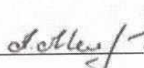


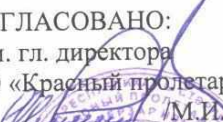
**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Утверждено:
на заседании кафедры ТМО
протокол № 30 от «18» июня 2019 г.
И.о. зав. кафедрой

 / А.В. Боткин

Согласовано:
Председатель УМК
Инженерного факультета

 / А.Я. Мельникова

СОГЛАСОВАНО:
Зам. гл. директора
АО «Красный пролетарий»
 / М.И. Шарипов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современное оборудование предприятий топливно-энергетического
комплекса

Дисциплина по выбору. Вариативная часть – Б1.В.ДВ.07.02

Программа академической магистратуры

Направление подготовки

15.04.02 - Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль) подготовки

«Инжиниринг технологического оборудования химических и
нефтехимических производств»

Квалификация
магистр

Разработчик (составитель)
профессор, д.т.н.

 / Р.Г. Абдеев

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019 г.

Разработчик (составитель): профессор, д.т.н. Р.Г. Абдеев, профессор, д.т.н. Р.И. Сайтов,
доцент, к.т.н. Э.Р.Абдеев

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры ТМО протокол № 30 от «18» июня 2019 г.

И.о. зав. кафедрой

 / Боткин А.В.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры: обновлены билеты и список используемой литературы протокол №10 от «13» января 2020 г.

И.о. зав. кафедрой

 / Сайтов Р.И.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры: обновлены билеты и список используемой литературы протокол № 1 от «16» сентября 2021 г.

И.о. зав. кафедрой

 / Юминов И.П.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	30
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	30
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	32

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знать	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нормативно-технической документации по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; • современные САРР-системы, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий низкой сложности. 	ПК-2 – способность разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии цену ошибки, вести обучение и оказывать помощь сотрудникам	
Уметь	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать нормативно-техническую документацию по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; • оценивать предложения по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанные специалистами более низкой квалификации. 	ПК-2 – способность разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	
Владеть (навыки / опыт деятельности)	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками разработки нормативно-технической документации по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; • навыками контроля предложений по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанных специалистами более низкой квалификации. 	ПК-2 – способность разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	

2 Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Целью изучения дисциплины «Современное оборудование предприятий топливно-энергетического комплекса» является формирование следующих компетенций: ПК-2.

Учебная дисциплина «Современное оборудование предприятий топливно-энергетического комплекса» относится к вариативной части и дисциплин по выбору – Б1.В.ДВ.07.02

Дисциплина изучается на 2 курсе.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Связь курса с другими дисциплинами:

- из курса «Компьютерные технологии в машиностроении» (Формируемые компетенции ОК-4; ОПК-3)
- из курса «Философия науки и техники» (Формируемые компетенции ОК-1; ОК-3; ОК-5; ОПК-7)
- из курса «Математические методы в инженерии» (Формируемые компетенции ОПК-1; ОПК-3)

3 Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4 Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

ПК-2 – способность разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«не зачтено»	«зачтено»
<u>1-й этап</u> <u>Знания</u>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> нормативно-технической документации по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; современные САРР-системы, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий низкой сложности. 	Не знает	Знает нормативно-технической документации по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; современные САРР-системы, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий низкой сложности, может допускать небольшие ошибки.
<u>2-й этап</u> <u>Умения</u>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> использовать нормативно-техническую документацию по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; оценивать предложения по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанные специалистами более низкой квалификации. 	Не умеет	Умеет использовать нормативно-техническую документацию по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; оценивать предложения по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанные специалистами более низкой квалификации, может допускать небольшие ошибки.
<u>3-й этап</u> <u>Владения (навыки / опыт деятельности)</u>	<p>Владет:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками разработки нормативно-технической документации по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; навыками контроля предложений по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанных специалистами более низкой квалификации. 	Не владеет	Владет навыками разработки нормативно-технической документации по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; навыками контроля предложений по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанных специалистами более низкой квалификации, может допускать небольшие ошибки.

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – оценки «3», «4», «5»

не зачтено – оценка «2»

4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
Знать	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нормативно-технической документации по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; современные САРР-системы, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий низкой сложности. 	ПК-2 – способность разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; цену ошибки, вести обучение и оказывать помощь сотрудникам	Коллоквиум Реферат Устный опрос Глоссарий
Уметь	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать нормативно-техническую документацию по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; • оценивать предложения по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанные специалистами более низкой квалификации. 	ПК-2 – способность разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	Дискуссии Круглый стол тест
Владеть (навыки / опыт деятельности)	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками разработки нормативно-технической документации по разработке нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; • навыками контроля предложений по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанных специалистами более низкой квалификации. 	ПК-2 – способность разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	Мультимедийная презентация Задачи Контрольная работа

Фонды оценочных средств

Вопросы к коллоквиумам:

1. Основные массообменные (диффузионные) процессы?
2. Процесс массопередачи и его закон?
3. Общая характеристика процесса жидкостной экстракции?
4. Законы для идеальных смесей (Рауля, Генри, Коновалова, уравнение Клайперона-Менделеева)?
5. Основные требования к экстрагенту и выбор его для процесса?
6. Материальный и тепловой баланс простой непрерывной перегонке (дистилляции)?
7. Схемы подключения экстракторов, преимущество каждой схемы и недостатки?
8. Процесс ректификации и его сущность - иллюстрировать диаграммой $t(x)$?
9. Однократная экстракция. Расчёты процесса однократной экстракции?
10. Общая характеристика процесса адсорбции?
11. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны?
12. Расчёты процесса противоточной экстракции?
13. Физико-химические основы адсорбции. Классификация адсорбентов?
14. Флегмовое число. Вывод уравнения рабочей линии укрепляющей части колонны?
15. Кривая равновесия адсорбционного процесса и уравнения описывающие её?
16. Вывод уравнения рабочей линии отгонной части колонны?
17. Расчёты непрерывного процесса адсорбции в псевдооживленном слое, задача потоковая эксплуатационная?
18. Последовательность расчёта ректификационной колонны?
19. Расчёты непрерывного процесса адсорбции в псевдооживленном слое, задача потоковая проектная?
20. Переход от теоретических тарелок к практическим тарелкам, высота ректификационной колонны?
21. Определение диаметров ректификационной колонны?
22. Устройство ректификационной колонны и определения размерных параметров колонны?
23. Движущая сила процесса массопередачи?

24. Вектор материального баланса, рабочая линия процесса массопередачи?

Практические задания по дисциплине

1. Построение диаграммы $t(x)$ изобара?
2. Построение диаграммы $P(x)$ изотерма?
3. Построение равновесной диаграммы «у-х» для процесса дистилляции?
4. Начертить схему периодической дистилляции?
5. Начертить схему непрерывной дистилляции?
6. Начертить схему аппарата молярной дистилляции?
7. Начертить схемы многократной дистилляции?
8. Начертить технологическую схему ректификации?
9. Начертить и рассказать устройство ректификационной колонны?
10. Начертить типовую схему ректификационной колонны с вспомогательным оборудованием?
11. Начертить технологические схемы однократной экстракции?
12. Начертить схему порционной экстракции?
13. Начертить схему противоточной экстракции?
14. Построить рабочую линию процесса ректификации укрепляющей части колонны двумя способами?
15. Построить рабочую линию процесса ректификации отгонной части колонны двумя способами?
16. Построить рабочую линию процесса ректификации всей колонны?

