

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергетика теплотехнологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Проектирование и эксплуатация теплотехнологических объектов ВТУ**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Строгонов К.В.
	Идентификатор	Ra4748820-StrogonovKV-3f34a28f

(подпись)

К.В.
Строгонов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

(подпись)

В.О. Киндра

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28f

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

ИД-2 Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

2. ПК-3 Способен участвовать в обеспечении экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий и разработке экозащитных мероприятий

ИД-1 Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

3. ПК-4 способен участвовать в эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

ИД-1 Соблюдает правила технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

ИД-2 Принимает участие в обеспечении экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния (Домашнее задание)

2. КМ-4 Теплопоглощение ограждений при циклической работе ВТУ (Домашнее задание)

3. КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки (Домашнее задание)

4. КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ (Домашнее задание)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Контрольная работа "Основы и организация проектирования ВТУ" (Контрольная работа)

2. КМ-7 Контрольная работа Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-2 Изучение и анализ конструкции ВТУ (Реферат)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	3	5	7	9	11	13	15
Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения								
Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения.	+	+						+
Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ								
Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ.	+	+					+	+
Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ								
Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ			+	+	+			
Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация								
Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация.	+	+	+	+	+			+
Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе								
Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе.	+	+						+
Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ								
Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ	+					+		+
Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора								
Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора.	+		+	+				
Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов								
Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов.	+		+	+	+	+	+	+

Вес КМ:	20	20	10	10	5	15	20
---------	----	----	----	----	---	----	----

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-2ПК-2 Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы эффективной работы топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять тепловые расчеты ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния, при циклической работе, для обеспечения надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки и оценивать эффективность дополнительной тепловой изоляции конструктивных элементов топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий 	<p>КМ-1 Контрольная работа "Основы и организация проектирования ВТУ" (Контрольная работа)</p> <p>КМ-2 Изучение и анализ конструкции ВТУ (Реферат)</p> <p>КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния (Домашнее задание)</p> <p>КМ-4 Теплопоглощение ограждений при циклической работе ВТУ (Домашнее задание)</p> <p>КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки (Домашнее задание)</p> <p>КМ-7 Контрольная работа Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ (Контрольная работа)</p>

ПК-3	ИД-1 _{ПК-3} Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	Знать: – нормативы по обеспечению экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий Уметь: – применять нормативы по обеспечению экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	КМ-1 Контрольная работа "Основы и организация проектирования ВТУ" (Контрольная работа) КМ-7 Контрольная работа Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-1 _{ПК-4} Соблюдает правила технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	Знать: – правила, инструкции и задачи и организацию эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий Уметь: – соблюдать правила, инструкции и задачи и организацию эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных	КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния (Домашнее задание) КМ-4 Теплопоглощение ограждений при циклической работе ВТУ (Домашнее задание) КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ (Домашнее задание)

		предприятий	
ПК-4	ИД-2 _{ПК-4} Принимает участие в обеспечении экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – правила, инструкции и задачи по эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – соблюдать правила, инструкции и задачи по эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности 	<p>КМ-1 Контрольная работа "Основы и организация проектирования ВТУ" (Контрольная работа)</p> <p>КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки (Домашнее задание)</p>

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1 Контрольная работа "Основы и организация проектирования ВТУ"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает три вопроса и отвечает на них письменно согласно номеру (варианту) индивидуального задания.

Краткое содержание задания:

Примеры вопросов контрольной работы

1. Расскажите о назначении ВТУ. Дайте примеры конкретных установок.
2. Чем обусловлено значение ВТУ в промышленном производстве?
3. Перечислите процессы, протекающие в ВТУ.
4. Назовите шесть принципов эффективной работы ВТУ. Что может дать их реализация?
5. Что мешает полной реализации этих принципов?
6. Каков выход из внутренней противоречивости принципов эффективной работы ВТУ? Приведите примеры.
7. Назовите конструктивные элементы, составляющие структурную схему ВТУ.
8. Чем обусловлена высокая экологическая эффективность термического обезвреживания отходов?
9. Какие основные эколого-энерготехнологические параметры определяют экологическую, экономическую эффективность и надежность процесса обезвреживания отходов?
10. Какие типы термических реакторов целесообразно использовать для обезвреживания жидких органических отходов?

