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

Тепломассообменное оборудование 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 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 20-05-2026 17:38:52 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– ознакомление с теоретическими основами, принципами действия, методами расчета и конструирования современных тепломассообменных установок, применяемых в технологических процессах и энергетическом хозяйстве промышленных предприятий различного профиля и форм собственности.

Задачами учебной дисциплины являются:

– приобретение навыков и умение выполнять расчеты, выбирать оптимальные режимы работы, компоновать рациональные схемы, разрабатывать конструкции эффективного тепломассообменного оборудования и его составных частей.

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:

– Физика;
– Химия;
– Техническая термодинамика;
– Тепломассообмен.

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

– Технологические энергоносители предприятий;
– Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;
– Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

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	ПК-2.1 Определяет потребности в обновлении	– знать: технологическое и вспомогательное

	работы по организации технического и материального обеспечения эксплуатации котельной, работающей на твердом топливе	технологического и вспомогательного оборудования котельной	оборудование котельной. – уметь: определять потребности в обновлении технологического и вспомогательного оборудования котельной.
		ПК-2.2 Организует контроль расхода топлива, электроэнергии и расходных материалов в процессе эксплуатации котельной	– знать: материально-технические и энергетические ресурсы в процессе эксплуатации котельной. – уметь: оценивать динамику использования материально-технических и энергетических ресурсов.

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

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 4 курс***	***2 сессия / 4 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен, зачет с оценкой по КР*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***252***	*36*	*216*
	зачетных единиц	***7***	*1*	*6*
Лекции, *академ. час.*		***2***	*2*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Лабораторные работы, *академ. час.*	***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*	***36***	*0*	*36*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***197***	*34*	*163*
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 Основные понятия и определения. Теплоносители. Теплообменники (Основные понятия и определения.Теплоносители.Классификация тепломассообменного оборудования.);

Раздел 2 Рекуперативные теплообменники (Общие сведения и конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов. Кожухотрубные теплообменные аппараты непрерывного действия. Кожухотрубные теплообменные аппараты периодического действия.Ламельные и пластинчатые теплообменные аппараты. Ребристые теплообменные аппараты.Последовательность проектирования теплообменных аппаратов.Конструкторский тепловой расчет. Прочностный расчёт.Пластинчатые теплообменники. Устройство и принцип работы.Расчет пластинчатого теплообменника.);

Раздел 3 Регенеративные теплообменники (Общие сведения и конструкции. Теплообмен в регенераторах.Тепловой расчет регенераторов.Аппараты с кипящим слоем.Смесительные теплообменники.);

Раздел 4 Калориферные установки (Конструкция и принцип работы калориферов.Расчет калориферной установки.);

Раздел 5 Деаэраторы (Назначение и область применения.Расчет деаэратора.);

Раздел 6 Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки (Общие понятия о процессе выпаривания.Классификация выпарных аппаратов.Кристаллизационные установки.Тепловой расчёт выпарных установок.Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания.);

Раздел 7 Перегонные и ретрификационные установки (Общие понятия о перегонке.Кинетика процессов массообмена.Основные процессы в перегонных установках. Конструкции ректификационных установок. Расчёт перегонных и ретрификационных установок.);

Раздел 8 Сорбционные аппараты (Общие сведения о сорбционных процессах.Абсорбционные процессы. Абсорбционные холодильные машины);

Раздел 9 Сушка материалов (Общие понятия о сушке.Свойства влажных материалов. Процесс сушки материалов. Кинетика сушки. Динамика сушки. Сушильные установки. Назначение и конструкция.Классификация сушильных установок. Расчёт сушильной установки. Конструкция конвективной сушилки.);

Раздел 10 Теплообменники-утилизаторы. (Назначение и основные конструкции.Принцип действия и использование теплообменников-утилизаторов.);

Раздел 11 Вспомогательное оборудование теплообменных установок. (Охладитель выпара (ОВА, ОВВ). Водоструйный эжектор ЭВ. Конденсатоотводчик. Предохранительное устройство (гидрозатвор) деаэраторов атмосферного давления. Деаэраторный бак .).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные понятия и определения. Теплоносители. Теплообменники	0.1	
Раздел 2.	Рекуперативные теплообменники Расчёт теплообменных аппаратов Прочностный расчёт	0.2	
Раздел 3.	Регенеративные теплообменники	0.2	
Раздел 4.	Калориферные установки	0.2	
Раздел 5.	Деаэраторы	0.2	
Раздел 6.	Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки	0.2	
Раздел 7.	Перегонные и ретификационные установки	0.2	
Раздел 8.	Сорбционные аппараты	0.2	
Раздел 9.	Сушка материалов Процесс сушки материалов Сушильные установки	0.2	
Раздел 10.	Теплообменники-утилизаторы.	0.2	
Раздел 11.	Вспомогательное оборудование	0.1	

	теплообменных установок.		
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 6.	Тепловой расчёт выпарной установки	1	
Раздел 7.	Тепловой расчёт ретрификационной установки	1	
Раздел 9.	Тепловой расчёт сушильной установки	2	
Итого:		**4**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Исследование работы рекуперативного теплообменника	4	
Итого:		**4**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Расчёт пароводяных и водо-водяных теплообменных аппаратов	36	
Итого:		**36**	**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. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного	30	

	материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Прохождение тестирования.		
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	12	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	30	
Раздел 7.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	30	
Раздел 8.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 9.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	30	
Раздел 10.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	12	
Раздел 11.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	13	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой работы*	36	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**242**	**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. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 5.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 6.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 7.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 8.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 9.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 10.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 11.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Курсовая работа.	ПК-2	1. Вопросы к защите курсовой работы
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 СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; оценивание этапов выполнения курсовой работы; 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 этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с

графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
Цели, формулирование задачи курсовой работы, сбор и систематизация информации по теме курсовой работы	30	Раздел в курсовой работе
Выполнение литературного обзора; анализ и систематизация информации по теме курсовой работы; разработка технологической части; сравнение результатов с отечественными и зарубежными аналогами; проведение расчетов	60	Раздел в курсовой работе
Оформление курсовой работы	100	Курсовая работа

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

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

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 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

12.2.4 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 с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

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

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

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

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

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к защите курсовой работы; вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.

Оценка	Требования к знаниям
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

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

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Дерюгин, В. В. Тепломассообмен: учебное пособие / В.В. Дерюгин, В.Ф. Васильев, В.М. Уляшева. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-3027-7. – URL: https://e.lanbook.com/book/107285 (дата обращения: 18.05.2026);

2 Практикум по теплопередаче: учеб.пособие для вузов / А.П. Солодов, Ф.Ф. Цветков, А.В. Елисеев и др.; под А.П. Солодова. – Москва: Энергоатомиздат, 1986.;

3 Самохвалов, Г. В. Тепломассообмен (физико-математические основы): учебное пособие для вузов / Г. В. Самохвалов. - Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: СибГИУ, 2004. – 119 с.: ил.;

4 Теплотехника: учебник для вузов / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер [и др.] ; под ред. В.Н. Луканина. – 7-е изд., испр. – Москва: Высшая школа, 2000. – 671 с.: ил.;

5 Замалеев, З. Х. Основы гидравлики и теплотехники : учебное пособие / З. Х. Замалеев, В. Н. Посохин, В. М. Чефанов. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 352 с. – ISBN 978-5-8114-1531-1. – URL: https://e.lanbook.com/book/39146 (дата обращения: 18.05.2026).

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 для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);

- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

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

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласован:

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

Приложение

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1.Что такое теплота?
2.Единицы измерения теплоты?
3.Как перевести ккал в кДж?
4 Как перевести ккал/ч в Вт?
5.Как связаны теплота и мощность?
6. Что такое утилизация тепла?
7. Как связаны кДж и кВт?

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

Тема 1. Основные понятия и определения. Теплоносители. Теплообменники

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Теплоносители. Основные виды и условия работы.
2. Основные процессы происходящие в тепломассообменных аппаратах.
3. Классификация тепломассообменных аппаратов.
4. Назначение теплообменных аппаратов.
5. Поверхостные теплообменные аппараты.
6. Контактные теплообменные аппараты.
7. Теплообменные аппараты непрерывного действия.
8. Теплообменные аппараты периодического действия.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

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

Перечень вопросов для тестирования:

№1

Теплообменный аппарат – устройство, в котором осуществляется теплообмен между:

а) плоскими поверхностями;
б) подвижными средами;
в) твердыми телами;
г) концентрическими поверхностями;

№2

Теплота в теплообменном аппарате передается от одного теплоносителя к другому через разделяющую их поверхность, если тип аппарата – …….

№3

Греющий и нагреваемый теплоносители поочередно омывают одну и ту же теплообменную поверхность (насадку), если тип теплообменного аппарата – …….

№4

Теплота передается при частичном или полном перемешивании теплоносителей, если тип теплообменного аппарата – ……..

№5

Перенос теплоты в теплообменном аппарате может осуществляться:

а) конвекцией;

б) диффузией;

в) сорбцией;

г) излучением;

д) десорбцией;

е) теплопроводностью;

г) сублимацией;

№6

Процесс передачи теплоты от теплоносителя к поверхности теплообмена …….

№7

Процесс переноса теплоты от греющего теплоносителя к нагреваемому через разделяющую их теплообменную поверхность – ……..

