

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ухтинский государственный технический университет»
(УГТУ)
Индустриальный институт (СПО)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИ (СПО)

(подпись) Е.Т. Воскресенский
(И. О. Фамилия)
«мая» 2022 г.
(подпись) Е.Т. Воскресенский
(И. О. Фамилия)
«25» мая 2023 г.
(подпись) Е. Г. Воскресенский
(И. О. Фамилия)
«28» марта 2024 г.
(подпись) Д.В. Пашинский
(И. О. Фамилия)
«28» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина:	Процессы и аппараты
Индекс дисциплины:	ОП.07
Специальность:	18.02.09 Переработка нефти и газа
Форма обучения:	очная
Курс(ы):	2
Семестр(ы):	3-4

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.11.2020 № 646.

Разработчик: Ермоленко Д.Б., преподаватель ИИ (СПО).

Рассмотрено на заседании					
предметно-цикловой комиссии			методического совета ИИ (СПО)		
Дата, номер протокола	ФИО председателя ПЦК	Подпись председателя ПЦК	Дата, номер протокола	ФИО председателя совета	Подпись председателя совета
Протокол от <u>23.04.2022</u> № <u>06</u>	<u>Морзякина</u> И.В.	<u>Мор</u>	Протокол от <u>12.05.2022</u> № <u>06</u>	<u>Чурилина И.В.</u>	<u>Ч</u>
Протокол от <u>12.05.2023</u> № <u>06</u>	<u>Морзякина</u> И.В.	<u>Мор</u>	Протокол от <u>25.05.23</u> № <u>05</u>	<u>Морзякина</u> И.В.	<u>М</u>
Протокол от <u>26.03.24</u> № <u>04</u>	<u>Морзякина</u> И.В.	<u>Мор</u>	Протокол от <u>24.03.24</u> № <u>05</u>	<u>Морзякина</u> И.В.	<u>М</u>
Протокол от № _____			Протокол от № _____		

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора по ИМР ИИ (СПО)

Зам. директора по УР ИИ (СПО)



И. В. Чурилина

О. М. Якимова

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. Паспорт рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты»	4
2. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты»	6
3. Условия реализации рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты»»	12
4. Контроль и оценка результатов освоения дисциплины «Процессы и аппараты»	13

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ»

1.1. Область применения программы

Рабочая программа является частью основной профессиональной образовательной программы СПО по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа.

Программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа.

1.2. Место дисциплины в структуре ППССЗ

Дисциплина «Процессы и аппараты» относится к общепрофессиональному циклу профессиональной подготовки.

В рамках изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (ОК):

ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК.02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК.04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК.07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В рамках программы дисциплины обучающимися осваиваются:

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК. 01 ОК. 02 ОК. 03 ОК. 04 ОК. 07 ОК. 09	- читать, выбирать, изображать и описывать технологические схемы; - выполнять материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов; - выполнять расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования; - обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного производства; - обосновывать целесообразность выбранных технологических схем; - осуществлять подбор стандартного	- классификацию и физико-химические основы процессов химической технологии; - характеристики основных процессов химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых, массообменных; - методику расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов; - методы расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования; - типичные технологические системы

	оборудования по каталогам и ГОСТам;	химических производств и их аппаратное оформление; - основные типы, устройство и принцип действия основных машин и аппаратов химических производств; - принципы выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями
--	-------------------------------------	---

1.4. Количество часов на освоение программы дисциплины:

учебная нагрузка обучающегося - 178 часов, в том числе:

аудиторная учебная нагрузка обучающегося - 144 часа;

самостоятельной работы обучающегося – 18 часов.

консультации -4 часа

промежуточная аттестация -12 часов

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ»

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы для очной формы обучения

Вид учебной работы	<i>Объем часов</i>
Учебная нагрузка (всего)	<i>178</i>
Аудиторная учебная нагрузка обучающегося (всего)	<i>144</i>
в том числе:	
теоретическое обучение (лекции)	<i>100</i>
лабораторные занятия	<i>4</i>
практические работы	<i>40</i>
консультации	<i>4</i>
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	<i>18</i>
<i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>	<i>12</i>

