

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Специальные вопросы энергосбережения**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Валинеева А.А.
	Идентификатор	R450a3970-ValineevaAA-ed7868f0

А.А.
Валинеева

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Писарев Д.С.
	Идентификатор	Radb74374-PisarevDS-0915d1cb

Д.С.
Писарев

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.
Рогалев

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-1 Способен выполнять разработку и модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники с учетом современных проблем теплоэнергетики, экологической безопасности и с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений

ИД-1 Выполняет анализ современных проблем теплоэнергетики и теплотехники

2. ПК-3 Способен к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

ИД-2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа 1: Области применения паропоршневых двигателей в теплоэнергетике и теплотехнике. (Контрольная работа)

2. Контрольная работа 2: Мероприятия по энергосбережению с использованием паропоршневых двигателей (Контрольная работа)

3. Контрольная работа 3: Мероприятия по использованию теплоты отходящих газов высокотемпературных установок для выработки электроэнергии. (Контрольная работа)

4. Контрольная работа 4: Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на базе вторичных тепловых ресурсов в ВТУ разных отраслей промышленности и лесном комплексе (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Причины малого распространения генерации электрической/механической энергии на промышленных предприятиях					
Причины малого распространения генерации электрической/механической энергии на промышленных предприятиях	+				
Сравнение паровых турбин, паропоршневых двигателей и газопоршневых двигателей для генерации					

электрической/механической энергии на промышленных предприятиях				
Сравнение паровых турбин, паропоршневых двигателей и газопоршневых двигателей для генерации электрической/механической энергии на промышленных предприятиях	+			
Перспективы применения паропоршневых двигателей на мусоросжигательных заводах малой и средней мощности				
Перспективы применения паропоршневых двигателей на мусоросжигательных заводах малой и средней мощности		+		
Перспективы применения паропоршневых двигателей в котельных установках промышленных предприятий и городских котельных				
Перспективы применения паропоршневых двигателей в котельных установках промышленных предприятий и городских котельных		+		
Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на базе вторичных тепловых ресурсов в ВТУ цветной металлургии				
Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на базе вторичных тепловых ресурсов в ВТУ цветной металлургии			+	
Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на базе вторичных тепловых ресурсов в ВТУ черной металлургии				
Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на базе вторичных тепловых ресурсов в ВТУ черной металлургии			+	
Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на лесоперерабатывающих предприятиях из отходов древесины как первый шаг к развитию «зеленой» энергетики в России обладающей 24% лесных запасов планеты Земля				
Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на лесоперерабатывающих предприятиях из отходов древесины как первый шаг к развитию «зеленой» энергетики в России обладающей 24% лесных запасов планеты Земля				+
Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на базе вторичных тепловых ресурсов в ВТУ разных отраслей промышленности				
Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на базе вторичных тепловых ресурсов в ВТУ разных отраслей промышленности				+
Вес КМ:	25	25	25	25

§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-1	ИД-1 _{ПК-1} Выполняет анализ современных проблем теплоэнергетики и теплотехники	Знать: мероприятия по использованию теплоты отходящих газов высокотемпературных установок для выработки электроэнергии области применения паропоршневых двигателей в теплоэнергетике и теплотехнике	Контрольная работа 1: Области применения паропоршневых двигателей в теплоэнергетике и теплотехнике. (Контрольная работа) Контрольная работа 3: Мероприятия по использованию теплоты отходящих газов высокотемпературных установок для выработки электроэнергии. (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-2 _{ПК-3} Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	Уметь: разрабатывать мероприятия по энергосбережению с использованием паропоршневых двигателей выполнять анализ применения паропоршневых двигателей на объектах теплоэнергетики и теплотехники	Контрольная работа 2: Мероприятия по энергосбережению с использованием паропоршневых двигателей (Контрольная работа) Контрольная работа 4: Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на базе вторичных тепловых ресурсов в ВТУ разных отраслей промышленности и лесном комплексе (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа 1: Области применения паропоршневых двигателей в теплоэнергетике и теплотехнике.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется на практическом занятии. В контрольную входит 3 задачи. Время проведения 90 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на знание раздела и умение решать задачи по разделу “Области применения паропоршневых двигателей в теплоэнергетике и теплотехнике”.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: области применения паропоршневых двигателей в теплоэнергетике и теплотехнике	<ol style="list-style-type: none">1.Электрическая мощность, потребляемая Российским заводом на рубеже 19го и 20го веков возросла с 200 кВт до 5000 кВт, какие меры предпринял хозяин завода по реконструкции паросиловой установки, приводящей электрогенератор ? Центральных электросетей в месте расположения завода тогда не было.2.Можно ли использовать паровую турбину, если пар имеет давление 3 МПа и температуру 233,84 о С ? Обоснуйте ответ.3.Для паросиловой установки мощностью 100 кВт какие (какой) паровые двигатели целесообразно использовать ? Обоснуйте ответ.
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. Контрольная работа 2: Мероприятия по энергосбережению с использованием паропоршневых двигателей

