Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы термодинамики и тепломассообмена

05.03.06 «Экология и природопользование»
(направленность (профиль): «Геоэкология и эффективное управление природными ресурсами»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 19-05-2026 14:09:44 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование знаний о процессах, происходящих в теплотехническом и теплоэнергетическом. оборудовании, методах его расчетов, эксплуатации и совершенствования; формирование у обучающихся знаний и навыков для понимания законов и основных физико-математических моделей переноса теплоты и массы применительно к теплоустановкам.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение фундаментальных законов термодинамики и взаимного превращения теплоты и работы;
овладение методами расчета параметров и процессов различных рабочих тел;
овладение методами термодинамического анализа процессов и циклов теплоэнергетического оборудования с целью повышения тепловой эффективности и экономичности;
умение произвести необходимые термодинамические расчеты при проектно-конструкторских, производственно-технологических видах профессиональной деятельности;
научить обучающихся проводить расчёты основных способов переноса тепловых потоков, а также температурных полей в потоках жидкостей и газов, в элементах конструкций теплоустановок с целью интенсификации процессов тепломассообмена.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 05.03.06 «Экология и природопользование».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;
– Физика;
– Химия.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Основы экологического проектирования;
– Регулирование и технологии обезвреживания опасных отходов;
– Очистка сточных вод и утилизация осадков;
– Очистка и обезвреживание газообразных выбросов;
– Методы снижения выбросов в окружающую среду;
– Технологии переработки твёрдых отходов;

– Теория эксперимента в вопросах экологии и природопользования.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Фундаментальные основы профессиональной деятельности	ОПК-2: Способен использовать теоретические основы экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде в профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Применяет методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений	– знать: методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений. – уметь: применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***4 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*108*
	зачетных единиц	***3***	*3*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*

в форме практической подготовки	***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***16***	*16*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***16***	*16*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***42***	*42*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***18***	*18*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные понятия и законы технической термодинамики (Понятие термодинамической системы и рабочего тела. Идеальные и реальные газы. Параметры и уравнения состояния. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона. Теплоемкость идеальных газов и их смесей. Понятие термодинамического процесса. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Энтальпия. Первый и второй законы термо-динамики. Энтропия);

Раздел 2 Термодинамические процессы газов и паров (Термодинамические процессы идеального газа (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы).Термодинамические процессы водяного пара (различные состояния водяного пара и использование его в технике. i–s - диаграмма и таблицы водяного пара). Термодинамические процессы влажного воздуха (основные параметры влажного воздуха, i-d - диаграмма влажного воздуха и её использование для изучения процессов изменения состояния воздуха).);

Раздел 3 Термодинамические циклы (Понятие кругового процесса (цикла) (обратимые и необратимые циклы, прямые и обратные циклы, цикл Карно). Циклы компрессоров (назначение и классификация компрессоров; работа, затрачиваемая на привод компрессора; изотермическое и политропное сжатие; индикаторная диаграмма; изображение в pv- и Ts-диаграммах процесса в компрессоре)). Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС) (классификация поршневых ДВС; определение термического КПД и влияние параметров цикла ДВС на увеличение КПД). Циклы газотурбинных установок (определение термического КПД; методы повышения КПД газотурбинных установок).

Циклы паросиловых установок (определение термического КПД цикла Ренкина; способы повышения экономичности паросиловых установок; цикл с вторичным перегревом пара, регенеративный цикл).);

Раздел 4 Теплопроводность (Основные положение теории теплопроводности. Температурное поле. Градиент температур. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность через однослойную плоскую стенку. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку. Теплопроводность через однослойную цилиндрическую стенку. Теплопроводность через многослойную цилиндрическую стенку. Теплопроводность при нестационарном режиме.);

Раздел 5 Конвективный теплообмен (Основы теории конвективного теплообмена. Дифференциальные уравнения теплоотдачи. Краевые условия. Основы теории подобия. Подобие процессов конвективного теплообмена. Условия подобия конвективного теплообмена при вынужденном движении теплоносителя. Условия подобия процессов теплообмена при естественной конвекции. Условия подобия процессов конвективного теплообмена при совместном свободно-вынужденном движении теплоносителя. Конвективный теплообмен в вынужденном и свободном потоке жидкости. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости вдоль плоской поверхности (пластины). Теплоотдача при вынужденном ламинарном течении жидкости в трубах. Теплоотдача при турбулентном движении жидкости в трубах. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб. Теплоотдача при свободном движении жидкости.);

Раздел 6 Тепловое излучение (Основные понятия. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между телами, разделёнными прозрачной средой. Экраны для защиты от излучения. Особенности излучения газов. Сложный теплообмен);

Раздел 7 Тепловой расчёт теплообменных аппаратов (Общие положения. Теплопередача. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенки. Теплопередача теплоты через цилиндрическую однослойную и многослойную стенки. Расчёт рекуперативных теплообменных аппаратов.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные понятия и законы технической термодинамики	2	
Раздел 2.	Термодинамические процессы газов и паров	2	
Раздел 3.	Термодинамические циклы	4	

Раздел 4.	Теплопроводность	2	
Раздел 5.	Конвективный теплообмен	2	
Раздел 6.	Тепловое излучение	2	
Раздел 7.	Тепловой расчёт теплообменных аппаратов	2	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Параметры и уравнения состояния термодинамической системы. Смеси газов. Теплоемкость газов и их смесей. Первый закон термодинамики. Теплота и работа	2	
Раздел 2.	Термодинамические процессы идеального газа. PV- и TS-диаграммы. Термодинамические процессы водяного пара и влажного воздуха. i-s-диаграмма и таблицы водяного пара. i-d-диаграмма влажного воздуха.	2	
Раздел 3.	Циклы различных тепловых машин.	2	
Раздел 4.	Закон Фурье для плоской многослойной стенки. Расчеты линейной плотности теплового потока для цилиндрической многослойной стенки. Расчет нагрева металла	4	
Раздел 5.	Расчет конвективного коэффициента теплоотдачи с ис-пользованием критериальных уравнений	2	
Раздел 6.	Расчет результирующего теплового потока излучением для систем излучения с лучепрозрачной и поглощающей средой	2	
Раздел 7.	Теплопередача в теплообменных аппаратах.	2	

	Коэффициент теплопередачи. Среднелогарфмическая разность температур между подвижными теплоносителями. Расчет плотности теплово-го потока при теплопередаче		
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Определение изобарной теплоемкости воздуха	2	
Раздел 2.	Исследование изохорного процесса. Исследование по-литропного процесса. Исследование процессов влажного воздуха	6	
Раздел 4.	Исследование стационарной теплопроводности через плоскую двухслойную стенку. Нагрев стальной заготовки при постоянной температуре печи.	4	
Раздел 7.	Исследование рекуперативного теплообменника.	4	
Итого:		**16**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала;	8	

	2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.		
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	4	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	4	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	4	
Раздел 7.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	6	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**60**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 5.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 6.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 7.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-2	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – индивидуальный или фронтальный устный опрос. В ходе проведения входного контроля обучающимся предлагается ответить на вопросы по материалу, изученному в процессе освоения ООП ВО.

Шкала оценивания устных ответов обучающихся

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «зачтено» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «не зачтено» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «не зачтено»

отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые требуют проведения дополнительных индивидуальных консультаций.

