Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Кафедра теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции

УТВЕРЖДАЮ
Директор архитектурно-строительного института
_____ И.В. Зоря
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая теплотехника

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»
(направленность (профиль): «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»)

Квалификация выпускника
Инженер-строитель

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 6 лет

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: e9cdc8d2e1d8561393a70ffb2f35aadef93db4e4
Владелец: Директор АСИ Зоря Ирина Васильевна
Действителен: с 17 января 2025 г. по 12 апреля 2026 г.
Дата и время: 08-04-2025 11:45:48 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование общепрофессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО, позволяющих выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности.

Задачами учебной дисциплины являются:

– освоение обучающимся знаний и умений, необходимых для применения основных законов термодинамики и теплообмена при проектировании систем ТГСВ.

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) 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;
– Физика.

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

– Водоснабжение и водоотведение;
– Теплогазоснабжение;
– Основы микроклимата и вентиляция;
– Техническая эксплуатация зданий и сооружений.

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
Теоретическая фундаментальная подготовка	ОПК-1: Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных	ОПК-1.2 Выбирает физические и химические закономерности для решения практических задач	– знать: основные законы термодинамики и теплообмена. – уметь: выбирать основные законы термодинамики и теплообмена для решения

	наук		практических задач.

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***	***5 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.*		***8***	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***8***	*8*
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.*		***49***	*49*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***27***	*27*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Термодинамика (Основы технической термодинамики. Общие понятия и определения. Термодинамическая система. Основные параметры состояния газов. Уравнение состояния. Смеси идеальных газов. Теплоемкость. Первый и второй законы термодинамики. Водяной пар. Влажный воздух. Термодинамические циклы. Компрессоры. Холодильные машины.);

Раздел 2 Теплообмен (Основы теории теплообмена. Основные понятия. Теплопроводность. Конвективный теплообмен, свободная и вынужденная конвекция. Передача тепла излучением.);

Раздел 3 Теплообменные аппараты (Общие сведения о теплообменных аппаратах и их классификация. Основы расчета теплообменных аппаратов. Пути интенсификации теплообмена в теплообменниках. Тепловая изоляция.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Термодинамика	8	
Раздел 2.	Теплообмен	4	
Раздел 3.	Теплообменные аппараты	4	
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.	Расчет параметров состояния идеальных газов. Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Смеси идеальных газов	2	
Раздел 1.	Водяной пар и влажный воздух. Определение параметров состояния	2	
Раздел 2.	Расчеты теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена	2	
Раздел 3.	Расчет теплообменных аппаратов	2	
Итого:		**8**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач.	2	
Раздел 1.	Определение параметров	2	

	влажного воздуха.		
Раздел 2.	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала(метод цилиндра)	2	
Раздел 2.	Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции.	2	
Итого:		**8**	**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; 2. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	20	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета по лабораторной работе; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	20	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию;	9	

	3. Прохождение тестирования.		
Контроль	*Подготовка к экзамену*	27	
Итого:		**76**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Отчет о лабораторной работе; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Отчет о лабораторной работе; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-1	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 «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о лабораторной работе; оценка участия в работе на лекционном 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 в конце курса после изучения всех разделов 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 «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых

заданий по изученным разделам учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов или штрафуется, если правильных ответов несколько ; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка пересчитывается по пятибалльной шкале и формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл / процент правильных ответов	Оценка
20	не менее 18 / 90%	отлично
17	не менее 14 / 70%	хорошо
13	не менее 10 / 50%	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы,	0,5

основные термины, схемы	
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.4 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».

