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

Технологические энергоносители предприятий

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: f751bff68056aa81d7a4109cd019dba418043418
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 17 мая 2024 г. по 10 августа 2025 г.
Дата и время: 21-05-2025 17:35:50 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение структуры, теоретических основ и принципов функционирования систем производства, транспорта и потребления технологических энергоносителей: сжатого воздуха, холода, технической воды и продуктов разделения воздуха в соответствии с требованиями надежной и экономичной эксплуатации при высоких теплотехнических и экономических показателях.

Задачами учебной дисциплины являются:

– научить принципам создания, эксплуатации и анализа показателей систем производства технологических энергоносителей;
– научить анализировать существующие системы и их элементы, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;
– дать навыки пользования методическими нормативными материалами, технической документацией, современными информационными средствами и технологиями, а также навыки подбора и расчета стандартного основного и вспомогательного оборудования, расчета потребности в технологических энергоносителях, тепловых и материальных балансов установок и элементов систем производства и распределения технологических энергоносителей;
– дать информацию о новых направлениях в совершенствовании данных систем в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки систем и их элементов.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Техническая термодинамика;
– Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии;
– Гидрогазодинамика;
– Тепломассообмен.

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

– Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем;
– Котельные установки и парогенераторы;
– Тепломассообменное оборудование предприятий.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-2: Способен выполнять работы по организации технического и материального обеспечения эксплуатации котельной, работающей на твердом топливе	ПК-2.2 Организует контроль расхода топлива, электроэнергии и расходных материалов в процессе эксплуатации котельной	– знать: динамику использования материально-технических и энергетических ресурсов в процессе эксплуатации котельной. – уметь: оценивать динамику использования материально-технических и энергетических ресурсов в процессе эксплуатации котельной.

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), 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

Сессия / курс	***ИТОГО***	***2 сессия / 4 курс***	***3 сессия / 4 курс***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*

Трудоёмкость	*академ. час.*	***216***	*36*	*180*
	зачетных единиц	***6***	*1*	*5*
Лекции, *академ. час.*		***2***	*2*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***201***	*34*	*167*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Общая характеристика энергоносителей (Виды, классификация и характеристика энергоносителей);

Раздел 2 Системы топливоснабжения;

Тема 2.1 Твердое топливо (Направления, масштабы и перспективы использования органического топлива. Топливно-энергетический баланс предприятия. Стоимость топлива. Твердое топливо. Потребители твердого топлива; их требования к марке и качеству топлива; определение часовой и суточ-ной потребности в топливе. Способы доставки твердого топлива. Методы организации и механизации разгрузки топлива. Необходимое оборудование; его конструкции; режимы работы. Хранение и сортировка топлива. Способы подачи топлива потребителям, их аппаратурное и конструктивное оформление);

Тема 2.2 Жидкое топливо (Потребители мазута. Характеристика мазута. Определение потребности в мазуте. Мазутное хозяйство. Установки для разгрузки мазутных цистерн и танкеров. Подогреватели мазута. Мазуто-хранилища);

Тема 2.3 Газообразное топливо (Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения: назначение, схемы, классификация. Состав оборудования. Газовый баланс предприятия. Определение расчетной потребности в газе. Характеристика природных, искусственных и отходящих горючих газов, используемых в качестве технологического сырья и энергоносителя. Производство и транспорт газа. Проблемы очистки, аккумулирование, использование избыточного давления. Системы обеспечения искусственными горючими газами: области использования. Способы

получения; технико-экономические показатели. Промысловый и магистральный газопроводы. Газораспределительная станция и газораспределительные пункты. Определение расчетной потребности в газе; графики определения и методы покрытия пиков нагрузки. Общие принципы и порядок расчета разветвленных газопроводов; гидравлический расчет газовых сетей.);

Тема 2.4 Техника безопасности в топливном хозяйстве (Токсичность и взрываемость, утечка горючих газов; испытание газовых сетей на прочность и герметичность. Охрана труда при эксплуатации и ремонтных работах. Защита газопроводов от коррозии. Проблемы защиты окружающей среды. Мероприятия по защите окружающей среды в системах топливоснабжения);

Раздел 3 Системы технического водоснабжения;

Тема 3.1 Требования к качеству и параметрам технической воды (Характеристика потребителей технической воды и основные направления ее использования. Требования к качеству и параметрам технической воды. Связь технического водоснабжения промпредприятий с экологическими и социальными проблемами в масштабах региона, города, республики. Методика определения потребности в воде на технологические, противопожарные, хозяйственные и питьевые нужды предприятия);

Тема 3.2 Системы технического водоснабжения (Назначение, классификация, схемы, состав оборудования. Прямоточные системы технического водоснабжения. Оборотные и бессточные системы водоснабжения как средство снижения энергозатрат на водопотребление и уменьшение загрязнения окружающей среды. Определение расчетных расходов и давлений для проектирования основных установок и сооружений в прямоточных и оборотных системах водоснабжения. Особенности системы водоснабжения ТЭС);

Раздел 4 Системы воздухоснабжения;

Тема 4.1 Характеристика потребителей сжатого воздуха (Состав и свойства атмосферного и сжатого воздуха. Система воздухоснабжения: назначение, схема. Классификация потребителей сжатого воздуха на предприятиях различных отраслей промышленности. Требования к качеству (содержание влаги, пыли, температура) и надежности подачи технологического и силового воздуха. Осушка и очистка воздуха. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции. Методы определения нагрузок на компрессорную станцию);

Тема 4.2 Выбор компрессоров и детандеров (Типы компрессорных станций; типовые принципиальные и технологические схемы вспомогательного оборудования. Классификация компрессоров; область применения компрессоров статического (объемного) и динамического сжатия. Теоретический и действительный рабочий процесс поршневого компрессора. Показатели работы поршневых и

центробежных компрессоров. Выбор типа и количества компрессоров. Расчет технологических схем компрессоров. Регулирование производительности. Работа компрессора на присоединенную сеть. Сети сжатого воздуха. Правила техники безопасности и эксплуатации компрессорных станций);

Раздел 5 Системы холодоснабжения;

Тема 5.1 Способы получения холода и классификация холодильных установок (Применение искусственного холода в промышленности. Системы холодоснабжения: назначение, схемы, классификация. Способы получения холода и классификация холодильных установок. Методика определения потребности в холоде. Холодильные агенты и хладоносители. Действительный цикл паровой компрессионной холодильной установки);