Контрольные вопросы/задания:

Знать: – принципы эффективной работы топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	1. Назовите шесть принципов эффективной работы ВТУ.
Знать: – нормативы по обеспечению экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	1. Чем обусловлена высокая экологическая эффективность термического обезвреживания отходов?
Уметь: – соблюдать правила, инструкции и задачи по эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности	1. Выберите типы термических реакторов, которые целесообразно использовать для обезвреживания жидких органических отходов?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Ответы на вопросы и комментарии правильные, полные.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Ответы на вопросы и комментарии в основном правильные, но полнота недостаточная.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Ответы на вопросы и комментарии недостаточные, вместе с тем в процессе обсуждения работы студент проявил минимально необходимый объем знаний.

КМ-2. КМ-2 Изучение и анализ конструкции ВТУ

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент по чертежам заданной ВТУ готовит письменный отчет, содержащий ответы на вопросы по конструкции ВТУ

Краткое содержание задания:

На данном практическом занятии планируется подробное изучение рабочих чертежей различных высокотемпературных теплотехнических установок

Примеры заданий

1. Изучить по чертежам конструкцию ванной стекловаренной печи.
2. Изучить по чертежам конструкцию колпаковой печи.
3. Изучить по чертежам конструкцию нагревательного колодца
4. Изучить по чертежам конструкцию барабанной вращающейся печи

Вопросы по конструкции ВТУ

1. Общие сведения о назначении ВТУ, основе технологических процессов.
2. Фундамент: материал, тип конструкции, глубина заложения, высота надземной части.
3. Каркас: тип конструкции, способ сопряжения с фундаментом, назначение основных частей.
4. Ограждения: вид конструкции, узлы взаимодействия с каркасом, количество слоев, их толщина и используемые материалы, особенности – отдельно для пода, стен и свода.
5. Температурные швы: конкретные места расположения, толщина, частота расположения, особенности конструкции – отдельно для пода, стен и свода.
6. Устройства для загрузки, транспорта в рабочей камере и выгрузке обрабатываемого материала.
7. Горелки: тип, особенности конструкции, расположение.
8. Проемы и отверстия в стенах: назначение, расположение, особенности конструкции.
9. Принудительно охлаждаемые части конструкции: способ охлаждения, особенности выполнения.
10. Теплоиспользующие элементы: тип, назначение и особенности конструкции.
11. Трубопроводы и газоходы: способ крепления, особенности конструкции.
12. Арматура и гарнитура: перечень, назначение, особенности конструкции.
13. Рассчитайте коэффициент формы рабочей камеры и дайте его оценку; вычислите массу используемых в ограждении огнеупорных и теплоизоляционных материалов по номенклатуре и в целом.
14. Укажите имеющиеся, по Вашему мнению недостатки в ВТУ и пути их устранения.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: – принципы эффективной работы топливопотребляющих

1.Привести общие сведения о назначении ВТУ, основе технологических процессов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Даны правильные ответы даны на все вопросы, содержание ответов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Ответы на вопросы в основном правильные, но имеются неточности.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Ответы на вопросы содержат ошибки. Вместе с тем выполненное задание позволяет обнаружить у студента минимально необходимый объем знаний.

