

ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГАЗПРОМ КОЛЛЕДЖ ВОЛГОГРАД ИМЕНИ И.А. МАТЛАШОВА»

УТВЕРЖДЕНО  
директором  
приказ № 35/3 от «25» февраля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОПЦ.07 Процессы и аппараты

по специальности

18.02.09 Переработка нефти и газа

(уровень образования при приеме на обучение: основное общее образование)

Форма обучения: очная

Год набора – 2025

Волгоград, 2025 г.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования, (далее – ФГОС СПО) по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа, утвержденного приказом утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации от «17» ноября 2020 г. № 646, зарегистрированного в Министерстве юстиции РФ «14» декабря 2020 г. № 61451.

**Разработчик:**

Вербитская Ирина Владимировна, преподаватель ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград им. И.А. Матлашова»;

Котляревская Ольга Олеговна, к.х.н. , преподаватель ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград им. И.А. Матлашова»;

Рассмотрено и одобрено цикловой комиссией естественнонаучных дисциплин и профессионального цикла специальности 18.02.09 (ПНГ)

Протокол № 6 от «15» января 2025 г.

Председатель ЦК – О.О. Котляревская

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель директора

по учебно-воспитательной работе \_\_\_\_\_ Е.Ю. Камынина  
«24» февраля 2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины .....	4
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	7
2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы.....	7
2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины.....	8
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	18
3.1. Материально-техническое обеспечение, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы.....	18
3.2. Информационное обеспечение реализации программы .....	18
3.2.1. Основные источники .....	18
3.2.2. Дополнительные источники.....	19
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	22
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b> Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по учебной дисциплине.....	24

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина является обязательной частью общепрофессионального цикла образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа.

Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии общих и профессиональных компетенций ОК 01; ОК 02; ОК 09; ПК 1.1.

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 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Контролировать эффективность работы оборудования.

## 1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является формирование у обучающихся знаний, умений и навыков (практический опыт), необходимых для профессиональной подготовки по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа.

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются следующие знания, умения и навыки (практический опыт)

Код и наименование компетенции	Знания	Умения	Навыки/практический опыт
ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	знает способы и методы действия при выполнении производственных задач; алгоритмы действий при освоении новых методов выполнения производственных задач	применять новые способы и методы действия при выполнении производственных задач	устанавливает и применяет правильные способы действия по алгоритму для решения поставленных задач
ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для	знает и распознает современные средства поиска, анализа и интерпретации информации при выполнении производственных задач; знает области применения и функциональные	объяснять порядок использования современных средств поиска, анализа и интерпретации информации и информационных	применяет современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной

Код и наименование компетенции	Знания	Умения	Навыки/практический опыт
выполнения задач профессиональной деятельности	возможности различных средств поиска, анализа и интерпретации информации при выполнении производственных задач	технологий для выполнения задач профессиональной деятельности	деятельности
ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	знает структуру технологического регламента предприятия; знает инструкции по эксплуатации оборудования и безопасному производству работ различного характера	умеет пользоваться технологическим регламентом для поиска необходимой информации; умеет пользоваться инструкциями по эксплуатации оборудования и безопасному производству работ различного характера; определяет соответствие между терминами на русском и иностранном языках	применения технологического регламента, инструкций при решении производственных задач
ПК 1.1 Контролировать эффективность работы оборудования	классифицировать и определять физико-химические основы химической технологии; характеризовать основные процессы химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых, массообменных; использовать методику расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов; осуществлять методы расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования; изображать типичные технологические системы	читать, выбирать, изображать и описывать технологически схемы; выполнять материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов; выполнять расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования; обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного производства;	контролировать эффективность работы оборудования

Код и наименование компетенции	Знания	Умения	Навыки/практический опыт
	<p>химических производств и их аппаратное оформление;</p> <p>определять основные типы, устройство и принцип действия основных машин и аппаратов химических производств;</p> <p>использовать принципы выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями</p>	<p>обосновывать целесообразность выбранных технологических схем;</p> <p>осуществлять подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам</p>	

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

В соответствии с учебным планом, по очной форме обучения учебная дисциплина осваивается в 3, 4 семестре на 2 курсе, общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа.

Виды учебной работы	Объем в часах
	очная форма обучения
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	144
<b>Обязательная аудиторная нагрузка (всего)</b>	134
в том числе:	
лекции	62
лабораторные работы	34
практические занятия	36
контрольные работы	нет
курсовой проект	нет
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	4
<b>Консультация</b>	2
Промежуточная аттестация проводится в количестве 6 часов в форме экзамена <sup>1</sup>	

<sup>1</sup> Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации представлен в приложении.

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>							
<b>3 семестр</b>							
Введение. Классификация процессов и оборудования переработки нефти и газа	<b>Содержание учебного материала</b> Содержание курса «Процессы и аппараты», его назначение и задачи. Основные направления в развитии производств по переработки нефти и газа: интенсификация технологических процессов и оборудования, механизация и автоматизация, внедрение прогрессивных форм организации труда, автоматизированных систем управления производством.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Классификация основных процессов и аппаратов. Назначение расчета процессов и аппаратов, его содержание: технологический, гидравлический, механический. Основные уравнения, описывающие процесс: материальный баланс, энергетический (тепловой) баланс, условия равновесия. Применение основных физических законов в изучении процессов: закон Генри, закон Дальтона, закон Рауля.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
<b>Раздел 1. Гидромеханические процессы</b>		<b>52</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>14</b>		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 1.1 Основы гидравлики	<b>Содержание учебного материала</b> Основные физические свойства жидкостей, газов и их смесей. Свойства нефтепродуктов: плотность; молекулярная масса; вязкость; температура вспышки,	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1



Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
	воспламенения и самовоспламенения; температура застывания, помутнения и начала кристаллизации; электрические или диэлектрические свойства; оптические свойства; растворимость и растворяющая способность.						
	Виды движения жидкости: установившееся и неустановившееся, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное. Уравнение неразрывности потока. Энергетический баланс потока. Удельная энергия жидкости. Уравнение Бернулли. Режимы движения жидкости: ламинарный и турбулентный.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 1.</b> Расчет физических свойств нефти и нефтепродуктов.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 1.</b> Изучение физических свойств жидкости Часть 1.2	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 1.</b> Изучение физических свойств жидкости. Часть 2.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 2.</b> Изучение гидростатического давления жидкостными приборами. Часть 1.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 2.</b> Изучение гидростатического давления жидкостными приборами. Часть 2.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 3.</b> Определение режима течения жидкости. Часть 1.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 3.</b> Определение режима течения жидкости Часть 2.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
	<b>Лабораторная работа № 4.</b> Исследование истечения жидкости через отверстие. Часть 1.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 4.</b> Исследование истечения жидкости через отверстие. Часть 2.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 1.2 Транспортировка жидкостей и газов	Назначение, устройство трубопроводов. Способы соединений труб. Виды арматуры. Выбор диаметра трубопроводов. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Затраты энергии на перемещение жидкостей и газов по трубопроводам.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Насосы: назначение, основные параметры работы, классификация. Явление кавитации. Работа насоса на сеть. Рабочая точка насоса. Устройство, принцип работы центробежных, поршневых (плунжерных), насосов других типов, их сравнительная характеристика.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Перемещение, сжатие и разряжение газов. Классификация компрессорных машин по степени сжатия и принципу работы. Устройство, принцип действия, область применения поршневых компрессоров, турбогазодувок и турбокомпрессоров, осевых вентиляторов и газодувок.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 2.</b> Расчет трубопровода, определение скорости и материального баланса потока. Часть 1.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 2.</b> Расчет трубопровода, определение скорости и материального баланса потока. Часть 2.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
	<b>Практическое занятие № 3.</b> Расчет гидравлического сопротивления сети. Часть 1.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 3.</b> Расчет гидравлического сопротивления сети. Часть 2.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 5.</b> Определение потерь напора по длине. Часть 1.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 5.</b> Определение потерь напора по длине. Часть 2.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 1.3 Разделение жидких и газовых систем	Процессы и аппараты разделения жидкостных систем. Отстаивание. Осаждение твердых частиц. Устройство отстойников.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Процессы и аппараты разделения жидкостных систем фильтрованием. Способы фильтрования. Аппараты пылеочистки. Фильтры для газов. Циклоны. Электрофильтры. Аппараты мокрой очистки (скрубберы).	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Движение жидкости и газа в слое сыпучего материала. Характеристика слоя сыпучего материала: гранулометрический состав, пористость слоя, подвижность частиц, эквивалентный диаметр частиц. Псевдооживленные системы. Потеря напора в слое сыпучего материала. Критические скорости. Пневматический транспорт.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 4.</b> Расчет гидравлического сопротивления аппаратов с пористым и зернистым слоями и насадками. Часть 1.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
		ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
	<b>Практическое занятие № 4.</b> Расчет гидравлического сопротивления аппаратов с пористым и зернистым слоями и насадками. Часть 2.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 1.4 Перемешивание в жидких средах	Назначение процесса перемешивания жидкостей и способы перемешивания. Механическое перемешивание. Конструкция мешалок. Перемешивающие устройства. Пневматическое перемешивание. Гидравлический способ перемешивания.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
<b>Раздел 2 Тепловые процессы</b>		12	10		2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 2.1 Основы теплопередачи	Способы проведения тепловых процессов. Виды передачи тепла. Уравнение теплопроводности, коэффициент теплопроводности. Передача тепла через стенку.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Конвекция. Влияние различных факторов на величину коэффициента теплоотдачи. Лучеиспускание. Законы Стефана-Больцмана. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Потери тепла в окружающую среду.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Виды теплоносителей, их сравнение.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 5.</b> Расчет параметров тепловых процессов	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 2.2 Теплообменные аппараты	Нагревание и охлаждение. Классификация теплообменных аппаратов. Устройство и принцип работы кожухотрубчатых теплообменников: с неподвижными трубными решетками, с	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
	плавающей головкой, с температурным компенсатором, U-образными трубками и других типов, их сравнительная характеристика.						
	Основные схемы движения потоков при теплообмене.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 6.</b> Расчет теплообменного аппарата Часть 1.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
<b>Всего:</b>		68	32	16	20		
<b>4 семестр</b>							
<b>Раздел 2 Тепловые процессы (продолжение)</b>		22	6	6	6	4	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 2.2 Теплообменные аппараты (продолжение)	Аппараты воздушного охлаждения: назначение, классификация. Устройство и порядок работы АВО.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 6.</b> Расчет теплообменного аппарата. Часть 2.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 6.</b> Расчет теплообменного аппарата. Часть 3.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 6.</b> Изучение процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе». Часть 1.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 6.</b> Изучение процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе». Часть 2.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 6.</b> Изучение процесса	2		2			ОК 01, ОК 02,

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.				СРО	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
	теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе». Часть 3.						ОК 09, ПК 1.1
	<b>Вопросы на изучение темы 2.2</b> Конструкция теплообменных аппаратов различных типов, их сравнительная характеристика и выбор.	2				2	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 2.3 Трубчатые печи	Назначение и область применения трубчатых печей в нефтегазоперерабатывающих производствах. Теплообмен в трубчатой печи. Основные показатели работы трубчатых печей: производительность печи, тепловая мощность, КПД.2	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Типы печей, их особенности и детали конструкций.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Вопросы на изучение темы 2.3</b> Показатели работы трубчатой печи. Трубчатые печи: основные элементы конструкции и основные характеристики.	2				2	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
<b>Раздел 3. Массообменные процессы</b>		42	20	10	12		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 3.1 Основы теории массопередачи	Теоретические основы процессов массопередачи. Классификация процессов массопередачи, значение диффузионного перехода, их применение. Общие признаки массообменных процессов.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Кинетика массопередачи. Материальный баланс массообменных процессов. Движущая сила массообмена. Основное уравнение массопередачи.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
	Механизм процесса мессопередачи. Молекулярная и конвективная диффузия. Термодиффузия.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 7.</b> Расчет равновесных систем	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 3.2 Теория перегонки и ректификация	Виды процессов перегонки. Теоретические основы процесса перегонки. Идеальные смеси. Реальные смеси (растворы). Простая перегонка. Сложная перегонка (ректификация). Процесс ректификации. Процессы, протекающие на тарелках в ректификационной колонне.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Классификация и принципиальное устройство ректификационных колонн. Корпус колонн. Контактные массообменные устройства – тарелки. Разновидности насадок. Устройства для распределения жидкости и пара. Устройства для сепарации паро- (газо) жидкостных потоков. Вакуумные колонны и способы создания вакуума.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 8.</b> Непрерывная ректификация бинарных систем. Часть 1.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 8.</b> Непрерывная ректификация бинарных систем. Часть 2.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 9</b> Изучение процесса ректификации на тарельчатой колонне. Часть 1.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 9</b> Изучение процесса ректификации на тарельчатой колонне. Часть 2.	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 7</b> Изучение процесса простой	2		2			ОК 01, ОК 02,

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
			ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ				
	перегонки. Часть 1.						ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 7</b> Изучение процесса простой перегонки. Часть 2.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 8</b> Изучение процесса ректификации на тарельчатой колонне. Часть 1.	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 8</b> Изучение процесса ректификации на тарельчатой колонне	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Лабораторная работа № 8</b> Изучение процесса ректификации на тарельчатой колонне	2		2			ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 3.3 Абсорбция и десорбция	Физические основы процесса абсорбции. Регенерация абсорбента (десорбция). Механизм абсорбции. Равновесие при абсорбции. Закон Генри. Регулирование процесса абсорбции. Виды абсорбента. Материальный баланс процесса абсорбции.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Типы абсорберов, их устройство, принцип работы и отличительные особенности.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	<b>Практическое занятие № 10.</b> Расчет процесса абсорбции	2			2		ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 3.4 Адсорбция	Общие понятия об адсорбционных процессах. Механизм адсорбции. Применение адсорбции. Адсорбенты: характеристика, свойства, активность. Десорбция, способы регенерации адсорбента	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
	Типы адсорберов, особенности устройства и порядок работы.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1



Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
Тема 3.5 Экстракция	Сущность, назначение процесса экстракции. Стадии процесса. Основные конструктивные типы экстракторов.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
<b>Раздел 4 Холодильные процессы</b>		4	4				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 4.1 Способы получения умеренного холода	Получение умеренного холода. Схема парокомпрессионной холодильной машины.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
Тема 4.2 Способы получения глубокого холода	Получение глубокого холода: виды холодильных циклов. Дросселирование. Детандирование. Характеристика, принцип действия детандеров, турбодетандеров.	2	2				ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1
<b>Итого за 4 семестр:</b>		68	30	18	16	4	
Консультация		2					
Промежуточная аттестация в форме экзамена		6					
<b>Всего:</b>		<b>142</b>	<b>62</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	

где Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПЗ – практические занятия

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Материально-техническое обеспечение, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием с звуковоспроизведением для презентаций материалов;
- помещения для проведения практических и лабораторных занятий, оборудованные учебной мебелью.