№8

Движущей силой теплообмена является разность:

а) температур

б) давлений

в) концентраций

г) плотностей

№9

Количество теплоты, проходящее в единицу времени через изотермическую поверхность – …….. ……

№10

Единица измерения плотности теплового потока:

а) Вт;

б) Вт/м;

в) Вт/м2;

г) Дж/с;

№11

Величина, численно равная частной производной от температуры по расстоянию, измеренному по нормали к изотермической поверхности, - …….. ……

Тема2.Рекуперативные теплообменники. Расчёт теплообменных аппаратов.Прочностный расчёт

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

2. Рекуперативные теплообменные аппараты. Устройство и принцип действия.
3. Рекуперативные теплообменные аппараты непрерывного действия.
4. Рекуперативные теплообменные аппараты периодического действия.
5. Ламельные теплообменные аппараты.
6. Пластинчатые теплообменные аппараты.
7. Ребристые теплообменные аппараты.
8. Теплопередача при нестационарном режиме теплообмена.
9. Тепловой баланс при нестационарном режиме теплообмена.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

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

Перечень вопросов для тестирования:

№1

Сумма местных сопротивлений останется постоянной при увеличении:

а) числа изменений сечения канала;

б) числа поворотов потока;

в) шероховатости труб;

г) числа разделение потока;

№2

Гидравлическое сопротивление трения возникает из-за действия на участках безотрывного течения жидкости в каналах теплообменника сил ……

№3

Коэффициент гидравлического трения остается постоянным при изменении:

а) режима движения;

б) длины канала;

в) шероховатости стенок канала;

г) направления теплового потока;

№4

Толщина корпуса кожухотрубчатого теплообменника зависит от параметра теплоносителя, движущегося в межтрубном пространстве:

а) скорости;

б) давления;

в) вязкости;

г) плотности;

№5

Основными параметрами теплоносителя, учитываемыми при прочностном расчете, являются:

а) плотность;

б) вязкость;

в) температура;

г) давление;

д) скорость;

е) теплоемкость;

№6

Толщина стенки цилиндрического корпуса кожухотрубчатого теплообменника прямо пропорциональна давлению в корпусе и …… корпуса

№7

Плоские днища и крышки применяются в кожухотрубчатых теплообменниках, если теплоноситель, движущийся в межтрубном пространстве, имеет:

а) низкую температуру;

б) высокую температуру;

в) низкое давление;

г) высокое давление;

№8

Эллиптические или сферические крышки применяются в кожухотрубчатых теплообменниках, если теплоноситель, движущийся в межтрубном пространстве, имеет:

а) низкую температуру;

б) высокую температуру;

в) низкое давление;

г) высокое давление;

№9

Температурные напряжения в кожухотрубчатом теплообменнике основное разрушающее воздействие оказывают на:

а) кожух;

б) трубную решетку;

в) на крепление труб в трубной решетке;

г) трубный пучок;

№10

Теплообменники подвергают гидравлическим испытаниям, для чего закачивают воду под давлением, которое на 25 – 50 % превышает …… давление

№11

Теплообменник считается выдержавшим гидравлическое испытание, если отсутствуют разрывы и течи, и видимая остаточная ……...

№12

Мерой интенсивности теплообмена в теплообменном аппарате является:

а) коэффициент теплоотдачи;

б) коэффициент теплопередачи;

в) средняя разность температур;

г) компактность теплообменника;

№13

Увеличение скорости движения теплоносителя приводит к увеличению коэффициента теплоотдачи и падения давления:

а) одинаково и пропорционально скорости;

б) одинаково и пропорционально квадрату скорости;

в) падение давления увеличивается в большей степени;

г) коэффициент теплоотдачи увеличивается в большей степени;

№14

Коэффициент теплоотдачи одного из теплоносителей на порядок больше другого, в результате коэффициент теплопередачи по сравнению с ними:

а) больше большего;

б) меньше меньшего;

в) среднеарифметическое;

г) среднегеометрическое;

№15

Интенсификация теплообмена в межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника может быть достигнута за счет:

а) увеличения диаметра труб;

б) увеличения диаметра кожуха;

в) увеличения шага труб;

г) установки перегородок;

№16

Интенсификация теплообмена в теплообменнике возможна за счет увеличения коэффициента теплоотдачи того теплоносителя, у которого:

а) он меньше;

б) температура меньше;

в) скорость меньше;

г) он больше;

№17

Рациональный способ увеличения коэффициента теплоотдачи при переходном режиме течения теплоносителя внутри труб:

а) увеличение скорости теплоносителя;

б) уменьшение диаметра труб;

в) устройство микровпадин;

г) установка турбулизатора;

№18

Оребрение поверхности теплообмена следует выполнять со стороны теплоносителя с:

а) большим коэффициентом теплоотдачи;

б) меньшим коэффициентом теплоотдачи;

в) меньшей температурой;

г) большей температурой;

№19

Оребрение поверхности теплообмена со стороны теплоносителя с меньшим коэффициентом теплоотдачи используется для увеличения:

а) коэффициента теплоотдачи;

б) коэффициента температуропроводности;

в) теплового потока;

г) средней разности температур.

№20

Оптимальное значение коэффициента оребрения выбирается с учетом соотношения характеристик теплоносителей:

а) температур;

б) расходов;

в) скоростей;

г) коэффициентов теплоотдачи;

№21

Теплоносители, для которых целесообразно использование оребренных поверхностей теплообмена:

а) продукты сгорания – вода;

б) водяной пар – вода.

в) продукты сгорания – воздух;

г) вода – вода.

№22

Тип теплообменников- воздухоохладителей в системах утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем:

а) кожухотрубчатые;

б) змеевиковые;

в) пластинчатые;

г) биметаллические с оребрением;

№23

Теплообменный элемент воздухонагревателя КСк4 – труба:

а) гладкая стальная;

б) гладкая медная:

в) оребренная стальная;

в) оребренная биметаллическая;

Тема 3. Регенеративные теплообменники

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Устройство и принцип работы регенеративного теплообменного аппарата.
2. Особенности теплообмена в регенераторах.
3. Порядок теплового расчета регенераторов.
4. Регенеративные аппараты с кипящим слоем.
5. Условия образования кипящего слоя.
6. Смесительные теплообменные аппараты.
7. Конструкции труб Вентури.
8. Конструкции насадок и их назначение.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

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

Перечень вопросов для тестирования:

№1

Использование низкотеплопроводных (неметаллических) поверхностей теплообмена характерно для теплообменников:

а) регенеративных;

б) рекуперативных пластинчатых;

в) рекуперативных трубчатых;

г) рекуперативных матричных;

№2

Минимальное количество регенеративных теплообменников с неподвижной насадкой, при котором обеспечивается непрерывный процесс передачи теплоты:

а) 1;

б) 2;

в) 3;

г) 4;

№3

Элемент регенеративного теплообменника, обеспечивающий передачу теплоты от греющего теплоносителя к нагреваемому, ……

№4

Свободный объем насадки измеряется в:

а) м3;

б) м3/м3;

в) м3/м2;

г) м3/кг;

№5

Материал насадки высокотемпературных регенеративных теплообменников – это кирпич …….

№6

Насадка регенеративных вращающихся воздухоподогревателей выполняется из:

а) асбоцементных листов;

б) стальных листов;

в) медных листов;

г) колец Рашига

№7

Насадка регенеративных вращающихся воздухоподогревателей вращается с частотой (об/мин):

а) 1 – 10;

б)10 – 50;

в) 50 – 100;

г) 100 – 200.

№8

Перенос теплоты внутри элементов насадки регенеративного теплообменника осуществляется:

а) теплопроводностью;

б) конвекцией;

в) тепловым излучением;

г) теплопередачей.

№9

Расчет коэффициента теплоотдачи от высокотемпературного газа к поверхности насадки учитывает конвективный перенос теплоты и тепловое ……..

№10

Термическое сопротивление переносу теплоты внутри элементов насадки регенеративного теплообменника уменьшается при:

а) увеличении размеров элементов;

б) уменьшении размеров элементов;

в) увеличении пористости элементов;

г) уменьшении пористости элементов;

д) увеличении скорости теплоносителя;

е) увеличении температуры теплоносителя;

№11

Коэффициент аккумуляции теплоты имеет наибольшее значение для насадки регенеративного теплообменника, выполненной из:

а) обычного кирпича;

б) шамотного кирпича;

в) колец Рашига;

г) стальных листов;

№12

Коэффициент аккумуляции теплоты насадки регенеративного теплообменника является функцией числа подобия:

а) Рейнольдса;

б) Пекле;

в) Био;

г) Фурье;

№13

Целью теплового расчета регенеративного теплообменника является определение:

а) величины тепловой мощности;

б) конечных температур теплоносителей;

в) площади поверхности насадки;

г) потерь теплоты в окружающую среду;

№14

Тепловой расчет регенеративного теплообменника основывается на уравнении теплового баланса и уравнении …….

№15

Коэффициент аккумуляции теплоты насадки вращающегося регенеративного воздухоподогревателя примерно равен:

а) 0;

б) 0,5;

в) 1,0;

г) 2,0

№16

Загрязнение поверхности насадки регенеративного воздухоподогревателя приводит к уменьшению:

а) скорости воздуха;

б) скорости продуктов сгорания;

в) коэффициента теплопередачи;

г) средней разности температур;

№17

Предварительный подогрев воздуха перед регенеративным воздухоподогревателем производится с целью:

а) повышения средней разности температур;

б) увеличения коэффициента теплопередачи;

в) увеличения срока службы;

г) уменьшения аэродинамического сопротивления;

№18

Соотношение площадей живого сечения для прохода воздуха (fВ) и продуктов сгорания (fГ) в регенеративном вращающемся воздухоподогревателе:

а) fГ>> fВ;

б) fГ> fВ;

в) fГ = fВ;

г) fВ>> fГ;

№ 19

Интенсификация теплообмена в регенеративном теплообменнике возможно за счет увеличения:

а) размеров элементов насадки;

б) площади поверхности насадки;

в) скорости теплоносителей;

г) температуры теплоносителей;

№20

Интенсификации теплообмена в регенеративном воздухоподогревателе с вращающейся насадкой способствует увеличение:

а) частоты вращения насадки;

б) толщины элементов насадки;

в) теплопроводности материала насадки;

г) скорости теплоносителей;

Тема 4. Калориферные установки

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

9. Устройство и принцип работы калориферов.
10. Виды калориферных установок.
11. Паровые калориферы.
12. Электрические калориферы.
13. Водяные калориферы.
14. Охлаждающие калориферы.
15. Нагревающие калориферы.
16. Порядок расчета калориферных установок.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

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

Перечень вопросов для тестирования:

№1

Угловой коэффициент процесса нагрева воздуха в калорифере в теоретической сушилке равен:

а) – 1;

б) 0;

в) 1;

г) ∞;

№2

Параметр, который остается постоянным при нагреве воздуха в калорифере сушильной установки:

а) температура;

б) энтальпия;

в) влагосодержание;

г) относительная влажность;

№3

Параметр, величина которого уменьшается при нагреве воздуха в калорифере сушильной установки:

а) температура;

б) энтальпия;

в) влагосодержание;

г) относительная влажность;

Тема 5. Деаэраторы

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

10. Назначение и область применения деаэраторов.
11. Способы деаэрации воды.
12. Конструктивное исполнение деаэраторов.
13. Деаэраторы атмосферного давления.
14. Вакуумные деаэраторы.
15. Порядок расчета деаэраторов.
16. Тепловой баланс деаэратора.
17. Определение расхода пара на деаэрацию.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

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

Перечень вопросов для тестирования:

№1

Процесс удаления из воды коррозионно-активных газов …….