Тема 5.2 Выбор и расчет компрессора (Технологические схемы холодильных станций их выбор и расчет. Классификация компрессоров холодильных установок. Понятие эксергии. Тепловой и эксергетический баланс холодильных станций и установок. Абсорбционная и пароэжекторная холодильные установки, принцип действия, тепловой баланс. Оценка возможностей утилизации ВЭР для получения холода. Выбор и тепловой расчет теплообменных аппаратов холодильных установок. Технико-экономические показатели систем производства холода. Перспективы совершенствования систем холодоснабжения);

Раздел 6 Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха;

Тема 6.1 Характеристика промышленных потребителей (Назначение, схема, классификация систем обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Характеристика промышленных потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения воздуха. Графики и режимы потребления. Идеальные процессы ожижения и замораживания газов. Дифференциальный эффект дросселирования (дроссель-эффект Джоуля-Томпсона));

Тема 6.2 Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения (Методы расчета технологических схем станций разделения и их оборудования. Выбор компрессоров и детандеров. Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения, характеристика продуктов разделения воздуха. Низкотемпературная ректификация, принципиальные схемы ректификационных колонн. Техническая характеристика воздухоразделительных установок, особенности расчета регенеративных и рекуперативных теплообменников, низкотемпературная тепловая изоляция).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*

дисциплины		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Общая характеристика энергоносителей	0.25	
Раздел 2.	Системы топливоснабжения	0.25	
Тема 2.1.	Твердое топливо		
Тема 2.2.	Жидкое топливо		
Тема 2.3.	Газообразное топливо		
Тема 2.4.	Техника безопасности в топливном хозяйстве		
Раздел 3.	Системы технического водоснабжения	0.5	
Тема 3.1.	Требования к качеству и параметрам технической воды		
Тема 3.2.	Системы технического водоснабжения		
Раздел 4.	Системы воздухоснабжения	0.5	
Тема 4.1.	Характеристика потребителей сжатого воздуха		
Тема 4.2.	Выбор компрессоров и детандеров		
Раздел 5.	Системы холодоснабжения	0.25	
Тема 5.1.	Способы получения холода и классификация холодильных установок		
Тема 5.2.	Выбор и расчет компрессора		
Раздел 6.	Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха	0.25	
Тема 6.1.	Характеристика промышленных потребителей		
Тема 6.2.	Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения		
Итого:		**2**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Характеристика	0.5	

	технологических энергоносителей предприятий		
Раздел 2.	Анализ систем топливоснабжения. Техника безопасности топливного хозяйства	0.5	
Раздел 3.	Расчет потребности в технической воде для конкретного предприятия	0.5	
Раздел 4.	Расчет потребности предприятия в сжатом воздухе	0.5	
Раздел 5.	Сравнительный анализ установки, работающей в режиме производства холода и теплонасосной установки	1	
Раздел 6.	Расчет потребностей предприятия в продуктах разделения воздуха	1	
Итого:		**4**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**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. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение	28	

	тестирования.		
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	36	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	36	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	36	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	36	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	29	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**210**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на

		практическом занятии; 3. Реферат; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Реферат; 4. Тестовые задания
Раздел 5.	ПК-2	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Реферат; 3. Тестовые задания
Раздел 6.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Реферат; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-2	1. Вопросы 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 устного обсуждения (опроса); контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; реферат; 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 реферата

Написание реферата предполагает глубокое изучение обозначенной проблемы.

Критерии оценки реферата

Наименование параметра оценки	Оценка
Выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, достигнуто пороговое значение оригинальности реферата.	отлично
Основные требования к реферату выполнены, в том числе достигнуто пороговое значение оригинальности реферата, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются недочеты в оформлении.	хорошо
При достигнутом пороговом значении оригинальности реферата имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема реферата освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата.	удовлетворительно
Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание в содержании проводимого исследования, невыполнение порогового значения оригинальности реферата (превышение объема некорректных заимствований).	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

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 ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

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

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; 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.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, 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.	неудовлетворительно

12.2.4 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 «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 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
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.5 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

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».

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.

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

Оценка	Требования к знаниям
	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 Тихомиров, К. В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция : учебник для вузов / К. В. Тихомиров, Э. С. Сергеенко. – Москва : Стройиздат, 1991. – 480 с.;

2 Теплогенерирующие установки : учебник для вузов / Г. Н. Делягин, В. И. Лебедев, Б. А. Пермяков, П. А. Хаванов. – Москва : Бастет, 2010. – 623 с.;

3 Шарапов, В. И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения : учебное пособие для вузов / В. И. Шарапов, П. В. Ротов. – Москва : Новости теплоснабжения, 2007. – 164 с.;

4 Теплоэнергетика металлургических заводов : учебник для вузов / Ю. И. Розенгарт, З. А. Мурадова, Б. З. Теверовский [и др]. ; под ред. Ю. И. Розенгарта. – Москва : Металлургия, 1985. – 302 с.;

5 Быстрицкий, Г. Ф. Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 305 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03889-7. – URL: https://urait.ru/bcode/512922 (дата обращения: 15.05.2025).

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 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;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

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 (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- 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) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

доцент Михайличенко Татьяна Алексеевна (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Заместитель начальника ПТО
Центральная ТЭЦ ООО «ЭнергоТранзит» А. Ю. Поромов

Приложение

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1 Что является предметом изучения дисциплины «Технологические энергоносители предприятий»?
2 Что такое теплота?
3 Единицы измерения теплоты?
4 Что такое работа?
5 Единицы измерения работы?
6 Какое свойство материала характеризует его теплоемкость ?
7 Назовите виды энергоносителей в различных отраслях промышленности (2-3 примера).
8 Топливная база России.
9 Как перевести ккал в кДж?
10 Как перевести ккал/ч в Вт? 1ккал/ч=???Вт

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

Раздел 1. Общая характеристика энергоносителей

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях
2. Характеристика энергоносителей
3. Масштабы производства и потребления энергоносителей.
4. Методика определения потребности в энергоносителях.
5. Графики нагрузок по энергоносителям.
6. Общая классификация систем топливоснабжения.
7. Составляющие топливно-энергетического баланса предприятия.
8. Требования потребителей к качеству топлива.
9. Определение расчетной потребности в топливе.
10. Разновидности топливно-энергетического баланса промышленного предприятия.