2.2. Тематический план и содержание дисциплины «Процессы и аппараты»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практические работы, самостоятельная работа		Объем часов
1	2		3
Раздел 1. Введение в курс дисциплины. Основные понятия			14/4/-/2
Тема 1.1. Классификация процессов и аппаратов химической технологии.	Содержание учебного материала		8/-/-/-
	1	Содержание, цели и задачи учебной дисциплины. Её связь с другими дисциплинами, роль и место в подготовке обучающегося к профессиональной деятельности.	2
	2	Классификационные признаки. Классификация процессов и аппаратов по различным признакам	2
	3	Общая характеристика основных процессов химической технологии: гидромеханических, тепловых	2
	4	Общая характеристика основных процессов химической технологии: массообменных, химических	2
Тема 1.2. Основы расчета процессов и аппаратов	Содержание учебного материала		6/4/-/2
	1	Общие понятия о материальных балансах	2
	2	Общие понятия о тепловых (энергетических) балансах	2
	3	Основные типы расчета аппаратов: технологический, гидравлический, механический.	2
	Практические занятия		4
	Практическая работа № 1 Расчет материального баланса.		2
	Практическая работа № 2 Расчет теплового (энергетического) баланса		2
	Самостоятельная работа обучающихся Составление отчетов по практическим работам.		2
Раздел 2. Гидромеханические процессы			26/16/2/8
Тема 2.1. Основы гидравлики	Содержание учебного материала		2/2/-/2
	1	Понятие жидкости в гидравлике; свойства жидкостей (плотность, вязкость, давление, поверхностное натяжение и др.) и единицы их измерения.	2
	Практические занятия		2
	Практическая работа № 3 Основы прикладной гидравлики		2
	Самостоятельная работа обучающихся Составление отчета по практической работе.		2
Тема 2.2. Гидростатика и гидродинамика	Содержание учебного материала		6/4/-/2
	1	Основное уравнение гидростатики и его практические приложения. Характеристики движения жидкостей. Режимы движения; характеристика режимов движения с помощью критерия Рейнольдса.	2
	2	Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Потери напора при движении жидкостей.	2
	3	Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Расчет диаметра трубопроводов.	2
	Практические занятия		4

	Практическая работа № 4. Основы гидродинамики.		4
	Самостоятельная работа обучающихся Составление отчетов по практическим работам.		2
Тема 2.3. Насосы и компрессоры	Содержание учебного материала		8/2/2/2
	1	Общие понятия о гидравлических машинах. Классификация насосов; основные параметры насосов; области применения насосов различных типов. Устройство и принцип действия центробежных и поршневых насосов. Назначение, классификация, параметры работы насосов. Схема насосной установки. Насосы динамического типа. Устройство, принцип работы центробежных, осевых, вихревых насосов. Совместная работа центробежных насосов.	4
	2	Классификация компрессорных машин. Основы процесса сжатия газов. Устройство и принцип действия центробежных и поршневых компрессоров, осевых вентиляторов и газодувок.	4
	Практические занятия		2
	Практическая работа № 5. Пример расчета центробежного насоса		2
	Лабораторное занятие		2
	Лабораторная работа № 1. Определение характеристик различных типов насосов		2
	Самостоятельная работа обучающихся Составление отчетов по практической и лабораторной работам		2
	Тема 2.4. Перемещение жидкостей и газов	Содержание учебного материала	
1		Назначение, устройство трубопроводов. Способы соединений труб. Виды арматуры. Классификация и правила эксплуатации трубопроводов.	2
2		Выбор диаметра трубопроводов. Законы пропорциональности. Характеристика и подбор насосов. Насосы объёмного типа.	2
3		Затраты энергии на перемещение жидкостей и газов по трубопроводам.	2
Тема 2.5. Гидромеханические процессы	Содержание учебного материала		4/6/-/2
	1	Классификация неоднородных систем и методов их разделения. Разделение жидких и газовых неоднородных систем. Процессы отстаивания и аппараты для их осуществления	2
	2	Процессы фильтрования; разновидности фильтров; их устройство и принцип действия. Разделение неоднородных систем под действием центробежных сил; разновидности и принцип действия центрифуг и циклонов.	2
	Практические занятия		6
	Практическая работа № 6. Отстаивание под действием силы тяжести		2
	Практическая работа № 7. Фильтрование и центрифугирование		2
	Практическая работа № 8. Кипящий слой зернистого материала		2
	Самостоятельная работа обучающихся Составление отчета по практической работе		2
Раздел 3. Тепловые процессы			16/12/-/2