№2

Коррозионно-активные газы, удаляемые из питательной воды паровых котлов:

а) гелий;

б) аргон;

в) кислород;

г) азот;

д) диоксид углерода;

е) метан;

№3

Термическая деаэрация воды основана на законе:

а) Дальтона;

б) Генри;

в) Рауля;

г) Фика;

№4

Деаэратор, в котором, разделение потока воды обеспечивается системой перфорированных тарелок (сит) ……..

№5

Схема движения потоков воды и пара в струйном деаэраторе:

а) противоток;

б) прямоток;

в) перекрестный ток;

г) перекрестный ток с противотоком;

№6

Конструкция струйного деаэратора включает в себя:

а) упорядоченную насадку;

б) неупорядоченную насадку;

в) перфорированные тарелки (сита);

г) барботажный лист;

№7

Глубокая деаэрация воды обеспечивается при двух ступенчатой схеме, причем вторая ступень – ……устройство

Эталон ответа: барботажное;

№8

Смесь, состоящая из избытка греющего пара и газов, выделившихся при деаэрации воды – ……..

Тема 6. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Область применения выпарных установок.
2. Принцип работы выпарных установок.
3. Физико-химическая температурная депрессия.
4. Определение концентрации раствора.
5. Классификация выпарных аппаратов.
6. Условия применения вакуума в выпарных установках.
7. Условия применения избыточного давления в выпарных установках.
8. Конструкции выпарных аппаратов.
9. Кристаллизационные установки.
10. Принцип работы кристаллизационных установок.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

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

Перечень вопросов для тестирования:

№1

Коэффициент теплоотдачи при поперечном обтекании пучков труб имеет наименьшее значение для ряда труб:

а) первого;

б) второго;

в) третьего;

г) последнего;

№2

Расположите в порядке убывания величины коэффициентов теплоотдачи при:

а) нагревании воды в емкостном рекуперативном теплообменнике;

б) нагревании воздуха в калорифере;

в) конденсации чистого водяного пара;

г) конденсации водяного пара, содержащего воздух;

№3

Затраты мощности на перекачку теплоносителя (капельная жидкость) прямо пропорциональны его расходу в степени:

а) 1,0

б) 1,5

в) 2,0

г) 3,0

№4

Падение давления воздуха в паспорте стандартных воздухонагревателей (калориферов) приводится как функция произведения скорости воздуха на …….

№5

Падение давления воздуха в паспорте стандартных воздухонагревателей (калориферов) приводится как функция произведения плотности воздуха на …….

№6

Процесс концентрирования растворов твердых нелетучих веществ посредством испарения и отвода паров растворителя – ……

№7

Выпаривание – это процесс концентрирования растворов твердых нелетучих веществ посредством испарения и отвода паров ……..

№8

Полезная разность температур в выпарной установке меньше располагаемой на

а) температурную депрессию;

б) гидростатическую депрессию;

в) гидродинамическую депрессию;

г) сумму трех депрессий;

№9

Основными элементами выпарной установки являются:

а) греющая камера;

б) сепаратор;

в) рекуператор;

г) скруббер;

д) абсорбер;

е) диффузор;

№10

Поверхностные выпарные аппараты представляют собой теплообменники-испарители, имеющие ……. обогрев

№11

Циркуляция раствора в теплообменниках-испарителях поверхностных выпарных аппаратов естественная или ……..

№12

Естественная циркуляция обеспечивается за счет того, что раствор в греющих трубах и опускной трубе имеет различную ……..

№13

Сила естественной циркуляции увеличивается при увеличении:

а) температуры кипения раствора;

б) давления над поверхностью раствора;

в) высоты греющих труб;

г) концентрации раствора;

№14

Греющим теплоносителем в поверхностных выпарных аппаратах наиболее часто является:

а) горячая вода;

б) водяной пар;

в) продукты сгорания;

г) горячий воздух;

№15

Барометрический конденсатор в многоступенчатой выпарной установке используется для:

а) уменьшения потерь конденсата вторичного пара;

б) уменьшения потерь конденсата греющего пара;

в) увеличения располагаемой разности температур;

г) экономии теплоты, затрачиваемой на выпаривание;

№16

Многоступенчатый процесс выпаривания используется для:

а) увеличения производительности установки;
б) уменьшения потерь раствора;
в) уменьшения площади теплообменной поверхности;
г) уменьшения расхода греющего пара;
№17
Пар, образующийся при испарении растворителя, – ……..
№18
Вторичный пар может использоваться в ступенях с более низким давлением, как …….. пар
№19
Прямоточные многоступенчатые выпарные установки используются для растворов, повышение концентрации которых не приводит к значительному росту:
а) вязкости;
б) плотность;
в) теплоемкости;
г) теплопроводности;
№20
Противоточные многоступенчатые выпарные установки оптимальны для растворов, у которых с повышением концентрации быстро увеличивается:
а) вязкость;
б) плотность;
в) теплоемкость;
г) теплопроводность;
№21
Выпарные аппараты, используемые для выпаривания загрязненных растворов:
а) поверхностные с естественной циркуляцией;
б) поверхностные с принудительной циркуляцией;
в) пленочные;
г) с погружными горелками;
№22
Пленочные выпарные аппараты отличаются от аппаратов с естественной циркуляцией:
а) производительностью;
б) кратностью циркуляции;
г) отсутствием сепаратора;
д) отсутствием барометрического конденсатора;
№23
Величина давления в барометрическом конденсаторе зависит от:
а) начальной температуры раствора;
б) конечной температуры раствора;
в) температуры кипения раствора;
г) температуры охлаждающей воды;

№24

Материальный баланс выпарной установки составляется для определения массового расхода:

а) сухого вещества;

б) концентрированного продукта;

в) выпариваемого растворителя;

г) греющего пара;

№25

Целью теплового расчета выпарной установки поверхностно типа является определение:

а) площади поверхности теплообмена;

б) производительности по концентрированному продукту;

в) конечной концентрации раствора;

г) числа ступеней установки;

№26

Основная часть теплоты, расходуемой на выпарную установку идет на:

а) подогрев раствора;

б) испарение растворителя;

в) прогрев установки;

г) компенсацию потерь в окружающую среду;

№27

Величина, задаваемая при выполнении теплового расчета выпарной установки:

а) площадь поверхности теплообмена;

б) полезная разность температур;

в) конечная концентрация раствора;

г) количество удаляемого растворителя;

№28

Величина, определяемая при тепловом расчете выпарной установки:

а) производительность установки;

б) начальная концентрация раствора;

в) конечная концентрация раствора;

г) расход греющего пара;

№29

Площадь теплообменной поверхности выпарного аппарата определяется из уравнения:

а) теплопередачи;

б) массоотдачи;

в) теплового баланса;

г) материального баланса;

№30

Количество теплоты, передаваемое в выпарном аппарате от греющего пара к раствору, определяется по уравнению:

а) теплоотдачи;
б) теплопередачи;
в) теплового баланса;
г) материального баланса;
№31
Площадь поверхности теплообмена выпарного аппарата определяется по уравнению: F = Q/(k·∆t), где: k – ……. …….
№32
Площадь поверхности теплообмена выпарного аппарата определяется по уравнению: F = Q/(k·∆t), где: ∆t –……..… разность температур
№33
Материальный баланс выпарной установки записывается в виде:
W = Gн(1 – хн/хк), где: хн – …… …….. раствора
№34
Материальный баланс выпарной установки записывается в виде:
W = Gн(1 – хн/хк), где: хк – …… …….. раствора
№35
Массовый расход вторичного пара, отводимого из выпарного аппарата, определяется из уравнения:
а) теплового баланса;
б) материального баланса;
в) теплопередачи;
г) массоотдачи;
№36
Массовый расход греющего пара на выпарную установку определяется из уравнения:
а) теплового баланса;
б) материального баланса;
в) теплопередачи;
г) массоотдачи;
№37
Аппарат, реализующий термический метод обессоливания воды – …….
№38
Термический метод обессоливания наиболее предпочтителен для воды:
а) неосветленной;
б) высокоминерализованной;
в) маломинерализованной;
г) хлорированной;
№39
Питательная вода в испарителе разделяется на концентрат и …….. ……..
№40

Увеличение количества вторичного пара, образующегося в испарителе на 1 кг греющего пара возможно за счет увеличения:

а) расхода питательной воды;

б) расхода первичного пара;

в) давления первичного пара;

г) числа ступеней;

№41

Поддержание допустимого солесодержания концентрата в испарителе обеспечивается за счет:

а) умягчения питательной воды;

б) деаэрации питательной воды;

в) осветления питательной воды;

г) продувки испарителя;

№42

Солесодержание дистиллята, получаемого в испарительной установке, зависит в основном от солесодержания:

а) греющего пара;

б) питательной воды;

в) концентрата;

г) охлаждающей воды:

№43

Процесс удаления влаги из материалов путем ее испарения и отвода образовавшихся паров ……..