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».

1. Какой вид топлива является наиболее распространенным ископаемым топливом?

A. Нефть
B. Уголь
C. Природный газ
D. Торф
2. Что относится к возобновляемым источникам энергии?
A. Ядерная энергия
B. Солнечная энергия
C. Нефть
D. Каменный уголь
3. Как называется котельное топливо, которое добывается из нефти?
A. Бензин
B. Антрацит
C. Мазут
D. Бурый уголь
4. Какие основные виды угля различают по происхождению и качеству?
A. Торфяной и бурый
B. Древесный и каменный
C. Бурый, каменный и антрацит
D. Графит и сланец
5. Чем отличается природный газ от нефтяного попутного газа?
A. Природный газ состоит преимущественно из метана, нефтяной газ — пропана и бутана
B. Природный газ добывают отдельно, нефтяной — сопутствует добыче нефти
C. Оба утверждения верны
D. Нет разницы
6. Что такое биотопливо?
A. Топливо, производимое из отходов древесины
B. Горючий материал растительного происхождения, полученный искусственным путем
C. Продукт переработки органических отходов животного происхождения
D. Все вышеперечисленное верно
7. Почему ядерное топливо считается экологически чистым видом топлива?
A. Оно выделяет большое количество углекислого газа
B. Его производство требует больших площадей земли
C. Выделяет минимальное количество вредных выбросов в атмосферу
D. Быстро истощается
8. Какой фактор делает использование ядерного топлива потенциально опасным?
A. Высокий уровень радиации и проблемы утилизации радиоактивных отходов
B. Высокая стоимость добычи
C. Невозможность повторного использования
D. Низкая энергоэффективность
9. Водород как источник энергии называют топливом будущего потому, что...
A. Его запасы ограничены
B. Получение водорода экономически невыгодно
C. Это самый легкий элемент периодической таблицы Менделеева
D. При сгорании водород образует только водяной пар, не загрязняет окружающую среду
10. Какие виды альтернативных источников энергии относятся к экологически безопасным видам топлива?
A. Биогаз и солнечная энергия
B. Уголь и нефть
C. Природный газ и мазут
D. Ископаемые угли и торф

11. Установите соответствие между терминами и определениями:

Углеводородное топливо	A. Источники энергии, восполняемые естественным образом (солнечная, ветровая, гидроэнергия и другие природные ресурсы).
Возобновляемые ресурсы	B. Минеральные материалы, содержащие элементы тяжелых металлов (урана, плутония), пригодные для выработки электроэнергии на АЭС.
Первичные энергоносители	C. Жидкие, твердые или газообразные органические продукты природного происхождения (нефть, природный газ, уголь и прочие).
Вторичные энергоносители	D. Энергоносители, полученные путем переработки первичных ресурсов (электроэнергия, синтетическое жидкое топливо, сжиженные углеводородные газы и др.).
Ядерное топливо	E. Непосредственные источники первичной энергии, извлекаемые из природы непосредственно (уголь, нефть, природный газ, древесина, вода, ветер).

12. Установите соответствие между терминами и определениями:

Твердый энергоноситель	A. Материалы растительной или животной природы, способные служить источником энергии (биодизель, биоэтанол, дрова, пеллеты).
Жидкий энергоноситель	B. Любые энергоносители, кроме традиционных видов топлива (нефти, газа, угля); включают солнечные панели, ветрогенераторы, геотермальные установки и т.п.
Газообразный энергоноситель	C. Органические жидкости, такие как нефть, бензин, керосин, дизельное топливо.
Биологическое топливо	D. Запасы твердых горючих материалов, среди которых преобладают ископаемый уголь, торф, сланцы.
Альтернативные источники энергии	E. Легковоспламенимые газы, используемые в качестве топлива, например, природный газ, бутан, пропан.

13. Установите соответствие между терминами и определениями:

Бактерии-метаногены	A. Микроорганизмы, вырабатывающие метан из органических остатков, используемых для получения биогаза.
Фотосинтез	B. Преобразование солнечной энергии растениями и водорослями в химическую форму, являющуюся основой жизни на Земле.
Солевые батареи	C. Электростанции, генерирующие электроэнергию за счёт вращения лопастей ветротурбин потоками ветра.
Ветряные электростанции	D. Использование природных подземных горячих водных потоков или сухих пород Земли для получения электричества и отопления.
Геотермальная энергия	E. Аккумуляторы, накапливающие электричество за счет химической реакции соли и электролита.

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.

Раздел 2.Системы топливоснабжения

1 Устный опрос на практическом занятии

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Основные требования к хранению твердого топлива на складах.
2.Теплофизическая характеристика твердого и жидкого топлив.
3. Характеристика, назначение и принцип действия вагоноопрокидывателя, ленточных конвейеров.
4. Характеристика, назначение и принцип действия дробилок в приемном устройстве и на тракте топливоподачи.
5. Свойства мазута, определяющие его марку, особенности подготовки, хранения и транспортировка потребителю.
6. Технологическая схема и назначение оборудования мазутного хозяйства.
7. Характеристика газового хозяйства.
8. Производство и транспорт газообразного топлива.
9. Классификация газообразных топлив, использующихся в качестве технологического сырья и энергоносителя.
10. Состав и свойства естественных газов.
11. Состав и свойства искусственных газов, способы их получения.
12. Принципиальная схема добычи, распределения природного газа.
13. Назначение газораспределительной станции и газораспределительного пункта.
14. Общие принципы и порядок гидравлического расчета разветвленных газопроводов.
15. Определение потерь давления в газопроводах.
16. Основные мероприятия по защите окружающей среды в системах топливоснабжения.
17. Особенности доставки, хранения, подготовки и распределения потребителям твердого, жидкого и газообразного топлив.
18. Определение расчетной потребности в топливе.
19. Техника безопасности в топливном хозяйстве.

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».

1. Что означает термин «топливное хозяйство» предприятия?

A. Организация снабжения предприятия сырьем и материалами.

B. Совокупность сооружений, оборудования и технологий для хранения, транспортировки и подготовки топлива.

C. Только обеспечение предприятий газом.

D. Разработка новых видов топлива.

2. Какой вид топлива относится к твёрдым энергоносителям?