КМ-3. КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты по выданной методике расчета выполняют индивидуальное задание

Краткое содержание задания:

№ вар.	Расположение оборудования	b ₁ , мм	Материал 1-го слоя	b ₂ , мм	Материал 2-го слоя	t ₁ = t _{ср} , °С	t ₂ , °С	t ₁ , час	t ₂ , час
1	Стена	348	Мультиновый огнеупор	130	ШЛ-0,4	35	1380	8	29
2	Свод	300	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1200	12	25
3	Свод	480	Дивисовый огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1450	13	24
4	Стена	696	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1300	14	23
5	Свод	420	Периклязо-хромитовый огнеупор	70	Вермикулит зернистый вспученный, марка 125	38	1650	28	34
6	Под	464	Мультиновый огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1250	16	21
7	Свод	380	Дивисовый огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1400	17	20
8	Стена	232	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1250	18	19
9	Под	696	Форстеритовый огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1450	19	18
10	Стена	365	Дивисовый огнеупор	230	ШЛ-0,4	28	1350	12	25
11	Свод	300	Шамотный огнеупор	115	ШЛ-0,9	40	1300	10	27
12	Стена	348	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1200	22	15
13	Стена	232	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1250	23	14
14	Стена	232	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1300	24	13
15	Стена	464	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1150	26	11
16	Свод	380	Дивисовый огнеупор	250	ШЛ-0,6	30	1460	27	10
17	Под	696	Периклязовый	250	ШЛ-0,6	30	1500	28	9

Для своего индивидуального задания по индивидуальности в соответствии с алгоритмом расчета:

1. Установить длительность достижения стационарного обмуровки τ^* , ч.
2. Определить теплопоглощение \tilde{q}_Σ (МДж/м²) и скорость теплового потока q_Σ (Вт/м²) за время $(\tau_1 + \tau_2)$.
3. Выполнить в масштабе эскиз стенки и график, отметив на нем τ^* .
4. Проанализировать результат расчета:
 - насколько далеко заданное время $(\tau_1 + \tau_2)$
 - оценить величину q_Σ (много, мало) и вклад $q_{акк}/q_{ос}$
 - рекомендовать меры и дать предложения
 - в процессе расчета пояснить действия и комментировать промежуточные результаты.
5. Оформить индивидуальное задание и сдать его на проверку.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: – правила, инструкции и задачи и организацию эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий</p>	<p>1.Какой метод лежит в основе инженерной методики расчета. разогрева ограждения ВТУ для достижения стационарного состояния?</p>
<p>Уметь: – выполнять тепловые</p>	<p>1.Выполнить в масштабе эскиз обмуровки и график</p>

<p>расчеты ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния, при циклической работе, для обеспечения надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки и оценивать эффективность дополнительной тепловой изоляции конструктивных элементов топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий</p>	<p>разогрева ВТУ, отметив на нем время достижения стационарного состояния.</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов неполное, имеются недочеты и ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Расчеты выполнены с ошибками, содержание выводов неверное, имеются недочеты.

КМ-4. КМ-4 Теплопоглощение ограждений при циклической работе ВТУ

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты по выданной методике расчета выполняют индивидуальное задание

Краткое содержание задания:

№ вар.	Расположение оборудования	b ₁ , мм	Материал 1-го слоя	b ₂ , мм	Материал 2-го слоя	t ₁ , °С	t ₂ , °С	t _{ср} , °С	τ ₁ , час	τ ₂ , час	τ ₃ , час
1	Стена	696	Периклазовый огнеупор	250	ШЛ-1,3	900	1500	35	13	39	26
2	Стена	300	Кварцевый кирпич	250	ШЛ-0,4	700	1100	25	10	30	20
3	Свод	380	Динасовый огнеупор	125	ШЛ-0,8	800	1400	40	6	18	12
4	Под	348	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-1,0	500	1300	35	11	33	22
5	Под	696	Шамотный огнеупор	125	ШЛ-1,0	600	1300	35	7	21	14
6	Свод	380	Динасовый огнеупор	250	ШЛ-1,0	700	1400	40	5	15	10
7	Свод	480	Хромитопериклазовый огнеупор	125	ШЛ-0,4	980	1460	40	6	18	12
8	Стена	232	Корундовый огнеупор	250	ШЛ-1,3	800	1600	20	4	12	8
9	Под	696	Графитовый огнеупор	250	ШЛ-0,6	600	1600	20	3	11	7
10	Под	348	Форстеритовый огнеупор	250	ШЛ-0,6	900	1500	20	5	15	10
11	Свод	464	Динасовый огнеупор	250	ШЛ-0,6	700	1400	20	6	18	12
12	Свод	380	Динасовый огнеупор	46	Вермикулит зернистый вспученный, марка 125	550	1550	52	9	23	11
13	Стена	348	Динасовый огнеупор	115	ШЛ-0,9	500	1500	32	8	14	10
14	Свод	380	Шамотный огнеупор	64	Вермикулит зернистый вспученный, марка 150	480	1560	47	6	13	8
15	Под	300	Бакор 41	65	ДЛ-1,2	680	1620	43	3	11	6
16	Свод	232	Полукислый огнеупор	250	ШЛ-0,9	700	1200	35	5	15	10
17	Стена	580	Периклазовый огнеупор	65	ШЛ-0,4	800	1560	33	9	14	13