Дисциплина поддержана соответствующими лицензионными программными продуктами: РЕД ОС 7.3, LibreOffice, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition, СПС Консультант +.

Программные средства обеспечения учебного процесса включают:

- программы презентационной графики LibreOffice Impress – для подготовки слайдов и презентаций;
- текстовые редакторы (LibreOffice Writer), LibreOffice Calc – для таблиц, диаграмм.
- автоматизированные обучающие системы (далее - АОС).

Автоматизированная обучающая система - комплекс технического, учебно-методического, лингвистического, программного и организационного обеспечения на базе информационных технологий ЭВМ, предназначенный для обучения.

Колледж обеспечивает каждого обучающегося рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся включают следующую оснащенность: столы аудиторные, стулья, доски аудиторные, компьютеры с подключением к локальной сети колледжа (включая правовые системы) и Интернет, к АОС.

Для обеспечения учебного процесса используются электронные библиотечные системы: «Электронно-библиотечная система издательства ЛАНЬ» и др.

#### **3.2. Информационное обеспечение реализации программы**

##### **3.2.1. Основные источники**

1. Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие для спо / Д.А. Баранов. - 4-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2021. - 408 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171841> (дата обращения: 24.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Власова, Г.В. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник / Г.В. Власова, Д.А. Чудиевич, Н.А. Пивоварова. - М.: Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. - 188 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная

система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/281741> (дата обращения: 24.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. - 6-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2020. - 604 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/148203?category=5381> (дата обращения: 24.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 3.2.2. Дополнительные источники

1. Гужель, Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие. Часть третья. Массообменные процессы и аппараты / Ю.А. Гужель. - Благовещенск: Амурский гос.ун-т, 2020. - 145 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/156569> (дата обращения: 24.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Анштейн, В.Г. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 1: учебник / В.Г. Анштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов и др. - СПб.: Лань, 2023. 916 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/309377?category=5381> (дата обращения: 24.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Анштейн, В.Г. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 2: учебник / В.Г. Анштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов и др. - СПб.: Лань, 2023. 876 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/352082?category=5381> (дата обращения: 24.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 3.2.3. Иные источники

1. Агибалова, Н.Н. Технология и установки переработки нефти и газа. Свойства нефти и нефтепродуктов / Н.Н. Агибалова. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 124 с.

2. Агабеков, В.Е. Нефть и газ: технологии и продукты переработки / В.Е. Агабеков, В.К. Косяков. - Ростов н/Д: Феникс, 2014. - 458 с.

3. Ахметов, С.А. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие / С.А. Ахметов, Т.П. Сериков. - СПб.: Недра, 2016. - 868 с.

4. Ахмедьянова, Р.А. Технологические процессы переработки и использования природного газа / Р.А. Ахмедьянова, А.П. Рахматуллина, Л.М. Шайхутдинова. - СПб.: ЦОП «Профессия», 2016. - 368 с.

5. Власова, Г.В. Оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие / Г.В. Власова. - М.: ЛЕНАНД, 2018. - 224 с.

6. Вержичинская, С.В. Химия и технология нефти и газа. / С.В. Вержичинская, Н.Г. Дигуров, С.А. Синицын; учебное пособие. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: ФОРУМ: Инфра-М, 2014. - 416 с.: ил.

7. Гусев, А.А. Основы гидравлики: учебник для СПО / А.А. Гусев. - М.: Издательство Юрайт, 2018. - 285 с.

8. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию: учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В.П. Брыков. – Л.: Альянс, 2017. – 496 с.
9. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 2015. – 400 с.
10. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов Часть 2. Массообменные процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 2015. – 368 с.
11. Жуков, В.И. Расчет и проектирование оборудования химических производств: учебно-методическое пособие / В.И. Жуков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. – 46 с.
12. Загидуллин, С.Х. Основное технологическое оборудование нефтеперерабатывающих заводов: учебное пособие / С.Х. Загидуллин, И.Г. Ложкин, А.В. Беляев / Перм. гос. техн. ун-т – Пермь, 2010. – 117 с.
13. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин – М.: Медиа, 2017. – 752 с.
14. Комиссаров, Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент; под ред. Ю.А. Комиссарова. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 226 с.
15. Комиссаров, Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 2: учебник для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент; под ред. Ю.А. Комиссарова. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 227 с.
16. Комиссаров, Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 3: учебник для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент; под ред. Ю.А. Комиссарова. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 247 с.
17. Комиссаров, Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 4: учебник для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент; под ред. Ю.А. Комиссарова. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 327 с.
18. Комиссаров, Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 5: учебник для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент; под ред. Ю.А. Комиссарова. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 219 с.
19. Комиссаров, Ю.А. Химико-технологические процессы: учебник и практикум для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, М.Б. Глебов, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. - М.: Издательство Юрайт, 2018. – 359 с.
20. Лукманова, А.Л. Процессы и аппараты химической технологии. Примеры и задачи: учебное пособие для спо / А.Л. Лукманова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 64 с.

21. Попов, Ю.В. Основы химической технологии: учебное пособие / Ю.В. Попов, В.С. Лобасенко; Волгоградский государственный технический университет. – 2-е изд., доп. и перераб. – Волгоград: ВолгГТУ, 2022. – 240 с.
22. Пелевина, Л.Ф. Процессы и аппараты: учебник / Л.Ф. Пелевина, Н.И. Пилипенко. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 332 с.
23. Потехин, В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата: учебник / В.М. Потехин. – СПб.: Лань, 2021. – 568 с.
24. Разинов, А.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А.И. Разинов, А.В. Клинов, Г.С. Дьяконов. – СПб.: Лань, 2023. – 688 с.
25. Сарданашвили, А.Г. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа: учебное пособие / А.Г. Сарданашвили, А.И. Львова. – СПб.: Лань, 2019. – 256 с.
26. Семакина, О.К. Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств: учебное пособие для СПО / О.К. Семакина; под редакцией В.В. Коробочкина. — Саратов: Профобразование, 2021. — 153 с.
27. Сугак, А.В. Оборудование нефтеперерабатывающего производства: учебное пособие / А.В. Сугак, В.К. Леонтьев, Ю.А. Веткин. – М.: Академия, 2017. – 336 с.
28. Сугак, А.В. Процессы и аппараты химической технологии / А.В. Сугак, В.К. Леонтьев, В.В. Туркин. – М.: Академия, 2017. – 384 с.
29. Тупикин, Е.И. Общая нефтехимия: учебное пособие для СПО / Е.И. Тупикин. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 320 с.
30. Фарамазов, С.А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация / С.А. Фарамазов. — Москва: Альянс, 2017 – 328 с.
31. Чаудури, У.Р. Нефтехимия и нефтепереработка. Процессы, технологии, интеграция / под ред. О.Ф. Глаголевой, И.А. Голубевой. – СПб: Профессия, 2014. – 432 с.
32. Эрих, В.Н. Химия и технология нефти и газа / В.Н. Эрих, М.Г. Расина, М.Г. Рудин. -3-е изд. - М.: Альянс, 2017. - 424 с.
33. Справочник по химии. [Электронный ресурс]. URL: <http://chemana/vtica.com/spravochniki>
34. Про НПЗ Нефтепереработка. [Электронный ресурс]. URL: <http://pronpz.ru>