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 10 вопросов из базы типовых тестовых

заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
10	не менее 9	отлично
8	не менее 7	хорошо
6	не менее 5	удовлетворительно
4	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки

степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Теплотехника : учебник для вузов / В. Л. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер [и др.] ; под ред. В. Н. Луканина. – 2-е изд., перераб. – Москва : Высшая школа, 2000. – 671 с.;

2 Кудинов, В. А. Техническая термодинамика : учебное пособие для вузов / В. А. Кудинов. – Москва : Высшая школа, 2000. – 261 с.;

3 Самохвалов, Г. В. Тепломассообмен (физико-математические основы) : учебное пособие для вузов / Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : СибГИУ, 2004. – 119 с.;

4 Теплотехника : учебник для вузов / В. А. Гуляев, Б. А. Вороненко, Л. М. Корнюшко [и др.]. – Санкт-Петербург : РАПП, 2009. – 345 с.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

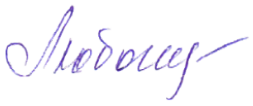
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 05.03.06 «Экология и природопользование».

Составитель(и):

старший преподаватель Медведская Елена Васильевна (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласован:
Заместитель директора по охране труда промышленной безопасности и экологии – Начальник управления по экологическим проектам ООО «Распадская угольная компания»  Н.Ю. Любогощева

Приложение

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1. Что является предметом изучения термодинамики?
2.Что такое теплота?
3.Единицы измерения теплоты?
4.Что такое работа?
5. Единицы измерения работы?
6.Как перевести ккал в кДж?
7 Как перевести ккал/ч в Вт?
8.Как связаны теплота и мощность?
9. Что характеризует теплоемкость вещества?
10.Как связаны кДж и кВт?

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и законы технической термодинамики

1 Устный опрос на лекции

Перечень заданий и вопросов для устного опроса:

a. Дайте определение понятий рабочего тела и термодинамической системы. Привести примеры.
b. В чем отличие идеальных и реальных газов?
c. Способы задания состава газовых смесей.
d. Закон Дальтона.
e. Назовите основные параметры состояния рабочего тела.
f. Теплоемкость газов и их смесей.
g. Уравнение Клапейрона и его разновидности.
h. Дайте определение понятий газовой постоянной и универсальной газовой постоянной.
i. Дайте определение понятий внутренней энергии, энтальпии, энтропии

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1.Тепловое движение – это:

a. беспорядочное (хаотическое) движение микрочастиц (атомов, молекул и др.),

b. передача энергии в результате макроскопического упорядоченного движения микрочастиц,

c. количество передаваемой энергии в результате хаотического, ненаправленного движения микрочастиц

2.Размерность массовой теплоемкости в системе СИ _____

3.К параметрам состояния относятся:

a. удельный объем, абсолютное давление, абсолютная температура, изменение внутренней энергии, энтальпия, энтропия

b. удельный объем, абсолютное давление, абсолютная температура, изменение внутренней энергии, удельная теплоемкость

c. удельный объем, абсолютное давление, абсолютная температура, изменение внутренней энергии, теплота, энтропия

4.Теплоемкость определяется отношением:

j. c = dq/dT

k. c = dq/T

l. c = dq/dτ

5.Обозначение единицы измерения температуры в (СИ) является_____

6.Идеальный газ :

1. газ, в котором отсутствует взаимодействие молекул, а сами молекулы
2. представляют материальные точки
3. газ, в котором кинетическая энергия всех молекул одинакова
4. газ, состоящий из однородных молекул, не взаимодействующих друг с другом
5. однородный газ, в котором молекулы представляют собой геометрические точки

7.1 бар =____ Па

8.Абсолютное давление для газа, находящегося под избыточным давлением :

d. $P_{абс} = P_{бар} + P_{изб}$

e. $P_{абс} = P_{бар} - P_{разр}$

f. $P_{абс} = P_{бар}$

9.Численное значение универсальной газовой постоянной R^{μ}: _____ Дж/(кмоль К)

10.Первый закон термодинамики :

d. $dq = du + d$

e. $dq = Tds$

f. $pv = RT$

g. $d\square = pdv$

11.Как меняется энтропия при подводе тепла к рабочему телу :

m. уменьшается

n. остается постоянной

o. увеличивается

12.Установите соответствие между названиями термодинамического закона и его определениями:

А)Закон Шарля	1)Давление газа прямо пропорционально абсолютной температуре при постоянном объёме.
Б)Закон Гей-Люссака	2)Объём газа прямо пропорционален абсолютной температуре при постоянном давлении.
В)Закон Бойля-Мариотта	3)Произведение давления и объёма газа постоянно при неизменной температуре.
Г)Адиабатный процесс	4)Процесс без теплообмена с окружающей средой.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

13.Выберите правильное выражение :

6.1 Па = 7,5024* 10-3 мм рт.ст.

7.1Па = 0,01 мм рт.ст.

8.1 Па= 9,81 мм рт. ст.

9.1 Па = 100 мм рт.ст.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях

4 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях.

Раздел 2. Термодинамические процессы газов и паров

1 Устный опрос на практическом занятии

Перечень заданий для письменного опроса:

1. Перечислите все термодинамические процессы и нарисуйте их схематично в PV- и TS -координатах.

2. Изобразите изотермический и изобарический процессы в PV- и TS-координатах.
3. Изобразите изохорический и адиабатный процессы в PV- и TS-координатах
4. Изобразите изотермический и изохорический процессы в PV- и TS-координатах
5. Изобразите изотермический и адиабатный процессы в PV- и TS-координатах
6. Изобразите адиабатный и изобарический процессы в PV- и TS-координатах
7. Изобразите изохорический и изобарический процессы в PV- и TS-координатах

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1.Изобарный (изобарический) процесс:

10. процесс, происходящий в системе при постоянном объеме
11. процесс, происходящий в системе при постоянном давлении
12. процесс, происходящий в системе при постоянной температуре

2.В изотермическом процессе:

g. параметры состояния (P, T, υ) не меняются
h. изменяются 2 параметра состояния из 3 основных (P, T, υ)
i. изменяются все 3 основных параметра состояния (P, T, υ)

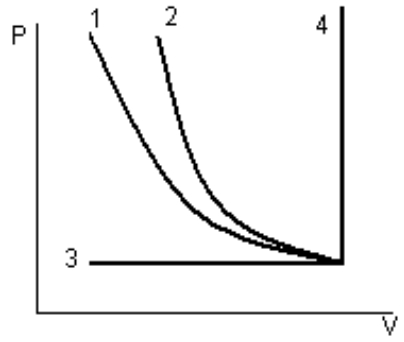
3.Термический КПД цикла :

h. отношение полезно использованной в цикле теплоты (или полученной работы) ко всему количеству затраченной теплоты
i. отношение количества затраченной в цикле теплоты к полезно использованной в цикле теплоты (или полученной работы)
j. полезно использованная в цикле теплота (или полученная работа)

4.Тепловой диаграммой называют координаты :

p. P - υ
q. T - S
r. i - S

5.Определите, какая из кривых является изотермой :