. Расчет \tilde{q}_Σ с пересчетом на кг условного топлива из результатов.

а). Оценка величин $t_{н|}$, $q_{ос}^H$, \tilde{q}_Σ (кг непрерывной работы РК) много, мало.

б). Соотношение $\tilde{q}_{ак}$ и $\tilde{q}_{ос}$ в \tilde{q}_Σ , их доли

в). Как снизить \tilde{q}_Σ (см. формулы) – дать рекомендации

. Представить в масштабе график цикла и разрез

Контрольные вопросы/задания:

Знать: – правила, инструкции и задачи и организацию эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	1. Чем характеризуется циклический режим работы ВТУ?
Уметь: – выполнять тепловые расчеты ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния, при циклической работе, для обеспечения	1. Представить в масштабе график цикла и разрез обмуровки

надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки и оценивать эффективность дополнительной тепловой изоляции конструктивных элементов топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов неполное, имеются недочеты и ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Расчеты выполнены с ошибками, содержание выводов неверное, имеются недочеты.

КМ-5. КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты по выданной методике расчета выполняют индивидуальное задание

Краткое содержание задания:

№ вар.	Вид охлаждения	$\alpha_{\text{осл}}$, Вт/м ² ·К	$t_{\text{осл}}$, °С	Набивка	$d_{\text{ш}}$, мм	μ , Па·с	$\lambda_{\text{осл}}$, Вт/м·К	$t_{\text{пл}}$, °С	$Q_{\text{осл}}$, кВт/м ²
1	Водяное	500	40	Карбидхромовая $\rho_{\text{с}}=2100\text{кг/м}^3$	8	100	1,5	1400	200
2	Испарит.	4000	120	Корундовая	10	15	1,1	1200	160
3	Водяное	500	40	Карбидхромовая $\rho_{\text{с}}=2500\text{кг/м}^3$	10	80	1,4	1500	260
4	Испарит.	4000	120	Хромитовая ПХМ-6	12	12	1,2	1250	240
5	Водяное	500	40	Корундовая	10	12	1,8	1350	100
6	Испарит.	4000	120	Хромитовая ПХМ-1	14	1,6	1,3	1350	180
7	Водяное	500	40	Периклазохромитовая	12	1,5	2,0	1450	160
8	Испарит.	4000	120	Периклазовая	8	2,5	1,4	1600	300
9	Водяное	500	40	Хромитопериклазовая	14	60	1,7	1300	150
10	Испарит.	4000	120	Хромитопериклазовая	14	15	1,6	1500	400
11	Водяное	600	30	Хромитовая ПХМ-6	12	15	1,1	1400	160
12	Водяное	600	30	Корундовая	10	12	1,4	1300	180
13	Водяное	600	30	Периклазохромитовая	12	2,5	1,9	1450	240
14	Водяное	600	30	Периклазовая	14	1,2	2,1	1600	200
15	Водяное	600	30	Карбидхромовая $\rho_{\text{с}}=2500\text{кг/м}^3$	8	50	1,6	1500	190
16	Испарит.	5000	130	Хромитовая ПХМ-6	14	90	1,3	1300	150
17	Испарит.	5000	130	Периклазовая	10	1,8	1,4	1500	200