12.2.5 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 со 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».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию отчета о лабораторной работе

Оформление отчета о проделанной лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о лабораторной работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о лабораторной работе.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о лабораторной работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о лабораторной работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о лабораторной работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

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

12.2.7 Рекомендации по оцениванию в процессе собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Подготовку к защите отчета о лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о лабораторной работе:

– 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, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
составленные.	
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	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 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

Оценка	Требования к знаниям
	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 Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Юрайт, 2025. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Текст : электронный // Образовательная платфор-ма Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560724 (дата обращения: 04.04.2025);

2 Малявина, Е. Г. Теплофизика зданий : учебное пособие / Е. Г. Малявина. – Москва : АСВ, 2013. – 144 с. – ISBN 978-5-93093-967-5. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939675.html (дата обращения: 04.04.2025);

3 Протасевич, А. М. Строительная теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений : учебное пособие / А. М. Протасевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 239 с. – ISBN 978-985-06-2503-8. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850625038.html (дата обращения: 04.04.2025);

4 Теплотехника. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Л. Ерофеев [и др.] ; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : райт, 2023. — 395 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6992-4. – URL: https://urait.ru/bcode/511746 (дата обращения: 04.04.2025).

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 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.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), оборудованную компьютерной техникой;
- 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) 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Составитель(и):

доцент Башкова Марина Николаевна (кафедра теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:
Директор ООО «ГражданПроект»,
г. Новокузнецк  О.О. Крупенкова

Приложение

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1. Что изучает термодинамика?
2. Перечислите основные законы термодинамики.
3. Что такое «идеальный газ»?
4. Назовите виды теплообмена.
5. Для чего нужны теплообменные аппараты?

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

Раздел 1 Термодинамика

1 Устный опрос на лекциях

Примерный перечень вопросов для устного опроса**:**

1 Какому давлению в Па соответствует 700 мм рт. ст.?

2 Газовая постоянная - обозначение, размерность, физический смысл и способ нахождения.

3 Как определить массу 1 м3 воздуха при нормальных условиях?

2 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.

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ:

1 Назовите основные узлы экспериментальной установки;

2 Как измеряется и регулируется расход воздуха?;

3 На что расходуется мощность, подведенная к компрессору и как она определяется?

4 Что называется абсолютной и относительной влажностью возуха?

5 Что такое влагосодержание воздуха?

6 Как устроена диаграмма влажного воздуха?

3 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.

Примерный перечень задач, решаемых на практических занятиях:

1 Определить массу воздуха в аудитории зимой и летом;

2 Определить плотность и состояние воды при заданных параметрах :

P= 2 МПа, x=1

P=2МПа, x=0

P=2МПа, t=60^{o}C

P=2МПа, t=200^{o}C;

3 Найти количество тепла, необходимое для нагрева влажного воздуха от температуры t1=0^{o}C до t2=30^{o}C при заданной относительной влажности φ=90%.

4 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».

Примерный перечень вопросов для тестирования:

1. Перечислите основные газовые процессы:

а) адиабатический, б) адиабатический; в) изобарный; г) изохорный; д) политропный.

2. Политропный процесс – это:

а) процесс, происходящий с идеальными газами;
б) процесс, протекающий при постоянной температуре;
в) процесс, протекающий при постоянном давлении;
г) процесс, протекающий при постоянной теплоемкости;
д) процесс, протекающий при постоянном объеме.

3. Удельным объемом называется:

а) величина, прямопропорциональная плотности материала;
б) объем, измеряемый в м^3;
в) объем, отнесенный к единице массы;
г) объем, умноженный на единицу массы;
д) удельный вес газа.

4. Уравнение состояния идеального газа:

а) V = RT;
б) p = MRT/V;
в) M = Pvrt;
г) MRT = pV;
д) RT = MpV.

1. Адиабатный процесс – это:
   а) процесс, протекающий без теплообмена с окружающей средой;
   б) процесс, протекающий при постоянном объеме;
   в) процесс, протекающий при постоянной температуре;
   г) процесс, протекающий в твердом теле;
   д) процесс, протекающий при постоянном давлении.

2. Давление газа – это:
   а) отношение плотности газа к его объему;
   б) отношение массы газа к объему газа;
   в) отношение удельного веса газа к его плотности;
   г) отношение удельного веса газа к его объему;
   д) средний результат ударов молекул о стенки сосуда.

3. Укажите несуществующий вид теплоемкости:
   а) массовая; б) относительная; в) объемная; г) мольная; д) изобарная.