Темы рефератов по дисциплине

Тема 1. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий

1. Регенеративные аппараты с кипящим слоем;
2. Смесительные теплообменные аппараты;
3. Аппарат с непосредственным контактом газов и жидкости (скрубберы);
4. Основные уравнения теплообмена;
5. Теплообменные и тепломассообменные аппараты;
6. Фазовый переход вещества;
7. Материальный и тепловой балансы процесса сушки;
8. Сушка твердых дисперсионных материалов;
9. Сушка жидкотекучих материалов;

10. Объемные потери в компрессоре;
11. Перегонка и ректификация (процессы тепло- и массообмена);
12. Анализ теоретических и действительных рабочих процессов в цилиндре компрессора;
13. Ректификационные установки;
14. Конструкции ректификационных колонн.

Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если представленная работа написана грамотным научным языком, имеет четкую структуру и логику изложения, точка зрения обучающегося обоснованна, в работе присутствуют мнения известных ученых в данной области. Обучающийся в работе выдвигает новые идеи и трактовки, демонстрирует способность анализировать материал;

- «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа написана грамотным научным языком, имеет четкую структуру и логику изложения, точка зрения обучающегося обоснованна, в работе присутствуют ссылки на мнения известных ученых в данной области;

- «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задание выполнено, однако обучающийся не продемонстрировал способность к научному анализу, не высказывал в работе своего мнения, допустил ошибки в логическом изложении материала, оформил работу небрежно;

- «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не выполнил задание, или выполнил его формально, не привел в работе ссылки на мнения ученых, не изложил свое мнение, не проявил способность к анализу, а также если в работе присутствуют многочисленные заимствования текста (более 60%) из других источников.

При оценивании реферата на «неудовлетворительно» он должен быть исправлен в соответствии с полученными замечаниями и сдан на проверку заново не позднее срока окончания приема рефератов.

Вопросы для устного опроса по дисциплине и задачи

Тема 1. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий

1. Дайте определение рекуперативного, регенеративного и смешительного теплообменников.
2. Назовите основные типы аппаратов с промежуточным теплоносителем.
3. Перечислите режимы работы теплообменников.
4. Перечислите оборудование тепломассообменной установки.
5. Дайте сравнительную оценку воды, водяного пара и дымовых газов как теплоносителей и ориентировочный диапазон их скоростей в теплообменных

аппаратах.

6. Для каких теплоносителей выше затраты мощности на перемещение в каналах - газообразных или капельных жидкостей?

7. Какими свойствами должны обладать высокотемпературные теплоносители и в каких случаях рационально применять их в теплообменниках?

Тема 2 «Рекуперативные теплообменные аппараты»

1. В каком из теплообменников - кожухотрубчатом или подогревателе-аккумуляторе - выше коэффициент теплопередачи при использовании одних и тех же теплоносителей с одинаковыми начальными температурами?

2. Перечислите способы компенсации температурных удлинений в кожухотрубчатых теплообменниках.

3. Если теплоноситель может загрязнить поверхность теплообмена в кожухотрубчатом теплообменнике, куда его следует направлять - в трубки или в межтрубное пространство?

4. Какой из теплообменников удобней чистить: кожухотрубчатый, спиральный или пластинчатый?

5. Какие достоинства и недостатки имеют спиральные и пластинчатые теплообменники по сравнению с кожухотрубчатыми?

6. В каких случаях в теплообменниках целесообразно применять ребристые трубы?

7. Влияет ли технология изготовления ребристой трубы на коэффициент теплопередачи?

8. Какие достоинства и недостатки имеют тепловые трубы и двухфазные термосифоны?

9. Как влияет присутствие неконденсирующегося газа в тепловой трубе на ее теплопередающую способность?

10. Какими факторами ограничивается максимальный тепловой поток для тепловой трубы?

11. Определите расход нагреваемой воды G_2 и площадь поверхности нагрева F прямоточного водоводяного теплообменника, если известны: расход греющей воды $G_1 = 15$ кг/с, температура греющей воды на входе и выходе теплообменника $t'_1 = 120^\circ\text{C}$, $t''_1 = 80^\circ\text{C}$, температура нагреваемой воды на входе и выходе $t_2 = 10^\circ\text{C}$ и $t''_2 = 60^\circ\text{C}$, коэффициент теплопередачи $1c = 1900$ Вт/(м²·К) и коэффициент, учитывающий потери теплоты $\eta_p = 0,98$.

12. В противоточный водоводяной теплообменник, имеющий площадь поверхности нагрева $F = 2$ м², греющая вода поступает с температурой $t'_1 = 90^\circ\text{C}$, ее расход $G_1 = 0,3$ кг/с. Расход нагреваемой воды $G_2 = 0,5$ кг/с, и ее температура на входе в теплообменник $t_2 = 30^\circ\text{C}$. Определите тепловую нагрузку теплообменника Q и конечные температуры теплоносителей t''_1 и t''_2 , если известно, что коэффициент теплопередачи от нагретой воды к холодной $k = 1400$ Вт/(м²·К).

Вт/(м²·К).

13. Для пароводяного кожухотрубчатого теплообменника определите число труб n , число ходов в трубном пучке и внутренний диаметр корпуса аппарата D_B , если известно: площадь поверхности теплообмена $F = 300$ м², внутренний и наружный диаметры труб $d_B/d_H = 18/20$ мм, длина труб $L = 4$ м, расход воды $G_T = 120$ кг/с, скорость воды в трубах $c_{от} = 1,5$ м/с, средняя температура воды $t = 60^\circ\text{C}$. Значения шага труб s и коэффициента заполнения трубной решетки Γ оцените самостоятельно.

14. Для спирального теплообменника определите наружный диаметр спирали D_H при следующих исходных данных: площадь поверхности теплообмена $F = 80$ м², ширина и высота поперечного сечения прямоугольных каналов, образованных соседними спиралями соответственно $b = 8$ мм и $h = 1$ м; толщина спиралей $\delta = 3$ мм, диаметр первого витка $d = 0,3$ м.

15. Определите коэффициент теплопередачи для теплообменника, выполненного из латунных труб с поперечными круглыми наружными ребрами, при следующих условиях: диаметр труб $d_B/d_H = 22/24$ мм, коэффициент теплопроводности материала стенки и ребер $\lambda_{ст} = \lambda_{р} = 105$ Вт/(м·К), наружный диаметр ребер $D_p = 48$ мм, толщина ребер $\delta_p = 3$ мм, шаг ребер $s_p = 5$ мм, коэффициент теплоотдачи от горячего воздуха к ребристой поверхности $\alpha_1 = 60$ Вт/(м²·К), коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности стенки труб к охлаждающей воде $\alpha_2 = 7000$ Вт/(м²·К). Термическим сопротивлением контакта между поверхностью трубы и ребер можно пренебречь.