Тема 7. Перегонные и ретрификационные установки

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 .Область применения дистилляционных и ректификационных установок.

18. Назначение дистилляционных установок.
19. Назначение ректификационных установок.
20. Основы принципа перегонного процесса.
21. Кинетика процесса массообмена.
22. Основные процессы, протекающие в перегонных установках.
23. Конструкции ректификационных установок.
24. Конструкции дистилляционных установок.
25. Недостатки ректификационных установок периодического действия
26. Назначение контактных устройств.
27. Конструкции контактных устройств.
28. Назначение дефлегматора.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

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

Перечень вопросов для тестирования:

№1

Массообменный аппарат – устройство, в котором осуществляется перенос массы при непосредственном контакте:

а) двух твердых тел;

б) не臀кольких твердых тел;

в) множества твердых тел;

в) подвижных!сред;

г) подвижной среды Ч твердого телΨ;

д) двух коллоидных тел;

№2

Самопроизвольный процесс переноса массы, обусловленный хаотическим движение микрочастиц компонентов, составляющих систему – молекулярная …….

№3

Самопроизвольный процесс переноса массы, обусловленный хаотическим движение микрочастиц компонентов, составляющих систему, – …… диффузия.

№4

Процесс переноса массы, обусловленный перемещением конечных объемов компонентов, составляющих систему, – конвективная …….

№5

Процесс переноса массы, обусловленный перемещением конечных объемов компонентов, составляющих систему, – ……. диффузия

№6

Молекулярная концентрационная диффузия протекает, если у распределяемого вещества неоднородна …….

№7

Термодиффузии имеет место в системе, где неоднородна ……..

№8

Массообмен в двухфазных системах имеет место, если состояние системы ……..

№9

Массообменным процессом является:

а) диффузия;

б) сорбция;

в) кондукция;

г) нагревание;

д) охлаждение;

е) компримирование;

№10

Концентрация может быть задана:

а) массовыми долями;

б) мольными долями;

в) удельными объемами;

г) плотностями;

д) парциальными давлениями;

е) избыточными давлениями;

№11

Величина, численно равная частной производной от концентрации по расстоянию, измеренному по нормали к изоконцентрационной поверхности, - …….. …….

№12

Вектор градиента концентрации направлен по нормали к …… поверхности.

№13

Основные законы массообмена сформулированы:

а) Ньютоном

б) Фурье

в) Фиком

г) Планком

№14

Масса компонента, проходящая в единицу времени через единицу площади изоконцентрационной поверхности, это - ……. потока массы

№15

Масса компонента, проходящая в единицу времени через изоконцентрационную поверхность, это - ……. …….

№16

Единица измерения плотности потока массы:

а) кг/(м2с)

б) кг/с

в) кг/(мс)

г) кг/м2

№17

Единица измерения потока массы:

а) кг/(м2с)

б) кг/с

в) кг/(мс)

г) кг/м2

№18

Величина коэффициента молекулярной диффузии бинарной системы увеличивается при увеличении:

а) градиента концентрации;

б) давления;

в) плотности;
г) температуры;
№19
Число подобия, используемое только в процессах массообмена:
а) Нуссельта;
б) Рейнольдса;
в) Льюиса;
г) Фурье.
№20
Определяемое число подобия в процессах массообмена:
а) Нуссельта;
б) Рейнольдса;
в) Льюиса;
г) число Грасгофа;
№21
Диффузионное число подобия Нуссельта – безразмерный комплекс, включающий в себя коэффициенты:
а) динамической вязкости;
б) кинематической вязкости;
в) массоотдачи;
г) температуропроводности;
д) молекулярной диффузии.
е) теплопроводности;
№22
Теоретическим основанием аналогии процессов тепло- и массообмена является:
а) одинаковая физическая природа;
б) одинаковое математическое описание;
в) однородность условий однозначности;
г) равенство соответствующих чисел подобия.
№23
Необходимым условием аналогии процессов теплообмена и массообмена является:
а) одинаковая физическая природа;
б) равенство определяющих чисел подобия;
в) однородность условий однозначности;
г) равенство определяемых чисел подобия.
№24
Аналогия процессов массообмена и теплообмена позволяет использовать для расчета процессов массообмена:
а) уравнения подобия для теплообмена;
б) числа подобия для теплообмена;
в) основное уравнение теплопроводности;
г) уравнение теплопередачи;
№25

Охлаждение воздуха в рекуперативном воздухоохладителе происходит при постоянном значении:

а) относительной влажности;

б) энтальпии:

в) влагосодержания;

г) плотности.

№26

Рекуперативный теплообменник, основными элементами которого являются трубный пучок и корпус, …… теплообменник

№27

Теплообменники для передачи больших тепловых потоков в теплоэнергетике:

а) матричные;

б) кожухотрубчатые;

в) «труба в трубе»;

г) пластинчатые

№28

Технологические процессы, используемые для закрепления труб в трубных досках кожухотрубчатых теплообменниках – это сварка и ……

№29

Напряжения, возникающие вследствие различного удлинения кожуха и труб, имеют место в кожухотрубчатых теплообменниках при использовании:

а) труб Фильда;

б) U – образных труб;

в) W – образных труб;

г) жесткого крепления труб;

№30

Компенсации напряжений, возникающих вследствие различного удлинения труб и кожуха, имеет место, если в кожухотрубчатом теплообменнике, …….. распределительная камера.

№31

Тип рекуперативного теплообменника, в котором теплоносители движутся по щелевидным каналам, образованным параллельными пластинами, – ……..

№32

Многоходовое движение теплоносителя в межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника достигается за счет установки перегородок в:

а) кожухе;

б) трубах;

в) патрубках;

г) распределительных камерах.

№33

Многоходовое движение теплоносителя внутри трубного пучка кожухотрубчатого теплообменника достигается за счет установки перегородок в:

а) кожухе;

б) трубах;

в) патрубках;

г) распределительных камерах.

№34

Многоходовое движение теплоносителя в межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника используется для

а) уменьшения поверхности теплообмена;

б) оптимизации размеров теплообменника;

в) уменьшения гидравлического сопротивления;

г) уменьшения металлоемкости.

№35

Тепловой расчет двухпоточного рекуперативного теплообменника основывается на уравнении теплового баланса и уравнении ……..

№36

Тепловой расчет двухпоточного рекуперативного теплообменника основывается на уравнении теплопередачи и уравнении теплового ……..

№37

Целью конструктивного теплового расчета рекуперативного теплообменника является определение:

а) конечных температур теплоносителей;

б) массовых расходов теплоносителей;

в) тепловой мощности;

г) площади поверхности теплообмена

№38

Целью поверочного теплового расчета рекуперативного теплообменника является определение:

а) конечных температур теплоносителей;

б) массовых расходов теплоносителей;

в) основных размеров теплообменника;

г) площади поверхности теплообмена

№39

Тепловой поток, отдаваемый греющим теплоносителем, и его массовый расход связывает между собой уравнение:

а) теплопередачи;

б) теплоотдачи;

в) теплового баланса;

г) неразрывности потока.

№40

Уравнение теплового баланса рекуперативного теплообменника содержит удельную массовую теплоемкость в процессе:

а) изохорном;
б) изобарном;
в) изотермном;
г) политропном;
№41
Тепловой поток, отдаваемый греющим теплоносителем, меньше получаемого нагреваемым при стационарной работе рекуперативного теплообменника из-за нагревания:
а) трубного пучка;
б) корпуса;
в) тепловой изоляции;
г) окружающей среды.
№42
Теплоносители в рекуперативном теплообменнике претерпевают фазовый переход, поэтому в уравнении теплового баланса следует использовать:
а) теплоемкости;
б) внутренние энергии;
в) энтальпии;
г) температуры.
№43
Тепловой поток, передаваемый в рекуперативном теплообменнике, и среднюю разность температур теплоносителей связывает уравнение ……..
№44
Тепловой поток, передаваемый в рекуперативном теплообменнике, и площадь теплообменной поверхности связывает уравнение:
а) теплового баланса;
б) теплопередачи;
в) теплопроводности;
г) теплоотдачи;
№45
Средняя разность температур теплоносителей изменяется вдоль поверхности теплообмена:
а) линейно;
б) по параболе;
в) по экспоненте;
г) по гиперболе;
№46
Средняя разность температур теплоносителей наименьшая, если схема движения теплоносителей в рекуперативном теплообменнике:
а) противоток;
б) прямоток;
в) перекрестный ток;
г) перекрестный ток с противотоком;

№47

Средняя разность температур в рекуперативном теплообменнике одинакова для противотока и прямотока, если теплоносители:

а) однофазные;

б) претерпевают фазовый переход;

в) имеют одинаковые теплоемкости;

г) имеют одинаковые расходы;

№48

Конечная температура нагреваемого теплоносителя всегда меньше конечной температуры греющего, если схема движения теплоносителей …….

№49

Расположите в порядке убывания среднюю разность температур, если схема движения теплоносителей:

а) противоток;

б) прямоток;

в) перекрестный ток;

г) перекрестный ток с противотоком

№50

Коэффициент теплоотдачи при вынужденном турбулентном движении теплоносителя в теплообменнике определяется по уравнению, содержащему числа подобия:

а) Рейнольдса;

б) Грасгофа;

в) Прандтля;

г) Фурье;

д) Био;

е) Архимеда.