4. Парциальное давление газа – это:
   а) давление газа при $t = 0^0C$;
   б) давление одного компонента смеси;
   в) отношение давления всех компонентов к объему;
   г) давление смеси на сосуд объемом 1 $м^3$;
   д) отношение силы к единице площади.

5. Перечислите параметры, характеризующие состояние идеальных газов
   а) давление; б) температура; в) энтальпия и энтропия;г) удельный объем ;д) внутренняя энергия.

6. Каков физический смысл газовой постоянной?
   а) работа, совершаемая 1 кг газа при нагреве его на 1^oC;
   б) безразмерная величина, имеющая статус коэффициента;
   в) внутренняя энергия газа при нормальных условиях;
   г) изменение внутренней энергии в единицу времени;
   д) количество тепла, передаваемое 1 кг газа при нагреве его на 1^oC.

7. Что называется температурой?
   а) работа, совершаемая 1 кг газа при нагреве его на 1^oC;
   б) безразмерная величина, имеющая статус коэффициента;
   в) мера кинетической энергии молекул;
   г) изменение внутренней энергии в единицу времени;

д) количество тепла, передаваемое 1 кг газа при нагреве его на 1°С.

8. Какого вида давления не существует?
   а) абсолютное; б) атмосферное; в) барометрическое;
   г) избыточное; д) относительное.

9. Какой единицы измерения давления не существует?
   а) бар; б) паскаль;в) миллиметр ртутного столба;г) ньютон;
   д) атмосфера.

10. Что называется энтальпией?
    а) работа, совершаемая 1 кг газа при нагреве его на 1°С;
    б) количество тепла, содержащееся в 1 кг или 1 $м^3$;
    в) внутренняя энергия газа при нормальных условиях;
    г) изменение внутренней энергии в единицу времени;
    д) количество тепла, передаваемое 1 кг газа при нагреве его на 1°С

11. Объемной долей компонента смеси называется:
    а) отношение объема компонента к общему объему смеси;
    б) отношение объема компонента к массе всей смеси;
    в) отношение объема смеси к массе смеси;
    г) отношение парциального объема к объему смеси;
    д) величина, выраженная в долях единицы.

12. При помощи какого соотношения определяется газовая постоянная?
    а) $(P \cdot v)/T=R$;
    б) $C_P-C_V=R$;
    в) $R_\mu/\mu =R$;
    г) R_μ=8314 Дж/(кг·К);
    д) $(P \cdot V)/(M \cdot T)=R$.

13. Что называется абсолютной температурой тела?
    а) температура, выраженная в градусах по шкале Цельсия;
    б) температура, выраженная в градусах по шкале Кельвина;
    в) температура, выраженная в градусах по шкале Фаренгейта;
    г) разность между температурами по шкале Цельсия и Кельвина;
    д) разность между температурами по кале Кельвина и Фаренгейта.

14. Что называется идеальным газом?
    а) все двухатомные газы;
    б) все трехатомные газы;
    в) смесь двух- и трехатомных газов;

г) тот, в котором силы сцепления между молекулами отсутствуют, сами молекулы представляют собой материальные точки;

д) тот, в котором силы сцепления между молекулами присутствуют, сами молекулы обладают объемом и массой.

15. Закон Дальтона гласит:

а) общее давление газовой смеси складывается из суммы парциальных давлений всех компонентов;

б) давление газовой смеси равно парциальному давлению бóльшего компонента;

в) общее давление газовой смеси складывается из полусуммы парциальных давлений наибольшего и наименьшего компонентов;

г) общее давление газовой смеси складывается из суммы произведений парциальных давлений всех компонентов на их массовые доли;

д) общее давление газовой смеси складывается из суммы произведений парциальных давлений всех компонентов на их объемные доли.

16. Массовой долей компонента смеси называется:

а) отношение объема компонента к общей массе смеси;

б) отношение массы компонента к массе всей смеси;

в) отношение массы смеси к объему смеси;

г) процентная доля компонента;

д) величина, выраженная в долях единицы.