13. №1
14. №2
15. №3
16. №4

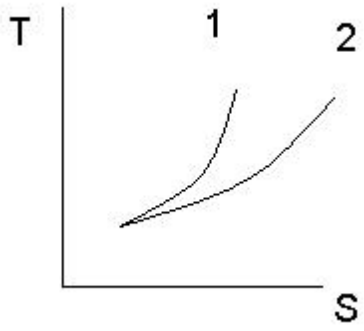
6. Связь между параметрами в политропном процессе :

j. p1v1n = p2v2n
k. v1/T1= v2/T2
l. p1/T1 = p2/T2
m. p1 v1 = p2 v2

7.Чему равен показатель политропы в изобарическом процессе:

k. n = 1
l. n = 0
m. n = к

8.Назовите процессы, построенные на графике :



s. 1- изохорный, 2-изобарный
t. 2-изохорный, 1-изобарный
u. 1- адиабатный, 2- изобарный
v. 1- адиабатный, 2- изохорный
w.ни один из ответов не верен

9.Чему равна степень сухости на нижней пограничной кривой :

17. x = 1
18. x = 0
19. 0 < x < 1

10.Нижняя пограничная кривая разделяет :

n. кипящую жидкость и сухой насыщенный пар
o. кипящую жидкость и влажный насыщенный пар
p. влажный насыщенный и перегретый пар

11.Теплота парообразования :

n. количество теплоты, необходимое для превращения 1кг жидкости, нагретой до температуры кипения в сухой насыщенный пар при постоянном давлении (и постоянной температуре)
o. количество теплоты, необходимое для подогрева для 1кг воды от температуры Т0 = 276 К до температуры насыщения Тн
p. количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг сухого насыщенного пара при постоянном давлении в перегретый пар с температурой Тпе

12.Установите соответствие между названиями процесса и их определениями:

А)Адиабата	x. Процесс изменения состояния системы без обмена теплом с окружающей средой.
Б)Изотерма	y. Процесс, происходящий при постоянной температуре (без изменения температуры).
В)Изохора	z. Процесс, протекающий при постоянном объеме рабочего тела.
Г)Изобара	aa. Процесс, проходящий при постоянном давлении среды.
Д)Политропа	bb. Процесс, при котором произведение давления и объема в степени n постоянно.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г	Д

13.Рабочей диаграммой называют координаты :

20. P - υ
21. T - S
22. i - S

14.В каком процессе все подведенное тепло преобразуется в механическую работу

q. в адиабатном

r. в изохорном

s. в изобарном

t. в изотермическом

15.Связь между параметрами в изохорическом процессе :

q. p1v1k = p2v2k

r. v1/T1= v2/T2

s. p1/T1 = p2/T2

t. p1 v1 = p2 v2

16.Чему равен показатель политропы в изотермическом процессе:

a. n = 1

cc. n = 0

dd. n = к

ee. n = ±∞

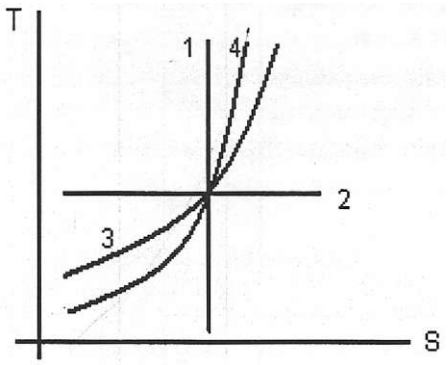
17.Как меняется энтропия в адиабатическом процессе :

23. уменьшается

24. остается постоянной

25. увеличивается

18.Определите, какая из кривых является изобарой :



u. №1

v. №2

w.№3

x. №4

19.Для какого термодинамического процесса справедлива формула работы $l = RT \ln \frac{p_1}{p_2}$ *:*

u. изотермического

v. изохорного

w.адиабатного

x. изобарного

20.Для какого термодинамического процесса справедлива формула работы $l = 0$ *:*

ff. изотермического

gg. изохорного

hh. адиабатного

ii. изобарного

21.Что такое степень сухости :

26. масса сухого пара в 1 кг влажного

27. масса влаги в 1 кг влажного пара

28. масса влаги в 1 кг сухого пара

22.Верхняя пограничная кривая разделяет :

y. кипящую жидкость и сухой насыщенный пар

z. кипящую жидкость и влажный насыщенный пар

aa. влажный насыщенный и перегретый пар

23.Теплота жидкости :

y. количество теплоты, необходимое для превращения 1кг жидкости, нагретой до температуры кипения в сухой насыщенный пар при постоянном давлении (и постоянной температуре)

z. количество теплоты, необходимое для подогрева для 1кг воды от

aa. температуры T0 = 276 K до температуры насыщения Tн

bb. количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг сухого насыщенного пара при постоянном давлении в перегретый пар с температурой Tпе

24.Состояние сухого насыщенного пара однозначно задается заданием :

jj. давления и температуры

kk. давления (или температуры)

ll. давления и степени сухости

25.Абсолютная влажность воздуха :

29. масса водяного пара в 1 м3 сухого воздуха

30. масса водяного пара в 1 м3 влажного воздуха

31. масса водяного пара во влажном воздухе

26.Теплоемкость адиабатного процесса :

bb. всегда больше нуля

cc. равна нулю

dd. равна Cv(n-k)/(n-l)

ee. равна ±∞

27.Установите соответствие между показателем степени термодинамического процесса n и его названием pvn=const:

А)n=0	cc. Изобарный процесс
Б)n=1	dd. Изотермический процесс
В)n	ee. Политропный процесс
Г)n=∞	ff. Изохорный процесс
Д)n=k	gg. Адиабатный процесс

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г	Д

28._____ — это термодинамическая функция состояния системы, равная сумме внутренней энергии системы и произведения давления на объём

29._____ — мера беспорядка или хаотичности системы. Можно представить её как меру случайности молекулярного движения частиц в веществе.

30._____ — линия постоянного давления на термодинамическом графике. То есть это график какого-либо термодинамического процесса, протекающего при неизменном давлении.

31._____ — линия постоянной температуры на термодинамическом графике. Это изображение процесса, происходящего при неизменной температуре системы

32.Установите соответствие между физической величиной и ее единицей измерения:

А)Энергия	1)Дж
Б)Мощность	2)Вт
В)Работа	3)
Г)Теплота	4)

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

33.Установите соответствие между термином и определением :

А)Внутренняя энергия	m. A. Свойство системы количественно отражающее степень хаоса молекулярного движения.
Б)Энтальпия	n. B. Количество теплоты, необходимое для нагревания единицы массы вещества на единицу температуры.
В)Энтропия	o. C. Энергия молекул и атомов внутри вещества, включая кинетическую энергию частиц и потенциальную энергию взаимодействия между ними.
Г)Теплоемкость	p. D. Суммарное количество теплоты, выделяемое или поглощаемое веществом при изменении агрегатного состояния (например, плавления или кипения).
Д)Удельная теплота фазового перехода	q. E. Сумма внутренней энергии и произведения давления на объем.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г	Д

34.Установите соответствие между термином и определением :

А)Квазистатический процесс	2. Максимальная эффективность теплового двигателя, работающего между источником высокой и низкой температур.
Б)Обратимый процесс	3. Принцип сохранения энергии, утверждающий равенство суммы прироста внутренней энергии и произведённой работы количеству подведенной теплоты.

В)Необратимый процесс	4. Процесс, бесконечно медленно приближающийся к равновесию во всех промежуточных состояниях.
Г)КПД цикла Карно	5. Любой реальный процесс, сопровождающийся потерями энергии вследствие диссипации, трении, теплопроводности и др., приводящими систему к состоянию неравновесия.
Д)Первый закон термодинамики	6. Теоретически возможный процесс, который протекает без потерь и возможно вернуть систему точно в исходное состояние.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г	Д

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях

4 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях.