A. Метан

B. Уголь
C. Керосин
D. Биоэтанол
3. Что входит в состав жидкого топлива?
A. Пропан и бутан
B. Вода и минеральные добавки
C. Нефтяные фракции и присадки
D. Древесина и солома
4. Основной принцип техники безопасности при обращении с топливом включает...?
A. Периодическую проверку оборудования и соблюдение норм пожарной безопасности.
B. Проведение ежедневных технических осмотров транспортных средств.
C. Отсутствие контроля над уровнем топлива в ёмкостях.
D. Частичное использование защитного снаряжения работниками.
5. Что является основным недостатком газового топлива?
A. Высокая экологичность
B. Трудности в хранении и транспорте из-за легкости воспламенения
C. Простота эксплуатации оборудования
D. Большой запас прочности сосудов для хранения
6. Техника безопасности при сливе жидких топлив предусматривает обязательное наличие...
A. Специальных резиновых ковриков вокруг емкости.
B. Резервуаров для аварийного сбора пролива топлива.
C. Автономных генераторов на случай отключения электроснабжения.
D. Свободного доступа посторонних лиц к месту слива.
7. Основная опасность при работе с газообразным топливом связана с...
A. Образованием взрывоопасных смесей с воздухом.
B. Сложностью транспортировки газовых баллонов.
C. Коррозионным воздействием на металлические конструкции.
D. Большими расходами на хранение.
8. Наиболее распространённым способом защиты от пожара на объектах топливного хозяйства является...
A. Установка датчиков дыма и автоматическая пожарная сигнализация.
B. Применение деревянных конструкций зданий.
C. Хранилища с открытым доступом.
D. Использование устаревших технологических решений.
9. Правильное расположение объектов топливного хозяйства предполагает...
A. Близость жилых зон для удобства обслуживания.
B. Обязательное размещение рядом с крупными транспортными магистралями.
C. Установку на расстоянии от жилых районов и мест массового скопления людей.
D. Наличие близко расположенных складских помещений для других товаров.
10. Важнейшим требованием техники безопасности при перевозке топлива автомобильным транспортом является...
A. Соблюдение скоростного режима вне зависимости от типа груза.
B. Ограничение количества рейсов в течение суток.
C. Использование герметичной тары и специальных маркировочных знаков опасности.
D. Перевозка только небольшими партиями.
11. Установите соответствие между характеристикой топлива и его видом;

Легко воспламеняется, используется в быту и промышленности, хранят в баллонах или трубопроводах.	A. Газообразное топливо
Включает нефть и продукты её переработки, применяется в автотранспорте и авиации.	B. Жидкое топливо

Используют в котельных, печах, металлургии и производстве цемента.	С. Твёрдое топливо

12. Установите соответствие между и топливом и его агрегатным состоянием:

1. Твердое топливо	А. Уголь, торф, горючие сланцы; склонно к самовозгоранию
2. Жидкое топливо	Б. Мазут, дизельное топливо; требует аккуратного хранения
3. Газообразное топливо	В. Природный газ, метан; легко воспламеняется, без цвета и запаха

13. Установите соответствие между характеристикой топлива и его видом;

Имеет высокую плотность энергии, хранится компактно, легко транспортируется.	А. Газообразное топливо
Необходимо соблюдать меры предосторожности при использовании и соблюдении стандартов чистоты.	В. Жидкое топливо
Отличается высокими требованиями к защите трубопроводов и устройств подачи топлива.	С. Твёрдое топливо

14. Установите соответствие между видом топлива и его особенностью:

1. Твердое топливо	А. склонно к самовозгоранию
2. Жидкое топливо	Б. требует аккуратного хранения
3. Газообразное топливо	В. без цвета и запаха

15. Установите соответствие между видом топлива и мерами техники безопасности при работе с ним:

1. Твердое топливо	а. Контроль влажности и предотвращение самонагревания топлива; предотвращение пылеобразования (взрывоопасность пыли)
2. Жидкое топливо	б. Предотвращение утечек, соблюдение правил пожарной безопасности при хранении и транспортировке
3. Газообразное топливо	в. Обеспечение герметичности газопроводов, установка датчиков утечки газа, вентиляция помещений

3 Подготовка и защита реферата

Рефераты подготавливаются в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, с целью определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы.

Примерные темы рефератов:

1. Основные требования к хранению твердого топлива на складах.
2. Характеристика, назначение и принцип действия дробилок в приемном устройстве и на тракте топливоподачи.
3. Свойства мазута, определяющие его марку, особенности подготовки, хранения и транспортировка потребителю.
4. Технологическая схема и назначение оборудования мазутного хозяйства.
5. Характеристика газового хозяйства.
6. Производство и транспорт газообразного топлива.
7. Классификация газообразных топлив, использующихся в качестве технологического сырья и энергоносителя.
8. Состав и свойства естественных газов.
9. Состав и свойства искусственных газов, способы их получения.

10. Принципиальная схема добычи, распределения природного газа.
11. Назначение газораспределительной станции и газораспределительного пункта.
12. Общие принципы и порядок гидравлического расчета разветвленных газопроводов.
13. Основные мероприятия по защите окружающей среды в системах топливоснабжения.
14. Особенности доставки, хранения, подготовки и распределения потребителям твердого, жидкого и газообразного топлив.
15. Техника безопасности в топливном хозяйстве.

Объем реферата составляет 10 – 15 страниц машинописного текста формата А4, шрифт Times New Roman 14 пт, междустрочный интервал – полуторный.

Реферат загружается обучающимся в СОУ «Moodle».

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 3. Системы технического водоснабжения

1 Устный опрос на практическом занятии

Устный опрос проводится на практическом занятии с целью определения степени усвоения материалов лекций.

Перечень вопросов и заданий для письменного опроса:

1. Показатели качества воды.
2. Способы контроля качества воды.
3. Как называют воду в зависимости от назначения системы водоснабжения?
4. Назовите причины, обуславливающие необходимость обработки природных и сточных вод.
5. Чем отличается прямоточное водоснабжение от оборотного?
6. Особенности обработки природной и сточной воды в системе технического водоснабжения ТЭС.
7. Механические способы обработки воды.
8. Биологическое и огневое обезвреживание сточных вод.
9. Физический, физико-химический и электрохимический способы очистки сточных вод.
10. Организация приема и транспорта воды.
11. Порядок гидравлического расчета водопроводных сетей.
12. Составляющие баланса воды промышленных предприятий.

