

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

Направление подготовки/специальность: 15.03.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Тепло- и массообмен**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цой В.Э.
	Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4

(подпись)

В.Э. Цой

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В.
Меркурьев

(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-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Внешняя задача конвективного теплообмена (Контрольная работа)
2. Задачи стационарной теплопроводности (Домашнее задание)
3. Истечение водяного пара через суживающееся сопло (Контрольная работа)
4. Определение изобарной теплоемкости воздуха (Контрольная работа)
5. Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки (Домашнее задание)
6. Расчет теплообменного аппарата (Домашнее задание)
7. Расчет термодинамического цикла (Домашнее задание)
8. Стационарная теплопроводность (Контрольная работа)

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	КМ-8
	Срок КМ:	3	4	7	8	12	12	14	15
Основные законы термодинамики. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов									
Основные законы термодинамики		+	+						
Термодинамические процессы и циклы идеальных газов		+	+						
Реальные газы. Циклы паросиловых установок									
Реальные газы. Водяной пар				+	+				
Циклы паросиловых установок				+	+				
Основные понятия тепломассообмена.									

Теплопроводность								
Основные понятия тепломассообмена. Теплопроводность					+	+		
Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты								
Конвективный теплообмен							+	+
Теплообменные аппараты							+	+
Вес КМ:	15	10	15	10	10	10	20	10

\$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	ПК-1 (Компетенция)	Знать: методы расчета теплообменного оборудования законы и основные физико-математические модели процессов переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам законы сохранения и превращения энергии в энергетических машинах и установках простейшие методы расчета термодинамических процессов в элементах энергетических машин, установок и устройств, а также схем энергетических машин, установок и устройств	Расчет термодинамического цикла (Домашнее задание) Определение изобарной теплоемкости воздуха (Контрольная работа) Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки (Домашнее задание) Истечение водяного пара через суживающееся сопло (Контрольная работа) Задачи стационарной теплопроводности (Домашнее задание) Стационарная теплопроводность (Контрольная работа) Расчет теплообменного аппарата (Домашнее задание) Внешняя задача конвективного теплообмена (Контрольная работа)

		Уметь: выполнять тепловой расчет теплообменного оборудования рассчитывать температурные поля и тепловые потоки в тепловых и теплотехнологических установках проводить расчеты термодинамических процессов, протекающих в природе, технологических процессах, энергетических машинах, установках и устройствах рассчитывать и находить термические и калорические свойства рабочих тел энергетических машин, установок и устройств	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчет термодинамического цикла

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается типовое задание с индивидуальными исходными данными. Задание выполняется вне аудиторных занятий. На выполнение задания выделяется одна неделя. Задание сдается либо в рукописном либо печатном виде.

Краткое содержание задания:

Провести расчет термодинамического цикла. Рабочее тело - воздух. Определить термодинамические параметры рабочего тела в основных точках цикла. Найти удельную работу расширения, удельную располагаемую работу, изменение удельной внутренней энергии, удельной энтальпии, удельной энтропии для каждого процесса и для цикла в целом

Контрольные вопросы/задания:

Знать: законы сохранения и превращения энергии в энергетических машинах и установках	1. что такое работа расширения 2. что такое располагаемая работа 3. дайте определение термического КПД
Уметь: проводить расчеты термодинамических процессов, протекающих в природе, технологических процессах, энергетических машинах, установках и устройствах	1. Провести расчет термодинамического цикла. Рабочее тело - воздух. Определить термодинамические параметры рабочего тела в основных точках цикла. Найти удельную работу расширения, удельную располагаемую работу, изменение удельной внутренней энергии, удельной энтальпии, удельной энтропии для каждого процесса и для цикла в целом

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Есть незначительные ошибки в расчетах, Некорректно построен цикл в p - v и T - s -координатах. Не подписаны, либо неверно подписаны единицы измерения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Есть незначительные ошибки в расчетах, Некорректно построен цикл в p - v и T - s -координатах. Не подписаны, либо неверно подписаны единицы измерения