Раздел 3. Термодинамические циклы

1 Устный опрос на практическом занятии

Проводится для определения степени усвоения лекционного и самостоятельно изученного материала.

Перечень вопросов и заданий для устного опроса:

1. Круговые процессы (циклы) – прямые и обратные
2. Цикл Карно
3. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС)
4. Циклы газотурбинных установок (ГТУ)
5. Циклы паротурбинных установок (ПТУ)
6. Цикл поршневого компрессора
7. Представить цикл Тринклера в PV-координатах
8. Представить цикл Отто в TS-координатах
9. Представить цикл Дизеля в PV-координатах

10. Представить цикл Дизеля в TS-координатах
11. Представить цикл Карно в PV-координатах
12. Перевести заданный цикл из рабочей диаграммы в тепловую

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1.Расставьте в правильном порядке процессы, происходящие при работе поршневого компрессора :

rr. нагнетание в ресивер, всасывание в цилиндр газа, переключение клапанов, сжатие;

ss. всасывание в цилиндр газа, нагнетание в ресивер, переключение клапанов, сжатие;

tt. всасывание в цилиндр газа, сжатие, нагнетание в ресивер, переключение клапанов;

uu. сжатие, переключение клапанов, всасывание в цилиндр газа, нагнетание в ресивер.

2.Что такое степень сжатия в ДВС :

37. отношение объемов в цилиндре двигателя при положениях поршня в начале и конце процесса сжатия

38. отношение наибольшего давления в цилиндре двигателя, образовавшегося в результате подвода теплоты, к давлению в конце процесса сжатия

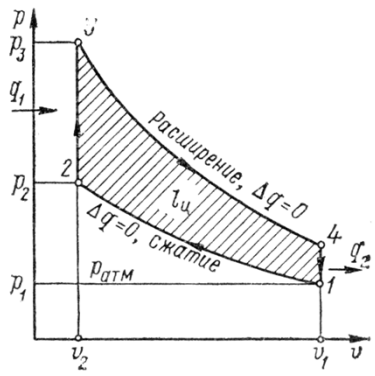
39. отношение объемов в конце и начале подвода теплоты к рабочему телу при постоянном давлении

3.Как происходит воспламенение топлива в цикле Дизеля :

ff. от искры свечи зажигания

gg. от самовоспламенени

4.Какая линия из составляющих цикл Отто изображает рабочий ход :



hh. 1-2

ii. 4-1

jj. 2-3

kk. 3-4

5.Укажите последовательность процессов в цикле паросиловой установки начиная с нагрева воды в котле

vv. Парообразование в котле

ww. Адиабатное расширение пара в турбине

xx. Подача конденсата в питательный бак с помощью конденсационного насоса

yy. Перегрев пара в пароперегревателе

zz. Нагрев воды в котле до температуры кипения

aaa. Повышение давление конденсата при работе питательного насоса

bbb. Подача воды в котел

ccc. Конденсация пара в конденсаторе

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

1	2	3	4	5	6	7

6.Установите соответствие между названиями термодинамических циклов и их определениями:

А).Цикл Тринклера	1)Идеализированный термодинамический цикл поршневого двигателя внутреннего сгорания, характеризующийся смешанным подводом тепла (частично изобарным, частично изохорным).
Б).Цикл Отто	2)Термодинамический цикл четырёхтактного бензинового двигателя, состоящий из двух изохорных процессов (подвод и отвод теплоты), двух адиабатных процессов (расширение и сжатие газа).
В).Цикл	3)Термодинамический цикл дизельного двигателя,

Дизеля	включающий два процесса расширения и сжатия газа, один процесс подачи топлива (тепла) при постоянном объёме и другой — при постоянном давлении.
Г).Цикл Ренкина	4)Термодинамический цикл паросиловых установок, применяемый в теплоэнергетике, состоящий из испарения воды, превращения пара в механическую работу турбины и конденсации отработанного пара обратно в воду.
Д).Цикл Карно	5)Идеально эффективный обратимый термодинамический цикл, используемый для оценки предельной эффективности теплового двигателя между двумя источниками различной температуры.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г	Д

7.Степень повышения давления:

40. отношение объемов в цилиндре двигателя при положениях поршня в начале и конце процесса сжатия
41. отношение наибольшего давления в цилиндре двигателя, образовавшегося в результате подвода теплоты, к давлению в конце процесса сжатия
42. отношение объемов в конце и начале подвода теплоты к рабочему телу при постоянном давлении

8.Какой процесс сжатия в поршневом компрессоре более экономичен:

hh. политропный с отводом тепла
ii. адиабатический
jj. политропный с подводом тепла
kk. изохорный
ll. изотермический

9.Какому термодинамическому процессу соответствует расширение пара в турбине:

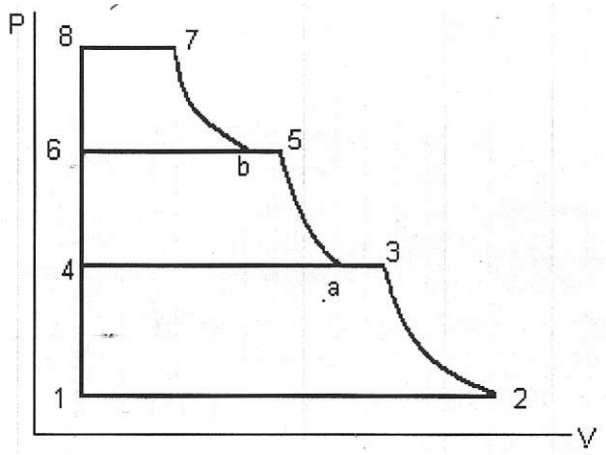
ll. изохорному
mm. изобарному
nn. изотермическому
oo. адиабатному

10.В обратных термодинамических циклах происходит :

i. передача тепла от более нагретого источника к более холодному

ddd. передача тепла от более холодного источника к более нагретому

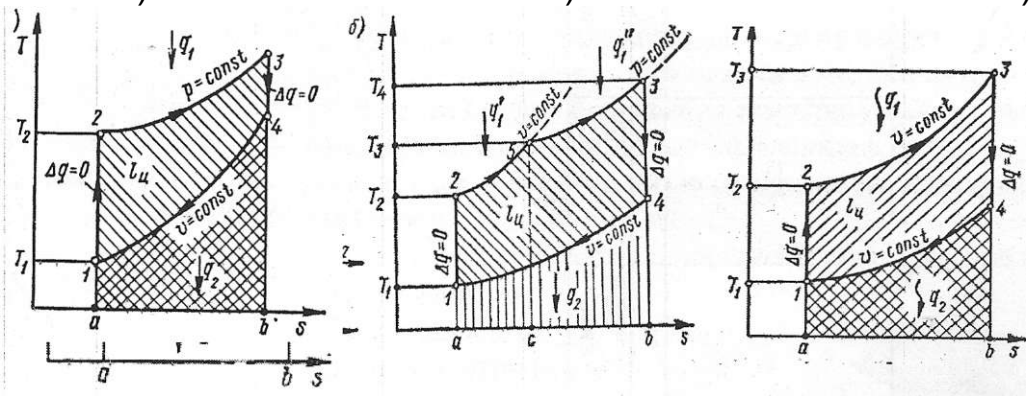
11.В цикле многоступенчатого компрессора линии 3-a и 5-b означают