16. Рассчитайте площадь поверхности нагрева водонагревателя-аккумулятора с водяным обогревом для нагревания в течение времени $\tau = 5$ ч массы воды $M_2 = 10$ т от начальной температуры $t'_2 = 10^\circ\text{C}$ до конечной температуры $t''_2 = 50^\circ\text{C}$ при расходе греющей воды $G_1 = 1,1$ кг/с и температуре на входе $t'_1 = 70^\circ\text{C}$. При расчете принять: коэффициент теплопередачи $k = 500$ Вт/(м²·К), удельная теплоемкость воды $c = 4,19$ кДж/(кг·К).

17. Определите тепловой поток Q , передаваемый вертикально расположенным двухфазным термосифоном, заполненным водой и выполненным из медной трубы диаметром $d_B/d_H = 21/25$ мм. Транспортная зона отсутствует, длина конденсатора равна длине испарителя, т. е. $L_K = L_H = 0,5$ м. Температура наружной стенки испарителя $t_{н,и} = 90^\circ\text{C}$, температура наружной стенки конденсатора $t_K = 70^\circ\text{C}$. При расчете принять: коэффициент теплопроводности меди $\lambda = 350$ Вт/(м·К), коэффициент теплоотдачи в испарителе $\alpha_и = 18\,000$ Вт/(м²·К), коэффициент теплоотдачи в конденсаторе $\alpha_к = 6000$ Вт/(м²·К).

18. Определите предельный тепловой поток Q , ограниченный капиллярными силами, для горизонтально расположенной тепловой трубы. Корпус трубы и сетчатая капиллярная структура выполнены из нержавеющей стали, в качестве теплоносителя используется вода, температура насыщения

которой $t_n = 107 \text{ }^\circ\text{C}$. Тепловая труба имеет следующие геометрические характеристики: диаметр корпуса $d_B/d_H = 23/25 \text{ мм}$, длины испарителя, конденсатора и транспортной зоны соответственно $B_i = 0,2 \text{ м}$, $L_K = 0,25 \text{ м}$, $L_T = 0,3 \text{ м}$, толщина капиллярной структуры $5\Phi = 1,2 \text{ мм}$, коэффициент проницаемости фитиля $K = 0,77 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$, радиус капиллярных пор $R = 0,06 \text{ мм}$.

19. Определите перепад давления Δp в межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника с поперечными перегородками. Теплоноситель вода, средняя температура которой $t_B = 30^\circ\text{C}$. Характеристики межтрубного пространства: диаметр трубы $d_{\text{т}}$ = 25 мм, число рядов труб $z = 9$, количество перегородок $n = 18$. Скорости: поперечная в узком месте диаметрального сечения между перегородками $w_{\text{пн}} = 0,5 \text{ м/с}$, продольная в вырезах поперечных перегородок $w_{\text{пр}} = 0,6 \text{ м/с}$, в штуцерах $w_{\text{мТ}} = 0,7 \text{ м/с}$.

Тема 4 «Регенеративные теплообменные аппараты»

1. Какие преимущества и недостатки имеют регенеративные аппараты по сравнению с рекуперативными?
2. Какие насадки обладают большим значением коэффициента аккумуляции теплоты, керамические или металлические?
3. Когда выше средняя температура поверхности насадки в течение цикла: в период нагревания или в период охлаждения?
4. В каком случае следует учитывать лучистый теплообмен: при передаче теплоты от горячих газов к насадке или при передаче от насадки к нагреваемому воздуху?
5. Какие преимущества и недостатки псевдооживления?
6. Объясните физическую сущность образования кипящего слоя. Как происходит изменение перепада давления, высоты материала и коэффициента теплоотдачи с повышением скорости газа?
7. Определите коэффициент аккумуляции теплоты γ для кирпичной насадки высокотемпературного регенератора, если известны: половина толщины кирпича $s = 25 \text{ мм}$, коэффициент температуропроводности насадки $a = 5,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, продолжительность одного цикла работы регенератора $\tau_{\text{ц}} = 2 \text{ ч}$.
8. Для регенератора рассчитайте коэффициент теплопередачи k и количество передаваемой теплоты Q за время одного цикла при следующих исходных данных: площадь поверхности насадки $F = 2000 \text{ м}^2$, средние температуры дымовых газов и нагреваемого воздуха соответственно $t_{\text{г}} = 800^\circ\text{C}$ и $t_0 = 500^\circ\text{C}$, время цикла $\tau_{\text{ц}} = 1 \text{ ч}$, продолжительности периодов нагрева и охлаждения одинаковы $\tau_{\text{н}} = \tau_0 = 0,5\tau_{\text{ц}}$, коэффициент теплоотдачи от дымовых газов $\alpha_{\text{н}} = 100 \text{ Вт/(м}^2\text{-К)}$, коэффициент теплоотдачи к воздуху $\alpha_0 = 30 \text{ Вт/(м}^2\text{-К)}$, толщина кирпича $\delta = 40 \text{ мм}$, коэффициент температурного гистерезиса $\beta = 3$, теплофизические характеристики материала насадки: $\lambda = 1,2 \text{ Вт/(м-К)}$, $c = 1,05$

кДж/ (кг К), $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$.

9. Слой материала с насыпной плотностью $\rho_{\text{нас}} = 1400 \text{ кг/м}^3$, состоящий из твердых частиц с эквивалентным диаметром $d = 3 \text{ мм}$, продувается дымовыми газами, для которых известны: плотность $\rho = 0,275 \text{ кг/м}^3$ и коэффициент кинематической вязкости $\nu = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$. Определите: скорость начала псевдооживления w'_0 , скорость начала уноса частиц w''_0 , оптимальную скорость газа $w'_{\text{опт}}$ в ламинарной области, соответствующую максимальному значению коэффициента теплоотдачи.

Тема 5 «Смесительные теплообменники»

1. Почему энтальпию и влагосодержание воздуха рассчитывают на 1 кг сухого воздуха?
2. При какой относительной влажности воздуха температура мокрого термометра равна температуре сухого термометра?
3. Какую воду, холодную или горячую, следует применять для осушения воздуха, какую для его увлажнения?
4. Какая температура является пределом нагревания или охлаждения воздуха в скруббере?
5. Перечислите достоинства и недостатки скрубберов с насадкой и без нее.
6. Определите тепловой поток Q , который необходимо отводить в рекуперативном воздухоохладителе, и количество выпадающей на его поверхности влаги W , если при температуре воздуха $t_1 = 60^\circ\text{C}$ и его относительной влажности $\phi_1 = 30\%$ производительность воздухоохладителя $L = 30 \text{ м}^3/\text{с}$, Охлаждение воздуха производится до $t_2 = 30^\circ\text{C}$.
7. Смешиваются $L_1 = 1000 \text{ кг}$ воздуха с температурой $t_1 = 20^\circ\text{C}$, относительной влажностью $\phi_1 = 60\%$ и $L_2 = 3000 \text{ кг}$ воздуха с параметрами $t_2 = 50^\circ\text{C}$, $\phi_2 = 50\%$. Для полученной смеси определите по $h-d$ - диаграмме следующие параметры: энтальпию $h_{\text{см}}$, влагосодержание, температуру $t_{\text{см}}$ и относительную влажность $\phi_{\text{см}}$.
8. Определите тепловой поток Q , переданный в скруббере, и расход охлаждающей воды G_B , если в скруббер поступает воздух в количестве $L = 3 \text{ кг/с}$ при температуре $t' = 150^\circ\text{C}$ с энтальпией $h' = 418 \text{ кДж/кг}$ и выходит из него с энтальпией $h'' = 209 \text{ кДж/кг}$. Охлаждающая вода имеет температуру на входе $t_{B'} = 15^\circ\text{C}$ и на выходе $t_{B''} = 55^\circ\text{C}$.