КМ-2. Определение изобарной теплоемкости воздуха

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время на выполнение 90 мин

Краткое содержание задания:

Обработать экспериментальные данные и определить зависимость теплоемкости воздуха от температуры

Контрольные вопросы/задания:

Знать: законы сохранения и превращения энергии в энергетических машинах и установках	1. Математическая запись первого закона термодинамики 2. Дайте определение понятия “теплоемкость” 3. Какова зависимость теплоемкости от температуры?
Уметь: проводить расчеты термодинамических процессов, протекающих в природе, технологических процессах, энергетических машинах, установках и устройствах	1. Определите изобарную теплоёмкость воздуха с помощью термодинамических таблиц 2. Определите изохорную теплоемкость воздуха как смеси азота и кислорода

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Есть незначительные ошибки в расчетах.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Есть существенные ошибки в расчетах.

КМ-3. Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается типовое задание с индивидуальными исходными данными. Задание выполняется вне аудиторных занятий. На выполнение задания выделяется одна неделя. Задание сдается либо в рукописном либо печатном виде.

Краткое содержание задания:

1. Определите температуру, энтальпию, внутреннюю энергию и энтропию водяного пара при давлении 5 бар и температуре $200+10N$ °C с помощью h-s-диаграммы. N - номер варианта
2. Определите температуру, энтальпию, внутреннюю энергию и энтропию водяного пара при давлении 10 бар и удельной объеме $0,12+0,1N$ м³/кг с помощью таблиц воды и

водяного пара. N - номер варианта

3. Выполнить расчет обратимого цикла Ренкина для двух вариантов, считая в первом случае поступающий в турбину пар сухим насыщенным при давлении p_1 , а во втором случае – перегретым с давлением p_1 и температурой t_1 . Давление отработанного пара p_2 для обоих вариантов одинаковое. Расчетом определить количество теплоты, подведенной в цикле q_1 , работу цикла $l_{ц}$, термический КПД η_t , потери теплоты в конденсаторе турбины q_2 и удельный расход пара на выработку 1 кВт·ч электроэнергии d . Определить также степень сухости отработанного пара x_2 в каждом варианте.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: простейшие методы расчета термодинамических процессов в элементах энергетических машин, установок и устройств, а также схем энергетических машин, установок и устройств	1. От каких параметров зависит внутренняя энергия водяного пара? 2. Что такое массовое паросодержание? 3. Формула для определения теплоты парообразования
Уметь: рассчитывать и находить термические и калорические свойства рабочих тел энергетических машин, установок и устройств	1. Определите температуру, энтальпию, внутреннюю энергию и энтропию водяного пара при давлении p , бар и температуре t , °C с помощью h - s -диаграммы. 2. Определите температуру, энтальпию, внутреннюю энергию и энтропию водяного пара при давлении p , бар и удельной объеме v , м ³ /кг с помощью таблиц воды и водяного пара 3. Выполнить расчет обратимого цикла Ренкина для двух вариантов, считая в первом случае поступающий в турбину пар сухим насыщенным при давлении p_1 , а во втором случае – перегретым с давлением p_1 и температурой t_1 . Давление отработанного пара p_2 для обоих вариантов одинаковое. Расчетом определить количество теплоты, подведенной в цикле q_1 , работу цикла $l_{ц}$, термический КПД η_t , потери теплоты в конденсаторе турбины q_2 и удельный расход пара на выработку 1 кВт·ч электроэнергии d . Определить также степень сухости отработанного пара x_2 в каждом варианте

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Есть незначительные ошибки в расчетах, Некорректно построен процесс в h - s -диаграмме. Не подписаны, либо неверно подписаны единицы измерения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Есть незначительные ошибки в расчетах, Некорректно построен процесс в h - s -диаграмме. Не подписаны, либо неверно подписаны единицы измерения