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	Результаты обучения и критерий оценивания	Методы оценки
ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;	<b>На уровне знаний:</b> определяет методы действия при выполнении производственных задач; классифицирует методы действия при выполнении производственных задач;	тестирование, опрос, презентация, доклад
	<b>На уровне умений:</b> объясняет порядок освоения новых способов и методов действия при выполнении производственных задач	экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;	<b>На уровне знаний:</b> определяет современные средства поиска, анализа и интерпретации информации при выполнении производственных задач; классифицирует современные средства поиска, анализа и интерпретации информации при выполнении производственных задач.	тестирование, опрос, презентация, доклад
	<b>На уровне умений:</b> объясняет порядок использования современных средств поиска, анализа и интерпретации информации и информационных технологий для выполнения задач профессиональной деятельности.	экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;	<b>На уровне знаний:</b> характеризует структуру технологического регламента установки и производственных инструкций на государственном языке; находит соответствие между терминами на государственном и иностранном языках	тестирование, опрос, презентация, доклад
	<b>На уровне умений:</b> умеет пользоваться технологическим регламентом для поиска необходимой информации; умеет пользоваться инструкциями по эксплуатации оборудования и безопасному производству работ различного характера; определяет соответствие между терминами на русском и иностранном языках.	экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам

Код и наименование компетенции	Результаты обучения и критерий оценивания	Методы оценки
ПК 1.1. Контролировать эффективность работы оборудования	<p><b>На уровне знаний:</b>  классифицирует и определяет физико-химические основы химической технологии;  характеризует основные процессы химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых, массообменных;  использует методику расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов;  осуществляет методы расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования;  изображает типичные технологические системы химических производств и их аппаратное оформление;  определяет основные типы, устройство и принцип действия основных машин и аппаратов химических производств;  использует принципы выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями.</p>	<p>тестирование, опрос, презентация, доклад</p>
	<p><b>На уровне умений:</b>  читает, выбирает, изображает и описывает технологические схемы;  выполняет материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов;  выполняет расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования;  обосновывает выбор конструкции оборудования для конкретного производства;  обосновывает целесообразность выбранных технологических схем;  осуществляет подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам.</p>	<p>экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам</p>
	<p><b>На уровне навыков /практического опыта:</b>  контролирует эффективность работы оборудования.</p>	<p>экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам</p>

ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГАЗПРОМ КОЛЛЕДЖ ВОЛГОГРАД ИМЕНИ И.А. МАТЛАШОВА»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

ОПЦ.07 Процессы и аппараты

по специальности

18.02.09 Переработка нефти и газа

(уровень образования при приеме на обучение: основное общее образование)

Форма обучения: очная

Год набора – 2025

Волгоград, 2025 г.



## 1. Форма промежуточной аттестации – экзамен

### 2. Проверяемые знания и умения<sup>2</sup>

Обучающийся должен **знать**:

1. Классификацию и физико-химические основы химической технологии.
2. Характеристики основных процессов химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых, массообменных.
3. Методику расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов.
4. Методы расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования.
5. Типичные технологические системы химических производств и их аппаратурное оформление.
6. Основные типы, устройство и принцип действия основных машин и аппаратов химических производств.
7. Принципы выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями.

Обучающийся должен **уметь**:

1. Читать, выбирать, изображать и описывать технологические схемы.
2. Выполнять материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов.
3. Выполнять расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования.
4. Обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного производства.
5. Обосновывать целесообразность выбранных технологических схем.
6. Осуществлять подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам.

Актуализируются следующие **компетенции**:

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

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

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1 Контролировать эффективность работы оборудования.

---

<sup>2</sup> Указать в соответствии с рабочей программой знания и умения.

### 3. Таблица соотнесения заданий с проверяемыми знаниями и умениями

Проверяемые знания и умения	Задания для проверки усвоенных знаний и усвоенных умений
<b>Знания:</b>	
1. Классификация и физико-химические основы химической технологии;	Теоретические вопросы 1, 2
2. Характеристика основных процессов химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых, массообменных;	Теоретические вопросы 4-6, 11-19, 27-29, 32-33, 37-40, 44-47, 49-50
3. Методика расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов;	Теоретические вопросы 3, 25, 35, 41
4. Методы расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования;	Теоретические вопросы 20, 31, 36
5. Типичные технологические системы химических производств и их аппаратурное оформление;	Теоретические вопросы 34, 43
6. Основные типы, устройство и принцип действия основных машин и аппаратов химических производств;	Теоретические вопросы 9, 22-23, 30
7. Принципов выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями;	Теоретические вопросы 7, 10, 21, 24, 26, 42, 48
<b>Умения:</b>	
1. Читать, выбирать, изображать и описывать технологически схемы;	Практические задания 19, 22
2. Выполнять материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов;	Практические задания 15
3. Выполнять расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования;	Практические задания 1, 3-12, 16, 17, 21
4. Обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного производства;	Практические задания 2, 13, 14, 20
5. Обосновывать целесообразность выбранных технологических схем;	Практические задания 19, 22
6. Осуществлять подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам.	Практические задания 18, 23-25

### 4. Теоретические вопросы

1. Развитие процессов нетегазопереработки.
2. Классификация основных процессов и аппаратов технологии нефтегазопереработки.
3. Принципы расчета процессов и аппаратов: технологический, гидравлический, механический. Основные уравнения описывающие процесс: материальный баланс, энергетический (тепловой) баланс, условия равновесия.
4. Основные физические свойства жидкости. Понятие идеальной жидкости, её отличия от реальной. Уравнение Бернулли.
5. Потери напора в местах сопротивления трубопроводной сети.
6. Режимы движения жидкости. Влияние различных параметров на режим движения. Критерий Рейнольдса.
7. Транспортирование жидкостей. Классификация насосов. Явление кавитации. Основные параметры (характеристики) насосов.
8. Центробежные насосы. Основы устройства, принцип работы.

9. Поршневые насосы, принцип действия, диаграмма подачи, область применения.

10. Транспортирование газов. Назначение и классификация компрессоров. Основы устройства, принцип работы.

11. Движение жидкостей и газов в слое сыпучего материала. Гранулометрический состав. Подвижность частиц сыпучего материала. Пористость слоя. Эквивалентный диаметр частиц. Потери напора в слое сыпучего материала.

12. Псевдооживленные системы. Три различных состояния слоя зернистого материала. Основные показатели псевдооживленного слоя. Пневматический транспорт.

