурсы образуются на гидроэлектростанциях?

нагретая охлаждающая вода конденсационных устройств турбин
отходящие дымовые газы котлоагрегатов
нагретая охлаждающая вода из системы охлаждения электрических генераторов
все вышеперечисленное

Какие преимущества имеет водородное топливо?

низкая стоимость
удобство поставки
экологическая чистота
безопасность применения
высокая теплотворная способность

Солнечные водонагреватели применяются в целях:

выпаривания солевых растворов
отопления и горячего водоснабжения
горячего водоснабжения
отопления
получения электроэнергии

Пассивный солнечный обогрев – это:

обогрев зданий посредством соответствующей ориентации и дизайна
оборудование здания системой солнечных теплогенераторов
оборудование здания системой фотоэлектрических панелей
оборудование здания солнечными установками подогрева воды

Содержание кислорода в выхлопных газов современных энергетических ГТУ составляет...

14-16 %
25-30%
38-55%
4-14%
24-40%

Какой вид ВЭР представляет собой отходы теплотехнологии, которые используются в топочных процессах?

горючие
тепловые

избыточного давления
силовые
газообразные

Вторичные энергоресурсы – ?

потенциальная энергия газов, выходящих из технологических агрегатов
тепловые отходы, представляющие собой энтальпию продуктов, выбрасываемых из технологических установок
энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в технологических процессах и установках
прочие расходы на транспорт внутри помещения
потери в собственных источниках энергии

Что контролируется при проведении проверки готовности котла к пуску в работу?

наличие документации по результатам пуско-наладочных испытаний и комплексного опробования
исправность питательных приборов котла и соответствие их проекту
соответствие водно-химического режима котла требованиям ФНП ОРПД
наличие должностных инструкций для ответственных лиц и специалистов, осуществляющих эксплуатацию котла.

В каких помещениях запрещена установка газовых котлов?

в которых отсутствуют вентиляционные системы
в помещениях подвала
в коридорах и на балконе
во всех вышеперечисленных

Нижнюю трапециевидную часть топки котельного агрегата называют.....

воздухоподогревателем
горячей воронкой
экономайзером
холодной воронкой

С какой периодичностью должны проводиться наружные осмотры дымовых труб и газоходов?

не реже одного раза в месяц
не реже одного раза в полгода
один раз в год весной
не реже одного раза в три года

С какой периодичностью должен проводиться внутренний осмотр дымовой трубы и газохода с отключением всех подключенных котлов?

не реже одного раза в десять лет
не реже одного раза в пять лет
через 5 лет после ввода в эксплуатацию и в дальнейшем не реже одного раза в 10 лет
через 10 лет после ввода в эксплуатацию и в дальнейшем не реже одного раза в три года

Какие котлы должны быть снабжены взрывными предохранительными устройствами:

все котлы, на которые распространяется действие Правил
все водогрейные котлы и автономные экономайзеры
котлы с камерным сжиганием топлива паропроизводительностью более 60 т\ч
котлы с камерным сжиганием топлива паропроизводительностью до 60 т\ч включительно

На какие из перечисленных котлов распространяются Правила (ПБ 10-574-03)?

паровые котлы, в том числе котлы-бойлеры
котлы с электрическим обогревом
котлы-утилизаторы (паровые и водогрейные)
отопительные котлы вагонов железнодорожного состава
водогрейные и пароводогрейные котлы

В каких случаях котел должен быть немедленно остановлен и отключен действием защит или персоналом?

при понижении давления в котле ниже рабочего (разрешенного)
при прекращении действия всех питательных насосов
при недостаточном освещении манометров
при обнаружении неисправности предохранительного клапана
при отсутствии производственной инструкции на рабочем месте оператора
при снижении уровня воды ниже низшего допустимого уровня

В каком документе должен быть указан порядок аварийной остановки котла

в паспорте котла
в технологической схеме котельной
в режимной карте котла

в инструкции
в сменном журнале

По какому документу должен выполняться ремонт котла
по утвержденному графику планово-предупредительного ремонта, по техническим условиям и технологии, разработанной до начала работ
по инструкции завода-изготовителя
по производственной инструкции
по предписанию инспектора Госгортехнадзора
по письменному распоряжению начальника цеха

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Критерии оценивания ответа на зачете с оценкой

Оценка «отлично» выставляется, когда обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, когда обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, когда обучающийся неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

Прохождение контрольного мероприятия по сдаче зачета с оценкой считается выполненным успешно, если при его оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Ю.М. Липов, Ю.М. Третьяков	Котельные установки и парогенераторы		М.: Альянс, 2016,
Л1.2	Сибикин М.Ю.	Технология энергосбережения : учебник		Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253968
Л1.3	Стрельников Н.А.	Энергосбережение: учебник		Новосибирск : НГТУ, 2012, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436283

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	О.Л. Данилов, А.Б. Горяев, И.В. Яковлев и др., под ред. А.В. Клименко	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях		Москва: Издательский дом МЭИ, 2010,
Л2.2	Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев	Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов		М.: Энергоатомиздат, 1988,
Л2.3	Яковлев Б.В.	Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения		Москва : Новости теплоснабжения, 2008, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56217

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.4	О.К. Григорьева, А.А. Францева, Ю.В. Овчинников	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие		Новосибирск : НГТУ, 2015, http://biblioclub.ru/index.php? page=book&id=436027
Л2.5	Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова	Энергосбережение в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях : учебное пособие		Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2017, http://biblioclub.ru/index.php? page=book&id=498923
Л2.6	Г.В. Панкина, Т.В. Гусева, Ф.В. Балашов и др. ; ред. Г.В. Панкина	Энергосбережение и энергетическая эффективность : учебное пособие		Москва : АСМС, 2010, http://biblioclub.ru/index.php? page=book&id=137024

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	LMS Canvas	https://lms.misis.ru/
----	------------	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ПО Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual
П.2	ПО Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
П.3	ПО Microsoft Teams
П.4	ПО MATLAB & Simulink

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	energybase.ru/ - каталог электростанций (атомных, гидравлических, тепловых и др.)и подстанций мира;
И.2	window.edu.ru - единое окно доступа к образовательным ресурсам

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
216	Учебная лаборатория	Лаборатория теплотехники и термодинамики 01350012, 1 шт. Лабораторный стенд для изучения принципов преобразования и измерения давления, расхода жидкости, воздуха 04.2.3.0196, 1 шт. Лабораторный стенд для изучения принципов преобразования и измерения давления, расхода жидкости, воздуха 04.2.3.0197, 1 шт. Горелка эжекционная, 1 шт. Компьютер 34753/1, 1 шт.
123	Учебная лаборатория (компьютерный класс) Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся	Монитор LCD LG21,522 МК430Н-В черный IPS 1920x1080, 13 шт. Системный блок AMD Ryzen5 3600x8Gb 13 шт. Веб-камера Logitech, 1 шт. Проектор Acer X118 DLP 3600Lm, 1 шт. Стол компьютерный, 13 шт. Кресло компьютерное, 13 шт. Маршрутизатор, 1 шт.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя.

Внеаудиторная

самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимся инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и т.п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических,

лабораторных занятиях.