13. Влияние примесей, содержащихся в воде, на работу энергетического оборудования.
14. Коррозия и способы ее предотвращения.
15. Критерии выбора схем водоподготовительных установок.
16. Показатели работы водоподготовительных установок.

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».

1. Какая система технического водоснабжения предназначена для обеспечения водой производственных нужд предприятия?
A. Производственная
B. Питьевая
C. Канализационная
D. Огнетушительная
2. Основным элементом замкнутой системы водоснабжения является:
A. Коллектор стоков
B. Чистая питьевая вода
C. Насосы и охладительное оборудование
D. Открытые водоемы
3. Что понимают под оборотной системой водоснабжения?
A. Однократное потребление воды предприятием
B. Повторное использование очищенной технической воды
C. Сбор дождевых осадков для хозяйственных целей
D. Санитарная очистка питьевой воды
4. Целью открытой системы водоснабжения является:
A. Сокращение потребления свежей воды
B. Минимизация расходов на водоочистку
C. Экономия энергоресурсов
D. Обеспечение промышленных потребителей чистой водой однократного использования
5. Для чего предназначено устройство градирни в системах водоснабжения?
A. Повышения температуры охлаждающей воды
B. Сохранения запасов пресной воды
C. Очистки воды от механических примесей
D. Охлаждения циркулирующей воды для повторной подачи в технологический процесс
6. Какие требования предъявляются к воде, используемой в промышленной сфере?
A. Она должна соответствовать ГОСТу питьевой воды
B. Должна иметь низкий показатель жёсткости и содержать минимум растворённых солей
C. Может использоваться любая природная вода без дополнительной обработки
D. Допустимо применение речной воды без предварительной фильтрации
7. Чем отличаются замкнутая и открытая системы водоснабжения?
A. Замкнутые системы требуют большего объема резервуарных емкостей

B. Открытые системы предполагают многократное использование воды
C. Замкнутые системы обеспечивают повторное использование воды после её очистки
D. Открытые системы имеют меньшую нагрузку на очистные сооружения
8. Какой метод применяют для уменьшения жесткости воды в системах технического водоснабжения?
A. Добавление кислот
B. Осветление флокулянтом
C. Магнитная обработка воды
D. Химическое осаждение кальция и магния
9. Главная цель устройства противокоррозионной защиты в системах технического водоснабжения:
A. Уменьшить расходы на покупку новой трубы
B. Облегчить монтаж трубопровода
C. Увеличить срок службы металлических элементов трубопроводов
D. Повысить производительность труда персонала
10. Чем опасна повышенная жесткость воды в промышленном оборудовании?
A. Значительно увеличивает коррозионную активность металла
B. Приводит к образованию накипей и ухудшению теплообмена
C. Повышается прозрачность воды
D. Усиливаются бактерицидные свойства воды
11. _____ — комплекс мероприятий и методов, направленных на улучшение физико-химического состава воды для последующего безопасного и эффективного использования в бытовых или промышленных целях. Включает очистку, смягчение, обеззараживание, дегазацию, удаление примесей и другие операции.
12. _____ — инженерное сооружение или техническое устройство, предназначенное для охлаждения большого объема воды, применяя естественный или принудительный воздушный поток. Используется в основном в замкнутых системах водоснабжения для понижения температуры воды, которую повторно используют в технологических процессах.
13. _____ — механизм или устройство, предназначенное для перемещения жидкостей или газов путём создания избыточного давления либо разряжения. Применяются для подачи, перекачки и распределения воды в системах водоснабжения, водоотведения и иных гидравлических сетях.

3 Контрольная работа

Вопросы для контрольной работы:

1. Показатели качества воды.
2. Способы контроля качества воды.
3. Особенности обработки природной и сточной воды в системе технического водоснабжения ТЭС.
4. Механические способы обработки воды.
5. Биологическое и огневое обезвреживание сточных вод.
6. Физический, физико-химический и электрохимический способы очистки сточных вод.
7. Организация приема и транспорта воды.
8. Порядок гидравлического расчета водопроводных сетей.
9. Влияние примесей, содержащихся в воде, на работу энергетического оборудования.

10. Коррозия и способы ее предотвращения.
11. Критерии выбора схем водоподготовительных установок.
12. Показатели работы водоподготовительных установок.

Контрольная работа загружается обучающимся в СУО «Moodle».

4 Выполнение практической работы по расчету потребности предприятий в холодной воде

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

Раздел 4. Системы воздухоснабжения

1 Устный опрос на практическом занятии

Опрос проводится на практическом занятии с целью определения степени усвоения лекционного и самостоятельно изученного материала по теме «*Характеристика потребителей сжатого воздуха»).*

Перечень вопросов и заданий для устного опроса:

1.Состав и свойства атмосферного и сжатого воздуха.
2.Система воздухоснабжения: назначение, схема.
3.Классификация потребителей сжатого воздуха на предприятиях различных отраслей промышленности.
4.Требования к качеству (содержание влаги, пыли, температура) и надежности подачи технологического и силового воздуха.
5.Осушка и очистка воздуха.
6.Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции.
7. Методы определения нагрузок на компрессорную станцию.
8. Нарисуйте в P-V диаграмме теоретический и действительный рабочие процессы поршневого компрессора.
9. Принципиальное отличие компрессора и детандера.
10. Основные критерии выбора компрессора и детандера.
11. Что понимают под характеристикой сети компрессора?
12. Как изменяются суммарная производительность и напор при параллельной и последовательной работе компрессоров?
13. Определение электрической мощности на привод компрессора.
14. Определение объемной и массовой производительности компрессоров.

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».