13. Тепловые процессы. Виды передачи теплоты. Тепловое излучение. Абсолютно белое, черное и прозрачное тело. Закон Стефана-Больцмана.

14. Передача теплоты теплопроводностью. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.

15. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Коэффициент теплоотдачи.

16. Тепловое подобие. Критерии теплового подобия.

17. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи.

18. Виды теплоносителей, их сравнение.

19. Потери тепла в окружающую среду, их расчет. Теплоизоляция.

20. Расчет средней разности температур. Противоток и прямоток, их сравнительная характеристика.

21. Теплообменники: классификация, назначение. Схемы движения теплоносителей.

22. Устройство и принцип работы кожухотрубчатых теплообменников.

23. Устройство и принцип работы аппаратов воздушного охлаждения.

24. Трубчатые печи: классификация, назначение, область применения, основные элементы конструкции, основные параметры.

25. Расчет процесса горения топлива.

26. Процессы и аппараты разделения жидкостных систем фильтрованием.

27. Характеристика процессов массопередачи. Движущая сила массообмена. Область применения.

28. Основы теории массопередачи. Способы выражения концентраций. Материальный баланс массообменных процессов.

29. Основное уравнение массопередачи, коэффициент массопередачи. Молекулярная и конвективная диффузии.

30. Массообменные аппараты. Назначение и виды контактных устройств: тарелки, насадки. Область применения различных типов тарелок.

31. Расчет основных размеров массообменных колонн.

32. Классификация процессов перегонки. Теоретические основы процесса перегонки.

33. Идеальные смеси. Закон Рауля. Изображение зависимости давления пара в бинарной смеси от состава раствора при изотермических условиях. Реальные (неидеальные) смеси. Азеотропия и азеотропные смеси.

34. Схема ректификационной установки и назначение основных аппаратов. Принципиальное устройство ректификационной колонны.

35. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий и их изображение на графике в координатах состав пара – состав жидкости. Флегма, флегмовое число.

36. Определение числа теоретических ступеней контакта фаз (теоретических тарелок). Движущая сила процесса переноса компонентов в паровой и жидкой фазах на теоретической тарелке.

37. Процесс абсорбции: назначение и цели. Регенерация абсорбента.

38. Физико-химические основы процесса абсорбции. Растворимость газа в жидкости, понятие равновесия. Закон Генри.

39. Влияние температуры и давления на растворимость газа в жидкости.

40. Способы регулирования процесса абсорбции. Требования предъявляемые к абсорбенту.

41. Материальный баланс процесса абсорбции.

42. Конструкция различных типов абсорберов. Основные достоинства и недостатки аппаратов.

43. Схемы абсорбционно-десорбционных установок: с однократным использованием абсорбента, с многократным использованием абсорбента.

44. Общие понятия об адсорбционных процессах. Механизм адсорбции. Область применения адсорбции.

45. Основные характеристики адсорбентов: активность, размер пор, удельная поверхность. Виды адсорбентов: активированный оксид алюминия, силикагели, цеолиты. Свойства адсорбентов.

46. Общая характеристика холодильных процессов. Холодильные агенты и их свойства. Хладоносители.

47. Способы получения умеренного охлаждения: естественное охлаждение, искусственное охлаждение.

48. Классификация холодильных машин: парокompрессионные, газокompрессионные, абсорбционные.

49. Получение глубокого холода: внутренние холодильные циклы (дросселирование, детандирование); каскадные холодильные циклы; комбинированные холодильные циклы.

50. Характеристика низкотемпературных процессов. Низкотемпературная ректификация.

## 5. Практические задания

**Задание 1.** В аппарате имеется взвешенный слой силикагеля, ситовой состав которого следующий:

<b>Фракция, мм</b>	2,0-1,4	1,4-1,1	1,1-0,6	0,6-0,20
<b>Содержание, масс. %</b>	17	12	43	28

Насыпная плотность силикагеля  $\rho_{\text{нас}} = 650 \text{ кг/м}^3$ , плотность частиц  $\rho = 1100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Температура воздуха  $150^\circ\text{C}$ . Число псевдооживления  $K_\omega = 1,6$ .

Определить критическую, рабочую и действительную (в свободном сечении между частицами) скорость воздуха.

**Задание 2.** Определить требуемый диаметр барботажной (колпачковой) колонны, работающей под абсолютным давлением в ней 0,20 МПа и средняя температура (минус 45 °С). Через колонну проводит 6000 м<sup>3</sup>/ч пара, плотность пара 1,25 кг/м<sup>3</sup> (расход и плотность пара взяты при нормальных условиях). Расстояние между тарелками 300 мм. Плотность жидкости 850 кг/м<sup>3</sup>.

**Задание 3.** Для подогрева нефти используется горячий мазут, который движется противотоком в теплообменнике «труба в трубе». Расход горячего мазута  $G_M=32000$  кг/ч, а нефти  $G_H=70000$  кг/ч.

Мазут движется по внутренней трубе, а нефть по межтрубному кольцевому пространству. Начальная температура мазута  $t_{m,0}=290^\circ\text{C}$  и нефти  $t_{h,0}=145^\circ\text{C}$ , конечная температура мазута  $t_m=220^\circ\text{C}$ , конечная температура нефти  $t_h=176^\circ\text{C}$ . Диаметр внутренней трубы  $d_{\text{внтр}}=0,098$  м, а внешней  $d_{\text{внеш}}=0,158$  м. Определить необходимую поверхность нагрева, пренебрегая теплопотерями.

**Задание 4.** Рассчитать коэффициент теплопроводности метилового спирта при температуре +110 °С.

**Задание 5.** По трубопроводу диаметром 219×6 мм перекачивается вода с расходом 150 м<sup>3</sup>/час. Определить скорость воды в трубе и режим её движения.

**Задание 6.** Бензол с расходом 160 т/час и средней температуре 40 °С поступает в трубный пучок одноходового кожухотрубчатого теплообменника, состоящего из 612 труб диаметром 20 × 2 мм. Определить скорость бензола в трубах трубного пучка и режим его движения в них.

**Задание 7.** Для охлаждения бензола в межтрубное пространство кожухотрубчатого теплообменника с диаметром кожуха  $D = 600$  мм, диаметром труб 16 × 2 мм и их числом 580 шт. подаётся вода со средней температурой 30 °С. Скорость воды в межтрубном пространстве должна быть 0,6 м/с. Необходимо определить расход воды в м<sup>3</sup>/час и режим её движения.

**Задание 8.** На трубопроводе имеется переход с диаметра 60 мм на диаметр 100 мм (диаметры внутренние). По трубопроводу движется вода, имеющая температуру 20 °С. Её скорость в узком сечении 1,2 м/с. Определить:

- 1) объёмный и массовый расходы воды;
- 2) скорость воды в широком сечении;
- 3) режимы течения в узком и широком сечениях.

**Задание 9.** Азот с расходом 6200 м<sup>3</sup>/час (при н.у.) подаётся в трубный пучок одноходового кожухотрубчатого теплообменника. Абсолютное давление газа 3 аГс/см<sup>2</sup>. Температура на входе в трубный пучок 90 °С, на выходе 20 °С. Число труб в аппарате 363 шт., их диаметр 20×1,2 мм. Определить:

- 1) скорость азота на входе в трубный пучок и на выходе из него;
- 2) режим движения азота на входе и на выходе.