17. Какую размерность имеет средняя массовая теплоемкость при постоянном объеме?

а) кДж/(м^3·К); б) кДж/(кг·К); в) Вт/м^3; г) Вт/м^2·К; д) Вт/кг·К.

<u>Водяной пар</u>

1 Как соотносятся между собой скрытая теплота испарения и теплота конденсации?

а) это совершенно разные понятия;

б) они равны по величине;

в) скрытая теплота испарения больше теплоты конденсации;

г) скрытая теплота испарения меньше теплоты конденсации;

д) их разность равна количеству тепла, передаваемому 1 кг пара при нагреве его на 1^{o}С.

2 Уравнение неразрывности потока связывает между собой

а)массовый расход; б) объемный расход; в) плотность;

г) скорость; д) площадь поперечного сечения.

3 Какой пар называется перегретым?
а) пар, полученный при кипении воды и имеющий с ней одинаковую температуру;
б) пар, полученный при кипении воды;
в) пар, внутренняя энергия которого соответствует нормальным условиям;
г) пар, температура которого превышает температуру насыщенного пара при заданном давлении;
д) пар с каплями жидкости.

4 Какой пар называется насыщенным?
а) пар, полученный при кипении воды и имеющий с ней одинаковую температуру;
б) пар, полученный при кипении воды;
в) пар, внутренняя энергия которого соответствует нормальным условиям;
г) пар, полученный при повышенном давлении;
д) пар с каплями жидкости.

5 Что называется скрытой теплотой парообразования?
а) работа, совершаемая 1 кг пара при нагреве его на 1^{o}C;
б) количество тепла, содержащееся в 1 кг или 1 м^{3};
в) внутренняя энергия пара при нормальных условиях;
г) количество тепла, которое нужно сообщить воде для превращения ее в пар при заданной температуре кипения ;
д) количество тепла, передаваемое 1 кг пара при нагреве его на 1^{o}C.

6 Как зависит температура кипения от роста давления?
а) уменьшается; б) увеличивается; в) остается неизменной; г) сначала растет, затем остается неизменной;
д) остается неизменной, потом падает.

7 При какой температуре происходит испарение воды?

а) при любой; б) при повышенной; в) это зависит от давления;
г) зависит от количества примесей; д) при 100^{o}C.

8 Какие параметры определяют состояние недогретой воды?
а) давление; б) температура; в) степень сухости.

9 Какие параметры определяют состояние кипящей воды?
а) давление; б) температура; в) степень сухости.

10 Какие параметры определяют состояние сухого пара?
а) давление; б) температура; в) степень сухости x=1;

г) степень сухости x=0; д) степень сухости 0<x<1.

11 Какие параметры определяют состояние мокрого пара?
а) давление; б) температура; в) степень сухости x=1;
г) степень сухости x=0; д) степень сухости 0<x<1.

Влажный воздух

1 Температура точки росы – это:
а) t = 150°C;
б) температура, при которой влажность газа равна 100%;
в) температура при p = 0,1 МПа;
г) температура образующегося конденсата;
д) температура, при которой начинается конденсация водяных паров.

2 Влажный воздух – это:
а) воздух при определенной температуре;
б) воздух при влажности газа 100%;
в) смесь сухого воздуха и водяных паров;
г) смесь водяных паров и конденсата.

3 Перечислите основные параметры влажного воздуха:
а) абсолютная влажность; б) относительная влажность;
в) влагосодержание; г) энтальпия; д) температура точки росы.

4 Назовите единицы измерения энтальпии влажного воздуха:
а) %; б) кДж/ кг воздуха;
в) кДж/ кг сухого воздуха;
г) г/ кг сухого воздуха; д) кДж/(кг· градус).

5 Назовите единицы измерения относительной влажности воздуха:
а) %; б) кДж/ кг воздуха; в) кДж/ кг сухого воздуха;
г) г/ кг сухого воздуха; д) кДж/(кг· градус).

Раздел 2 Теплообмен

1 Устный опрос на лекции

Примерный перечень вопросов для устного опроса:
1 Дайте определения процессам теплопроводности, конвекции, теплопередаче, излучения.