1. Основное назначение компрессорного оборудования в системах воздухоснабжения:
A. Транспортировка готовой продукции
B. Производство сжатого воздуха для технологических нужд
C. Выделение чистого кислорода из атмосферного воздуха
D. Утилизация загрязненного воздуха
2. Компрессорная станция снабжает предприятие:
A. Электрическим током постоянного напряжения
B. Сжатым воздухом требуемого давления и чистоты
C. Топливом для автономных агрегатов
D. Тепловой энергией
3. Атмосферный воздух, используемый системами воздухоснабжения, предварительно подвергается обработке для удаления:
A. Пыльных и механических примесей
B. Водяных паров и масел
C. Оксиды азота и серы
D. Всё перечисленное выше
4. Для чего служит ресивер в системе воздухоснабжения?
A. Хранение запаса сжатого воздуха
B. Усиление потока воздуха
C. Снижение влажности воздуха
D. Направление воздушного потока
5. Типичная причина неисправности воздушных фильтров в системах воздухоснабжения:
A. Забивка пылью и грязью
B. Нарушение изоляции электропроводки
C. Перегрузка электродвигателя компрессора
D. Недостаточная вентиляция помещения
6. Что обеспечивает масловлагоотделитель в воздушной линии?
A. Увеличение производительности компрессора
B. Эффективное отделение масляных капель и влаги из сжатого воздуха
C. Устранение шума в работе компрессора
D. Генерацию дополнительного воздушного потока
7. Каково основное преимущество винтовых компрессоров перед поршневыми?
A. Более высокая мощность
B. Большая мобильность
C. Тихая работа и высокий ресурс эксплуатации
D. Удобство монтажа и демонтажа
8. Какая единица измерения используется для характеристики расхода воздуха в пневмооборудовании?
A. Бар (bar)
B. Кубометр в минуту (m^3/min)
C. Ампер (A)
D. Литр в секунду (l/s)
9. Главный недостаток турбокомпрессоров:
A. Шумная работа

B. Медленный разгон при старте
C. Небольшая мощность
D. Маленький срок службы подшипников
10. По какому принципу работают мембранные компрессоры?
A. Перемещение поршней
B. Действие вращающихся винтов
C. Деформация эластичной мембраны
D. Вибрация стенок корпуса

3 Подготовка и защита реферата

Рефераты подготавливаются в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, с целью определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы.

Примерные темы рефератов:

1. Методы определения нагрузок на компрессорную станцию.
2. Основные показатели работы компрессоров различного типа.
3. Классификация компрессоров.
4. Нарисуйте принципиальную схему компрессорной станции с поршневыми компрессорами и объясните назначение и принцип действия ее оборудования.
5. Нарисуйте принципиальную схему компрессорной станции с центробежными компрессорами и объясните назначение и принцип действия ее оборудования.
6. Способы осушки атмосферного и сжатого воздуха.
7. Способы регулирования производительности поршневых компрессоров.
8. Способы регулирования осевых и центробежных компрессоров.
9. Основные правила техники безопасности при эксплуатации компрессорной станции и сети сжатого воздуха.
10. Адиабатический, изотермический и политропный процессы сжатия и их практическое осуществление.
11. Промежуточное охлаждение – назначение и практическое осуществление.
12. Определение электрической мощности на привод компрессора.
13. Определение объемной и массовой производительности компрессоров.
14. Принцип действия аппаратов очистки и осушки воздуха.

Объем реферата составляет 10 – 15 страниц машинописного текста формата А4, шрифт Times New Roman 14 пт, междустрочный интервал – полуторный.

Реферат загружается обучающимся в СОУ «Moodle».

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 5. Системы холодоснабжения

1 Подготовка и защита реферата

Рефераты подготавливаются в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, с целью определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы.

Примерные темы рефератов:

1. Способы получения искусственного холода.
2. Требования, предъявляемые к холодильным агентам и хладоносителям.
3. Действительный цикл паровой компрессионной холодильной установки в T-S и P-i диаграмме.
4. Схемы и циклы в T-S диаграмме 2-х ступенчатых установок с неполным и полным промежуточным охлаждением, с теплообменником.
5. Схема и цикл в T-S диаграмме 3-х ступенчатого и каскадного циклов.
6. Схема и принцип действия абсорбционной холодильной установки.
7. Схема и принцип действия пароэжекторной холодильной установки.
8. Методика расчета парокомпрессионной холодильной установки.
9. Методика расчета абсорбционной холодильной установки.
10. Понятия "эксергия", "коэффициент работоспособности тепла.
11. Технико-экономические показатели холодильных установок.
12. Физический смысл коэффициентов: трансформации тепла, холодильного и теплового.
13. Тепловой баланс парокомпрессионной холодильной установки.
14. Тепловой баланс абсорбционной холодильной установки.
15. Принцип действия теплового насоса (ТНУ), тепловой баланс.
16. T-S и P-i диаграммы холодильных агентов.

Объем реферата составляет 10 – 15 страниц машинописного текста формата А4, шрифт Times New Roman 14 пт, междустрочный интервал – полуторный.

Реферат загружается обучающимся в СОУ «Moodle».

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».

1. Основная функция холодильной машины:
A. Генерирование холода для поддержания заданной температуры
B. Концентрация и накопление горячей воды
C. Перенос тепла из одной среды в другую с понижением температуры первой среды
D. Охлаждение окружающего пространства без конкретных целей
2. Рабочий агент (хладагент) в холодильных установках должен обладать следующим важным качеством:
3. A. Быть огнестойким и трудногорючим
4. B. Испаряться при низких температурах и высоком давлении
5. C. Быстро замерзать при комнатной температуре
6. D. Без проблем проникать сквозь изоляционные слои оборудования
7. Что представляет собой абсорбционный холодильник?
A. Устройство, основанное на принципе охлаждения испарением хладагента при низком давлении
B. Система, использующая разницу температур растворов разной концентрации для охлаждения
C. Механизм, основанный исключительно на эффекте Джоуля-Томпсона
D. Аппарат, способный функционировать только при наличии внешнего электрического питания
4. Главные компоненты компрессионной холодильной установки:
A. Радиатор, конденсатор, компрессор, расширительный вентиль
B. Коммутатор, трансформатор, генератор
C. Термостат, таймер, предохранитель
D. Катушка индуктивности, диоды, транзистор
5. Оптимальной температурой морозильной камеры холодильника для длительного хранения пищевых продуктов считается:
A. +5 °C
B. −18 °C
C. 0 °C
D. +10 °C
6. Причина появления льда на внутренних стенках морозильных камер:
A. Засоренность дренажной системы
B. Недостаточное уплотнение дверцы
C. Неправильно подобранный режим разморозки
D. Всё вышеперечисленное
7. Что обозначает термин «точка росы» в холодильных системах?
A. Температура, при которой начинается образование кристаллов льда
B. Уровень относительной влажности, при котором влажность становится максимальной
C. Температуру, при которой образуется конденсат на поверхностях
D. Критическая температура начала коррозии металлических поверхностей
8. Какой тип нагрузки относят к постоянным нагрузкам холодильных машин?
A. Потери тепла через ограждающие конструкции здания
B. Инфракрасное излучение Солнца
C. Нагрузки, возникающие периодически при открытии дверей камер
D. Случайные потери холода при неисправностях теплоизоляции
9. Какую роль играет конденсатор в холодильной установке?
A. Очищает рабочую жидкость от примесей
B. Конденсирует пары хладагента, переходя из газообразного состояния в жидкое
C. Создает вакуум для лучшего всасывания хладагента

D. Помогает поддерживать постоянную температуру теплоносителя

10. Что из перечисленного не допускается при эксплуатации систем холодоснабжения? Укажите все правильные ответы.