№51

Режим движения теплоносителя в каналах кожухотрубчатого теплообменника определяется по величине числа подобия:

а) Грасгофа;

б) Архимеда;

в) Эйлера;

г) Рейнольдса.

№52

Развитый турбулентный режим течения в гладких каналах кожухотрубчатого теплообменника имеет место, если число Рейнольдса больше:

а) 1000;

б) 2000;

в) 5000;

г) 10000;

№53

Ламинарный режим течения в гладких каналах кожухотрубчатого теплообменника имеет место, если число Рейнольдса меньше:

а) 10000;

б) 8000;

в) 5000;

г) 2000;

№54

Характерный размер, входящий в числа подобия, определяется для каналов некруглого сечения, по формуле: dэ = 4f /u, где f – …….. ……канала

№55

Характерный размер, входящий в числа подобия, определяется для каналов некруглого сечения, по формуле: dэ = 4f /u, где u – …….. ……канала

№56

Определяемый коэффициент теплоотдачи входит в число подобия:

а) Пекле;

б) Прандтля;

в) Нуссельта;

г) Грасгофа;

№57

Загрязнение поверхности теплообмена приводит к уменьшению:

а) коэффициента теплоотдачи греющего теплоносителя;

б) коэффициента теплоотдачи нагреваемого теплоносителя;

в) коэффициента теплопередачи;

г) средней разности температур теплоносителей;

№58

Интенсивность загрязнения поверхности теплообмена снижается при:

а) уменьшении скорости теплоносителя;

б) увеличении скорости теплоносителя;

в) уменьшении давления теплоносителя;

г) увеличении давления теплоносителя;

№59

Падение давления теплоносителя при движении по каналам кожухотрубчатого теплообменника прямо пропорционально его скорости в степени:

а) 0,5

б) 1,0

в) 1,5

г) 2,0

№60

Полное гидравлическое сопротивление канала теплообменной поверхности есть сумма местных сопротивлений и сопротивлений ……..

№61

Полное гидравлическое сопротивление канала теплообменной поверхности есть сумма сопротивлений трения и …… ……..

№62

Затраты мощности на перекачку теплоносителя при неизменном его расходе пропорциональны падению давления в степени:

а) 0,5

б) 0,8

в) 1,0

г) 2,0

№63

Отношение массового количества растворенного твердого вещества к массовому количеству раствора – ……

№64

Раствор, содержащий при данных условиях предельное количество растворенного твердого вещества …….

№65

Процесс, происходящий при удалении растворителя из насыщенного раствора твердого вещества – ……

№66

Растворитель, наиболее часто выпариваемый, в промышленных выпарных установках – …….

№67

Величины, от которых зависит температура кипения раствора – концентрация и …….над поверхностью раствора

№68

Величины, от которых зависит температура кипения раствора – давление над поверхностью раствора и – ……

№69

Расставьте в порядке увеличения температуры кипения растворов одного и того же твердого вещества, если концентрация их:

а) 30%;

б) 20%;

в) 10%;

г) 5%;

№70

Масса сухого вещества в упариваемом растворе:

а) уменьшается значительно (в разы);

б) уменьшается незначительно;

в) остается постоянной;

г) увеличивается;

№71

Разность температур кипящего раствора и образующихся паров растворителя – это физико-химическая температурная ……

№72

Разность температур кипения раствора в среднем сечении кипятильных труб на поверхности раствора – ……..депрессия

№73

Величина гидростатической депрессии зависит от:

а) теплоемкости раствора;

б) плотности раствора;

в) давления над поверхностью раствора;

г) вязкости раствора;

№74

Понижение температуры вторичного пара вследствие дросселирования в брызгоотделителе – ……. депрессия

№75

Неорганические вещества плохо растворимые в воде:

а) Na_2CO_3;

б) $MgCl_2$;

в) NaOH;

г) Na_2SO_4;

д) $CaSO_4$;

е) $Mg(OH)_2$;

№76

Неорганическое вещество хорошо растворимое в воде:

а) $CaCO_3$;

б) NaOH;

в) $CaSO_4$;

г) $Mg(OH)_2$;

№77

Величины, от которых зависят теплофизические свойства раствора – температура и …….

№78

Величины, от которых зависят теплофизические свойства растворов – концентрация и …….

№79

Повышение концентрации растворов приводит к уменьшению:

а) температурной депрессии;

б) плотности;

в) теплоемкости;

г) вязкости;

№80

Вязкость растворов уменьшается, если понижается концентрация и повышается ……..:

№81

Вязкость растворов повышается, если понижается температура и повышается ……..:

№82

Наиболее распространенные методы разделения смесей жилких летучих компонентов – ректификация и ……..

№83

Процесс перегонки основан на том, что компоненты смеси имеют различную …….

№84

Исходная смесь при перегонке разделяется на кубовый остаток и …….

№85

Исходная смесь при перегонке разделяется на дистиллят и ……. …….

№86

Промышленная перегонка осуществляется при постоянстве:

а) температуры;

б) давления;

в) плотности;

г) концентрации;

№87

Однократное частичное испарение жидкой смеси с последующей конденсацией образовавшихся паров – это …….. …….

№88

Повторение процесса простой перегонки с целью более полного разделения смеси – это ……. …….

№89

Подвод теплоты при перегонке осуществляется в:

а) дефлегматоре;

б) конденсаторе;

в) перегонном кубе;

г) сепараторе;

№90 при простой перегонке записывается в виде: F= D+W, где D – массовый расход ……..

№91

Материальный баланс при простой перегонке записывается в виде: F= D+W, где W – массовый расход …….. …….

№92

Отношение массы образовавшихся в перегонной установке паров к массе исходной смеси …….. ……..

№93

Концентрацию легколетучего компонента в дистилляте при простой перегонке определяет концентрация его в исходной смеси и …….. ……..

№94

Наиболее распространенные методы разделения смесей нескольких летучих компонентов – перегонка и ……..

№95

Расположите в порядке увеличения концентрации легколетучего компонента:

а) исходная смесь;

б) флегма;

в) ректификат;

г) кубовый остаток;

№96

Наиболее полное разделение смеси обеспечивает:

а) ректификация;

б) постепенная перегонка;

в) однократная перегонка;

г) многократная перегонка:

№97

Расположите в порядке увеличения концентрации труднолетучего компонента:

а) исходная смесь;

б) флегма;

в) ректификат;

г) кубовый остаток;

№98

Ректификация осуществляется в аппаратах:

а) рекуперативных;

б) регенеративных;

в) контактных;

г) пластинчатых;

№99

Массообменные процессы в тарельчатых колпачковых ректификационных колоннах происходят при:

а) противотоке;

б) перекрестном токе;

в) перекрестном токе с противотоком;

г) прямотоке;

№100

Тарелка питания разделяет ректификационную колонну на две части, нижнюю исчерпывающую и верхнюю ……..

№101

Тарелка питания разделяет ректификационную колонну на две части, верхнюю укрепляющую и нижнюю ……..

№102

Элемент ректификационной установки, в котором происходит частичная конденсация, выходящих из колонны паров ……..

Тема 8. Сорбционные аппараты

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

17. Понятия процесса сорбции.
18. Абсорбция.
19. Адсорбция.
20. Десорбция.
21. Адсорбенты и их эффективность.
22. Основы процесса абсорбции.
23. Материальный баланс процесса абсорбции.
24. Классификация абсорбционных холодильных машин.
25. Одноступенчатые абсорбционные холодильные машины.
26. Двухступенчатые абсорбционные холодильные машины.
27. Эффективность абсорбционных холодильных машин.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

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

Перечень вопросов для тестирования:

№1

Процесс поглощения газов или паров жидкими поглотителями …….

№2

Выделение поглощенного газа или пара из жидкости …….

№3

Жидкий поглотитель газа или пара из газовой или паровой смеси……

№4

Связь между равновесными концентрациями поглощаемого газа над поверхностью абсорбента и в растворе устанавливается законом:

а) Генри;

б) Рауля;

в) Фика;

г) Фурье;

№5

Молярная доля абсорбируемого компонента газовой смеси в абсорбенте прямо пропорциональна:

а) температуре компонента;

б) плотности компонента;

в) парциальному давлению компонента;

г) молярной массе компонента;

№6

Растворимость газов в жидкостях уменьшается с ростом:

а) парциального давления газа;

б) температуры раствора;
в) вязкости раствора;
г) теплоемкости раствора;
№7
Размеры абсорбера уменьшаются с увеличением:
а) плотности абсорбента;
б) вязкости абсорбента;
в) расхода абсорбента;
г) температуры абсорбента;
№8
Насадка, наиболее часто используемая в промышленных насадочных абсорберах:
а) кольца Рашига;
б) стальные трубы;
в) стальные листы;
г) пластмассовые шары;
№9
Абсорбер, в котором поверхность контакта поглощаемого газа и абсорбента – это поверхность множества мелких пузырьков газа:
№10
Схема движения поглощаемого газа и абсорбента в насадочном абсорбере:
а) прямоток;
б) противоток;
в) перекрестный ток;
г) перекрестный ток с противотоком;
№11
Диаметр тарельчатого или насадочного абсорбера увеличивается при увеличении:
а) скорости газовой смеси;
б) плотности газовой смеси;
в) вязкости газовой смеси;
г) расхода газовой смеси;
№12
Расход абсорбента определяется по уравнению:
а) теплового баланса;
б) материального баланса;
в) массопередачи;
г) теплопередачи;
№13
Расход абсорбента определяется по уравнению: L = G (ун – ук)/(хк – хн), где:– ун начальная ……. абсорбируемого компонента газовой смеси
№14

Расход абсорбента определяется по уравнению: L = G (ун – ук)/(хк – хн), где:– хк конечная концентрация абсорбируемого компонента в …… фазе

№15

Целью расчета абсорбера является определение:

а) расхода абсорбируемого газа;

б) конечной концентрации газа;

в) конечной температуры газа:

г) расхода абсорбента;

№16

Процесс поглощения компонентов газовой смеси твердыми поглотителями:

…….