Тема 3.2. Способы передачи тепла	Содержание учебного материала		4/2/-/-
	1	Общие сведения о тепловых процессах; характеристика основных тепловых процессов Теплопроводность; коэффициент теплопроводности. Конвективный теплообмен; коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.	2
	2	Определение коэффициентов теплоотдачи с помощью критериев подобия; опытные данные по теплоотдаче. Способы передачи тепла; теплоносители; тепловые балансы; основное уравнение теплопередачи; определение поверхности теплообмена.	2
	Практические занятия		2
	Практическая работа №9.Тепловые процессы и аппараты.		2
Тема 3.3. Аппараты для осуществления тепловых процессов	Содержание учебного материала		12/10/-/2
	1	Теплообменные аппараты; их классификация; общий принцип действия. Принципиальное устройство теплообменников различных типов. Аппараты воздушного охлаждения.	4
	2	Расчет теплообменных аппаратов.	2
	3	Классификация трубчатых печей, основные элементы. Назначение трубчатых печей, их классификация и устройство.	2
	4	Основные показатели работы трубчатых печей: производительность печи, тепловая мощность, КПД, тепловой баланс. Общий порядок полного расчета трубчатой печи.	2
	5	Классификация топлив, теплотворная способность. Процесс горения. Расход кислорода и воздуха на сжигание топлива.	2
	Практические занятия		10
	Практическая работа № 10. Расчет теплообменных аппаратов		8
	Семинар: Конструкции теплообменных аппаратов.		2
	Самостоятельная работа обучающихся 1. Составление презентаций, написание рефератов, докладов к семинару. 2. Составление отчетов по практическим работам		2
Раздел 4. Массообменные			32/6/2/6
Тема 4.1. Основы массопередачи	Содержание учебного материала		4/2/-/2
	1	Характеристика основных массообменных процессов. Общие признаки массообменных процессов. Способы выражения состава фаз. Материальный баланс массообменного процесса.	2
	2	Равновесие при массопередаче; равновесие двухкомпонентных (бинарных) систем. Понятие теоретической тарелки. Основы расчета массообменных аппаратов.	2
	Практические занятия		2
	Практическая работа № 11. Массовые, молярные и объемные концентрации.		2
	Самостоятельная работа обучающихся Составление отчетов по практической работе		2

Тема 4.2. Перегонка и ректификация	Содержание учебного материала		8/-/2/2
	1	Сущность и виды дистилляции. Законы Рауля-Дальтона. Виды перегонки. Принцип ректификации. Перегонка в присутствии водяного пара.	2
	3	Ректификация бинарных смесей: сущность процесса; принцип действия ректификационной колонны.	2
	4	Материальный баланс колонны. Понятие флегмового и парового числа; минимальные потоки орошения и пара. Методы расчета числа теоретических тарелок. Тепловой баланс ректификационной колонны.	2
	5	Определение температур в верхней и нижней части колонны. Способы поддержания температурного режима колонн. Ректификация многокомпонентных смесей	2
	Лабораторные занятия		2
	Лабораторная работа № 2. Изучение процесса ректификации		2
	Самостоятельная работа обучающихся Составление отчета по лабораторной работе.		2
Тема 4.3. Устройство ректификационных колонн	Содержание учебного материала		10/2/-/2
	1	Варианты устройства колонн: простые и сложные, насадочные и тарельчатые. Классификация колонн. Общий вид тарельчатых и насадочных колонн, принцип их действия.	4
	2	Виды контактных устройств в колонне. Классификация тарелок ректификационных колонн; принцип действия; преимущества и недостатки тарелок различных разновидностей. Классификация насадок; виды насадок.	4
	3	Основы расчета ректификационных колонн.	2
	Практические занятия		2
	Практическая работа № 12. Перегонка и ректификация		2
	Самостоятельная работа обучающихся Составление отчета по практической работе.		2
Тема 4.4. Процессы абсорбции, десорбции, адсорбции	Содержание учебного материала		6/2/-/-
	1	Общая характеристика сорбционных процессов. Принципиальная схема абсорбционно-десорбционной установки. Основные факторы, влияющие на процессы абсорбции и десорбции. Устройство абсорберов и десорберов. Материальный и тепловой баланс абсорбера.	4
	2	Сущность процесса адсорбции; характеристики адсорбентов. Конструкции адсорберов.	2
	Практические занятия		2
	Семинар: Роль процессов ректификации, абсорбции и адсорбции в переработке углеводородного сырья.		2
Тема 4.5. Процессы экстракции	Содержание учебного материала		4/-/-/-
	1	Сущность и назначение процесса экстракции. Разновидности экстракционных аппаратов.	4
Раздел 5. Химические процессы			8/4/-/-
Тема 5.1. Общие сведения о	Содержание учебного материала		4/-/-/-
	1	Общая характеристика химических процессов. Важнейшие химические процессы переработки	2