**Задание 10.** В трубное пространство двухходового кожухотрубчатого теплообменника с общим числом труб 619 шт. подаётся метан с расходом 23 т/час. Диаметр труб  $20 \times 2$  мм. Температура метана на входе в аппарат  $25^\circ\text{C}$ , на выходе  $150^\circ\text{C}$ . Среднее давление в аппарате  $5 \text{ кгс/см}^2$ . Определить скорость и режим течения метана на входе в трубы и выходе из них.

**Задание 11.** В аппарате имеется взвешенный слой силикагеля, ситовой состав которого следующий:

Фракция, мм	2,2-1,7	1,7-1,4	1,4-0,8	0,8-0,30
Содержание, масс. %	40	30	15	15

Насыпная плотность силикагеля  $\rho_{\text{нас}} = 650 \text{ кг/м}^3$ , плотность частиц  $\rho = 1100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Температура воздуха  $150^\circ\text{C}$ . Число псевдооживления  $K_\omega = 1,6$ .

Определить критическую, рабочую и действительную (в свободном сечении между частицами) скорость воздуха.

**Задание 12.** Требуется охлаждать 35 т/час толуола от температуры кипения при атмосферном давлении до  $60^\circ\text{C}$ . Охлаждающая вода нагревается от  $30^\circ\text{C}$  до  $50^\circ\text{C}$ . Коэффициент теплопередачи равен  $540 \text{ Вт/(м}^2 \times \text{К)}$ . Определить:

- 1) требуемый расход воды в м<sup>3</sup>/час;
- 2) среднюю разность температур для прямотока и противотока;
- 3) требуемую площадь поверхности теплопередачи.

**Задание 13.** Определить требуемое количество активного угля, высоту слоя адсорбента и диаметр адсорбера периодического действия для поглощения паров бензина из смеси его с воздухом. Расход паровоздушной смеси  $3600 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Начальная концентрация бензина  $\bar{c}_0 = 0,02 \text{ кг/м}^3$ . Скорость паровоздушной смеси  $\omega = 0,23 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , считая на полное сечение аппарата, динамическая активность угля по бензину 7 % (масс.), остаточная активность после десорбции 0,8 % (масс.), насыпная плотность угля  $\rho_{\text{нас}} = 500 \text{ кг/м}^3$ . Продолжительность десорбции, сушки и охлаждения адсорбента составляет 1,40 ч.

**Задание 14.** В реактор каталитического крекинга поступает  $114000 \text{ кг/ч}$  вакуумного газойля ( $\rho_4^{20} = 0,865$ ). Объемный расход паров, проходящих через реактор,  $16,9 \text{ м}^3/\text{с}$ , их скорость  $0,6 \text{ м/с}$ . Объемная скорость подачи сырья –  $1,5 \text{ ч}^{-1}$ . Насыпная плотность катализатора равна  $670 \text{ кг/м}^3$ , плотность кипящего слоя  $460 \text{ кг/м}^3$ . Определить диаметр и высоту реактора, приняв высоту отстойной зоны 5 м.

**Задание 15.** В абсорбере производится поглощение пара метилового спирта из воздуха водой. Начальная концентрация метанола 120 г на  $1 \text{ м}^3$  чистого воздуха (при н.у.). В абсорбер поступает чистая вода. Концентрация спирта в воде после процесса 80% от максимально возможной. Степень поглощения 90%. Расход воздуха  $2600 \text{ м}^3/\text{час}$  (при н.у.). Уравнение линии равновесия в относительных массовых

концентрациях  $\bar{Y}^* = 1,2\bar{X}$ . Определить среднюю движущую силу по газовой и жидкой фазам и объёмный расход абсорбента (в м<sup>3</sup>/час).

**Задание 16.** Требуется подогреть 40 т/час этанола от 50 °С до температуры кипения при атмосферном давлении. В качестве теплоносителя используется конденсат водяного пара давлением 4 ат (абс.). Расход конденсата 20 т/час. Коэффициент теплопередачи равен 360 Вт/(кг×К). Определить:

- 1) конечную температуру парового конденсата;
- 2) среднюю разность температур для прямотока и противотока;
- 3) требуемую площадь поверхности теплопередачи.

**Задание 17.** Требуется при атмосферном давлении конденсировать 40 т/час бензола. В качестве хладагента используется обратная вода, которая нагревается от 30 °С до 50 °С. Коэффициент теплопередачи равен 800 Вт/(м<sup>2</sup>×К). Определить:

- 1) расход охлаждающей воды в м<sup>3</sup>/час;
- 2) среднюю разность температур для прямотока и противотока;
- 3) требуемую площадь поверхности теплопередачи.

**Задание 18.** Определите, конструктивные особенности аппарата, представленного на рис., перечислите его основные элементы. Укажите назначение аппарата и принцип работы. Обоснуйте выбор конструкции представленного аппарата.

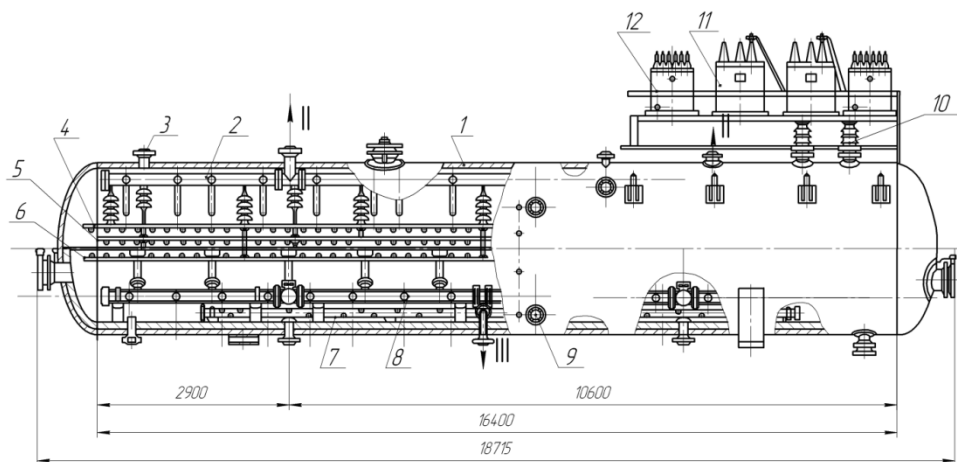


Рисунок к заданию 18

**Задание 19.** Определите, сущность и назначение процесса, представленного на технологической схеме (рис.). Из каких основных аппаратов состоит технологическая схема? Приведите описание технологической схемы.