43. нагнетание в ресивер
44. сжатие в цилиндре
45. охлаждение в ресивере
46. всасывание газа в цилиндр

12.На какой из приведенных диаграмм в TS координатах изображен цикл Отто:

a) b) c)



13.Верхняя пограничная кривая соответствует параметрам :

i. сухого насыщенного пара
mm. кипящей воды
nn. влажного насыщенного пара

14.Теплота перегрева :

pp. количество теплоты, необходимое для превращения 1кг жидкости, нагретой до температуры кипения в сухой насыщенный пар при постоянном давлении (и постоянной температуре)
qq. количество теплоты, необходимое для подогрева для 1кг воды от температуры T0 = 276 K до температуры насыщения Tн

rr. 3)количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг сухого насыщенного пара при постоянном давлении в перегретый пар с температурой Тпе

15.Относительная влажность воздуха :

eee. отношение абсолютной влажности воздуха к максимально возможной при данном давлении и температуре, когда воздух насыщен водяным паром

fff. отношение масса водяного пара в 1 м3 влажного воздуха к максимально возможной при данном давлении и температуре, когда воздух насыщен водяным паром

ggg. отношение масса водяного пара в 1 м3 сухого воздуха

hhh. к максимально возможной при данном давлении и температуре, когда воздух насыщен водяным паром

16.Установите соответствие между термином и определением:

А)Изотермическое расширение	1). Процессы изменения состояния газа, происходящие при постоянных значениях температуры соответственно.
Б)Изохорный нагрев	2). Расширение газа при сохранении постоянной температуры, сопровождаемое передачей теплоты извне.
В)Изобарный охлаждение	3). Система, не обменивающаяся ни массой, ни энергией с окружающей средой.
Г)Адиабатное сжатие	4). Нагрев газа при фиксированном объёме, сопровождающийся увеличением давления и температуры.
Д)Полностью изолированная система	5). Охлаждение газа при постоянном давлении, приводящее к уменьшению температуры и объёма.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г	Д

17.Установите соответствие между термином и определением:

А)Круговой цикл	1). Фундаментальное понятие термодинамической науки, представляющее разность между общей доступной энергией и минимальной работой, необходимой для достижения данной формы энергии.
Б)Прямой цикл	2). Повторяющиеся изменения состояния рабочей

	среды, возвращающие её в начальную точку, способные производить механическую работу.
В)Обратный цикл	3). Термически прямой цикл, служащий для производства механической работы путем передачи теплоты от горячего резервуара к холодному.
Г)Эксергия	4). Контрцикл, работающий в обратном направлении для перекачки теплоты от холодного источника к горячему с потреблением внешней энергии.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях

Раздел 4. Теплопроводность

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Что называют температурным полем, градиентом температуры?
2. Дайте определение изотермической поверхности и изотермы.
3. Дайте определение и назовите единицы измерения следующих физических величин: тепловой поток, плотность теплового потока, коэффициент теплопроводности.
4. Сформулируйте законы Фурье и Ньютона – Рихмана.
5. Перечислите диапазон значений коэффициента теплопроводности металлов, неметаллов, жидкостей и газов

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

47. *Теплопроводность*

a. Перенос тепла в движущихся жидкостях или газах за счет перемещения объемов среды из области с одной температурой в область с другой

b. Процесс теплообмена между двумя средами, разделенными твердой перегородкой

c. Перенос тепла за счет хаотического теплового движения или тепловых колебаний микрочастиц

d. Передача тепла с помощью электромагнитных волн

e. Процесс теплообмена, протекающий в двухфазной системе на границе раздела фаз

48. Понятие температурного поля

a. Совокупность значений координат точек тела, определяющих его среднюю температуру

b. Геометрическое место точек , имеющих одинаковую температуру

c. Совокупность значений температур, неизменных во времени

d. Совокупность значений температур на границах тела

e. Совокупность значений температур для всех точек пространства в данный момент времени

49. Понятие градиента температуры

a. Совокупность значений температур на границах тела

b. Геометрическое место точек , имеющих одинаковую температуру

c. Совокупность значений температур для всех точек пространства в данный момент времени

d. Совокупность значений температур, неизменных во времени

e. Вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры, численно равный первой производной температуры по этой нормали

50. Условие стационарности температурного поля

_____

*51. Условие нестационарности температурного поля*_____

52. Гипотеза (постулат) Фурье

a. $q = -\lambda \ \mathrm{grad}\ t$

b. $q = -\lambda \ dt/d\tau$

c. $\mathrm{grad}\ t = dt/dx$

d. $dt/d\tau = a\ d^2t/dx^2$

e. $q = -\ \lambda/\delta\ \mathrm{grad}\ t$

53. Факторы, влияющие на коэффициент теплопроводности

a. Не зависит ни от каких факторов

b. Температура, толщина стенки
c. Свойства материала, температура
d. Свойства материала, толщина стенки
e. Толщина стенки

54. Размерность коэффициента теплопроводности

a. (Вт/м^2 К)
b. (Дж/кг К)
c. (Вт/м К)
d. (Вт/с м^2 К)
e. (м^2 /с)

55. Уравнение для определения плотности теплового потока через однослойную плоскую стенку

a. $q = \alpha (t_1 – t_2)$
b. $q = \delta / \lambda (t_1 – t_2)$
c. $q = \lambda / \delta (t_1 – t_2)$
d. $q = k S \Delta t_{ср}$
e. $q = \varepsilon_{пр} C_0 (T_1/100)^4 – (T_2/100)^4$

56. Физический смысл коэффициента теплопроводности

a. Количество тепла, необходимое для нагрева 1 кг вещества на 1^{o}C
b. Количество тепла, проходящее в единицу времени через проводник длиной 1м при перепаде температур на концах этого проводника в 1^{o}C
c. Количество тепла, проходящее в единицу времени через единицу поверхности от одной среды к другой через разделительную стенку при разности температур между этими средами в 1^{o}C
d. Количество тепла, проходящее в единицу времени через единицу поверхности при разности температур между поверхностью и средой в 1^{o}C
e. Скорость распространения теплового потока

57. В уравнении Фурье $q = - \lambda dt/dn$ величина λ - это коэффициент_____

12.В уравнении Фурье $q = - \lambda dt/dn$ величина dt/dn – это _____

13.Толщина стенки – 500мм, коэффициент теплопроводности – 20Вт/м К . Тепловое сопротивление стенки равно_____

14.Размерность теплового сопротивления стенки

a.м^2 К/ Вт
b.Вт/(м^2 К)
c.м^3 К/ Вт
d.Вт/ (м К)
e.К/Вт

15.Коэффициент теплопроводности твердого тела зависит от:

a. Толщины материала
b. Давления

c. Температуры
d. Химического состава материала

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

Раздел 5. Конвективный теплообмен

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

oo. В чем сущность конвективного теплообмена?

pp. Почему в конвективном теплообмене при переходе ламинарного движения в турбулентное условия теплообмена улучшаются?

qq. Какие режимы движения жидкости существуют и как их отличить?

rr. Что такое определяющий размер?

ss. Что определяет число Рейнольдса?

tt. Для чего используется теория подобия?

uu. Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи и от каких факторов он зависит?

vv. Из какого числа подобия можно вычислить коэффициент теплоотдачи?

ww. Влияет ли вязкость жидкости на коэффициент теплоотдачи?

xx. Каково строение потока при ламинарном, турбулентном режимах течения и как осуществляется теплоотдача в этих условиях?