Для полученного решения дать в масштабе:

- толщины слоев и распределение тем ПОГФ (Рис. 2)
- фрагмент конструкции (2 проекции) с (Рис. 4)

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: – правила, инструкции и задачи по эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности</p>	<p>1.Что такое гарниссаж? 2.Какое охлаждение предпочтительнее: водяное или испарительное?</p>
<p>Уметь: – выполнять тепловые расчеты ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния, при циклической работе, для обеспечения надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки и оценивать эффективность дополнительной тепловой изоляции конструктивных элементов топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий</p>	<p>1.Изобразить эскиз ПОГФ</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов неполное, имеются недочеты и ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Расчеты выполнены с ошибками, содержание выводов неверное, имеются недочеты.

КМ-6. КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты по выданной методике расчета выполняют индивидуальное задание

Краткое содержание задания:

Для имеющегося числа (n) элементов ВТУ с известными τ_{pi} рассчитать:

- 1). Вероятную длительность межремонтной рабочей кампании $\tau_{уст}$, ч.
- 2). То же для ВТУ с дублированием замещением одного элемента с минимальной надежностью: $\tau_{уст}^д$, ч.
- 3). Для исходной установки и ВТУ с дублированным элементом найти $Q_{уст}(\tau)$ для диапазона τ от 0 до $\sim 2\tau_{уст}^д$.
- 4). Построить зависимости $P, Q, B_n, \mathcal{E}_p = \varphi(\tau)$ на одном графике.
- 5). Провести анализ полученных результатов и сделать конкретные выводы.

Задание:

Общие исходные данные: $P_{год} / (P_{уст} \cdot 8760)$

$$E_n = 0,15; \alpha_{ам} = 0,1 \text{ год}^{-1}.$$

- 1). Составить целевую функцию. Проверить
- 2). Найти $\Delta Z = \varphi(\varepsilon)$, задавая ε , и построить $\varepsilon_{опт}$ и $\Delta Z_{опт}$. Составить сводную таблицу.
- 3). Сопоставить исходный и оптимальный образцу). $K_{уст}, \tau_p, z, n_{рем}, N, S_{рем}, S_{з.пл}$.

Задание:

Общие исходные данные: $P_{\text{год}} / (P_{\text{уст}} \cdot 8760)$

$E_{\text{н}} = 0,12$; $\alpha_{\text{ам}} = 0,13 \text{ год}^{-1}$; $\tau_{\text{рем}} = 240 \text{ ч}$

$n_0 = 11$.

- 1). Составить целевую функцию. Проверить ее на экстремум.
- 2). Найти зависимость $\Delta Z = \varphi(K_{\text{р}}^*$ или $a)$, при котором достигается минимальное количество дублированных элементов (a), найти оптимальное значение $K_{\text{р}}^{\text{опт}}$. Составить сводную таблицу.
- 3). Сопоставить исходный и оптимальный варианты по их характеристикам.
- 4). Проанализировать полученные результаты и сделать вывод. Заключение – конкретно по своим материалам.