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется на практическом занятии. В контрольную входит 3 задачи. Время проведения 90 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на знание раздела и умение решать задачи по разделу “Мероприятия по энергосбережению с использованием паропоршневых двигателей”.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: разрабатывать мероприятия по энергосбережению с использованием паропоршневых двигателей</p>	<p>1. В котельной «Текстильщик» установлены паровые котлы ДКВР 10-13 паропроизводительностью по 10т/час. На них установлены дымососы Д-12 с частотой вращения 730 об/мин., приводимые электродвигателями. Потребляемые каждым из них мощность при этой частоте вращения 15,6 кВт, а производительность 28000 м³/час. Расчет показал, что объёмный расход газов от этого котла 12231 м³/час. Сейчас производительность дымососа доводится до этой величины путём создания аэродинамического сопротивления шиберами. Какой мощности нужен паропоршневой двигатель для привода дымососа Д-12 и с какой частотой вращения для обеспечения производительности дымососа Д-12 12231 м³/час необходимой для работы котла при снятых шиберов ?</p> <p>2. В котельной, описанной в задаче 1 используется дутьевой вентилятор ВД-10. Мощность, потребляемая этим вентилятором 9,2 кВт. КПД приводящего его электродвигателя принять 87%. Расчёты показали, что при снятии шиберов и применении паропоршневого двигателя его потребная мощность за счёт снижения частоты вращения, по сравнению с электродвигателем упадёт до 0,67 кВт. Весь выхлопной пар полезно используется в системе горячего водоснабжения, поэтому тепловая мощность отбираемая паропоршневым двигателем от пара составит также 0,67 кВт, а с учётом потерь, 0,74 кВт.</p> <p>а) определить годовые затраты на тепловую энергию, потребляемую одним паропоршневым двигателем, приводящим ВД-10. Принять стоимость тепловой энергии, включая НДС, 2000 руб/Гкал и время работы в течение года 8000 часов.</p> <p>б) определить годовую экономию на электроэнергии на одном дутьевом вентиляторе при замене его электропривода паропоршневым двигателем. Принять стоимость электроэнергии, включая НДС,</p>
---	---

	<p>5руб/кВт*час.</p> <p>в) определить годовую экономию текущих расходов при замене электропривода одного дутьевого вентилятора ВД-10 на привод паропоршневых двигателей.</p> <p>3.Г. Кызыл с населением 117 тыс. чел. выделяет 58 тыс. тонн бытовых отходов в год. Теплоту сгорания этих отходов принять 6285 кДж/кг. Определить тепловую мощность, получаемую при сгорании такого потока отходов и электрическую мощность, которая может быть получена с помощью паросиловой установки, имеющей электрический КПД 15%.</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-3. Контрольная работа 3: Мероприятия по использованию теплоты отходящих газов высокотемпературных установок для выработки электроэнергии.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется на практическом занятии. В контрольную входит 3 задачи. Время проведения 45 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на знание раздела и умение решать задачи по разделу “Мероприятия по использованию теплоты отходящих газов высокотемпературных установок для выработки электроэнергии”

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: мероприятия по использованию теплоты отходящих газов высокотемпературных установок для выработки электроэнергии</p>	<p>1.Определите нижний предел мощности паропоршневого двигателя, который может быть установлен за котлом-утилизатором КУКП-10/40, работающим на одном из предприятий России, используя технологические газы печи кислородно-</p>
---	--

	<p>факельной плавки. Паропроизводительность этого котла 9тонн/час, давление насыщенного пара 4МПа. Для этого подберите из имеющейся у Вас таблицы паровых машин и паропоршневых двигателей(лекция №5) в которой также указаны удельные расходы пара паропоршневых двигателей, при тех же параметрах пара, как у паровых машин, параметры пара наиболее близкие к параметрам пара котла-утилизатора КУКП-10/40. При этом параметры пара паропоршневого двигателя должны быть более низкими, как по давлению, так и по температуре, чем у котла-утилизатора КУКП-10/40. Укажите кратность расширения паропоршневого двигателя, который Вы предполагаете установить за котлом-утилизатором КУКП-10/40.</p> <p>2.Определите мощность паропоршневого двигателя, который может быть установлен за котлом-утилизатором КУКП-10/40, при конечном давлении пара за паропоршневым двигателем 0,04 мПа абсолютных, используя H-S диаграмму воды и водяного пара и приняв, что индикаторный КПД паропоршневого двигателя такой, как у первого цилиндра среднего давления паровой машины Шмидта 71,46%, а механический КПД паропоршневого двигателя 83,5%.</p> <p>3.Возможно или невозможно использовать паровую турбин для работы на паре вырабатываемым котлом-утилизатором КУКП-10/40. Обоснуйте ответ</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-4. Контрольная работа 4: Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на базе вторичных тепловых ресурсов в ВТУ разных отраслей промышленности и лесном комплексе

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется на практическом занятии. В контрольную входит 3 задачи. Время проведения 45 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на знание раздела и умение решать задачи по данному разделу “Перспективы применения паропоршневых двигателей для выработки электрической/механической энергии на базе вторичных тепловых ресурсов в ВТУ разных отраслей промышленности и лесном комплексе”