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1.Конвекция

a.Процесс теплообмена между двумя средами, разделенными твердой перегородкой

b.Процесс теплообмена, протекающий в двухфазной системе на границе раздела фаз

c.Перенос тепла за счет хаотического теплового движения или тепловых колебаний микрочастиц

d.Перенос тепла в движущихся жидкостях или газах за счет перемещения объемов среды из области с одной температурой в область с другой

e. Передача тепла с помощью электромагнитных волн

2.Закон Ньютона-Рихмана

a. $q = \alpha (t_1 – t_2)$

b. $q = \delta / \lambda (t_1 – t_2)$

c. $q = \lambda / \delta (t_1 – t_2)$

d. $q = k S \Delta t_{ср}$

e. $q = \varepsilon_{пр} C_0 (T_1/100)^4 – (T_2/100)^4$

3.Физический смысл коэффициента теплоотдачи

a.Количество тепла, необходимое для нагрева 1 кг вещества на 1^oC

b.Количество тепла, проходящее в единицу времени через проводник длиной 1м при перепаде температур на концах этого проводника в 1^oC

c. Количество тепла, проходящее в единицу времени через единицу поверхности от одной среды к другой через разделительную стенку при разности температур между этими средами в 1^oC

d.Количество тепла, проходящее в единицу времени через единицу поверхности при разности температур между поверхностью и средой в 1^oC

e.Скорость распространения теплового потока

4.Размерность коэффициента теплоотдачи

a.($Вт/м^2 К$)

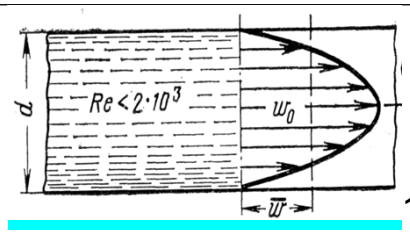
b.(Дж/кг К)

c.(Вт/м К)

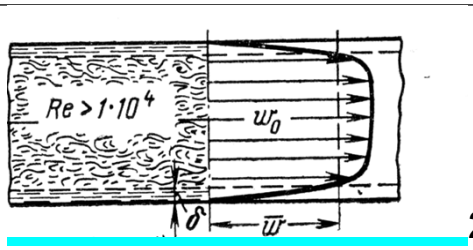
d.($Вт/с м^2 К$)

e.($м^2$ /с)

5. Установите соответствие между режимами течения жидкости или газа и схемами распределения скоростей по сечению потока

A) ламинарный режим течения	

s. 1.

Б) турбулентный режим течения	 2.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б

6.Установите соответствие между уравнениями, описывающими конвективный теплообмен

А) *уравнение подобия свободной конвекции*	yy.Nu = f (Gr, Pr)
Б) *уравнение подобия вынужденной конвекции*	zz.Nu = f (Re, Pr)

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б

7. Установите соответствие между критериями подобия

А) критерий Рейнольдса	1.характеризует соотношение подъемных сил к силе вязкости
Б) критерий Нуссельта	2.характеризует теплофизические свойства жидкости
В) критерий Прандтля	3.характеризует интенсивность конвективного теплообмена на границе твердое тело-жидкость
Г) критерий Грасгофа	4.характеризует режим движения жидкости

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

8. Установите соответствие между режимами течения жидкости или газа и значением критерия Рейнольдса

А) ламинарный режим течения	aaa. $2100 \geq Re \geq 2300$
Б) турбулентный режим течения	bbb. $Re < 2100$
В) переходный режим течения	ccc. Re > 2300

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В

9.Теория подобия применяется

а. Для расчета задач теплопроводности

b. С ее помощью зависимости, полученные для одного процесса или явления, можно распространить на целый класс подобных процессов или явлений

c. Для нахождения чисел подобия

d. Для расчета лучистого теплообмена

10.В числе Грасгофа $\mathbf{Gr} = \frac{\mathbf{gl}^3}{\boldsymbol{\nu}^2}\boldsymbol{\beta}\Delta\mathbf{t}$ *величина* $\boldsymbol{\beta}$ *- это коэффициент* _____

11.Какой из перечисленных ниже физических параметров не влияет на коэффициент теплоотдачи α

a.Скорости

b.Плотность

c.Вязкость

d.Температура

e.Степень черноты

12.Значения физических параметров при обработке опытных данных по теплообмену берутся при _____ *температуре*

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Раздел 6. Тепловое излучение

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1.Какова особенность излучения газов по сравнению с твердыми телами?

2.Что показывает коэффициент поглощения?

3.Какие тела называют зеркальными?

4.Как называются окружающие нас тела?

5.Как определить суммарный тепловой поток при переносе теплоты конвекцией и излучением?

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1.Излучение

1.Передача тепла с помощью электромагнитных волн

2.Перенос тепла за счет хаотического теплового движения или тепловых колебаний микрочастиц

3.Процесс теплообмена между двумя средами, разделенными твердой перегородкой

4.Процесс теплообмена, протекающий в двухфазной системе на границе раздела фаз

5.Перенос тепла в движущихся жидкостях или газах за счет перемещения объемов среды из области с одной температурой в область с другой

2.Определение углового коэффициента излучения φ

1.Доля всей излучаемой энергии, попадающая с одного тела на другое

2.Спектральная плотность излучения, отнесенная к рассматриваемой длине волны

3.Мощность, излучаемая элементом поверхности в полупространство

4.Отношение плотности теплового потока данного тела к плотности теплового потока абсолютно черного тела

5.Мощность излучения, отнесенная к единице поверхности

3.Определение степени черноты тела ε

1.Доля всей излучаемой энергии, попадающая с одного тела на другое

2.Спектральная плотность излучения, отнесенная к рассматриваемой длине волны

3.Мощность, излучаемая элементом поверхности в полупространство

4.Отношение плотности теплового потока данного тела к плотности теплового потока абсолютно черного тела

5.Мощность излучения, отнесенная к единице поверхности

4.Определение плотности излучения E

1.Доля всей излучаемой энергии, попадающая с одного тела на другое

2.Спектральная плотность излучения, отнесенная к рассматриваемой длине волны

3.Мощность, излучаемая элементом поверхности в полупространство

4.Отношение плотности теплового потока данного тела к плотности теплового потока абсолютно черного тела

5.Мощность излучения, отнесенная к единице поверхности

5.Факторы, влияющие на степень черноты газов ε

1.Температура T, парциальное давление P

2.Температура T, молекулярная масса m

3.Температура T, парциальное давление P, эффективная длина луча λ

4.Температура T, молекулярная масса m, эффективная длина луча λ

5.Парциальное давление P, молекулярная масса m, эффективная длина луча λ

6.Формула для расчета лучистого теплообмена двух серых тел, образующих замкнутую систему

1. $q = \alpha (t_1 – t_2)$
2. $q = \delta / \lambda (t_1 – t_2)$
3. $q = \lambda / \delta (t_1 – t_2)$
4. $q = k S \Delta t_{ср}$
5. $q = \varepsilon_{пр} C_0[(T_1/100)^4 – (T_2/100)^4]$

7. Установите соответствие между лучеиспускательной способностью тел и ее значением