2 что называют плотностью теплового потока?

3 Как определяется плотность теплового потока при разных видах теплообмена?

4 Коэффициенты теплопроводности, теплоотдачи и теплопередачи - обозначение, размерность, физический смысл.

5 Назовите способы интенсификации теплопередачи.

2 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.

Примерный перечень задач, решаемых на практических занятиях:

1 Стена из силикатного кирпича толщиной 250 мм имеет с одной стороны температуру - 30°С, а с другой - температуру +20°С. Найти плотность теплового потока через стену и глубину ее промерзания до температуры 0°С, считая коэффициент теплопроводности материала стены постоянным.

2 Найти коэффициент теплоотдачи при движении воздуха со скоростью 11 м/с по горизонтальной трубе диаметром 35×2,5 мм и длиной 5 м. Средняя температура воздуха 40°С, а стенки трубы 20^{O}С.

3 Газы при температуре $t_{ж1}$ передают через стенку площадью F теплоту воде, имеющей температуру $t_{ж2}$. Коэффициенты теплопередачи от газов к стенке α_1 и от стенки к воде α_2. Определить тепловой поток, передаваемый от газов к воде для случаев: а) стенка чистая толщиной $\delta_{ст}$ из стали; б) стальная стенка покрыта со стороны воды слоем накипи толщиной $\delta_н$ и со стороны газов - слоем сажи толщиной $\delta_с$.

Вариант	$t_{ж1}$, ^{0}С	F, м^2	$t_{ж2}$, ^{0}С	вар.	$\delta_{ст}$, мм	α_1, Вт (м^2·К)	α_2, Вт (м^2·К)	$\delta_н$, мм	$\delta_с$, мм
1	600	2,0	120	а	16	40	1400	7	2,0
2	500	3,0	130	б	18	50	1600	1	3,0
3	450	4,0	140	в	14	60	1500	2	1,0

4 . Аппарат цилиндрической формы диаметром 1 м и высотой 2 м с шероховатой стальной поверхностью находится в помещении, стены которого выкрашены масляной краской. Размеры помещения 4×10×6 м, температура воздуха в нем 20°С; температура на поверхности аппарата 70°С. Найти потерю теплоты аппаратом путем излучения, считая температуру стен помещения равной температуре воздуха

3 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.

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ:

1 Назовите основные узлы экспериментальной установки;

2 Дайте определение теплопроводности;

3 Какие величины следует измерить в данной работе, чтобы вычислить значение теплопроводности?;

4 По каким признакам можно судить о стационарном режиме теплообмена с окружающей средой?;

5 Как определяется средняя температура струны в данной установке?

4 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».

Примерный перечень вопросов для тестирования:

1 Назовите виды теплообмена:
а) перенос тепла; б) излучение; в) конвекция; г) тепловая радиация;
д) теплопроводность.

2 Теплопередачей называется:
а) процесс обмена теплом между подвижными средами через стенку;
б) процесс обмена теплом между водой и газом;
в) процесс обмена теплом между газом и жидкостью;
г) процесс обмена теплом между подвижной средой и стенкой;
д) процесс передачи тепла в твердом теле.

3 Абсолютно прозрачной поверхностью называется поверхность, которая…
а)поглощает все падающие лучи;
б) пропускает все падающие на нее лучи;
в) отражает все падающие на нее лучи;
г) частично пропускает все падающие на нее лучи;
д) частично поглощает все падающие на нее лучи.

4 Каким числом подобия характеризуется вынужденная конвекция?
а)Грасгофа;б) Прандтля; в) Фурье;г) Нуссельта; д) Рейнольдса.

5 Физический смысл коэффициента теплопроводности:
а) количество тепла, содержащегося в единице массы или единице объема;

б) количество тепла, переданного единице площади перепаде температур в 1^{o}C;
в)тепловой поток через единичную стенку при перепаде температур в 1^{o}C;
г) количество тепла, переданное в единицу времени;
д) способность материала пропускать тепло.