химических процессах		нефтяного сырья. Основы классификации химических процессов.	
	2	Особенности расчета материальных и тепловых балансов химических процессов.	2
Тема 5.2. Реакционные аппараты	Содержание учебного материала		4/4/-/-
	1	Классификация реакционных аппаратов. Основные типы реакторов, их устройство и принцип действия.	2
	2	Основы расчета реакторов.	2
	Практические занятия		4
	Практическая работа № 13 Расчет реакционных аппаратов		4
Раздел 6. Механические процессы			4/-/-/-
Тема 6.1 Виды механических процессов	Содержание учебного материала		4
	1	Процесс измельчения твёрдых материалов. Назначение, способы и схемы измельчения. Оценка качества измельчения. Классификация оборудования для измельчения. Устройство машин для крупного и среднего дробления, для тонкого и сверхтонкого помола.	2
	2	Дозирование твёрдых сыпучих материалов. Устройство дозаторов и питателей. Смешение твёрдых сыпучих материалов. Устройство смесителей. Сущность и назначение процесса классификации (сортировки) измельчённых материалов. Механическая классификация (грохочение). Устройство грохотов.	2
Консультации			4
Промежуточная аттестация в форме экзамена			12
Всего:			178

Освоение дисциплины может быть реализовано с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в соответствии с локальными нормативными актами университета

1. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ»

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация рабочей программы дисциплины требует наличия учебного кабинета химии и технологии нефти и газа, лаборатории процессов и аппаратов.

Оснащенность учебного кабинета химии и технологии нефти и газа: посадочные места для обучающихся, рабочее место преподавателя, ноутбуки, проектор, интерактивная доска, учебно - методическая документация.

Оснащенность лаборатории процессов и аппаратов: посадочные места для обучающихся, рабочее место преподавателя, проектор, интерактивная доска, ноутбуки, лабораторные стенды для практических работ, справочные стенды, учебно - методическая документация.

3.2. Информационное обеспечение обучения.

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации имеет печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы:

- Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы : учебное пособие / составители Ю. Б. Швалёв, Д. А. Горлушко. — 2-е изд. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 187 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/96108>
- Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В. Ф. Фролов. — 4-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 608 с. — ISBN 078-5-93808-348-7. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/97816>
- Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч. 1. Гидромеханические процессы и аппараты : учебное пособие для СПО / Ю. А. Гужель. — Саратов : Профобразование, 2021. — 95 с. — ISBN 978-5-4488-1146-3 (ч. 1), 978-5-4488-1167-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105152>
- Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч. 2. Тепловые процессы и аппараты : учебное пособие для СПО / Ю. А. Гужель. — Саратов : Профобразование, 2021. — 64 с. — ISBN 978-5-4488-1147-0 (ч. 2), 978-5-4488-1167-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105153>
- Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч. 3. Массообменные процессы и аппараты : учебное пособие для СПО / Ю. А. Гужель. — Саратов : Профобразование, 2021. — 144 с. — ISBN 978-5-4488-1148-7 (ч. 3), 978-5-4488-1167-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105154>

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- СПС КонсультантПлюс;
- ЭБС ZNANIUM.COM;
- Сетевая электронная библиотека «ЭБС «Лань»;
- ЭБС ЮРАЙТ;
- ЭР ЦОС «PROОбразование

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ»

4.1. Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения текущего контроля в форме практических занятий, лабораторных работ, устных опросов, письменных опросов, а также выполнения обучающимися самостоятельной работы и промежуточной аттестация