А) серого тела	ddd. больше единицы
Б) абсолютно прозрачного тела	eee. меньше единицы
В) абсолютно белого тела	fff. равна единице
Г) абсолютно черного тела	ggg. равна нулю

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

8. Установите соответствие между законами излучения и их формулировкой

А) *Закон Стефана-Больцмана*	iii. Связь между энергиями излучения и поглощения поверхностями серых и абсолютно черных тел
Б) *Закон Планка*	jjj. Зависимость плотности потока интегрального полусферического излучения абсолютно черного тела от температуры
В) *Закон Кирхгофа*	kkk. Связь между потоком излучения и его направлением
Г) *Закон Ламберта*	lll. Зависимость интенсивности теплового излучения от температуры и длины волны для абсолютно черного тела

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

9. При установка 3 экранов между теплообменивающимися поверхностями(степени черноты экранов и теплообменивающихся

поверхностей одинаковы) интенсивность лучистого теплообмена уменьшается в _____ раза

10.Газы, обладающие максимальной поглощающей и излучающей способностью

1.N_2, O_2, H_2

2.CO_2, H_2O

3.SO_2, NO_2

4.Воздух

5.NO_2, O_2, N_2

11.Величина коэффициента излучения абсолютно черного тела C_0 равна_____ ($Вт/м^2 К^4$)

12.Теплообмен излучением осуществляется путем

1.Последовательной передачи кинетической энергии от атома к атому

2.Переноса тепловой энергии атомными колебаниями

3.Переноса тепловой энергии электронами

4.Распространения электромагнитных волн

5.Переноса тепловой энергии от участков с более высокой температурой к участкам с более низкой температурой

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Раздел 7. Тепловой расчёт теплообменных аппаратов

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Что называется теплообменным аппаратом?

2. На какие группы делятся теплообменные аппараты?

3. По каким схемам осуществляется движение теплоносителей в теплообменных аппаратах?

4. Основное уравнение теплопередачи и теплового баланса.

5. Графики изменения температур рабочих жидкостей в аппаратах прямотоком и противотоком?

6. Написать уравнение средне логарифмического температурного напора для аппаратов с прямотоком и противотоком.

7. При каких условиях в расчётах теплообменных аппаратов принимают среднеарифметический температурный напор?

8. Как рассчитать необходимую поверхность нагрева теплообменника?

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в

рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1.Теплопередача

1.Передача тепла с помощью электромагнитных волн

2.Процесс теплообмена между двумя средами, разделенными твердой перегородкой

3.Перенос тепла в движущихся жидкостях или газах за счет перемещения объемов среды из области с одной температурой в область с другой

4.Процесс теплообмена, протекающий в двухфазной системе на границе раздела фаз

5.Перенос тепла за счет хаотического теплового движения или тепловых колебаний микрочастиц

2.Физический смысл коэффициента теплопередачи

1.Количество тепла, необходимое для нагрева 1 кг вещества на 1^oC

2.Количество тепла, проходящее в единицу времени через проводник длиной 1м при перепаде температур на концах этого проводника в 1^oC

3.Количество тепла, проходящее в единицу времени через единицу поверхности от одной среды к другой через разделительную стенку при разности температур между этими средами в 1^oC

4.Количество тепла, проходящее в единицу времени через единицу поверхности при разности температур между поверхностью и средой в 1^oC

5.Скорость распространения теплового потока

3.Размерность коэффициента теплопередачи

1.(Вт/$м^2$ К)

2.(Дж/кг К)

3.(Вт/м К)

4.(Вт/с $м^2$ К)

5.($м^2$ /с)

4.Сложный теплообмена в рабочем пространстве печи включает

1.Излучение и конвекцию

2.Излучение и теплопроводность

3.Конвекцию и теплопроводность

4.Излучение, конвекцию и теплопроводность

5.Излучение

5.Процесс теплопередачи включает

1.Излучение и конвекцию

2.Излучение и теплопроводность

3.Конвекцию и теплопроводность

4.Излучение, конвекцию и теплопроводность

5.Теплопроводность

6.Разность температур (Δt) при расчете процесса теплопередачи от одной среды к другой через разделяющую их стенку определяют между …

1. Двумя средами
2. Двумя поверхностями
3. Средой и поверхностью
4. Поверхностью и средой

7.Установите соответствие в уравнении коэффициента теплопередачи через стенку от одной среды к другой

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

А) λ	1. тепловое сопротивление среды
Б) α	тепловое сопротивление стенки
В) $1/\alpha$	59. коэффициент теплопроводности стенки
Г) δ/λ	). коэффициент теплоотдачи среды

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	Г	Д

8.Перенос тепловой энергии от одной среды к другой через разделяющую их стенку осуществляется _____

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

6 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

uu. Термодинамика – теоретическая основа изучаемой дисциплины

vv. Понятие рабочего тела и термодинамической системы

ww. Идеальные и реальные газы

xx. Параметры и уравнения состояния

yy. Способы задания состава газовых смесей

zz. Теплоемкость газов и их смесей

aaa. Понятие теплоты и работы

bbb. Основные термодинамические функции – внутренняя энергия, энтальпия, энтропия

ccc. Первый и второй законы термодинамики

ddd. Термодинамические процессы идеального газа

eee. Уравнение политропы

fff. Водяной пар и его использование в технике

ggg. Pv-, TS- и iS- диаграммы водяного пара

hhh. Таблицы водяного пара

iii. Основные параметры влажного воздуха

jjj. id-диаграмма влажного воздуха и ее использование в технике в расчетах процессов сушки и нагрева (охлаждения)

kkk. Прямые и обратные циклы

lll. Цикл Карно

mmm. Циклы двигателей внутреннего сгорания

nnn. Циклы газотурбинных установок

ooo. Циклы паротурбинных установок

ppp. Цикл поршневого компрессора.

qqq. Многоступенчатое сжатие

rrr. Основные положение теории теплопроводности.

sss. Механизм процесса теплопроводности в газах, жидкостях, металлах, диэлектриках.

ttt. Градиент температуры. Закон Фурье.

uuu. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент температуропроводности.

vvv. Краевые условия для процесса теплопроводности; граничные условия первого, второго, третьего и четвертого рода.

www. Закон Ньютона-Рихмана для теплоотдачи. Общие представления о методах решения задач теплопроводности.

xxx. Теплопроводность при стационарном режиме. Передача теплоты через однослойную и многослойную плоские стенки при граничных условиях I и III рода.

yyy. Распределение температур при постоянном и переменном коэффициентах теплопроводности.

zzz. Коэффициент теплопередачи. Передача теплоты через однослойную и многослойную цилиндрические стенки при граничных условиях I и III рода.

aaaa. Линейный коэффициент теплопередачи. Критический диаметр теплоизоляции.

bbbb. Теплопроводность при нестационарном режиме. Методы решения задач нестационарной теплопроводности для тонкой пластины, длинного цилиндра при граничных условиях III рода. Критерии Био и Фурье.

cccc. Нагревание (охлаждение) параллелепипеда и цилиндра конечной длины.

dddd. Определение количества теплоты, отдаваемой или воспринимаемой телом в процессе нестационарной теплопроводности.

eeee. Основные положения теории конвективного теплообмена.

ffff. Основной закон теплоотдачи.

gggg. Теплообмен при ламинарном и турбулентном течениях жидкости.