6 Что называется термическим сопротивлением стенки?
а) отношение толщины стенки к коэффициенту теплопроводности материала;
б) отношение толщины стенки к коэффициенту теплоотдачи;
в) отношение толщины стенки к коэффициенту теплопередачи;
г) суммарный коэффициент теплоотдачи с обеих сторон стенки;
д) величина, обратная коэффициенту теплопередачи.

7 Конвекцией называется:
а) передача тепла через стенку
б) теплообмен между твердыми телами
в) передача тепла через ребристую стенку
г) процесс обмена теплом между подвижной средой и стенкой;
д) смешивание газов и жидкостей.

8 Физический смысл коэффициента теплоотдачи:
а) тепловой поток через 1 м твердой стенки;
б) тепловой поток с 1 м^2 поверхности при разности температур между стенкой и подвижной средой в 1^{0}C;
в) тепловой поток с 1 см^2 поверхности при разности температур между стенкой и подвижной средой в 1^{0}C;
г) тепловой поток при разности температур теплоносителей в 1^{0}C;
д) количество переданного тепла в единицу времени.

9 Какими числами подобия характеризуется свободная конвекция?
а) Грасгофа и Прандтля; б) Рейнольдса и Нуссельта;в) Фурье и Био;г) Нуссельта и Прандтля;д) Рейнольдса и Струхала.

10 Абсолютно черной поверхностью называется поверхность, которая…
а)поглощает все падающие лучи;
б) пропускает все падающие на нее лучи;
в) отражает все падающие на нее лучи;
г) частично пропускает все падающие на нее лучи;
д) частично поглощает все падающие на нее лучи.

11 Какую размерность имеет коэффициент теплопередачи?

а) кДж/К; б) кДж/м^2; в) Вт; г) Вт/м^2·К; д) Вт/м·К.

12 Чем отличается свободная и вынужденная конвекция?
а) это равнозначные понятия; б) температурами сред;
в) давлением сред;г) наличием побудителя движения сред;
д) теплофизическими свойствами сред.

13 Какую размерность имеет плотность теплового потока?
а) Вт/м^2; б) кДж/м^2; в) Вт; г) кКал/м·ч·град;д) кДж.

14 Укажите уравнение теплопередачи?
а) $Q=\Delta U+A$; б) $Q=K\cdot F\cdot\Delta t$; в) $Q=M\cdot C\cdot t\Delta$; г) $Q = Q_1 +Q_2 +Q_3 +Q_4 +Q_5 +Q_6$; д) $Q = Q_н + Q_{в.вн.} + i_{тл}$.

15 Какую размерность имеет коэффициент теплопроводности?
а) Вт/м^2·К; б) кДж/м^2; в) Вт; г) Вт/м·К; д) кДж/К.

16 Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи?
а) Вт/м^2·К; б) кДж/м^2; в) Вт; г) Вт/м·К; д) кДж/К.

17 Как рассчитывается плотность теплового потока при теплоотдаче конвекцией?
а) $q= \alpha(t_{СТ}-t_{СР})$;б) $Q= \alpha(t_{СТ}-t_{СР})F$; в) $q=q_К+q_л$; г) $q= -\lambda \cdot grad\ t$;
д) $q= K(t_{СТ}-t_{СР})$.

18 Как рассчитывается плотность теплового потока при теплопередаче?
а) $q= \alpha(t_{СТ}-t_{СР})$;б) $Q= K(t_{СТ}-t_{СР})F$; в) $q=q_К+q_л$; г) $q= -\lambda \cdot grad\ t$;
д) $q= K(t_{СТ}-t_{СР})$.

19 Как рассчитывается плотность теплового потока при теплопроводности?
а) $q= \alpha(t_{СТ}-t_{СР})$;б) $Q= \alpha(t_{СТ}-t_{СР})F$; в) $q= (\lambda/\delta)\cdot(t_1-t_2)$; г) $q= -\lambda \cdot grad\ t$;
д) $q= K(t_{СТ}-t_{СР})$.