Итоговой формой промежуточной аттестации является экзамен

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
Уметь		
читать, выбирать, изображать и описывать технологические схемы;	Правильность и полнота выполнения заданий, точно	Экспертная оценка практических занятия. Экзамен
выполнять материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов;	Правильность и полнота выполнения заданий, точность расчетов	Экспертная оценка практических занятия. Экзамен
выполнять расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования;	Правильность и полнота выполнения заданий, точность расчетов	Экспертная оценка практических занятия. Экзамен
обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного производства;	Качество и техническая грамотность	Экспертная оценка практических занятия. Экзамен
обосновывать целесообразность выбранных технологических схем;	Быстрая ориентация в представленном материале	Экспертная оценка практических занятия. Экзамен
осуществлять подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам;	Соответствие требованиям инструкций , регламентов	Экспертная оценка практических занятия. Экзамен
Знать:		
классификацию и физико-химические основы процессов химической технологии;	Уровень правильности и полнота ответов при тестовом и устном опросе	Экспертная оценка устного опроса, тестирование. Экзамен
характеристики основных процессов химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых, массообменных;	Быстрая ориентация в материале	Экспертная оценка устного опроса, экзамен
методику расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов;	Правильность и полнота расчетов	Экспертная оценка письменного опроса, тестирование, экзамен
методы расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования;	Правильность, полнота выполнения заданий, точность расчетов. Рациональность действий	Экспертная оценка устного опроса

типичные технологические системы химических производств и их аппаратное оформление;	Быстрая ориентация в представленном материале	Экспертная оценка тестовых заданий, , экзамен
основные типы, устройство и принцип действия основных машин и аппаратов химических производств;	Рациональность действий Полнота ответов	Экспертная оценка устного опроса, тестовые задания, экзамен
принципы выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями	Уровень правильности и полнота ответов при письменном ответе	Экспертная оценка письменного опроса, экзамен

4.2. Структура и примерное содержание оценочных материалов для промежуточной аттестации по дисциплине «Процессы и аппараты»

Промежуточной аттестаций по дисциплине «Процессы и аппараты» является экзамен. Экзамен проводится по билетам, каждый из которых состоит из 3 вопросов.

Перечень вопросов экзамену

1. Предмет изучения и задачи курса «Процессы и аппараты». Классификация основных процессов химической технологии.
2. Класс тепловых процессов. Основы теплообмена. Основные критерии теплового подобия.
3. Класс массообменных процессов. Основная кинетическая закономерность. Движущая сила процесса.
4. Капельные жидкости и их физические свойства.
5. Уравнение теплового баланса. Основные схемы относительного движения теплоносителей.
6. Массообменные процессы. Направление переноса вещества. Материальный баланс.
7. Гидростатическое давление. Единицы измерения. Основные свойства. Приборы для измерения давления.
8. Теплопередача. Основные законы теплообмена. Движущая сила.
9. Механизм переноса вещества в системе без твердой фазы. Массопередача.
10. Основное уравнение гидростатики. Геометрический и физический смысл основного уравнения гидростатики.
11. Принципиальные схемы адсорберов. Цикл работы аппарата с движущимся слоем адсорбента.
12. Массообменные процессы. Связь коэффициента массопередачи с коэффициентом массоотдачи.
13. Устройство и назначение барометрического конденсатора.
14. Абсорбция. Свойства, область применения. Равновесие в системе газ – жидкость.
15. Принципиальные схемы воздушной сушки.
16. Гидродинамика. Основные понятия. Уравнение неразрывности потока (постоянство расхода). Средняя скорость потока.
17. Теплопередача. Основная кинетическая закономерность процесса. Физический смысл коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи..