hhhh. Метод подобия, моделирование конвективного теплообмена

iiii. Критерии подобия, условия подобия, теоремы подобия.

jjjj. Критерии Нуссельта, Рейнольдца, Грасгофа, Прандтля. Критериальные уравнения.

kkkk. Теплоотдача при вынужденном течении вдоль плоской поверхности.

llll. Теплоотдача при ламинарном и турбулентном течении в пограничном слое, расчетные уравнения.

mmmm. Теплоотдача при вынужденном течении в трубах при ламинарном и турбулентном режимах течения.

nnnn. Теплоотдача при поперечном омывании цилиндра, влияние различных условий омывания.

oooo. Теплоотдача в коридорных и шахматных пучках труб, влияние угла атаки.

pppp. Теплоотдача при свободном движении жидкости.

qqqq. Теплообмен при свободном движении вдоль вертикальной стенки.

rrrr. Теплоотдача у горизонтальных труб и пластин.

ssss. Естественная конвекция в ограниченном пространстве.

tttt. Тепловое излучение. Понятие лучистого теплообмена, природа теплового излучения.

uuuu. Лучистый тепловой поток, его плотность. Интенсивность излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел.

vvvv. Законы излучения абсолютно черного тела: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа.

wwww. Серое тело, степень черноты. Закон Стефана-Больцмана для серого тела. Закон Ламберта.

xxxx. Теплообмен излучением между телами. Коэффициенты облученности, взаимные поверхности излучения.

yyyy. Теплообмен излучением в замкнутой системе из двух серых тел: когда одно из тел находится в полости другого и для тел с плоскопараллельными поверхностями.

zzzz. Применение экранов.

aaaaa. Особенности теплообмена излучением в поглощающих средах.

bbbbb. Сложный теплообмен (комбинация конвективного и лучистого).

ccccc. Основы теплового расчета теплообменников, проектный и поверочный тепловые расчеты. Уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи.

ddddd. Среднелогарифмический температурный напор, его определение для основных схем движения теплоносителей равнение прямотока и противотока. Расчет конечных температур теплоносителей.

Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1.Трубу с кипящим холодильным агентом диаметром 30мм необходимо покрыть тепловой изоляцией, толщина которой по конструктивным соображениям не должна превышать 10мм. Коэффициент внешней теплоотдачи α=4 Вт/(м^2·К). Подберите материал изоляции для снижения тепловых потерь в два раза и покажите график распределения температуры по направлению теплообмена.

2.Вдоль металлической стенки аппарата с обеих сторон движутся турбулентные потоки двух жидкостей. Коэффициент теплоотдачи с одной стороны α_1 =230, а с другой - α_2= 400Вт/(м^2·К). Во сколько раз увеличится передаваемый через стенку тепловой поток, если при прочих равных условиях, скорость первого потока жидкости возрастет в два раза? Термическое сопротивление стенки можно не учитывать.

3.Стальной трубопровод диаметром d= 30х2мм и длиной L=100м необходимо покрыть изоляцией для снижения тепловых потерь не менее, чем в два раза. По трубопроводу движется вода со скоростью 0,4м/с, температура ее на входе t_1=90°С. Температура окружающего воздуха t_2=25°С, а коэффициент теплоотдачи α_2=10Вт/(м^2·К). Подберите тепловую изоляцию $\lambda_{из}$ и толщину покрытия ($\delta_{из}$). Покажите график распределения температуры.

4.Определите потери тепловой мощности Q, Вт, паропроводом диаметром 0,1м, длиной 20м при движении по нему насыщенного водяного пара давлением 2,8МПа; температура окружающего воздуха 30°С, а коэффициент теплоотдачи α_2=9Вт/(м2·К). Двухслойная изоляция паропровода изготовлена из ньювеля (λ_1=0,08Вт/м·К, δ_1=0,02м) и асбозурита (λ_2=0,15Вт/м·К, δ_2=0,03м). Покажите график распределения температуры при указанном и измененном порядках наложения слоев изоляции.

5.Кипящая вода воспринимает теплоту от дымовых газов парогенератора через стальную стенку толщиной 15мм. Температура газов 900°С, температура воды 200°С, коэффициенты теплоотдачи равны соответственно 120 и 2300Вт/(м2·К), коэффициент теплопроводности стали λ=48Вт/(м·К). Постепенное отложение сажи (λс=0,12Вт/(м·К)) и накипи ($\lambda_н$=1,3Вт/(м·К)) привело к снижению плотности теплового потока в 2,2 раза и к повышению температуры стенки на 60°С. Определите толщину слоев сажи и накипи, вычислите плотность теплового потока q и коэффициент теплопередачи к

6.Определите потери тепла стальным паропроводом (λ=45Вт/(м·К)) диаметром d=20х2мм и длиной L=50м, если он покрыт слоем изоляции из асбеста (λ=0,15 Вт/(м·К)) толщиной δ=15мм. По трубопроводу течет насыщенный водяной пар, давление которого 30 бар. Температура окружающего воздуха 27°С, а коэффициент теплоотдачи α_2=5,8Вт/(м2·К). Определите потери тепла трубопроводом без изоляции, проанализируйте ситуацию и покажите график распределения температуры.

7.Определите тепловой поток от стального паропровода, проложенного горизонтально внутри цехового помещения, стенки которого имеют температуру tм =25°С. Наружный диаметр трубопровода d= 150мм, длина 200м. По трубопроводу течет влажный водяной пар давлением 1МПа. Температура воздуха в цехе 27°С. Степень черноты поверхности паропровода ε=0.8.

8.В теплообменнике воздух в количестве 0,5 кг/с охлаждается от 170 до 60°С водой, которая подается насосом. Температура воды на входе в насос 18°С, а на выходе из теплообменного аппарата 42°С, давление воды в аппарате снижается на 0,7бар. Коэффициент теплопередачи аппарата k=30(Вт/м2·К). Определить температуру воды после насоса и его мощность NH, если к.п.д. насоса 0,7, тепловую нагрузку Q аппарата и потребную поверхность теплообмена F.

9.Трубчатый воздухоподогреватель производительностью 15т/час изготовлен из труб диаметром 20х3мм. Внутри течет горячий газ со средней температурой 300°С. Воздух подогревается от 27 до 420°С. Трубки выполнены из стали (λ=23Вт/(м·К)). Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке α_1=70Вт/(м2·К), а от стенки воздуху α_2=40Вт/(м2·К). Определите поверхность нагрева F подогревателя и оцените погрешность расчета для плоской эквивалентной стенки.

10.Теплообменник выполнен из латунных труб диаметром 38х2мм. Греющая среда - воздух с температурой на входе =35О°С, а на выходе =240°С. Расход подогреваемой воды G_2=2т/час, начальная температура =30°С и конечная =200°С. Коэффициенты теплоотдачи от воздуха к трубам α_1=50 и от труб к воде α_2=200Вт/(м2·К). Найдите площадь поверхности нагрева аппарата F для противоточного включения и необходимый расход воздуха G_1.

11.В прямоточном теплообменнике вода охлаждает жидкость. Расход воды и её начальная температура соответственно 0,25кг/с и 15°С. Те же величины для жидкости соответственно 0,07кг/с и 140°С. Коэффициент теплопередачи k=35Вт/(м2·К), а поверхность нагрева F=8м2. Теплоёмкость жидкости 3кДж/(кг·К). Определите конечные температуры воды и жидкости и переданный тепловой поток Q.