№ вар.	№ i-го элемента и средняя длительность его межремонтной кампании						$\overline{K_{уст.0}}$ тыс.руб/уст	$\tau_{раб.0}$, ч	$\overline{\Sigma_{рем.0}}$ тыс.руб/рем.уст	$\tau_{рем.}$ ч/рем
	1	2,3	4,5	6,7	8,9,10	11,12				
1	10^3	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	10^4	$2,5 \cdot 10^4$	85	900	8	170
2	$4 \cdot 10^3$	10^4	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$	10^5	95	1000	9	180
3	$5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	10^5	105	1100	10	190
4	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	10^4	$2 \cdot 10^4$	115	1200	11	200
5	10^3	$2,5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	10^4	$4 \cdot 10^4$	125	1300	12	210
6	$2,5 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	10^4	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	135	1400	13	220
7	10^4	$2 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	10^5	$2,5 \cdot 10^5$	145	1500	14	230
8	$2 \cdot 10^4$	10^4	10^5	$2 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$	155	1600	15	240
9	$2,5 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	10^4	$4 \cdot 10^4$	10^4	$4 \cdot 10^5$	165	1700	16	250
10	$5 \cdot 10^2$	10^3	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	160	1800	16	260
11	$4 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^2$	10^3	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	80	1200	8	190
12	$2,5 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^2$	10^3	$2 \cdot 10^3$	90	1300	9	200
13	$8 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	10^4	100	1400	10	210
14	$5 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^2$	10^3	$2,5 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	110	1500	11	220
15	$2,5 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	10^4	$2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	10^5	120	1600	12	230
16	$4 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^2$	10^3	$4 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	130	1700	13	240
17	$4 \cdot 10^2$	10^3	$2 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	10^4	$5 \cdot 10^4$	140	1800	14	250

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: – соблюдать правила, инструкции и задачи и организацию эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	1. Определить оптимальный по надежности вариант путем дублирования некоторого числа элементов ВТУ
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов неполное, имеются недочеты и ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Расчеты выполнены с ошибками, содержание выводов неверное, имеются недочеты.

КМ-7. КМ-7 Контрольная работа Расчет и оптимизация ограждений ВТУ.

Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает три вопроса (2 теоретических и 1 задача) и отвечает на них письменно согласно номеру (варианту) индивидуального задания.

Краткое содержание задания:

1. Какими конструктивными приемами обеспечивается достаточность кладки стен рабочих камер разной высоты?
2. Какого рода напряжения и по каким причинам испытывает распорный свод в горячем состоянии?
3. Каковы требования к теплоизоляционным материалам пода рабочей камеры ВТУ?
4. Сформулируйте постановку задачи поверочного и конструктивного расчетов футеровки, работающей в стационарном тепловом режиме.
5. Каковы условия обеспечения надежной работы футеровки и способы ее повышения?
6. От каких факторов зависит требуемая толщина температурных швов?
7. Где больше и почему расстояние между температурными швами в кладке или монолитной футеровке?
8. Какие изменения и каких факторов позволяют обеспечить требования надежной работы ПОГФ?
9. Как можно при проектировании циклически работающей ВТУ получить образование с низким $q_{жк}$?

Регенеративная ванная стекловаренная
 $F_{р.к} = 424 \text{ м}^2$, производительностью 360 т/ч,
работающая на природном газе с $Q_H^c = 35040 \text{ кДж/м}^3$

Расход топлива: $B = 6134,4 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Статьи теплового баланса, кВт: $Q_{т.п} = 10000$

$$Q_{г.в} - Q_{х.в} = 18594; \quad Q_{о.с}^{р.к} = 3800;$$

Определить показатели энергетической эффективности
рабочей камеры.

Состав расплава: $\text{SiO}_2 = 54\%$, $\text{Na}_2\text{O} = 12\%$,
 $\text{Al}_2\text{O}_3 = 3\%$, $\text{FeO} = 3\%$.

$t_{рк} = 1600 \text{ }^\circ\text{C}$, в рабочей камере – окислительная атмосфера

Подобрать огнеупор для футеровки рабочей камеры
и пояснить.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: – принципы эффективной работы топливопотребляющих

1. Чем обусловлена возросшая роль надежности оборудования в современном производстве?