Тема 6 «Выпарные, перегонные и ректификационные установки»

1. Чем отличается перегонка жидких смесей от выпаривания, от ректификации?
2. В чем различие перегонных и ректификационных установок?
3. Какие смеси подчиняются закону Дальтона, а какие - закону Дальтона и Рауля?
4. Что такое азеотропное состояние смеси и можно ли разделить азеотропную смесь на составляющие компоненты?
5. Составьте общее уравнение материального баланса для ректификационной

колонны по низкокипящему компоненту.

6. Поясните физический смысл минимального, оптимального и рабочего флегмовых чисел.

7. Как влияет увеличение флегмового числа на число тарелок ректификационной колонны, расход пара и охлаждающей воды в дефлегматоре?

8. Составьте уравнение для каждого из членов теплового баланса ректификационной колонны.

9. Как осуществляется взаимодействие пара и жидкости в различных конструктивных типах ректификационных колонн?

10. Производительность ректификационной колонны для разделения бинарной смеси по дистилляту $D=150$ кмоль/ч. Определите расход исходной смеси F и выход остатка W , если концентрация низкокипящего компонента: в исходной смеси $x_F = 0,24$, в дистилляте $x_D = 0,95$, в остатке $x_W = 0,03$.

11. Определите действительное число тарелок ректификационной колонны, в которой при атмосферном давлении происходит разделение бинарной смеси четыреххлористый углерод - толуол. Концентрация низкокипящего компонента (четырёххлористый углерод): в исходной смеси $x_F = 0,5$, в дистилляте $x_D = 0,89$, в остатке $x_W = 0,1$. Число тарелок определите по диаграмме равновесия, если КПД тарелки $\Gamma = 0,5$, коэффициент избытка флегмы $s = 2$.

Тема 7 «Сушильные установки»

1. Удаляется ли из материалов при сушке химически связанная влага?

2. Какое конечное влагосодержание должен иметь материал, чтобы отсутствовал период падающей скорости сушки?

3. Что такое равновесное влагосодержание материала и как оно изменяется с повышением и понижением температуры и относительной влажности сушильного агента?

4. От каких параметров зависит интенсивность испарения влаги с поверхности материала?

5. Напишите дифференциальное уравнение стационарного переноса влаги в материале при низкотемпературной сушке.

6. Чем отличается действительная сушилка от теоретической? а. Изобразите в $h-d$ - диаграмме процессы в действительной сушилке с однократным использованием сушильного агента при различном соотношении величин теплопотерь и теплопритоков.

7. Какие преимущества и недостатки имеют сушилки на горячем воздухе с рециркуляцией и промежуточным подогревом по сравнению с сушилкой с однократным использованием сушильного агента?

8. Укажите, какие материалы целесообразно сушить в барабанных и распылительных сушилках, пневмосушилках и сушилках с кипящим слоем. 9. Влажный материал в количестве $G_i = 0,3$ м³ /с с начальным влагосодержанием w

$\epsilon = 45\%$ подается в сушильную установку. Конечное влагосодержание высушенного материала $m_s = 5\%$. Определите количество испаряемой влаги W и производительность установки по высушенному продукту G_2 .

10. Определите расходы сухого воздуха L и теплоты Q в теоретической сушилке, если количество удаляемой влаги $W = 0,03$ кг/с, начальное состояние воздуха (до калорифера): $t_0 = 15^\circ\text{C}$, $\phi_0 = 90\%$, а на выходе из сушилки: $t_2 = 43^\circ\text{C}$, $\phi_2 = 50\%$.

11. Определите расходы воздуха L и теплоты Q в барабанной сушилке при следующих условиях: количество удаляемой влаги $W = 0,05$ кг/с, температура и относительная влажность воздуха перед калорифером соответственно $t_0 = 20^\circ\text{C}$ и $\phi_0 = 60\%$, температура воздуха после калорифера $t_j = 150^\circ\text{C}$, относительная влажность на выходе из сушилки $\phi_2 = 80\%$, удельная физическая теплота влаги, вносимой с сушильным материалом, $q_M = 42$ кДж/кг, удельные тепловые потери на нагрев материала $q_H = 1180$ кДж/кг и удельные потери на окружающую среду $q_n = 960$ кДж/кг.

Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если он активно принимает участие в опросе, показывает полные и глубокие знания по содержанию вопроса; может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно;

- «хорошо» выставляется обучающемуся, если он активно принимает участие в опросе, показывает глубокие знания по содержанию вопроса, в тоже время при ответе допускает несущественные погрешности; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

- «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не активно принимает участие в опросе, показывает достаточные, но не глубокие знания, при ответе не допускает грубых ошибок, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами.

- «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он показывает недостаточные знания, не способен аргументировано и последовательно излагать материал, допускает грубые ошибки или затрудняется с ответом.

Вопросы для собеседования по дисциплине

Тема 8 «Вспомогательное оборудование теплоиспользующих установок. Подбор основного и вспомогательного оборудования»

1. В каких случаях для перемещения жидкостей применяют сифоны и газ-лифтные подъемники?

2. Для разделения каких неоднородных смесей применяют отстойники, фильтры и центрифуги?

3. Перечислите особенности применения циклонов и батарейных циклонов

4. Для каких целей в выпарных установках применяют брызгоотделители и барометрические конденсаторы?

5. Назовите типы конденсатоотводчиков и объясните принципы их работы.

Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если он активно принимает участие в собеседовании, показывает полные и глубокие знания по содержанию вопроса; может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно;

- «хорошо» выставляется обучающемуся, если он активно принимает участие в собеседовании, показывает глубокие знания по содержанию вопроса, в тоже время при ответе допускает несущественные погрешности; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

- «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не активно принимает участие в собеседовании, показывает достаточные, но не глубокие знания, при ответе не допускает грубых ошибок, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами.

- «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он показывает недостаточные знания, не способен аргументировано и последовательно излагать материал по обсуждаемому вопросу, допускает грубые ошибки или затрудняется с ответом.

Составление глоссария по дисциплине. В процессе изучения дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий» обучающемуся приходится сталкиваться с узкоспециализированными терминами, новыми понятиями и законами. Для их лучшего понимания и усвоения рабочей программой дисциплины предусмотрено самостоятельное составление обучающимся глоссария по отдельным темам дисциплины. Это значительно облегчит в дальнейшем восприятие и усвоение нового материала.