КМ-4. Истечение водяного пара через суживающееся сопло

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время на выполнение 90 мин

Краткое содержание задания:

Обработать экспериментальные данные и определить зависимость скорости водяного пара на выходе из сопла от перепада давления в сопле

Контрольные вопросы/задания:

Знать: простейшие методы расчета термодинамических процессов в элементах энергетических машин, установок и устройств, а также схем энергетических машин, установок и устройств	1.Что такое сопло Лаваля? 2.Запишите Первый закон термодинамики для потока 3.Чему равно минимальное давление потока на выходе из суживающего сопла?
Уметь: рассчитывать и находить термические и калорические свойства рабочих тел энергетических машин, установок и устройств	1.Рассчитайте теоретическую скорость водяного пара на выходе из суживающегося сопла, если указаны параметры пара на входе в сопло и давление среды. Принять критическое отношение давлений равным 0,528 2.Рассчитайте параметры пара в минимальном сечении сопла Лаваля, если заданы параметры пара на входе в сопло, давление среды, критическое отношение давлений равно 0,528

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Есть незначительные ошибки в расчетах

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Есть существенные ошибки в расчетах

КМ-5. Задачи стационарной теплопроводности

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается типовое задание с индивидуальными исходными данными. Задание выполняется вне аудиторных занятий. На выполнение задания выделяется одна неделя. Задание сдается либо в рукописном либо печатном виде.

Краткое содержание задания:

Расчетное задание состоит из двух задач. Например:

1. Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной 250 мм и слоя строительного войлока. Температура на внешней поверхности кирпичного слоя 110°C и на поверхности войлочного слоя 25°C . Коэффициенты теплопроводности материалов, соответственно, $0,7 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ и $0,0465 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$. Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев и толщину войлочного слоя при условии, что тепловые потери через 1 м^2 стенки камеры не превышают $110 \text{ Вт}/\text{м}^2$
2. По стальному (коэффициент теплопроводности $40 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$) неизолированному трубопроводу диаметром 76/63 мм течет хладагент, температура которого -20°C . Температура воздуха в помещении, где проходит трубопровод, 20°C . Коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха $10 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$, со стороны хладагента $1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$. На сколько снизится потеря холода, если трубопровод покрыть слоем изоляции (коэффициент теплопроводности $0,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$) толщиной 50 мм? Прочие условия считать неизменными

Контрольные вопросы/задания:

Знать: законы и основные физико-математические модели процессов переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	1. Что такое теплопроводность? 2. Что такое изотермическая поверхность? 3. Какой процесс описывает закон Фурье?
Уметь: рассчитывать температурные поля и тепловые потоки в тепловых и теплотехнологических установках	1. Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной 250 мм и слоя строительного войлока. Температура на внешней поверхности кирпичного слоя 110°C и на поверхности войлочного слоя 25°C. Коэффициенты теплопроводности материалов, соответственно, $0,7 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ и $0,0465 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$. Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев и толщину войлочного слоя при условии, что тепловые потери через 1 м^2 стенки камеры не превышают $110 \text{ Вт}/\text{м}^2$ 2. По стальному (коэффициент теплопроводности $40 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$) неизолированному трубопроводу диаметром 76/63 мм течет хладагент, температура которого -20°C. Температура воздуха в помещении, где проходит трубопровод, 20°C. Коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха $10 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$, со стороны хладагента $1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$. На сколько снизится потеря холода, если трубопровод покрыть слоем изоляции (коэффициент теплопроводности $0,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$) толщиной 50 мм? Прочие условия считать неизменными

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Есть незначительные ошибки в расчетах, Некорректно построено распределение температуры по толщине плоской цилиндрической стенки. Не подписаны, либо неверно подписаны единицы измерения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Есть существенные ошибки в расчетах.