установок промышленных и коммунальных предприятий	2.Что такое авария? Каковы ее причины и последствия?
Уметь: – применять нормативы по обеспечению экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	1.Изобразите график сушки и разогрева ВТУ после холодного ремонта. 2.Каковы назначение, порядок и особенности проведения приемочных и приемосдаточных испытаний ВТУ?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Задача решена верно. Ответы на вопросы и комментарии правильные, полные.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Решение задачи содержит ошибки. Ответы на вопросы и комментарии в основном правильные, но полнота недостаточная.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Количественное решение задачи отсутствует, а качественное выполнено в целом правильно. Ответы на вопросы и комментарии недостаточные, вместе с тем в процессе обсуждения работы студент проявил минимально необходимый объем знаний.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

МЭИ	БИЛЕТ № 3	<i>Утверждаю</i>
	Кафедра ЭВТ	<i>Зав. кафедрой</i>
	Дисциплина Проектирование и эксплуатация ВТУ	
	Институт ИЭВТ	
1. Назначение патентного поиска на каждой стадии проектирования. 2. Классификация и общая характеристика ремонтов. 3. Задача		



МЭИ	БИЛЕТ № 3
	Кафедра ЭВТ
	Дисциплина Проектирование и эксплуатация ВТУ
	Институт ИЭВТ
<p style="text-align: center;">Задача к билету 3</p> <p>Методическая <u>десятизонная</u> нагревательная печь листопрокатного изводительностью 350 т/ч с рекуператором и котлом-утилизатором в системе тепл...</p> <p>Топливо — природный газ с $Q_{ц} = 35588$ кДж/м³.</p> <p>Общий расход топлива — 19203 м³/ч.</p> <p>Рекуператор — двухсекционный петлевой <u>воздухотрубный</u>. Установлены д...</p> <p>Статьи теплового баланса, кВт: $Q_{г-п} = 80966,7$; $Q^{o*} = 6126,1$;</p> <p>Потери теплоты в окружающую среду излучением через отверстия и окна в</p> <p>$Q_{с-л} = 1043,2$; $Q_{гв-л} = 8033$;</p> <p style="text-align: center;">$\frac{Q_{с-л}}{Q_{г-п}}$,9 $\frac{Q_{гв-л}}{Q_{г-п}}$ л. D</p> <p>Определить показатели энергетической эффективности ограждения отдел... печи.</p>	

Процедура проведения

Устный зачет, проводимый согласно требованиям учебного управления.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-2 Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

Вопросы, задания

- 1.1. Расскажите о назначении ВТУ. Дайте примеры конкретных установок.
- 2.2. Перечислите процессы, протекающие в ВТУ.
- 3.3. Назовите шесть принципов эффективной работы ВТУ. Что может дать их реализация?
- 4.4. Каков выход из внутренней противоречивости принципов эффективной работы ВТУ? Приведите примеры.
- 5.10 .Назовите стадии проектирования. Охарактеризуйте их содержание, назначение и результат каждой стадии.
- 6.9 . Какова роль НИР и ОКР в формировании исходных данных для проектирования объекта?
- 7.6. Чем различаются понятия «проектирование» и «конструирование»?
- 8.39. Как организуется и каковы задачи эксплуатации ВТУ?
- 9.36. Кто осуществляет и каковы права авторского надзора?
- 10.34. Назовите принципы эффективной компоновки ВТУ. Каковы требования к взаимному расположению конструктивных элементов при компоновке ВТУ?
- 11.32. В чем заключаются различия в компоновке оборудования при проектировании новой ВТУ и реконструкции действующей?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что из перечисленного относится к ВТУ?

1.

Ответы:

1. 1. Камерная печь
2. 2. Паровой котел
3. 3. Газогенератор
4. 4. Циклонный реактор

Верный ответ: Все варианты - верные

2. Чем различаются понятия «проектирование» и «конструирование»?

Ответы:

Правило получения ответа - вспомнить, о чем идет речь.

Верный ответ: Изложить определения затронутых терминов.

3. Назовите конструктивные элементы, которые входят в структурную схему ВТУ.

Ответы:

- а) рабочая камера;
- б) трансформаторная будка;
- в) пульт управления

Верный ответ: а

4. Какие процессы протекают в ВТУ?