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: выполнять анализ применения паропоршневых двигателей на объектах теплоэнергетики и теплотехники</p>	<p>1. В одном из лесных регионов России добывается 2 млн м³ древесины в год, что раз в 5 меньше расчётной лесосеки. Известно, что в изделия из древесины уходит только 15% от добытой древесины, остальное отходы.</p> <p>а) Какая суммарная электрическая мощность может быть получена из отходов древесины этого региона, если она вырабатывается многими паросиловыми установками, приводящими электрогенераторы с КПД 15%? Принять, что один метр кубический древесины по своей теплотворной способности соответствует 0,29 тонн условного топлива, а годовая наработка этих установок 8000 часов.</p> <p>б) Какие ПСУ с какими паровыми двигателями надо применить при использовании древесных отходов на месте их появления (возить легкую низкокалорийную древесину нерентабельно)?</p> <p>2. Определите нижний предел мощности паропоршневого двигателя, который может быть установлен за котлом-утилизатором Г-400ПЭ, предназначенного для получения пара за счёт использования тепла отходящих газов из газовой турбины в схеме производства слабой азотной кислоты. Паропроизводительность этого котла 7,5 тонн/час, давление пара 1,6 МПа, температура пара 230 °С. Для этого подберите из имеющейся у Вас таблицы паровых машин и паропоршневых двигателей (лекция №5) в которой также указаны удельные расходы пара паропоршневых двигателей, при тех же параметрах пара, как у паровых машин, параметры пара наиболее близкие к параметрам пара котла-утилизатора Г-400ПЭ. При этом параметры пара паропоршневого двигателя должны быть более низкими, как по давлению, так и по температуре, чем у котла-утилизатора Г-400ПЭ. Укажите кратность</p>
---	--

	<p>расширения паропоршневого двигателя, который Вы предполагаете установить за котлом-утилизатором Г-400ПЭ.</p> <p>3. Определите мощность паропоршневого двигателя, который может быть установлен за котлом-утилизатором Г-400ПЭ, при конечном давлении пара за паропоршневым двигателем 0,04 мПа абсолютных, используя H-S диаграмму воды и водяного пара и приняв, что индикаторный КПД паропоршневого двигателя такой, как у первого цилиндра среднего давления паровой машины Шмидта 71,46%, а механический КПД паропоршневого двигателя 83,5%.</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Выполняет анализ современных проблем теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания

1. Причины перехода промышленности от паровых машин к паровым турбинам на рубеже 19 и 20 веков ?
2. Причины возросшей конкурентноспособности паропоршневых двигателей с паровыми турбинами в области малых мощностей при возможных в настоящее время параметрах пара ?
3. Почему очень малое количество паровых котельных вырабатывает электроэнергию для собственных нужд (привод вспомогательного оборудования, освещение) из собственного пара для экономии затрат на оплату электроэнергии и повышения надежности электроснабжения котельной в условиях падающей надежности электроснабжения от центральных электросетей из-за роста числа и амплитуды опасных природных явлений ?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите теплоту сгорания рабочей массы древесных отходов?

Ответы:

- а) 6300 – 11000 кДж/кг
- б) 15000-20000 кДж/кг
- в) 20000-25000 кДж/кг

Верный ответ: а

2. Какую зольность имеет свежесрубленная древесина?

Ответы:

- а) менее 1%
- б) от 1,5% до 3%
- в) от 5% до 10 %
- г) от 10% до 15%

Верный ответ: а

3. Паровая мини-ТЭЦ имеет расход пара 1 тонну/час при давлении перегретого пара 4МПа и температуре 440 оС, давление выхлопного пара из парового двигателя 0,2 МПа. Какая мини-ТЭЦ с такими параметрами пара будет иметь большую электрическую мощность?

Ответы:

- а) мини-ТЭЦ с паровой турбиной будет иметь большую мощность
- б) мини-ТЭЦ с паропоршневым двигателем будет иметь большую мощность
- в) мощность мини-ТЭЦ с паропоршневым двигателем и с паровой турбиной будет одинакова

Верный ответ: б

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-3 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

Вопросы, задания

1. Почему невозможна работа паровой турбины на насыщенном паре ?
2. Почему не строятся мусоросжигательные заводы в малых городах и какую технику надо создать, чтобы это стало возможным ?
3. Почему пар, вырабатываемый паровыми котлами-утилизаторами, установленными за высокотемпературными установками цветной металлургии не используется для производства электроэнергии и какую технику надо создать, чтобы это стало возможным ?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как меняется теплота сгорания рабочей массы древесных отходов с повышением их влажности?

Ответы:

- а) падает
- б) растет
- в) не зависит от влажности

Верный ответ: а

2. Как влияет использование древесины в качестве топлива на концентрацию парникового углекислого газа в атмосфере земли?

Ответы:

- а) использования древесины в качестве топлива, как и любого органического топлива, приводит к увеличению концентрации углекислого газа в атмосфере земли
- б) не влияет

Верный ответ: б

3. Можно ли использовать для работы паровой турбины пар испарительных систем охлаждения высокотемпературных установок?

Ответы:

- а) можно
- б) нельзя

Верный ответ: б

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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