№17

Твердый поглотитель компонентов газовой смеси – ……

№18

Компонент, поглощаемый из газовой смеси твердым поглотителем – ……..

№19

Физическая адсорбция происходит под действием сил:

а) давления;

б) кулоновских;

в) Ван-дер-Ваальса;

г) Кориолиса;

№20

Адсорбенты, широко используемые в промышленности:

а) силикагель;

б) каменный уголь;

в) поваренная соль;

г) цеолит;

д) доломит;

е) шамот;

№21

Укажите последовательность выполнения стадий технологического процесса адсорбера периодического действия:

а) адсорбция;

б) сушка;

в) охлаждение;

г) десорбция;

№22

Процесс регенерации адсорбента включает в себя:

а) фильтрацию;

б) выпаривание;

в) охлаждение;

г) сушку;

д) экстракцию;
е) сублимацию;
№23
Вытеснение из адсорбента поглощенных газов или паров осуществляется с использованием:
а) бензина;
б) этилового спирта;
в) воды;
г) водяного пара;
№24
Целью расчета адсорбера периодического действия заключается в определении:
а) объема адсорбента;
б) массы поглощенного вещества;
в) количества выделившейся теплоты;
г) поглотительной способности адсорбента;
№25
Смесь, состоящая из двух компонентов:
№26
Легколетучий компонент по сравнению с труднолетучим имеет более низкую
а) плотность;
б) вязкость;
в) температуру кипения;
г) концентрацию;
№27
Количество независимых параметров, определяющих состояние бинарной системы:
а) 1;
б) 2;
в) 3;
г) 4;
№28
Система, состоящая из нескольких компонентов, между частями которой нет поверхности раздела:
№29
Укажите смеси из взаимно нерастворимых компонентов:
а) бензол – вода;
б) азот – кислород;
в) этиловый спирт – вода;
г) толуол – ксилол;
д) метан – этан;
е) сероуглерод – вода;
№30

Смесь из взаимно нерастворимых компонентов, которую невозможно разделить перегонкой:

№31

Смесь из взаимно нерастворимых компонентов, температура кипения которой остается постоянной до полного выкипания одного из компонентов:

№32

Смесь из взаимно растворимых компонентов, подчиняющаяся закону Рауля:

№33

Смесь из взаимно растворимых компонентов считается идеальной, если для нее справедлив закон ……..

№34

Зависимость давления паров над поверхностью идеальной бинарной смеси от концентрации легколетучего компонента в жидкой фазе:

а) линейная;

б) гиперболическая;

в) экспоненциальная;

г) параболическая;

№35

Фазовая диаграмма строится в координатах:

а) p – x;

б) p – y;

в) t – x (y);

г) x – y;

№36

Область фазовой диаграммы между линиями кипения и конденсации соответствует состоянию:

а) жидкому;

б) твердому;

в) влажному пару;

г) перегретому пару;

№37

Область фазовой диаграммы ниже линии кипения соответствует состоянию:

а) жидкому;

б) твердому;

в) влажному пару;

г) перегретому пару;

№38

Область фазовой диаграммы выше линии конденсации соответствует состоянию:

а) жидкому;

б) твердому;

в) влажному пару;
г) перегретому пару;
№39
График зависимости молярной доли легколетучего компонента в паре от его доли в жидкой фазе – …….. ……
№40
Диаграмма равновесия строится в координатах:
а) p – x;
б) t – x;
в) t – y;
г) y – x;
№41
Линия равновесия «пар – жидкость» для идеальной бинарной смеси – это:
а) выпуклая кривая;
б) вогнутая кривая;
в) горизонтальная прямая;
г) наклонная прямая;
№42
Наиболее легко разделить смесь, у которой относительная летучесть равна:
а) 1;
б) 1,5;
в) 2,0;
г) 3;
№43
Невозможно разделить смесь, у которой относительная летучесть равна:
а) 1;
б) 1,5;
в) 2,0;
г) 2,5;
№44
Величины потоков массы компонента, переносимых из одной фазы в другую, одинаковы, если достигнуто ……
№45
Количество компонента переходящего из жидкой фазы в паровую при стационарном процессе определяется по формуле: M =kx ·F· (x*- x), где x * - ……. молярная доля компонента в жидкой фазе
№46
Количество компонента переходящего из жидкой фазы в паровую при стационарном процессе определяется по формуле: M =kx ·F· (x*- x), где kx - ……. ……..
№47

Количество компонента переходящего из жидкой фазы в паровую при установившемся процессе определяется по формуле: M =kx ·F· (x*-x), где x – ……. …….. компонента в жидкой фазе

Тема9. Сушка материалов. Процесс сушки материалов. Сушильные установки

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

9. Общие понятия о сушке.
10. Свойства влажных материалов.
11. Капиллярно-пористые материалы.
12. Коллоидные материалы
13. Капиллярно-пористые коллоидные материалы
14. Влагосодержание.
15. Влажность материала.
16. Равновесная влага.
17. Удаляемая влага.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

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

Перечень вопросов для тестирования:

№1

Совместным процессом тепло- и массообмена является:

а) сушка;

б) ректификация;

в) бародиффузия:

г) кондукция;

д) диспергирование;

е) компримирование.

№2

Массообмен между водой и влажным воздухом протекает, если имеет разные концентрации у поверхности воды и вдали от нее …… …….

№3

Парциальное давление водяного пара у поверхности воды больше, чем во влажном воздухе, следовательно протекает процесс:

а) конденсации;

б) испарения;

в) сублимации;

г) сорбции

№4

Вектор теплого потока при конденсации водяного пара из парогазовой смеси на плоской стенке направлен:

а) нормально к стенке;

б) нормально от стенки;

в) вдоль стенки;

г) под углом к стенке.

№5

Вектор потока массы при конденсации водяного пара из парогазовой смеси на плоской стенке направлен:

а) нормально к стенке;

б) нормально от стенки;

в) вдоль стенки;

г) под углом к стенке.

№6

Теплота, подводимая от влажного воздуха к воде, расходуется только на парообразование, если это – адиабатное ……..

№7

Теплота, подводимая от влажного воздуха к воде, расходуется только на парообразование, если это – ……..испарение

№8

Температура воды при равновесном процессе адиабатного испарения равна температуре:

а) точки росы;

б) насыщения;

в) «мокрого термометра»;

г) тройной точки.

№9

Отношение суммарного теплового потока к тепловому потоку, передаваемому конвективным теплообменом при адиабатном испарении равно:

а) 1;

б) 2;

в) 0;

г) –1;

№10

Параметр, величина которого остается постоянной при испарительном охлаждении воздуха:

а) относительная влажность;

б) энтальпия;

в) влагосодержание;

г) температура;

№11

Параметр, величина которого увеличивается при испарительном охлаждении воздуха:

а) внутренняя энергия;
б) энтальпия;
в) влагосодержание;
г) температура;
№12
Показания «мокрого» и сухого термометров психрометра равны, если:
а) абсолютная влажность равна нулю;
б) влагосодержание равно нулю;
в) относительная влажность равна нулю;
г) относительная влажность равна 100%.
№13
Плотность влажного воздуха увеличивается при увеличении:
а) температуры:
б) относительной влажности;
в) влагосодержания;
г) давления.
№14
Подвод теплоты к высушиваемому материалу при конвективной сушке осуществляет ……..……..
№15
Технологический процесс, при котором подвод теплоты к влажному материалу и отвод образовавшихся паров обеспечивает сушильный агент:……..……
№16
Радиационная сушка реализуется, если способ подвода теплоты:
а) конвекция;
б) кондукция;
в) тепловое излучение;
г) СВЧ излучение;
№17
Сублимационная сушка осуществляется, если влага в высушиваемом материале представляет собой – …….
№18
Влага, содержащаяся во влажном материале, может быть свободная и ……
№19
Влага, содержащаяся во влажном материале, может быть связанная и ……
№20
Наиболее трудно удалить из материала влагу, если она:
а) связана химически;
б) адсорбирована;
в) содержится в макрокапиллярах;
г) содержится в микрокапиллярах;

№21

Наиболее легко удалить из материала влагу, если она содержится в:

а) кристаллогидратах;

б) порах;

в) макрокапиллярах;

г) микрокапиллярах;

№22

Состояние материала, при котором в нем содержится только связанная влага ……

№23

Состояние материала, при котором в нем содержится, как связанная, так и свободная влага ……

№24

Материал при обезвоживании практически не изменяющий свои размеры …….. - …….

№25

Материал при обезвоживании значительно изменяющий свои размеры ……..

№26

Древесина относится к группе влажных материалов:

а) капиллярно-пористые;

б) капиллярно-пористые коллоидные;

в) коллоидные;

г) дисперсные;

№27

Активированный угол относится к группе влажных материалов:

а) капиллярно-пористые;

б) капиллярно-пористые коллоидные;

в) коллоидные;

г) волокнистые;

№28

Количество влаги, приходящейся на единицу массы абсолютно сухого материала ……..

№29

Зависимость равновесного влагосодержания материала от относительной влажности сушильного агента изотерма ……

№30

Изотерма сорбции разделяет области сушки и:

а) увлажнения;

б) десорбции;

в) сорбции;

г) сублимации;

№31

Закономерности изменения полей локальных влагосодержаний и температур изучает …… сушки

№32

Энергия к объему высушиваемому материалу подводится при сушке:

а) кондуктивной;

б) конвективной;

в) терморадиационной;

г) СВЧ;

№33

Неоднородность поля влагосодержания в высушиваемом материале характеризует …….. ……..

№34

Перемещение влаги в высушиваемом материале возможно за счет градиентов температуры и ……..