Тема 5. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий. Перечень рассматриваемых терминов и понятий: - теплопроводность; - конвекция; - тепловое излучение (тепловая радиация); - сложный тепловой процесс; - теплопередача; тепловой поток; - удельный тепловой поток; - конвективный теплообмен; - выпарные установки; - кристаллизационные установки; - сушильные установки; - перегонные установки; - ректификационные установки; - адсорбционные установки.

Критерии оценки:

- «зачтено» выставляется обучающемуся, если содержание задания выполнено полностью, нет ошибок в определении основных терминов, понятий и

трактовке законов и правил;

- «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задание выполнено не полностью или вообще не выполнено, а также если наблюдаются существенные неточности в определении основных терминов, понятий и трактовке законов и правил.

Перечень дискуссионных тем для проведения дискуссии

Предполагается, что в процессе группового обсуждения дискуссионных вопросов обучающиеся продемонстрируют способностью аргументировано раскрывать универсальное и объективное значение таких требований к процессу мышления, как требования определенности, непротиворечивости, последовательности и истинности. Каждая дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет сформулировать обсуждаемую проблему, цели дискуссии, установить правила, регламент дискуссии. В стадию оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей, предложений, пресечение преподавателем личных амбиций, отклонений от темы дискуссий. Стадия консолидации заключается в анализе результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций участников, совместном формулировании решений и их принятии. Дискуссия выявляет многообразие существующих точек зрения на какую-либо проблему, инициирует всесторонний анализ каждой из них, формирует собственный взгляд каждого участника дискуссии на рассматриваемую проблему.

Тема 7 «Сушильные установки» Тема дискуссии «Сушильные установки». Вопросы для обсуждения: 1. Понятие о процессе сушки. 2. Виды сушки материалов. 3. Сушильные установки, их конструкции и принцип действия. Сушильные агенты. 4. Формы связи влаги с материалом. 5. Классификация влажных материалов и принципиальные схемы установок для их сушки. 6. Основы кинетики и динамики сушки. 7. Первый и второй периоды сушки материалов. 8. Равновесное и критическое влагосодержание. 9. Методы расчета времени сушки в ее первом и втором периодах. 10. Тепловой и материальный баланс конвективной сушильной установки. 11. Построение процесса сушки в H-d диаграмме влажного газа. 12. Способы интенсификации процесса сушки.

Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если он обстоятельно с достаточной полнотой излагает соответствующую тему; дает правильные формулировки и точные определения специальных терминов; может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры; подготовил мультимедийную презентацию по обсуждаемой тематике; правильно отвечает на дополнительные

вопросы;

- «хорошо» выставляется обучающемуся, если он неполно (не менее 70% от полного), но правильно выполнил задание; при изложении материала допустил 1-2 несущественные ошибки; подготовил мультимедийную презентацию по одному из обсуждаемых вопросов; дает правильные формулировки, точные определения специальных терминов; может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры; правильно отвечает на дополнительные вопросы;

- «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он неполно (не менее 50% от полного), но правильно выполнил задание; при изложении материала допустил 1 существенную ошибку; знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий; представляет материал задания недостаточно логично и последовательно; не подготовил мультимедийную презентацию ни по одному из рассматриваемых вопросов; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы;

- «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на дополнительные вопросы, не подготовил мультимедийную презентацию ни по одному из рассматриваемых вопросов или вообще не подготовился к занятию.

Тематика круглого стола «Тепломассообменное оборудование предприятий»

Вопросы для обсуждения:

1. Теплообменный аппарат. Классификация теплообменных аппаратов.
2. Виды теплоносителей, их достоинства и недостатки.
3. I, d-диаграмма: параметры, построение основных процессов.
4. Назначение насадок в насадочных колоннах.
5. Деаэрация, закон Генри. Перегонка и ректификация.
6. Законы Рауля и Дальтона.
7. Тепловые нагрузки на здание.
8. Расчет расходов греющего и нагреваемого теплоносителей.
9. Температурный напор: виды, правила расчета.
10. Определение поверхности теплообменного аппарата.
11. Вычисление потерь давления по греющей и нагреваемой среде

Предполагается, что в процессе проведения «круглого стола» и группового обсуждения дискуссионных вопросов обучающиеся продемонстрируют способность аргументировано раскрывать универсальное и объективное значение таких требований к процессу мышления, как требования определенности, непротиворечивости, последовательности и истинности. В процессе проведения «круглого стола» обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Стадия ориентации предполагает адаптацию участников круглого

стола к самой проблеме, друг к другу, что позволяет сформулировать обсуждаемую проблему, цели мероприятия, установить правила, регламент выступлений. В стадию оценки происходит выступление участников круглого стола, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей, предложений, обмен мнениями. Стадия консолидации заключается в анализе результатов проведения «круглого стола», согласовании мнений и позиций участников, совместном формулировании решений и их принятии. Групповое обсуждение заявленной темы выявляет многообразие существующих точек зрения на какую-либо проблему, инициирует всесторонний анализ каждой из них, формирует собственный взгляд каждого участника мероприятия на рассматриваемую проблему. Критерии оценки: - «отлично» выставляется обучающемуся, если он обстоятельно с достаточной полнотой излагает соответствующую тему; дает правильные формулировки и точные определения специальных терминов; может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры; подготовил мультимедийную презентацию по обсуждаемой тематике; правильно отвечает на дополнительные вопросы; - «хорошо» выставляется обучающемуся, если он неполно (не менее 70% от полного), но правильно выполнил задание; при изложении материала допустил 1-2 несущественные ошибки; подготовил мультимедийную презентацию по одному из обсуждаемых вопросов; дает правильные формулировки, точные определения специальных терминов; может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры; правильно отвечает на дополнительные вопросы; - «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он неполно (не менее 50% от полного), но правильно выполнил задание; при изложении материала допустил 1 существенную ошибку; знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий; представляет материал задания недостаточно логично и последовательно; не подготовил мультимедийную презентацию ни по одному из рассматриваемых вопросов; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы; - «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на дополнительные вопросы, не подготовил мультимедийную презентацию ни по одному из рассматриваемых вопросов или вообще не подготовился к занятию.

Тематика мультимедийных презентаций по дисциплине

«Тепломассообменное оборудование предприятий»

Лекция 1: Энергетическое и энерготехнологическое оборудование Лекция
2: Рекуперативные теплообменные аппараты (часть 1)

Лекция 3: Рекуперативные теплообменные аппараты (часть 2)

Лекция 4: Регенеративные теплообменные аппараты и установки

Лекция 5: Смесительные теплообменные аппараты (часть 1)

Лекция 6: Смесительные теплообменные аппараты: Градирни (часть 2)

Лекция 7: Смесительные теплообменные аппараты: Градирни (часть 3)

Лекция 8: Смесительные теплообменные аппараты: Деаэраторы (часть 4)

Глоссарий

Критерии оценки:

- «зачтено» выставляется обучающемуся, если представленный материал полностью соответствует теме задания, при этом обучающийся проявил способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу, к саморазвитию и самообразованию;

- «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задание выполнено небрежно и не в полном объеме, обучающийся допустил серьезные ошибки при изложении материала или вообще не выполнил задание.