18. Абсорбция. Схема аппарата. Механизм процесса. Материальный баланс.
19. Адсорбция. Требования предъявляемые к адсорбенту.
20. Коэффициент теплоотдачи. Физический смысл коэффициента теплоотдачи.
21. Ректификация. Сущность процесса. Классификация жидких бинарных смесей. Азеотропные смеси.
22. Режимы движения жидкостей. Число (коэффициент) Рейнольдса.
23. Сравнение прямоточного и противоточного движения теплоносителей. Определение движущей силы процесса.
24. Ректификация. Как осуществляется разделение многокомпонентных смесей методом ректификации.
25. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Физический и геометрический смысл уравнения Бернулли.
26. Основные критерии массообменных процессов. Их физический смысл. Понятие конвективной диффузии.
27. Принцип ректификации. Фазовая диаграмма $t - X, Y$.
28. «Идеальная» жидкость. Уравнение Бернулли для «идеальной» жидкости.
29. Определение коэффициента теплопередачи. Связь коэффициента теплопередачи с коэффициентом теплоотдачи.
30. Схема ректификационной установки непрерывного действия. Материальный и тепловой балансы.
31. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Геометрический и физический смысл уравнения Бернулли.
32. Основы теплообмена. Способы передачи теплоты. Скорость процесса.
33. Выпаривание. Температурные потери (депрессии) в выпарной установке. Полезная разность температур.
34. Потери напора по длине трубопровода. Определение коэффициента гидравлического трения трубы.
35. Основы теплообмена. Движущая сила процесса.
36. Минимальное и рабочее флегмовое число.
37. Классификация неоднородных систем. Методы их разделения.
38. Методы измельчения, дозирования и перемешивания твердых материалов.
39. Массообменные процессы. Кинетика массопередачи. Движущие силы процесса
40. Практическое применение уравнения Бернулли. Построение напорной и пьезометрической линий.
41. Что такое флегмовое число. Какое влияние оно оказывает на состав дистиллята и расход греющего пара?
42. Сушка. Методы сушки. Аппаратурное оформление процесса.
43. Батарейные циклоны. Принцип действия.
44. Класс тепловых процессов. Основы теплообмена. Теплоносители, их характеристики.
45. Схема многокорпусной выпарной установки. Преимущества многократного выпаривания перед однократным.
46. Критериальные уравнения, описывающие процесс осаждения.
47. Выпаривание. Однократное выпаривание. Материальный и тепловой балансы процесса.

48. Сушка. Равновесие. Движущая сила процесса по твердой фазе и по газовой фазе.
49. Центробежное осаждение. Кинетика центробежного осаждения.
50. Выпаривание. Полная и полезная разность температур. Определение поверхности выпарного аппарата.
51. Классификация форм связи влаги с материалом. Свободная и связанная влага. Материальный и тепловой балансы сушки.
52. Классификация отстойных центрифуг. Расчет производительности отстойной центрифуги.
53. Схема и принцип работы однокорпусного выпарного аппарата.
54. Измельчение. Основы процесса измельчения. Степень измельчения.
55. Режимы фильтрования. Классификация фильтров.
56. Выпаривание. Основная кинетическая закономерность процесса. Движущая сила процесса.
57. Принципиальные схемы адсорберов. Цикл работы аппарат с неподвижным слоем адсорбента.
58. Неоднородные системы. Классификация неоднородных систем. Методы их разделения.
59. Выпаривание. Определение расхода греющего пара на проведение процесса.
60. Кристаллизация. Способы кристаллизации. Материальный баланс.
61. Класс гидромеханических процессов. Метод осаждения под действием сил тяжести.
62. Псевдоожижение. Гидродинамика псевдоожижения. Достоинства и недостатки.
63. Кристаллизация. Сущность процесса. Тепловой баланс процесса.
64. Циклонный процесс. Аппарат для проведения процесса.
65. Выпаривание. Материальный и тепловой балансы однокорпусного выпарного аппарата.
66. Кристаллизация. Кинетика процесса.
67. Фильтрование. Типы фильтрующих материалов.
68. Многократное выпаривание. Определение оптимального числа корпусов.
69. Адсорбция. Сущность процесса. Принципиальное различие абсорбции и адсорбции. Область применения.
70. Центробежное фильтрование. Общая характеристика процесса процесса.
71. Факторы, влияющие на интенсивность процесса выпаривания и на производительность выпарных аппаратов.
72. Характеристика адсорбентов и их классификация.
73. Перемешивание в жидкой среде. Способы перемешивания. Механическое перемешивание. Основные типы мешалок. Определение мощности мешалок.
74. Выпаривание. Определение поверхности выпарного аппарата.
75. Равновесие в процессе адсорбции. Факторы, способствующие процессу адсорбции.

Критерии оценивания

Оценка «5» (отлично) ставится, если:

полно раскрыто содержание материала билета;

- материал изложен технически грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;

- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, схемами ;
- продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов;
- ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
- допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:

ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
- допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;
- допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:

- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:

- не раскрыто основное содержание учебного материала;
- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.