№35

Градиенты влагосодержания и температуры однонаправлены при сушке:

а) кондуктивной;

б) конвективной;

в) терморадиационной;

г) СВЧ;

№36

Сушка, при которой влагосодержание на поверхности выше, чем во внутренних слоях материала:

а) кондуктивная;

б) конвективная;

в) терморадиационная;

г) СВЧ;

№37

Изменение во времени среднего по объему материала влагосодержания и температуры изучает …… ……

№38

Изменение среднего влагосодержания высушиваемого материала в единицу времени – …….. …….

№39

Скорость сушки в первом периоде конвективной сушки:

а) линейно увеличивается;

б) линейно уменьшается;

в) экспоненциально увеличивается;

г) остается постоянной;

№40

Период конвективной сушки, в котором скорость сушки остается постоянной:

а) начальный;

б) первый;
в) второй;
г) конечный;
№41
Период сушки, в котором скорость сушки понижается:
а) предварительный;
б) начальный;
в) первый;
г) второй;
№42
Кривая скорости сушки – это зависимость скорости сушки от:
а) температуры;
б) времени;
в) влагосодержания;
г) относительной влажности;
№43
Скорость сушки измеряется в:
а) м/с;
б) 1/с;
в) кг/с;
г) кг/(м2 с)
№44
Влагосодержание в первом периоде сушки изменяется по времени:
а) экспоненциально;
б) линейно;
в) гиперболически;
г) логарифмически;
№45
Температура материала в первом периоде сушки при мягких режимах:
а) увеличивается линейно;
б) остается постоянной;
в) уменьшается линейно;
г) уменьшается экспоненциально;
№46
Температура материала в первом периоде сушки равна температуре:
а) «мокрого» термометра;
б) сушильного агента;
в) инверсии;
г) критической;
№47
Промышленные конвективные сушильные установки в качестве сушильного агента используют:
а) воздух;

б) кислород;
в) оксид углерода;
г) топочные газы;
д) метан;
е) пропан:
№48
Расчет конвективных сушильных установок основывается на составлении материального и …… баланса
№49
Основная часть теплоты, затрачиваемой на сушку идет на:
а) нагрев материала;
б) нагрев транспорта;
в) испарение влаги;
г) потери в окружающую среду;
№50
Материальный баланс сушильной установки составляется для определения расхода:
а) исходного материала;
б) высушенного материала;
в) удаляемой влаги;
г) сушильного агента;
№51
Удельные потери теплоты в сушильных установках относят к 1кг:
а) исходного материала;
б) высушенного материала;
в) удаляемой влаги;
г) сушильного агента;
№52
Угловой коэффициент процесса сушки в d – H диаграмме измеряется в:
а) %;
б) кДж/кг;
в) кДж/ м3;
г) кг/ кДж;
№53
Рабочая линия процесса сушки в d – H диаграмме строится после определения:
а) расхода сушильного агента;
б) продолжительности процесса сушки;
в) углового коэффициента процесса;
г) расхода теплоты на сушку;
№54
Рабочая линия процесса сушки совпадает с изоэнтальпой (H=const), если сушилка ……..
№55

Параметр, сушильного агента, величина которого, остается постоянной в теоретической сушилке:

а) температура;

б) энтальпия;

в) влагосодержание;

г) относительная влажность;

№56

Угловой коэффициент процесса сушки в теоретической сушилке равен:

а) – 1;

б) 0;

в) 1;

г) 2;

№57

Частичный возврат отработавшего сушильного агента в сушильную установку ……..

№58

Использование рециркуляции сушильного агента позволяет снизить на входе в сушилку его:

а) температуру;

б) влагосодержание;

в) относительную влажность;

г) скорость;

№59

Использование рециркуляции позволяет уменьшить для высушиваемого материала:

а) равновесное влагосодержание;

б) конечное влагосодержание;

в) конечную температуру;

г) механические напряжения;

№60

Общий коэффициент избытка воздуха при сушке топочными газами:

а) 1;

б) 1,3;

в) 1,5;

г) >3;

№61

Увеличение общего коэффициента избытка воздуха в сушилке на топочных газах приводит к увеличению их:

а) температуры;

б) влагосодержания;

в) энтальпии;

г) расхода;

№62

Влагосодержание и энтальпия топочных газов на входе в сушилку определяются на основе стехиометрических расчетов процесса ……. ……..

№63

Снижение температуры топочных газов до заданного значения происходит в:

а) топочном устройстве;

б) камере смешения;

в) калорифере;

г) промежуточных газоходах;

№64

Массовый расход топочных газов, поступающих в сушилку равен по величине:

а) расходу топлива;

б) расходу воздуха;

в) сумме этих расходов;

г) разности этих расходов;

№65

Расход теплоты на сушку топочными газами увеличивается при увеличении:

а) температуры топлива;

б) влажности топлива;

г) температуры дутьевого воздуха;

д) давления дутьевого воздуха;

№66

Параметры сушильного агента, повышение которых способствует интенсификации сушки – это температура и …….

№67

Камерные сушилки целесообразно использовать для сушки:

а) песка;

б) древесины;

в) поваренной соли;

г) угля;

№68

Подвод теплоты к высушиваемому материалу в камерных сушилках осуществляется за счет:

а) конвекции;

б) кондукции;

в) теплового излучения:

г) СВЧ излучения;

№69

Технологическая схема камерной сушилки включает в себя:

а) калорифер;

б) вибратор;

в) барабан;

г) приемный бункер;
д) шнек;
е) вентилятор;
№70
Рециркуляцию в камерной сушилке целесообразно использовать:
а) постоянно;
б) в начале процесса;
в) в середине процесса;
г) в конце процесса;
№71
Ленточные конвейерные сушилки целесообразно применять для сушки:
а) древесины;
б) угля;
в) фруктов;
г) сахара;
№72
Слой высушиваемого материала на конвейере ленточной сушилки является:
а) плотным;
б) взвешенным;
в) полувзвешенным;
г) фонтанирующим;
№73
Мягкому режиму сушки в ленточных сушилках способствует промежуточный подогрев воздуха и ……..
№74
Скорость сушильного агента в ленточных конвейерных сушилках должна быть не более:
а) 2 м/с;
б) 5 м/с;
в) 10 м/с;
г) 20 м/с;
№75
Барабанные сушилки используются для сушки:
а) древесины;
б) зерна;
в) кирпича;
г) муки;
№76
Частота вращения барабана сушилки должна быть не более:
а) 20 об/мин
б) 50 об/мин
в) 100 об/мин;
г) 200 об/мин

№77

Внутренняя насадка барабана предназначена для:

а) экономии теплоты на сушку;

б) уменьшения уноса материала;

в) перемещения материала вдоль барабана;

г) увеличения поверхности тепломассообмена;

№78

Слой материала в барабанной сушилке:

а) плотный;

б) взвешенный;

в) полувзвешенный;

г) фонтанирующий;

№79

Технологическая схема барабанной сушилки на топочных газах включает в себя:

а) калорифер;

б) шнек;

в) лопастную насадку;

г) газораспределительную решетку;

№80

Допустимая скорость сушильного агента в барабанных сушилках выбирается с учетом:

а) начального влагосодержания материала;

б) конечного влагосодержания материала;

в) плотности материала;

г) типа насадки;

№81

Противоток в барабанных сушилках на топочных газах допускается использовать для материалов:

а) волокнистых;

б) мелкодисперсных;

в) кусковых;

г) термоустойчивых;

№82

Наиболее распространенная схема движения материала и сушильного агента в барабанных сушилках:

а) противоток;

б) прямоток;

в) перекрестный ток;

г) перекрестный ток с противотоком;

№83

Доля уноса материала уменьшается с уменьшением:

а) температуры сушильного агента;

б) скорости сушильного агента;

в) размера частиц материала;

г) плотности материала;

№84

Сушилки с псевдоожиженным слоем используются для сушки:

а) макарон;

б) руды;

в) песка;

г) сухарей;

№85

Слой взвешенных частиц материала, образующийся при воздействии на них потока сушильного агента …….

№86

Скорость сушильного агента, при которой начинается массовый унос частиц материала – скорость …….

№87

Падение давления в псевдоожиженном слое пропорционально скорости сушильного агента в степени:

а) 0;

б) 1,0;

в) 2,0;

г) 3,0;

№88

Плотность псевдоожиженного слоя в 5 раз меньше плотности материала частиц, следовательно, порозность слоя равна:

а) 1,0;

б) 0,8;

в) 0,5;

г) 0,2;

№89

Влажным газом называется газовая смесь, одним из компонентов которой является …… ……

№90

Расчеты процессов с влажным газом выполняют, полагая, что водяной пар, содержащийся в нем – …….. газ.

№91

Водяной пар, содержащийся во влажном газе, можно считать идеальным газом потому, что мало его …….. давление.

№92

Отношение массы водяного пара к объему влажного газа – …….. влажность:

№93

Отношение массы водяного пара к массе сухого газа, содержащейся в том же объеме влажного газа – …….

№94

Отношение абсолютной влажности газа к максимально возможной при данных значения температуры и давления, – …….. ……

№95

Энтальпия влажного газа зависит от:

а) температуры;

б) давления;

в) влагосодержания;

г) плотности;

д) энтропии;

е) скорости;

№96

Энтальпия влажного газа при увеличении влагосодержания газа и неизменной температуре:

а) остается постоянной;

б) увеличивается линейно;

в) уменьшается линейно;

г) увеличивается экспоненциально;

№97

Диаграмму d – H влажного воздуха предложил;

а) Рамзин;

б) Михеев;

в) Менделеев;

г) Льюис;

№98

Параметр, величина которого увеличивается при охлаждении влажного газа в рекуперативном теплообменнике:

а) энтальпии;

б) влагосодержание;

в) относительная влажность;

г) температура;

№99

Параметр, величина которого не изменяется при нагревании влажного газа в рекуперативном теплообменнике:

а) энтальпия;

б) относительная влажность;

в) влагосодержание;

г) абсолютная влажность;

Тема 10. Теплообменники-утилизаторы

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

28. Назначение котла-утилизатора.
29. Область применения котлов-утилизаторов.
30. Конструкции котлов-утилизаторов.
31. Конструкции тепловых труб.
32. Принцип действия котлов-утилизаторов.