Тесты

1. По способу передачи теплоты теплообменные аппараты классифицируются следующим образом?

А – подогреватели, испарители, холодильники, калориферы, радиаторы;

Б – рекуперативные (поверхностные), регенеративные, смешительные (контактные);

В – парожидкостные, газожидкостные, жидкостно-жидкостные, газогазовые;

Г – высокотемпературные, среднетемпературные, криогенные, низкотемпературные.

2. По характеру температурного режима теплообменные аппараты классифицируются следующим образом?

А – высокотемпературные, среднетемпературные, низкотемпературные, криогенные;

Б – подогреватели, испарители, холодильники, калориферы, радиаторы;

В – с установившимся (стационарным) тепловым режимом, с неустановившимся (нестационарным) тепловым режимом;

Г – рекуперативные, регенеративные, смешительные.

3. Рабочий диапазон среднетемпературных процессов и установок составляет ...

А – до 200 °С;

Б – от 150 до 700 °С;

В – свыше 200 °С;

Г – ниже 300 °С.

4. Идеальный теплоноситель должен обладать следующими физическими свойствами:

А – низкая плотность, вязкость, теплопроводность, высокая теплоёмкость и теплота фазового перехода;

Б – высокая плотность, вязкость, теплота фазового перехода, низкая теплопроводность и теплоёмкость;

В – низкая вязкость, теплопроводность, высокая теплоёмкость, плотность и теплота фазового перехода;

Г – высокая плотность, теплоёмкость, теплопроводность и теплота фазового перехода, низкая вязкость.

Тема 3. Рекуперативные теплообменные аппараты

1. В рекуперативных аппаратах передача теплоты происходит ...

А – периодически (циклически) в результате соприкосновения греющей среды с насадкой, которая аккумулирует тепло и отдаёт его нагреваемой среде;

Б – при непосредственном соприкосновении греющей и нагреваемой рабочих сред на поверхности насадки;

В – при непосредственном перемешивании греющей и нагреваемой рабочих сред в объёме аппарата;

Г – непрерывно во времени через разделяющую твёрдую стенку.

2. Направление движения теплоносителей в пароводяном теплообменнике не влияет на величину температурного напора, потому что ...

А – водяной эквивалент одного из теплоносителей значительно больше другого;

Б – скорость воды значительно ниже скорости пара;

В – температура пара при конденсации не изменится;

Г – коэффициенты теплоотдачи с обеих сторон - величины одного порядка.

3. Основное преимущество противоточной схемы движения теплоносителей по сравнению с прямоточной - ...

А – температура нагреваемой среды на выходе из теплообменника стремится к температуре греющей среды на выходе;

Б – упрощённая формула для расчёта температурного напора;

В – температура нагреваемой среды на выходе из теплообменника может превышать температуру греющей среды на выходе;

Г – для определения и нет необходимости строить температурный график.

4. Эффективность работы теплообменных аппаратов снижается в результате ...

А – увеличения скорости теплоносителей;

Б – уменьшения геометрических размеров каналов;

В – снижения скорости теплоносителей;

Г – повышения давления теплоносителей.

Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на 86

– 100 % вопросов;

- «хорошо» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на 71

– 85 % вопросов;

- «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на 51 – 70 % вопросов;

- «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил менее чем 50 % вопросов.

Перечень вопросов к зачету по дисциплине

1. Применение и классификация теплообменных аппаратов.
2. Основные конструкции теплообменных аппаратов.
3. Кожухотрубные и секционные теплообменные аппараты. Конструкция и применение.
4. Пластинчатые теплообменники для жидких и газообразных теплоносителей. Конструкции и применение.
5. Змеевиковые, спиральные теплообменники. Их конструкции.
6. Характерные параметры теплоносителей в теплообменных аппаратах - скорости температуры, коэффициенты теплоотдачи.
7. Виды расчета теплообменных аппаратов - тепловой конструктивный, поверочный гидравлический и др.
8. Классификация и краткая характеристика основных методов расчета теплообменных аппаратов.
9. Определение тепловой нагрузки аппарата по градиенту температур теплоносителя на поверхности теплообмена.
10. Последовательность теплового, конструктивного и компоновочного расчета кожухотрубного теплообменника.
11. Эффективность теплообменника. Ее физический смысл. Число единиц переноса.
12. Последовательность расчета теплообменника методом E - N.
13. Расчет коэффициентов теплоотдачи в теплообменных аппаратах в случае их зависимости от температуры поверхности теплообмена.
14. Оребренные трубчатые теплообменники. Конструкции и применение. Характеристики оребрения. Технология оребрения.
15. Эффективность оребрения. Эффективность оребренной поверхности. Расчет коэффициента теплопередачи для оребренных поверхностей.
16. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Основные виды гидравлических потерь в теплообменниках. Определение требуемой мощности на прокачку теплоносителя.
17. Способы увеличения тепловой нагрузки в теплообменных аппаратах (оребрение. интенсификация теплообмена).

18. Рекуперативные теплообменники периодического действия с водяным и паровым подогревом. Определение времени нагрева 29 теплоносителя.
19. Принцип работы тепловых труб. Типы фитилей. Определения количества переданного тепла. Ограничения на работу тепловых труб. Теплообменные аппараты на тепловых трубах.
20. Регенеративные теплообменные аппараты Их основные конструкции. Преимущества и недостатки по сравнению с рекуперативными.
21. Изменение температур насадки регенератора. Коэффициент аккумуляции насадки. Температурный гистерезис
22. Коэффициент теплопередачи регенеративного теплообменника. Сравнение тепловой эффективности регенератора и рекуператора.
23. H-d диаграмма влажного воздуха. Вид основных процессов обработки воздуха в H-d диаграмме.
24. Вид основных процессов обработки воздуха в смесительных теплообменниках в H-d диаграмме.
25. Аппараты влажного воздуха. Их расчет при помощи коэффициента влаговываждения.
26. Соотношение Льюиса и уравнение Меркеля. Их применение для расчета теплообменных аппаратов влажного воздуха
27. Конструкции смесительных теплообменников. Тепловой и материальный баланс смесительных теплообменников.
28. Последовательность построения процесса обработки воздуха в смесительных теплообменниках Средняя разность температур в смесительных теплообменниках.
29. Последовательность расчета полых и насадочных скрубберов.
30. Системы оборотного водоснабжения. Их назначение и классификация.
31. Сравнительная характеристика основных типов градирен.
32. Конструкция вентиляторной градирни и аппарата воздушного охлаждения Выбор расчетной температуры и влажности атмосферного воздуха.
33. Применение выпарных установок. Схемы и конструкции выпарных установок.
34. Принцип действия выпарных аппаратов. Материальный и тепловой баланс выпарной установки Определение количества пара на выпарку.
35. Располагаемая и полезная разность температур в выпарных установках. Типы депрессий в выпарных установках, их вычисление.
36. Последовательность расчета однокорпусной выпарной установки.
37. Особенности расчета средней разности температур и коэффициента теплоотдачи в греющей камере выпарного аппарата.
38. Области применения сушильных установок Периоды сушки материалов Равновесное и критическое влагосодержание.