КМ-6. Стационарная теплопроводность

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время на выполнение 90 мин

Краткое содержание задания:

Коэффициент теплопроводности и факторы, влияющие на его величину

Контрольные вопросы/задания:

Знать: законы и основные физико-математические модели процессов переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	1. Закон теплопроводности Фурье
Уметь: рассчитывать температурные поля и тепловые потоки в тепловых и теплотехнологических установках	1. Качественно постройте температурную зависимости коэффициента теплопроводности от температуры 2. Качественно постройте распределение температуры по толщине однослойной цилиндрической стенки 3. Качественно постройте распределение температуры по толщине многослойной плоской стенки

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Есть незначительные ошибки в расчетах. Некорректно построено распределение температуры по толщине плоской цилиндрической стенки. Не подписаны, либо неверно подписаны единицы измерения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Есть существенные ошибки в расчетах

КМ-7. Расчет теплообменного аппарата

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается типовое задание с индивидуальными исходными данными. Задание выполняется вне аудиторных занятий. На выполнение задания выделяется одна неделя. Задание сдается либо в рукописном либо печатном виде.

Краткое содержание задания:

Провести тепловой расчет змеевикового экономайзера, предназначенного для подогрева воды в количестве G_v , кг/с от температуры на входе t_{v1} , °C до температуры на выходе t_{v2} = °C. Массовый расход дымовых газов G_g , кг/с. Температура газов перед экономайзером t_{g1} , °C. Вода движется внутри труб со скоростью w_v , м/с. Газы движутся поперечным потоком снаружи труб. Скорость в узком сечении трубного пучка при средней температуре газа w_g , м/с. Поверхность нагрева экономайзера состоит из стальных труб диаметром d_2/d_1 , мм, расположенных в шахматном порядке с относительным поперечным шагом S_1/d_2 , и относительным продольным шагом S_2/d_2

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы расчета теплообменного оборудования	1.Каким способом передается теплота от греющего теплоносителя к стенке 2.Каким образом определяется температурный напор при противотоке 3.Запишите уравнение теплового баланса для теплообменника
Уметь: выполнять тепловой расчет теплообменного оборудования	1.Провести тепловой расчет змеевикового экономайзера, предназначенного для подогрева воды в количестве G_v , кг/с от температуры на входе t_{v1} , °C до температуры на выходе t_{v2} = °C. Массовый расход дымовых газов G_g , кг/с. Температура газов перед экономайзером t_{g1} , °C. Вода движется внутри труб со скоростью w_v , м/с. Газы движутся поперечным потоком снаружи труб. Скорость в узком сечении трубного пучка при средней температуре газа w_g , м/с. Поверхность нагрева экономайзера состоит из стальных труб диаметром d_2/d_1 , мм, расположенных в шахматном порядке с относительным поперечным шагом S_1/d_2 , и относительным продольным шагом S_2/d_2

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Есть незначительные ошибки в расчетах. Некорректно определены свойства теплоносителей, необходимые для расчета. Не подписаны, либо неверно подписаны единицы измерения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Есть существенные ошибки в расчетах. Некорректно выбраны критериальные управления для расчета коэффициентов теплоотдачи.

КМ-8. Внешняя задача конвективного теплообмена

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время на выполнение 90 мин

Краткое содержание задания:

Обработать экспериментальные данные и определить коэффициент теплоотдачи при вынужденном обтекании поверхности (пластина или труба) или при вынужденном движении жидкости внутри трубы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы расчета теплообменного оборудования	1.Что такое свободная и вынужденная конвекция? 2.Что характеризует собой коэффициент теплоотдачи? 3.Критическое число Рейнольдса? Что влияет на его величину?
Уметь: выполнять тепловой расчет теплообменного оборудования	1.Укажите критериальную зависимость для расчёта коэффициента теплоотдачи при вынужденном обтекании поверхности 2.Качественно покажите характер изменения коэффициента теплоотдачи по длине пластины при различных режимах течения 3.Качественно покажите характер изменения коэффициента теплоотдачи при поперечном обтекании цилиндрической стенки при различных режимах течения