33. Принцип устройства котлов-утилизаторов.
34. Схемы утилизации вторичных энергетических ресурсов.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

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

Перечень вопросов для тестирования:

№1

Система утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем включает теплообменник-воздухонагреватель и теплообменник- ……

№2

Система утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем включает теплообменник- воздухоохладитель и теплообменник- ……

№3

Промежуточный теплоноситель в системах утилизации теплоты удаляемого воздуха:

а) воздух;

б) продукты сгорания;

в) водяной пар;

г) вода;

д) раствор CaCl2;

е) раствор NaCl;

№4

Системы утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем оценивается отношением: (tвк1 – tвн1)/(tвн2 – tвн1), где tвк1 – конечная температура …… ……..

№ 5

утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем оценивается отношением: (tвк1 – tвн1)/(tвн2 – tвн1), где tвн2 – начальная температура …… ……..

№ 6

Эффективность системы утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем оценивается отношением: (tвк1 – tвн1)/(tвн2 – tвн1), где tвн1 – начальная температура …… ……..

№7

Герметичное испарительно-конденсационное устройство, использующее капиллярные силы и служащее для передачи теплоты …… …….

№8

Тепловая труба, в которой конденсат возвращается в зону испарения за счет гравитационных сил ……..
№9
Перенос теплоносителя из зоны конденсации в зону испарения тепловой трубы осуществляется ……. силами
№10
Физическое свойство теплоносителя тепловой трубы, увеличение которого уменьшает величину переносимой теплоты:
а) теплота парообразования;
б) плотность;
в) поверхностное натяжение;
г) вязкость;
№11
Контактный экономайзер – теплоутилизатор имеет насадку из:
а) гальки;
б) досок;
в) керамических колец;
г) стальных труб;
№12
Активная насадка контактного теплоутилизатора выполнена из:
а) гальки;
б) досок;
в) керамических колец;
г) стальных труб;
№13
Теплоутилизатор в котором используется стандартный водо-водяной теплообменник:
а) контактный экономайзер;
б) контактный теплообменник с активной насадкой;
б) с промежуточным теплоносителем;
г) с тепловыми трубами;
№14
Схема движения охлаждаемого газа и орошающей воды в контактном теплообменнике с активной насадкой:
а) противоток;
б) прямоток;
в) перекрестный ток;
г) перекрестный ток с противотоком;
№15
Схема движения охлаждаемого газа и орошающей воды в контактном экономайзере:
а) противоток;
б) прямоток;
в) перекрестный ток;
г) перекрестный ток с противотоком;

Тема 11. Вспомогательное оборудование теплообменных установок.

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

29. Назначение охладителей выпара.
30. Конструкции охладителей выпара.
31. Назначение водоструйного эжектора.
32. Конструкция водоструйного эжектора.
33. Назначение конденсатоотводчика.
34. Конструкции конденсатоотводчиков.
35. Назначение гидрозатвора.
36. Конструкции гидрозатворов.
37. Назначение деаэраторного бака.
10. Конструкции деаэраторных баков

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.

Задача 1. Определить количество выпаренной воды, секундный и удельный расход греющего пара, полезную разность температур и площадь поверхности нагрева однокорпусного выпарного аппарата, если производительность аппарата по свежему раствору Gн, массовая доля сухих веществ в свежем растворе ан, в упаренном растворе – ак, температура свежего раствора tн, температура кипения раствора tк, давление в аппарате Рвт, удельная теплоемкость раствора Ср, давление греющего пара Рг, коэффициент теплопередачи в аппарате К, а тепловые потери Qпот.

Привести схему однокорпусной выпарной установки, описать устройство, работу и функциональное назначение аппаратов, входящих в схему установки.

Значения принять по последней цифре шифра.

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K, Вт/(м^2·К)	1120	1270	1200	970	1150	1120	1050	1080	1000	1100
$Q_{пот}$, %	5	3	2	4	3	5	2	4	3	4
$G_н$, кг/с	2,8	2,2	2,6	1,7	2,1	2,4	1,4	1,8	1,9	2,5
$a_н$, % мас.	7,0	6,0	7,0	5,0	5,0	7,0	5,0	6,0	6,0	7,0
$a_к$, % мас.	30	32	32	30	28	30	28	32	30	30
$t_н$, ^{0}С	40	45	50	35	40	50	35	30	40	50
$t_к$, ^{0}С	73	79	89	82	73	85	79	68	89	85
$P_{вт}$, МПа	0,03	0,04	0,06	0,045	0,03	,05	0,04	0,025	0,06	0,05
$C_р$, кДж/(кг·К)	4,06	4,10	4,06	4,15	4,15	4,06	4,15	4,10	4,10	4,06
$P_г$, МПа	0,10	0,12	0,15	0,13	0,10	0,14	0,12	0,09	0,15	0,14

Задача 2. Определить число тарелок и высоту ректификационной колонны непрерывного действия для разделения под атмосферным

давлением смеси метиловый спирт – вода. Массовая доля низкокипящего компонента в исходной смеси xF, в дистилляте – xd, в кубовом остатке – xw. КПД тарелок принять равным – η, коэффициент избытка флегмы – β. Расстояние между тарелками равно h. Колонна обогревается глухим паром.

Начертить схему ректификационной установки непрерывного действия, описать принцип работы и сущность процесса, происходящего на каждой тарелке ректификационной колонны.

Значения принять по последней цифре шифра из таблицы.

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
β	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,4	1,5	1,6
$\eta \cdot 10^2$	50	55	60	65	70	75	50	55	60	75
x_F, %	26	27	28	29	20	21	22	23	24	25
x_d, %	70	73	75	80	60	63	65	68	70	74
x_w, %	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$h \cdot 10^{-2}$, м	23	25	28	27	30	31	34	25	27	30

Примечание. Построение кривой равновесия в координатах y-x и графическое определение числа тарелок в колонне выполнить на миллиметровой бумаге.

Задача 3. Рассчитать барабанную сушилку с возвратом части отработанного воздуха производительностью Gн влажного материала. Начальная влажность материала ωн; конечная – ωк, напряжение барабана по влаге A, температура свежего воздуха t0, его влажность φ0. Отработанный воздух имеет температуру t2 и относительную влажность φ2. Удельный массовый расход возвращаемого в сушилку воздуха n.

Определить графически на диаграмме J–x точку смеси и её параметры xсм, tсм и Jсм, а также температуру воздуха после калорифера для теоретического процесса сушки. Рассчитать расход свежего воздуха, расход воздушной смеси, расход теплоты и основные размеры барабана (диметр и длину).

Значения всех величин принять по последней цифре шифра из таблицы.

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$G_н$ 10^2, кг/с	15	17	10	26	13	36	12	30	14	0,2
$\omega_н$, %	48	40	42	50	52	46	35	50	42	55
$\omega_к$, %	13	6	10	8	10	4	9	12	9	8
$A \cdot 10^3$,кг/(м^3·с)	9	10	7	16	28	18	8	14	11	26
t_0, °C	25	18	15	25	25	20	10	20	20	15
φ_0, %	60	68	70	55	50	70	80	70	60	80
t_2, °C	55	50	45	60	50	55	50	35	45	45
φ_2, %	35	40	60	30	80	80	45	75	50	60
n, кг/кг	1,2	3,2	2,0	4,0	3,0	4,0	1,8	2,0	1,6	2,2

Примечания:

а) теоретический процесс сушки характеризуется J2 = const; положение этой линии определяется на диаграмме J–x по точке состояния отработанного воздуха (t2 и φ2);

б) температуру воздуха после калорифера можно определить на диаграмме J–x, если из точки состояния смеси воздуха провести вертикальную прямую, характеризующую ее подогрев в калорифере, до пересечения с линией J2 = const.

Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1.Классификация тепломассообменных процессов и аппаратов.

2.Классификация теплообменных, тепломассообменных процессов и аппаратов.

3.Назначение отдельных видов теплообменных и тепломассообменных аппаратов и место их применения.

4.Теплоносители и их физические свойства.

5.Выбор скоростей теплоносителей.

6. Этапы расчёта теплообменных аппаратов.

7.Методы оценки и некоторые способы повышения энергетической эффективности поверхностей теплообмена.

8. Классификация выпарных аппаратов.

9.Принципиальная схема выпарного аппарата.

10. Материальный процесса выпарки.

11.Схемы многокорпусных выпарных установок.

12.Полная температурная депрессия.

13.Полная и полезная разность температур.

14.Тепловой расчёт выпарной установки.

15.Физико-химические свойства смесей.

16.Способы перегонки смесей.

17.Материальный баланс процесса ректификации.

18.Тепловой баланс ректификационной колонны.

19.Определение геометрических размеров ректификационной колонны.

20.Построение кривых сушки.

21.Схема сушильной установки.

22.Полный материальный баланс сушильной камеры.

23.Тепловой баланс сушилки.

24.Конструкции сушилок

Выполнение курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО «Moodle».

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная

пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО «Moodle».

Вопросы к защите курсовой работы

1. Где используются теплообменные аппараты?
2. Как производился тепловой расчёт теплообменника?
3. Как производился конструктивный расчёт теплообменника?
4. Как производился гидравлический расчёт теплообменника?
5. По каким параметрам выбирается конструкция теплообменного аппарата?
6. К какому виду теплообменников относится данный аппарат?
7. Как увеличить эффективность работы теплообменника?