39. Классификация влажных материалов и принципиальные схемы установок для их сушки Сушильные агенты.

40. Кинетика сушки. Методы расчета времени сушки в ее первом и 30 втором периодах.

41. Материальный конвективной сушильной установки. Составляющие теплового баланса сушильной установки. Теоретическая сушилка.

42. Принцип работы тепловых труб. Типы фитилей. Определения количества переданного тепла Ограничения на работу тепловых труб.

43. Процессы перегонки и ректификации. Их применение. Отличие процессов выпарки и перегонки.

44. Типы смесей жидких компонентов. Закон Рауля.

45. Диаграммы растворов жидких смесей. (P-x, t-x, y, x-у диаграммы). Их построение и назначение.

46. Простая, непрерывная и многократная перегонка Схемы установок и изображение процессов в t-x, y диаграмме.

47. Схема и принцип работы ректификационной установки. Материальный баланс ректификационной установки.

Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если он дал полный, правильный и уверенный ответ по каждому из вопросов, логически последовательного, взаимосвязано и правильно структурировано изложил учебный материала, привел надлежащую аргументацию, лаконично и правильно ответил на дополнительные вопросы преподавателя;

- «хорошо» выставляется обучающемуся, если он недостаточно полно изложил учебный материал по отдельным (одному или двум) вопросам при условии полного, правильного и уверенного изложения учебного материала по, как минимум, одному вопросу билета; допустил незначительные ошибки и неточности при изложении учебного материала по отдельным (одному или двум) вопросам билета;

- «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не может изложить учебный материал по любому из вопросов при условии полного, правильного и уверенного изложения учебного материала по как минимум одному из вопросов билета; допускает существенные ошибки при изложении учебного материала по отдельным (одному или двум) вопросам билета;

- «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он отказался от ответа по билету с указанием, либо без указания причин или не может изложить учебный материала по двум или всем вопросам билета; не может дать ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Контрольные работы

Задача 1. Администрация города Н объявила конкурс на строительство в городе энергетического объекта. В конкурсе участвовал ряд строительных фирм, в том числе зарубежных. Их стратегические проекты, при обеспечении заданной производительности объекта, потребуют различных капиталовложений и разных текущих эксплуатационных расходов. Исходные данные выдаются преподавателем. По критерию минимума приведенных затрат требуется определить предпочтительную фирму. Нормативный коэффициент экономической эффективности, равный среднему банковскому проценту, может быть принят равным 10%.

Задача 2. На предприятии путем стратегического планирования изыскали возможность рассредоточения по часам суток пиковых нагрузок электрооборудования, в результате чего оказалось возможным снизить заявленный максимум на с 1000 до 750 МВт. Годовое электропотребление при этом не изменилось. Исходные данные выдаются преподавателем. Нужно определить величину снижения годовых издержек производства в результате этих мер.

Задача 3. На предприятии путем стратегического планирования изыскали возможность снижения себестоимости при увеличении объема производства. Определите величину изменения себестоимости промышленной продукции при увеличении объема производства (без привлечения инвестиций), если известна зависимость себестоимости от объема. Исходные данные выдаются преподавателем.

Задача 4. На рынке общий оборот работ по ремонту энергетического оборудования составляет 25 млн. руб. Оборот отдельного предприятия — 7 млн. руб. Результаты стратегического планирования говорят, что на этом рынке оборот можно повысить до 35 млн. руб., если реализовать маркетинговые мероприятия. Вопросы: какова доля этого предприятия на рынке; какой потенциал рынка уже использован.

Задача 5. Предприятие, занимается энергообслуживанием, разрабатывает бизнесплан производства нового вида продукции. Как провести сегментацию рынка для данного вида продукции.

Тема 6 «Планирование инвестиций»

Задача 1. Принято решение о строительстве производственного объекта определенного назначения, причем возможны два варианта реализации этого решения: 1) строительство предприятия с более дорогим и более совершенным оборудованием потребует инвестиций в размере 500 млн. руб., а годовые эксплуатационные расходы составят 80 млн. руб.; 2) строительство предприятия такого же назначения и с такой же производственной мощностью с

использованием старого, но более дешевого оборудования, для чего необходимо 400 млн. руб., эксплуатационные затраты оцениваются в 100 млн. руб. Требуется произвести оценку сравнительной эффективности капиталовложений (инвестиций) по вариантам и выбрать наиболее выгодный вариант строительства методом сравнительного срока окупаемости. В настоящее время банковский процент можно принять равным 15%. Нормативный срок окупаемости 6,7 года.

Задача 2. Пусть проект А для компании «Агропромэнерго» имеет следующие исходные данные: инвестиции 5100000 у.е. и отдача 6000000 у.е. после первого года; проект Б – инвестиции 250000 у.е. и отдача 300000 у.е.. Сравните проекты по показателям NPV (чистая приведенная стоимость) и PI (индекс рентабельности).

Задача 3. Рассчитайте срок окупаемости проекта производства нового вида масел, если единовременные затраты на проект составляют 80000 у.е., чистый денежный поток, начиная с первого года, 20000 у.е., стоимость капитала – 12%. 8
Задача

4. Рассчитайте индекс доходности (PI) проекта новых изделий для компании «Энергетик» и сделайте вывод о целесообразности его принятия, если известно, что инвестиции составляют по 20000 у.е. в течение трех лет, операционные расходы возникают после третьего года и составляют 2000 у.е. в год. Отдача предполагается: в 4-м году – 30000 у.е., в 5-м году – 40000 у.е., в 6-м и 7-м годах – по 20000 у.е. Цена капитала 13%. Изменится ли ваше решение, если стоимость капитала возрастет до 20%.

Задача 5. Оборудование компании «Энергосервис» стоит 1000000 у.е. Оно может заменяться: 1) каждые два года, при этом продаваться по остаточной стоимости по истечении этого срока (300000 у.е.); 2) каждые три года, но при этом через два года потребуется ремонт стоимостью 100000 у.е. Остаточная стоимость после трёх лет эксплуатации – 100000 у.е. Стоимость капитала – 10%. Что выгоднее для фирмы?

Тема 7 «Планирование материально-технического обеспечения в теплоэнергетике»

Задача 1. Для теплоснабжения нового производственного объекта рассматриваются два возможных варианта: 1) строительство собственной производственно-отопительной котельной; 2) теплоснабжение от городской ТЭЦ. Основные технико-экономические показатели этих вариантов следующие: капиталовложения $K_1 = 2$ млн. руб. и $K_2 = 3,5$ млн. руб.; годовые эксплуатационные расходы $И_1 = 8$ млн. руб. и $И_2 = 10$ млн. руб. Дать оценку эффективности двух вариантов с учетом экологических требований.