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

*Описание характеристики выполнения знания: Есть незначительные ошибки в расчетах.
Некорректно построено распределение температуры*

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Есть существенные ошибки в расчетах

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

ФГБОУ «Национальный исследовательский университет «МЭИ» Кафедра РМДиПМ Направление 15.03.03 – Прикладная механика Дисциплина «Тепло-и массообмен» ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ	Утверждаю Зав. каф. РМДиПМ « » октября 20 г.
1. Формулировки и аналитические выражения Второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов.	
2. Теплоотдача при свободном движении жидкости около тел (пластина, труба), находящихся в неограниченном объеме жидкости.	
Цилиндрический корпус теплообменного аппарата имеет внешний диаметр 300 мм. Температуры на внутренней и внешней поверхностях изоляции аппарата соответственно равны 280 °С и 30 °С. Тепловые потери с одного погонного метра не должны превышать 200 Вт/м. Коэффициент теплопроводности изоляции определяется уравнением $\lambda = 0,05 + 0,000125 \cdot t$ Вт/м К. Какой толщины должна быть изоляция при заданных условиях?	

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме

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

1. Компетенция/Индикатор: ПК-1(Компетенция)

Вопросы, задания

1. Формулировки и аналитические выражения Первого закона термодинамики для неподвижных систем. Уравнения теплового (энергетического) баланса.
2. Формулировки и аналитические выражения Второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов
3. Расчет процессов водяного пара. Таблицы воды и водяного пара. h-s-диаграмма водяного пара
4. Удельная работа, термический, внутренний КПД термодинамических циклов
5. Фазовые переходы, фазовое равновесие. Фазовые p-T, p-v и T-s- диаграммы
6. Цикл Ренкина, удельная работа цикла, термический КПД, анализ цикла
7. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку
8. Безразмерный вид математического описания конвективного теплообмена. Безразмерные комплексы: число Рейнольдса, число Грасгофа, число Релея, число Нуссельта
9. Теплоотдача при свободном движении жидкости около тел (пластина, труба), находящихся в неограниченном объеме жидкости
10. Теплообмен при движении теплоносителей в трубах и каналах. Местный и средний коэффициенты теплоотдачи

11. Среднелогарифмический температурный напор. Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите правильную форму записи Первого закона термодинамики

Ответы:

1. $du = dq + dl$
2. $dq = du + dl$
3. $dl = dq + du$
4. $dq < Tds$
5. $dq = Tds$
6. $dq > Tds$

Верный ответ: 2. $dq = du + dl$

2. Какую из указанных величин необходимо подставить вместо X в уравнении $dq = XdT - vdp$, если уравнение записано для идеального газа?

Ответы:

- | |
|----------------|
| 1. R |
| 2. k |
| 3. c_v |
| 4. c_p |
| 5. c_p / c_v |

Верный ответ: 3. c_v

3. При расширении 10 кг газа совершается работа, равная 30 кДж. При этом к газу извне подводится 10 кДж теплоты. Определите, как изменится удельная внутренняя энергия в этом процессе?

Ответы:

1. 20 кДж;
2. -20 кДж;
3. 2 кДж/кг;
4. -2 кДж;
5. -2 кДж/кг;
6. не изменится

Верный ответ: 6. не изменится

4. Какое соотношение является выражением Второго закона термодинамики для необратимых процессов?

Ответы:

1. $du = dq + dl$
2. $dq = du + dl$
3. $dl = dq + du$
4. $dq < Tds$
5. $dq = Tds$
6. $dq > Tds$

Верный ответ: 4. $dq < Tds$

5. Как называется точка на линии насыщения, в которой исчезает различие между жидкой и газовой фазами?

Ответы:

1. тройная точка;
2. точка сублимации;
3. точка инверсии;
4. критическая точка;

5. точка росы

Верный ответ: 4. критическая точка

6. Из каких процессов состоит цикл паротурбинной установки (цикл Ренкина)?