Раздел 3 Теплообменные аппараты

1 Устный опрос на лекции

Примерный перечень вопросов для устного опроса:

1 Что называется теплообменным аппаратом?;
2 К какому типу относятся теплообменники непрерывного действия?
3 Приведите основные уравнения для расчета теплообменных аппаратов.
4 Пути интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах.

2 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.

Примерный перечень задач, решаемых на практических занятиях:

1 Требуется охладить жидкость от 120 до 50 °С, для чего используется вода с температурой 10 °С. Конечная температура воды 24 °С. Определить необходимую поверхность охлаждения при прямотоке и противотоке, если коэффициент теплопередачи 1000 Вт/(м2 ·К) и передаваемый тепловой поток 14 кВт.

2. Определить поверхность нагрева рекуперативного теплообменника при прямоточном и противоточном движении теплоносителей. Теплоносителем является газ с начальной температурой 600 °С и конечной 300 °С. Необходимо нагреть 4000 м3 /ч воздуха (объем при нормальных физических условиях) от 30 до 250 °С. Принять коэффициент теплопередачи 20 Вт/(м2 ·К), теплоемкость воздуха постоянная.

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».

Примерный перечень вопросов для тестирования:

1. При какой схеме движения теплоносителей температура нагреваемого теплоносителя на выходе из подогревателя всегда ниже температуры греющего теплоносителя: a. Прямотоке b. Противотоке c. Перекрестном токе d. Смешанном токе

2. При применении какой схемы движения теплоносителей на выходе из аппарата можно получить температуру нагреваемой жидкости выше конечной температуры греющего теплоносителя. a. Прямотока b. Противотока c. Перекрестного тока d. Смешанного тока

3 Как называется уравнение $Q = F \cdot K \cdot \Delta tcp$? a. уравнение поверхности нагрева ; b. уравнение температурного напора c. уравнение коэффициента теплопередачи d. основное уравнение теплопередачи

4. При применении какой схемы движения теплоносителей можно добиться уменьшения поверхности нагрева теплообменного аппарата? a. Прямотока b. Противотока c. Перекрестного тока d. Смешанного тока.

5. Какие параметры входят в уравнение теплового баланса пароводяного подогревателя? (может быть несколько вариантов) a. температуры нагреваемого теплоносителя соответственно на входе в подогреватель и выходе из него b. расход воды через подогреватель c. расход греющего теплоносителя d. энтальпия перегретого пара e. коэффициент, учитывающий потери теплоты в окружающую среду

6 Назовите основные уравнения для расчета теплообменников.

7 Как изменяется температура греющего пара при его конденсации: а) увеличивается; б) уменьшается; в) остается неизменной.

8 Верно ли утверждение, что теплообменным аппаратом называют всякое устройство, в котором одна жидкость - горячий теплоноситель - забирает теплоту у другой жидкости - холодного теплоносителя?

Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Основные параметры состояния газов.
2. Уравнение состояния идеальных газов. Газовая постоянная.
3. Смеси идеальных газов.
4. I закон термодинамики.
5. II закон термодинамики.
6. Параметры состояния водяного пара.
7. H-d диаграмма влажного воздуха.
8. Стационарная теплопроводность. Определение, закон, примеры.
9. Конвекция. Определение, закон, виды, примеры.
10. Теплопередача. Определение, законы, примеры.
11. Излучение. Определение, законы, примеры.
12. Назначение и классификация теплообменных аппаратов.

Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1. Определить массу воздуха в сосуде заданного объема при нормальных или стандартных условиях.
2. Определить расход пара (мокрого, сухого или перегретого) через поперечное сечение трубы заданного диаметра.
3. Определить количество тепла для нагрева воздуха заданных параметров от начальной температуры до конечной.

4. Определить плотность теплового потока теплопроводностью через плоскую стенку. Заданы: толщина, разность температур и материал стены.

5. Определить плотность теплового потока теплопередачей через плоскую стенку, заданы: температуры подвижных сред, толщина и материал стены.

6. Определить поверхность прямоточного или противоточного теплообменника при заданных температурах теплоносителей и параметрах стенки.