Ответы:

- 1) движение газов и технологических материалов,
- 2) горение топлива,
- 3) кондуктивный, конвективный и лучистый теплообмены,
- 4) нагрев и/или плавление технологических материалов (сырья, полупродуктов),
- 5) их превращение в результате протекания разнообразных физических, физико-химических и химических процессов в товарные технологические и энергетические продукты заданного качества.

Верный ответ: Все варианты правильные

5. Какая стадия создания ВТУ более важна

Ответы:

НИР
ОКР
Проектирование
Сооружение
Эксплуатация

Верный ответ: Все стадии создания ВТУ важны

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-3} Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

Вопросы, задания

- 1.22. Что такое диоксины? Расскажите о методах обезвреживания диоксинов. Расскажите о методах предотвращения образования вторичных диоксинов.
- 2.21. Перечислите целесообразные типы термических реакторов для обезвреживания твердых, жидких и пастообразных отходов.
- 3.19. Как можно классифицировать органические отходы применительно к термическому обезвреживанию.
- 4.17. Какие стадии (блоки) включает в себя технологическая схема комплексной установки термического обезвреживания органических отходов?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие вещества из перечисленных относятся к СОЗ

Ответы:

Оксиды азота
Бензапирен
Диоксины
Известь
Сода

Верный ответ: Диоксины

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-4} Соблюдает правила технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

Вопросы, задания

- 1.25. Дайте понятие надежности. Каковы смысл и количественное выражение трех ее характеристик?

- 2.37. Назовите цель и содержание пусконаладочных работ. Чем различаются и что общего у наладочных и приемочных испытаний?
- 3.35. Где и почему следует располагать тяжелое и создающее динамические нагрузки оборудование? Охарактеризуйте требования к соединительным коммуникациям при компоновке оборудования ВТУ.
- 4.42. По каким признакам классифицируются ремонты ВТУ? Дайте общую характеристику ремонтов. Какова роль ремонтов ВТУ в хозяйственной деятельности предприятий в настоящее время и в перспективе?
- 5.31. Перечислите направления повышения надежности ВТУ. Дайте классификацию способов структурного резервирования.
- 6.30. Что такое авария? Каковы ее причины и последствия?
- 7.29. Какие положения лежат в основе расчета надежности ВТУ как системы конструктивных элементов?
- 8.28. Охарактеризуйте ремонтпригодность и ее количественные показатели.
- 9.27. Что такое отказ? Приведите классификацию отказов. Каковы смысл параметра потока отказов и его изменение во времени?
- 10.41. Чем отличаются эксплуатационные испытания ВТУ от приемочных? Каковы цели, задачи, периодичность эксплуатационных испытаний?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чем отличаются кислые расплавы от основных?

Ответы:

Правило получения ответа - вспомнить, о чем идет речь.

Верный ответ: Изложить определения затронутых терминов.

2. Укажите лишний материал в трехслойной стенке

Ответы:

- 1 - эффективная тепловая изоляция;
- 2 - легковес;
- 3 - огнеупор;
- 4 - гарниссаж

Верный ответ: гарниссаж

4. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-4 Принимает участие в обеспечении экологической безопасности топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий

Вопросы, задания

- 1.20. Приведите основные эколого-энерготехнологические параметры, определяющие экологическую, экономическую эффективность и надежность процесса обезвреживания отходов.
- 2.18. Приведите основные ограничительные критерии при оценке технологий и оборудования термической переработки любых типов органических отходов.
- 3.16. Каковы требования и нормы обеспечения жизнедеятельности и промышленной эстетики?
- 4.12. Расскажите об экологических требованиях к ВТУ и путях их реализации. Дайте характеристику вредных выбросов. Чем различаются нормы ПДК и ПДВ?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Каков норматив содержания диоксинов в отходящих газах установок сжигания отходов?

Ответы:

- 1 г/м³
- 0,1 г/м³

1 мг/м³

0,1 нг/м³

Верный ответ: 0,1 нг/м³

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по курсу выставляется согласно Положению о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.