Ответы:

1. изотерма, адиабата, изотерма, изохора
2. адиабата, изобара, адиабата, изобара
3. изохора, адиабата, изобара, адиабата
4. адиабата, изотерма, политропа, изохора
5. изотерма, адиабата, изотерма, адиабата

Верный ответ: 2. адиабата, изобара, адиабата, изобара

7. В каком соотношении находятся термические КПД цикла Ренкина (η_r) и цикла Карно (η_k)?

Ответы:

1. $\eta_r > \eta_k$
2. $\eta_r \geq \eta_k$
3. $\eta_r = \eta_k$
4. $\eta_r \leq \eta_k$
5. $\eta_r < \eta_k$

Верный ответ: 5. $\eta_r < \eta_k$

8. По какому из приведенных уравнений можно рассчитать тепловой поток через цилиндрическую стенку?

Ответы:

1. $Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1^1 - t_2^2)$
2. $Q = \frac{2\pi\lambda L(t_1^1 - t_2^2)}{\ln \frac{d_2^2}{d_1^2}}$
3. $Q = \frac{\delta}{\lambda} (t_1^1 - t_2^2)$

Верный ответ: 2

9. Укажите правильное выражение для линейного коэффициента теплопередачи через цилиндрическую стенку

Ответы:

1. $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$
2. $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1^1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2^2}{d_1^2} + \frac{1}{\alpha_2 d_2^2}}$
3. $k = \frac{2\pi\lambda(t_1^1 - t_2^2)}{\ln \frac{d_2^2}{d_1^2}}$

Верный ответ: 2

10. Стена здания выполнена из слоя красного кирпича толщиной 270 мм с коэффициентом теплопроводности 0,77 Вт/(м×К) и асбоцементных плит толщиной 100 мм с коэффициентом теплопроводности 0,092 Вт/(м×К). Температура на внутренней стороне стены 15 °С, на наружной поверхности -10 °С. Найти плотность теплового потока через поверхность стены.

Ответы:

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 3,478 Дж/м2;2. -17,39 Вт;3. 35,94 Вт/м2;4. -17,39 Вт/м2; |
|--|

5. -8,157 Дж/м2.

Верный ответ: 4

11. Число Рейнольдса определяется выражением

Ответы:

1. $\frac{wl}{v}$
2. $\frac{a\tau}{l}$
3. $\frac{g\beta\Delta tl}{v}$
4. $\frac{\mu c_p^p}{\lambda}$

Верный ответ: 1

12. Горизонтальный трубопровод диаметром 50 мм и длиной 5 м проложен в помещении. Коэффициент теплопроводности воздуха 0,025 Вт/(м·К). Определить коэффициент теплоотдачи, если число Нуссельта равно 30.

Ответы:

1. 15 Вт/(м·К);
2. 15 Вт/(м2·К);
3. 60 Вт/(м2·К);
4. $2,5 \cdot 10^{-4}$ Вт/(м·К);
5. 6000 Вт/(м·К)

Верный ответ: 2

13. При каком расположении труб в пучке коэффициент теплоотдачи выше при его поперечном омывании (условия процесса считать одинаковыми)?

Ответы:

1. от расположения труб не зависит
2. в зависимости от характера течения
3. при коридорном
4. при шахматном
5. зависит от природы жидкости

Верный ответ: 4

14. Определите средний температурный напор при противоточном движении теплоносителей в теплообменнике. Температура греющего теплоносителя меняется от 450 °С до 380 °С, температура нагреваемого теплоносителя меняется от 20 °С до 260 °С

Ответы:

1. 266 °С
2. 242 °С
3. 275 °С
4. 107 °С

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студенту, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной

дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках основной программы дисциплины экзамена, правильно выполнившему практическое задание

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практическое задание, но допустившему при этом принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию экзаменатора выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины

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.