A. Эксплуатация винтовых компрессоров с впрыском жидкого аммиака, если это предусмотрено инструкцией организации-изготовителя

B. Установка вспрыскивающих устройств, если это предусмотрено инструкцией организации-изготовителя

C. Впрыск жидкого аммиака во всасывающий трубопровод (полость) поршневого компрессора

D. Использование переносных приборов в местах регулярного контроля работы аммиачной холодильной установки

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.

Раздел 6. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов и заданий для устного опроса:

1. Назначение, схема, классификация систем обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха.
2. Характеристика промышленных потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения воздуха.
3. Графики и режимы потребления. Идеальные процессы ожижения и замораживания газов.
4. Дифференциальный эффект дросселирования (дроссель-эффект Джоуля-Томпсона).
5. Квазициклы ожижения воздуха Линде, Гейландта, Капицы.
6. Методы расчета технологических схем станций разделения и их оборудования.
7. Выбор компрессоров и детандеров.
8. Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения, характеристика продуктов разделения воздуха.
9. Низкотемпературная ректификация, принципиальные схемы ректификационных колонн.
10. Техническая характеристика воздухоразделительных установок, особенности расчета регенеративных и рекуперативных теплообменников, низкотемпературная тепловая изоляция.

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».

1. Основными продуктами разделения воздуха являются:
A. Азот, кислород, аргон
B. Углекислый газ, азот, гелий
C. Водород, кислород, озон
D. Метан, этилен, ацетилен

2. Технология криогенного разделения воздуха основана на:
A. Сорбционных процессах
B. Мембранном разделении
C. Различиях в температурах кипения компонентов воздуха
D. Растворимости компонентов в жидкостях

3. Что такое адсорбционное разделение воздуха?
A. Использование мембран для отделения отдельных компонентов воздуха
B. Процесс, основанный на избирательном поглощении компонентов воздуха специальными сорбентами
C. Глубокая заморозка воздуха для выделения компонентов
D. Разделение компонентов воздуха с использованием центрифугирования

4. Какая технология позволяет получать азот высокой чистоты для пищевой промышленности?
A. Адсорбционное разделение воздуха
B. Криогенное разделение воздуха
C. Электролиз воды
D. Мембранное разделение воздуха

5. Аргон получают в результате разделения воздуха методом:
A. Крекинга нефти
B. Сухой перегонки угля
C. Адсорбционного разделения
D. Криогенного разделения

6. Назначение системы регенерации адсорбента в адсорбционном методе разделения воздуха:
A. Увеличение скорости прохождения воздуха через установку
B. Повышение выхода целевого продукта
C. Восстанавливает способность адсорбента вновь поглощать компоненты воздуха
D. Предотвращение засорения фильтрационной системы

7. К преимуществам адсорбционного метода разделения воздуха относится:
A. Низкая себестоимость конечного продукта
B. Незначительные капиталовложения и простота автоматизации
C. Возможность глубокой заморозки воздуха
D. Безопасность процесса при любом уровне давления

8. Назначение вспомогательных веществ в продуктах разделения воздуха (аргона):
A. Производство удобрений
B. Производство цветных металлов и сварочные работы
C. Изготовление парфюмерии
D. Фармацевтика и пищевая промышленность

9. Основной продукт разделения воздуха, широко используемый в медицине и металлургии:
A. Углекислый газ
B. Озон
C. Кислород
D. Неон

10. Что подразумевается под технологией «PSA» (Pressure Swing Adsorption)?
A. Абсорбционное выделение одного компонента воздуха при повышенном давлении и сброс давления для восстановления свойств адсорбента
B. Сжигание воздуха в присутствии катализатора для выделения отдельных компонентов
C. Распыление реагентов в воздухе для связывания определенных газов
D. Вакуумное разделение воздуха с последующим восстановлением адсорбента при помощи нагревания

3 Подготовка и защита реферата

Рефераты подготавливаются в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, с целью определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы.

Примерные темы рефератов:

1.Показатели интенсификации производственных технологических процессов, внедрение новых технологий, снижение загрязнения окружающей среды при использовании кислорода в технологических установках промпредприятия.
2.Требования к качеству продуктов разделения воздуха.
3.Методы промышленного разделения воздуха.
4.Назначение, конструкция, режимы работы и основы расчета вспомогательного оборудования (теплообменники, регенераторы, компрессоры, детандеры) воздухоразделительных установок и станций.
5.Составление материального и энергетического балансов воздухоразделительной установки.
6. Энергетические и экономические показатели воздухоразделительных станций.
7.Методы снижения себестоимости продуктов разделения воздуха при их комплексном использовании.

Объем реферата составляет 10 – 15 страниц машинописного текста формата А4, шрифт Times New Roman 14 пт, междустрочный интервал – полуторный.

Реферат загружается обучающимся в СОУ «Moodle».

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.

Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Системы производства и распределения энергоносителей на

промышленных предприятиях.