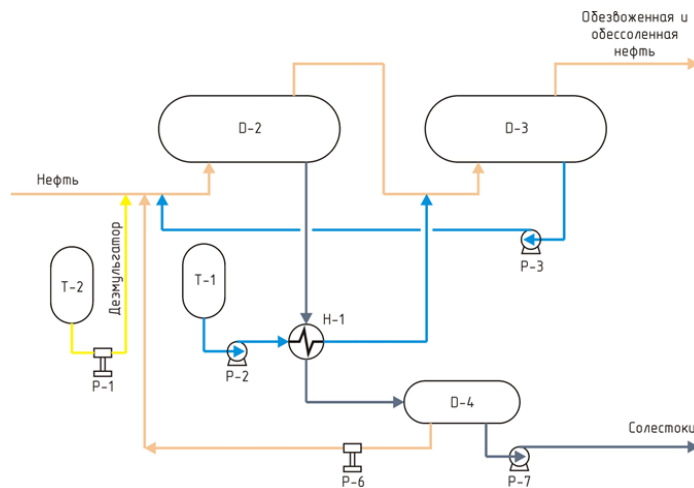


Рисунок к заданию 19

**Задание 20.** Через верхнюю часть колонны проходит  $6,31 \text{ кг/с}$  паров бензиновой фракции ( $M=109 \text{ кг/кмоль}$ ) и  $3,19 \text{ кг/с}$  водяных паров. Давление наверху колонны  $0,145 \text{ МПа}$ , температура  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ . Плотность паров равна  $3,44 \text{ кг/м}^3$ , стекающей флегмы –  $612 \text{ кг/м}^3$ . В колонне установлены ситчатые тарелки, расстояние между ними  $500 \text{ мм}$ . Определить диаметр верхней части колонны. Осуществить подбор колонны по стандарту.

**Задание 21.** Найти высоту колонны, показанной на рис. в верхней концентрационной части колонны установлено 27 ректификационных тарелок и 3 отбойных, в нижней (отпарной) – 5 тарелок. Расстояние между тарелками  $0,6 \text{ м}$ . В нижнюю часть колонны поступает  $18,2 \text{ кг/с}$  мазута плотностью  $932 \text{ кг/м}^3$ . Диаметр колонны  $4,5 \text{ м}$ .

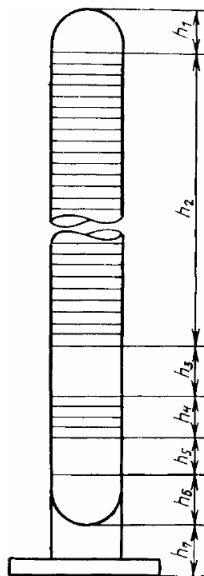


Рисунок к заданию 21.

**Задание 22.** Определите, сущность и назначение процесса, представленного на технологической схеме (рис.). Из каких основных аппаратов состоит технологическая схема? Приведите описание технологической схемы.



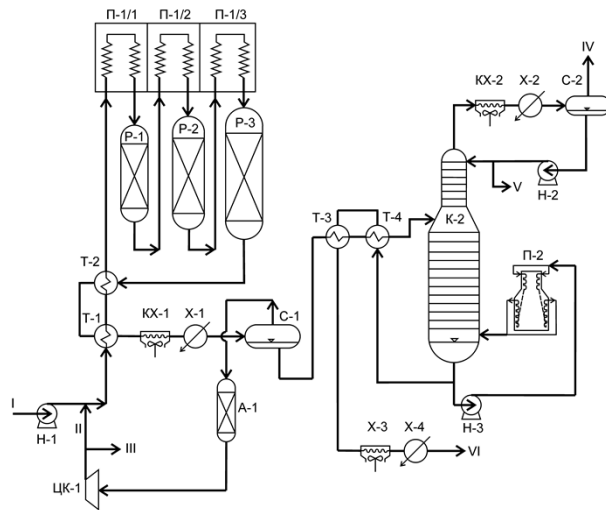


Рисунок к заданию 22

**Задание 23.** Определите, конструктивные особенности аппарата, представленного на рис., перечислите его основные элементы. Укажите назначение аппарата и принцип работы. Обоснуйте выбор конструкции представленного аппарата.

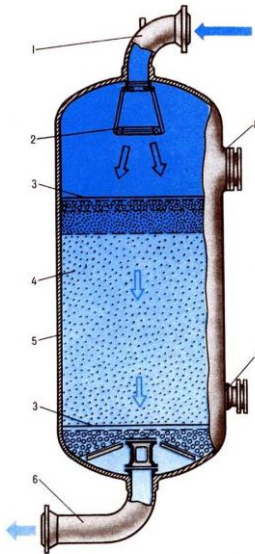


Рисунок к заданию 23

**Задание 24.** Определите, конструктивные особенности аппарата, представленного на рис., перечислите его основные элементы. Укажите назначение аппарата и принцип работы. Обоснуйте выбор конструкции представленного аппарата.

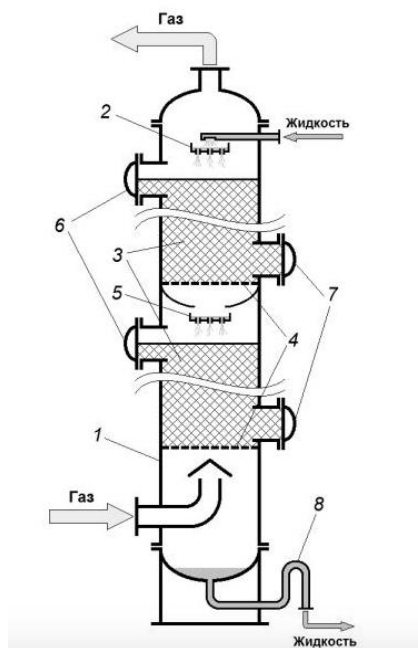
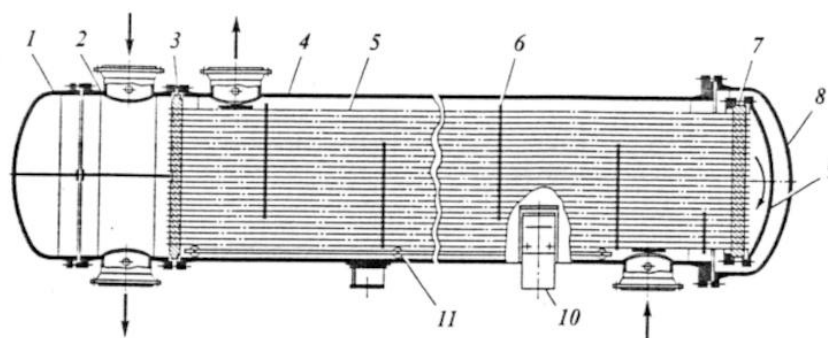


Рисунок к заданию 24

**Задание 25.** Определите, конструктивные особенности аппарата, представленного на рис., перечислите его основные элементы. Укажите назначение аппарата и принцип работы. Обоснуйте выбор конструкции представленного аппарата.



## 6. Тестовые материалы

### 1. Центробежные насосы – это?

а) насосы обтекания, у которых энергия двигателя передается газу в процессе обтекания лопастей рабочего колеса и их силового воздействия на поток.

б) насосы, в которых повышение энергии жидкости происходит в процессе вытеснения ее в напорный трубопровод поршнем из цилиндра;

в) насосы обтекания, у которых энергия двигателя передается жидкости в процессе обтекания лопастей рабочего колеса и их силового воздействия на поток;

г) насосы, предназначенные для перекачки жидкости, которая поступает в них под действием атмосферного давления.

## 2. Для чего предназначен компрессор?

- а) для сжатия и перемещения газа к потребителям по трубопроводным системам;
- б) для сжатия жидкости и ее транспортирования путем повышения энергии рабочей среды;
- в) для сжатия и подачи воздуха, газа и жидкости под давлением;
- г) для перемещения жидкости под действием атмосферного давления.