Задача 2. На предприятии предполагается заменить устаревшие станки на новые. При этом рассматриваются два варианта замены: 1) установить новые станки той же производительности, для чего понадобятся инвестиции в размере 2

млн. руб.; 2) установить более мощные крупногабаритные станки на ту же общую производительность, но в меньшем количестве, что потребует 1,5 млн. руб. Сокращение расходов по эксплуатации в обоих случаях можно считать одинаковым. Дать оценку предложенным вариантам и выбрать наиболее эффективный.

Задача 3. Реконструкция старого предприятия, оснащенного техникой 60-х годов, потребует инвестиций в размере 100 млн. руб., при этом годовые издержки производства должны сократиться на 50 млн. руб. Оцените экономический эффект такой реконструкции, в качестве коэффициента экономической эффективности следует принять средний процент доходности по ценным бумагам, равный 10%.

Задача 4. На электростанции намечен ряд организационно-технических мероприятий, требующих инвестиций в размере 10 млн. руб., в результате которых прогнозируется сокращение годовых эксплуатационных расходов на 2,5 млн. руб. Оцените экономический эффект намеченных мероприятий при нормативном коэффициенте экономической эффективности, равным 15%.

Критерии оценки (в баллах):

- 5 баллов выставляется обучающемуся, если правильно выполнены 100 % задач; - 4 балла выставляется обучающемуся, если правильно выполнены 85 % задач; - 3 балла выставляется обучающемуся, если правильно выполнены 65 % задач; - 2 балла выставляется обучающемуся, если правильно выполнены 45 % задач; - 1 балл выставляется обучающемуся, если правильно выполнены менее 45 % задач.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / Под ред. Айнштейна В. Г. В 2-х книгах — М. 2003 — Т. 1. — 912с.
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / Под ред. Айнштейна В. Г. В 2-х книгах — М. 2003 — Т. 2. — 872с.
3. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 1 / Под ред. В. Г. Айнштейна: Учебник. — СПб.: Лань, 2019. — 916 с. — ЭВК, ЭБС «Лань»
https://e.lanbook.com/book/111193#book_name

Дополнительная литература

1. Мустафин Ф. М. Машины и оборудование газонефтепроводов: учебное пособие. — Уфа: Монография, 2002. — 384с.
2. Шарафиев Р. Г. Оборудование нефтегазоперерабатывающих и нефтегазохимических производств: учебное пособие/ под редакцией С. С. Хайрудиновой ; Р. Г. Ризванова. — Уфа: [УГНТУ], 2002. — 221с.
3. Абрамов В.П., Шкоропад Д.Е. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем и очистки жидких смесей: Сборник научных трудов. — Москва, 1975. — 310с.
4. Иванец К.Я., Лейбо А.Н. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация: учебное пособие для нефтяных техникумов. — Москва: Химия, 1966. — 342с.
5. Агабеков В. Е. Нефть и газ: технологии и продукты переработки. — Минск: Белорусская наука, 2011. — 460 с. — ЭВК, ЭБС УБО
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=86694&sr=1>
6. Алексеев В. В. Лабораторный практикум по машинам и аппаратам химических производств: учебное пособие. — Казань: Издательство КНИТУ, 2011. — 212 с. — ЭВК, ЭБС УБО
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258707&sr=1>

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины

1. <https://e.lanbook.com/>
2. <https://elib.bashedu.ru/>
3. <http://www.bashlib.ru/>
4. <http://biblioclub.ru/>
5. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор

№ 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.

6. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
Лицензии бессрочные.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 208 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 403 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 208 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 208 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы: читальный зал № 2 (201) (Физмат корпус – учебное, адрес 3. Валиди, д. 32), читальный зал № 201, аудитория № 403 компьютерный класс (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p>	<p>Аудитория № 208 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA(1024x768) 3000:1, экран настенный ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte, аудиосистема, ноутбук Samsung,</p> <p>Аудитория № 403 1.Коммутатор HP V1410-24G 2.Персональный компьютер в комплекте Lenovo ThinkCentre All-In-One (12 шт.) 3.Персональный компьютер Моноблок барэбон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW (12 шт.) 4.Сервер №2 Depo Storm1350Q1 5.Коммутатор Hewlett Packard HP V1410-8 G.</p> <p>Читальный зал № 2 (201) Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p>Читальный зал № 201 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблок стационарный – 1 шт.</p>	<p>1) Система электронного тестирования на базе Moodle http://moodle.bashedu.ru/course/view.php?id=2841</p> <p>2). Пакет офисных приложений профессионального уровня Office Professional Plus 013 Russian OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</p> <p>3) Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</p> <p>4) Обновление операционной системы для персонального компьютера Windows Professional 8 Russian Upgrade OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</p>
---	--	---

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Современное оборудование предприятий топливно-энергетического комплекса» на 2 курсе

заочной формы обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	34,7
лекций	16
практических/ семинарских	18
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)(ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	105,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	4

Форма контроля: Контрольная работа, зачет – 3 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельно й работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ЛР	ПР	СР			
Модуль 1								
1	1. Классификация процессов и аппаратов нефтегазовой переработки и нефтехимии. Гидравлические, тепловые, массообменные, гидромеханические, химические, механические процессы, их движущая сила и законы, определяющие скорости процессов 2. Процессы массопередачи. Характеристика (диффузионных) массообменных процессов. Законы Рауля, Генри, Коновалова для равновесия идеальных и реальных смесей. Закон массопередачи	3	-	4	28	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить Задание Преподавателя	Контрольная работа Устный опрос тест
2	3. Дистилляция. Дистилляция, дистилляция в инертном газе,	3	-	4	28	По приведенному списку литературы	Выполнить задание	Контрольная работа Устный опрос

	<p>молярная дистилляция</p> <p>4.Ректификация. Сущность ректификации.</p> <p>Материальные и тепловые потоки в ректификационных аппаратах. Устройство и эффективная работа ректификационных аппаратов.</p> <p>Технологические Расчеты ректификационной колонны.</p>					в соответствии с изучаемой темой	преподавателя	реферат
Модуль 2								
3	<p>Жидкостная экстракция. Сущность жидкостной экстракции. Материальные и тепловые потоки в аппаратах жидкостной экстракции. Устройство и эффективная работа аппаратов жидкостной экстракции. Технологические расчёты жидкостного экстрактора</p> <p>6. Адсорбция. Применение процессов адсорбции. Адсорбенты. Физико- химические основы адсорбционных процессов. Математическое описание адсорбции. Аппараты адсорберы. Технологические расчёты адсорбционных аппарата</p>	6	-	4	2 8	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить Задание Преподавател я	Контрольная работа Устный опрос Круглый стол

4	7. Абсорбция. Промышленное применение абсорбционных процессов. Равновесие при абсорбции. Законы лежащие в основе абсорбционного процесса. Аппараты абсорбционного процесса. Материальный и тепловой баланс абсорбции. Расчёты абсорбционного аппарата	4	-	6	21,3	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить Задание Преподавател я	Контрольная работа Устный опрос Мультимедийная презентация
Всего часов:		16	-	18	105,3			
								зачет