2. Характеристика энергоносителей. Масштабы их производства и потребления.
3. Методика определения потребности в энергоносителях.
4. Система воздухоснабжения: назначение, схема.
5. Классификация потребителей сжатого воздуха на предприятиях различных отраслей промышленности.
6. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции (КС).
7. Выбор типа и количества компрессоров КС.
8. Расчет технологических схем КС.
9. Теоретический и действительный рабочие процессы поршневого компрессора.
10. Критерии выбора компрессора и детандера.
11. Типовая схема компрессорной станции с компрессорами объемного сжатия.
12. Типовая схема компрессорной станции с компрессорами динамического сжатия.
13. Работа компрессора на присоединенную сеть.
14. Характеристика компрессора и сети.
15. Способы регулирования производительности компрессоров объемного сжатия.
16. Способы регулирования производительности компрессоров динамического сжатия.
17. T-S диаграмма воздуха. Адиабатический, изотермический и политропный процессы сжатия и их практическое осуществление.
18. Очистка и осушка воздуха.
19. Принцип действия аппаратов очистки и осушки воздуха.
20. Система технического водоснабжения: назначение, классификация, схемы.
21. Состав оборудования; методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия.
22. Требования к качеству и параметрам технической воды. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения.
23. Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения: назначение, схемы, классификация.
24. Состав оборудования. Газовый баланс предприятия. Определение расчетной потребности в газе.
25. Природные, искусственные и отходящие горючие газы.
26. Проблемы очистки, аккумулирование, использование избыточного давления.
27. Системы обеспечения искусственными горючими газами:

области использования.

28. Способы получения. Технико-экономические показатели. Проблемы защиты окружающей среды;

29. Системы холодоснабжения: назначение, схемы, классификация.

30. Методика определения потребности в холоде.

31. Технологические схемы холодильных станций их выбор и расчет. Требования, предъявляемые к холодильным агентам и хладоносителям.

32. Теоретический цикл парокомпрессионной холодильной установки в T-S и P-H диаграммах.

33. Действительный цикл парокомпрессионной холодильной установки в T-S и P-H диаграммах.

34. Схемы и циклы в T-S диаграмме 2-х ступенчатых холодильных установок с неполным и полным промежуточным охлаждением, с теплообменником.

35. Схемы и T-S диаграмма 3-х ступенчатого и каскадного циклов.

36. Схема и принцип действия абсорбционной холодильной установки.

37. Схема и принцип действия пароэжекторной холодильной установки.

38. Энергетическое сравнение парокомпрессионной и абсорбционной холодильных установок.

39. Методика расчета парокомпрессионной холодильной установки.

40. Методика расчета абсорбционной холодильной установки.

41. Понятия эксергия, коэффициент работоспособности теплоты.

42. Физический смысл и определение коэффициентов трансформации теплоты, холодильного и теплового.

43. Тепловой баланс парокомпрессионной холодильной установки.

44. Тепловой баланс абсорбционной холодильной установки.

45. T-S и P-H диаграммы холодильных агентов.

46. Идеальные процессы ожижения и замораживания газов.

47. Дроссель-эффект Джоуля-Томпсона.

48. Схемы и квазициклы ожижения воздуха высокого давления.

49. Схемы и квазициклы ожижения воздуха среднего давления.

50. Схемы и квазициклы ожижения воздуха низкого давления.

51. Использование в квазициклах ожижения детандеров.

52. Факторы, способствующие повышению доли ожиженного воздуха и КПД квазициклов.

53. Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения.

54. Низкотемпературная ректификация.

55. Одно- и двухкратная ректификация.

56. Принцип действия ректификационной колонны.
57. Особенности расчета рекуперативных теплообменников воздухоразделительных установок.
58. Графическое определение температурного напора.
59. Конструкции регенеративных теплообменников воздухоразделительных установок.
60. Конструкции рекуперативных теплообменников воздухоразделительных установок.
61. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха: назначение, схемы, классификация.
62. Характеристика продуктов разделения воздуха.

Задачи по разделам

Задача 1. Выяснить влияние воздушной прослойки толщиной мм в обмуровке парового котла на потерю тепла в окружающую среду и на температуру наружной поверхности обмуровки, если:

1. коэффициент теплоотдачи дымовыми газами с температурой стене и стеной наружному воздуху с температурой соответственно равны 11,6 и 5,8;
2. коэффициенты теплопроводности: огнеупорного кирпича 1,92 , красного кирпича 0,82 , воздуха в прослойке 0,0465 ;
3. толщину воздушной прослойки увеличили настолько, что тепловой поток уменьшился в 3 раза при постоянных внешних условиях.
4. конвекцию в прослойке не учитывать.

Задача 2. Сколько следует сжечь угля в печи, КПД которой Н= 80%, чтобы восполнить потерю тепла в сутки через кирпичную стенку F = 25 м2, толщиной d = 0,25 м, если температура внутренней поверхности стенки t1 = 25 ◦С, а внешней t2 = -15 ◦С. Низшая теплота сгорания угля q = 25000кДж/кг, а коэффициент теплопроводности кирпичной стенки λ = 0,4450 Вт/(м·К).

Задача 3. Определить коэффициент теплоотдачи в трубке диаметром 10 мм в условиях постоянной по длине трубы плотности теплового потока на стенке при течении: а) 0,5 кг/с трансформаторного масла, имеющего среднюю температуру Тср = 373 К; б) 1 кг/с воды, Тср = 503 К; в) 5 кг/с воздуха Тср = 673 К.

Задача 4. Вычислить коэффициент теплоотдачи при течении воды по трубкам нагревателя. Вода нагревается паром с давлением 0,5 МПа от 293 до 388 К. Средняя температура стенки трубы Тст = 400 К, скорость течения воды υ=1,2 м/с, внутренний диаметр трубок d=25 мм.

Задача 5. Определить поверхность нагрева в пароводяном теплообменнике, который нагревает сетевую воду по температурному графику 95/70 (t2” = 95 ◦С, t2’ = 70 ◦С) с расходом G = 7 т/ч. Греющей средой служит пар с давлением рп = 0,3 МПа.

Задача 6. Рассчитать расход воды через водогрейный котел, если его мощность (3+0,1n) МВт и вода в нем нагревается от 70 до (95+ n) ◦С. Выбрать диаметр труб сетевой воды, если скорость воды в них 1,5 м/с. Рассчитать мощность насоса и выбрать сетевой насос, если сопротивление котла 0,1 МПа, а сопротивление сети (0,2 +0,1n) МПа.

Задача 7. Определить расход природного газа (метана) на котел мощностью (12+ 0,1n)МВт. Рассчитать диаметр трубы, подводящей газ к котлу, если его избыточное давление 0,1 МПа. Метан считать идеальным газом с температурой 2□n ◦С. Скорость газа в трубе (10 + 0,1n) м/с. Рассчитать сопротивление газопровода если его длина (50 -n) м, 5 поворотов на 90◦ и 3 полностью открытых задвижки.