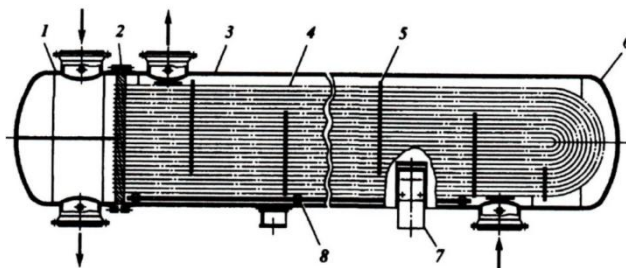
## 3. Что является основными характеристиками компрессора?

- а) КПД, мощность, степень повышения давления;
- б) мощность, КПД, подача количества газа, нагнетаемого в единицу времени, степень повышения давления;
- в) степень повышения давления, подача количества жидкости, нагнетаемую в единицу времени;
- г) КПД, подача количества жидкости, нагнетаемую в единицу времени.

## 4. Какой процесс осуществляется в теплообменных аппаратах?

- а) процесс массообмена между двумя потоками;
- б) процесс противоточного контактирования двух фаз;
- в) процесс теплообмена между двумя потоками;
- г) процесс переноса вещества из одной фазы в другую.

## 5. Какой аппарат изображен на рисунке, что обозначает каждая цифра?

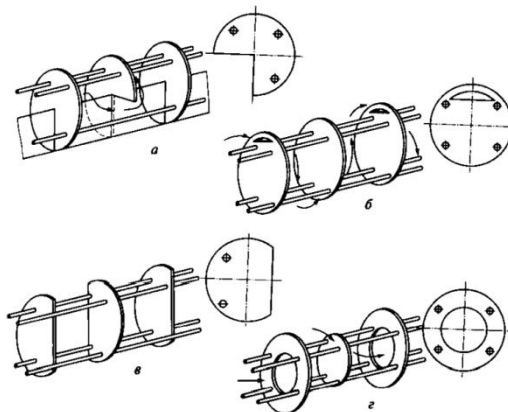


- а) кожухотрубчатый теплообменник с плавающей головкой;
- б) кожухотрубчатый теплообменник с U-образными трубками;
- в) кожухотрубчатый теплообменник с неподвижными трубными решетками;
- г) кожухотрубчатый теплообменник жесткой конструкции.

Установите соответствие перечисленных элементов цифрам на рисунке:

- 1 - а- крышка кожуха;
- 2 - б- поперечная перегородка;
- 3 - в-катковая опора трубочатого пучка;
- 4 - г- распределительная камера;
- 5 - д-неподвижная трубная решетка;
- 6 - е-теплообменная труба;
- 7 - ж- крышка плавающей головки;
- 8 - з- трубная решетка;
- 9 - и- опора;
- 10 - к- кожух.

**6. Какой тип поперечный перегородок изображен под буквой в?**



- а) с сегментным вырезом;
- б) с секторным вырезом, обеспечивающим ток жидкости по винтовой линии;
- в) с щелевым вырезом;
- г) кольцевые.

**7. Что представляет собой трубчатая печь?**

- а) теплообменный аппарат, предназначенный для массообмена между двумя средами;
- б) теплообменный аппарат, в котором происходит сжигание топлива и за счет этого передача теплоты нагреваемому продукту, находящемуся в трубах;
- в) аппарат, в котором происходит теплообмен между двумя потоками, один из которых нагревается за счет теплоты другого;
- г) аппарат, в котором происходит передача теплоты нагреваемому продукту за счет массообмена.

**8. Что такое производительность печи?**

- а) количество теплоты, переданной печью сырью;
- б) количество теплоты, переданной через  $1 \text{ м}^2$  поверхности нагрева в единицу времени;
- в) один из основных показателей печи, который выражается количеством сырья, нагреваемого в трубных змеевиках в единицу времени;
- г) увеличение скорости движения теплообменивающихся потоков.

**9. Что называют массообменными процессами?**

- а) процессы, связанные с передачей тепла компонентов;
- б) процессы, связанные с переносом компонентов из одной фазы в другую, в результате чего происходит их разделение;
- в) процессы, в результате чего из компонентов удаляются пары и газы;
- г) процессы перемещения паров, газов, жидкостей в трубопроводах и аппаратах, образованием или разделением гетерогенных систем .

**10. Что относится к массообменным процессам?**

- а) перегонка, ректификация;

- б) адсорбция, абсорбция.
- в) экстракция, кристаллизация;
- г) ответы а, б, в.

**11. Что утверждает уравнение материального баланса?**

- а) количество вещества поданного в аппарат больше количества вещества покидающего аппарат.
- б) количество вещества поданного в аппарат меньше количества вещества покидающего аппарат;
- в) количество вещества поданного в аппарат равно количеству вещества покидающего аппарат;
- г) количество вещества поданного в аппарат не равно количеству вещества покидающего аппарат.

**12. Что такое ректификация?**

- а) диффузионный процесс разделения жидких смесей, компоненты которой различаются по температуре кипения;
- б) процессы, связанные с разделением смесей посредством переноса вещества из одной фазы в другую путем диффузии;
- в) процесс извлечения вещества, растворенного в жидкости, другой жидкостью, практически не смешивающейся с первой;
- г) глубокое однократное разделение сложных смесей.

**13. Это процесс разделения, при котором взвешенные в жидкости или газе твердые или жидкие частицы отделяются от сплошной фазы под действием силы тяжести, инерции или электростатических сил. О каком методе разделения идет речь?**

- а) мокрое разделение;
- б) осаждение;
- в) центрифугирование;
- г) фильтрация.

**14. Что из предложенного списка не относится к гидравлическим машинам, предназначенным для перемещения жидкостей и газов:**

- а) вентиляторы;
- б) насосы;
- в) компрессоры;
- г) гидроциклоны.

**15. Для чего в кожухотрубчатых теплообменниках используются U-образные трубы?**

- а) для повышения площади теплообмена;
- б) для компенсации напряжений, возникающих в результате различия температурных расширений труб и кожуха;
- в) для повышения скорости теплоносителя;

г) для эффективности теплообмена.

**16. Что из перечисленного не относится к деталям кожухотрубчатого теплообменника жесткой конструкции?**

- а) кожух;
- б) распределительная камера;
- в) линзовый компенсатор;
- г) трубный пучок.

**17. Как называется теплообменный аппарат, в котором тепло от горячего теплоносителя к холодному передается через разделяющую их стенку?**

- а) непрерывного действия;
- б) рекуперативный;
- в) регенеративный;
- г) периодического действия.

**18. При увеличении температуры верха колонны выше нормированного предела, необходимо:**

- а) увеличить количество орошения;
- б) уменьшить количество орошения;
- в) уменьшить расход циркуляционной жидкости;
- г) увеличить расход циркуляционной жидкости.

**19. Существуют различные конструкции трубчатых печей, отличающихся...**

- а) расположением конвекционной камеры относительно радиантной;
- б) способом сжигания топлива;
- в) числом потоков нагреваемого продукта;
- г) направлением движения дымовых газов.

**20. Что относится к запорной арматуре?**

- а) краны, обратные клапаны;
- б) задвижки, вентили, краны;
- в) предохранительные клапаны, обратные клапаны;
- г) конденсатоотводчики.