

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

МДК.04.01 Промышленная безопасность

программы подготовки специалистов среднего звена

18.02.09 Переработка нефти и газа

Форма обучения очная

Находка 2026

Рабочая программа учебной дисциплины МДК 04.01 Промышленная безопасность разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.11.2020 № 646, примерной образовательной программой.

Разработчик: Завитова Г.А., Талашкевич Е.А., преподаватели ОСПО филиала ФГБОУ ВО "ВВГУ" в г.Находке

Рассмотрено и одобрено на заседании предметной цикловой комиссии филиала ФГБОУ ВО «ВВГУ» в г. Находке

Протокол №10 от «29 июня 2026 г.

Председатель ПЦК



В.В. Плахотина

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общая характеристика программы учебной дисциплины.....	4
2 Структура и содержание учебной дисциплины	8
3 Условия реализации программы учебной дисциплины	15
4 Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины	15

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Междисциплинарный курс МДК 04.01 Оценка качества выпускаемых компонентов и товарной продукции объектов переработки нефти и газа является частью профессионального модуля основной образовательной программы (далее ООП) в соответствии с ФГОС СПО по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа.

1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Код К-и	Наименование компетенций	Уметь	Знать
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	У1 - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составлять план действия, определять необходимые ресурсы, владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовывать составленный план, оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	З1 - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 02.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	У2 - определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;	З2 - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности приемы структурирования информации формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации порядок их применения и программное

		использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	У3 - определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности применять современную научную профессиональную терминологию определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; оформлять бизнес-план рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности презентовать бизнес-идею определять источники финансирования	33 - содержание актуальной нормативно-правовой документации современная научная и профессиональная терминология возможные траектории профессионального развития и самообразования основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности правила разработки бизнес-планов порядок выстраивания презентации кредитные банковские продукты
ОК 04.	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	У4 - организовывать работу коллектива и команды взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	34 - психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности основы проектной деятельности
ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	У5 - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе	35 - особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов и построения устных сообщений
ОК	Проявлять	У6 - описывать значимость	36 - сущность

06.	гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения	своей специальности применять стандарты антикоррупционного поведения	гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей значимость профессиональной деятельности по специальности стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения
ОК 07.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	У7 - проводить статистическую обработку результатов и оценку основных метрологических характеристик; находить причину несоответствия анализируемого объекта требованиям нормативных документов; проводить внутри лабораторный контроль	37 - методы определения показателей качества объектов различного происхождения (в том числе воды, газовых смесей, топлив, органических и неорганических продуктов)
ОК 08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности	У8 - использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной специальности	38 - роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека основы здорового образа жизни условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для специальности средства профилактики перенапряжения
ОК 09.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	У9 - применять специальное программное обеспечение	39 - актуальные источники информации в сфере науки, способы проверки легитимности источников в сети. Профессиональную терминологию на

			государственном и иностранном языке.
ПК 4.1	Анализировать причины отказа, повреждения технических устройств и принимать меры по их устранению	У10 – анализировать причины отказа, повреждения технических устройств и принимать меры по их устранению	310 - перечень минимально необходимых средств контроля и регулирования, при отказе которых необходима аварийная остановка производственного объекта
ПК 4.2	Анализировать причины отклонения от режима технологического процесса и принимать меры по их устранению	У11 - анализировать причины отклонения от режима технологического процесса и принимать меры по их устранению	311 - правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением; правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов; технологический процесс и технологическую схему производственного объекта
ПК 4.3	Разрабатывать меры по предупреждению инцидентов на технологическом блоке	У12 - выполнение положения федеральных законов, нормативных правовых актов Российской Федерации и иных нормативных технических документов при проведении работ на опасном производственном объекте; пользоваться средствами индивидуальной и коллективной защиты; разрабатывать меры по предупреждению инцидентов и аварий на технологическом блоке	312 - общие правила взрывобезопасности для взрыво- и пожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств; характеристику опасных факторов производства; защиту технологических процессов и оборудования от аварий и защиту работающих от травмирования; требования охраны труда на производственном объекте

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Объем образовательной программы учебной дисциплины	100
в том числе:	
– теоретическое обучение	18
– практические занятия	18
– лабораторные занятия	18
– самостоятельная работа (в том числе курсовая работа)	40
– промежуточная аттестация – (экзамен)	6

2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся		Объем в часах	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2		3	4
Раздел ПМ 1. Обеспечение безопасности эксплуатации оборудования нефтегазопереработки			22	
МДК 03.01. Промышленная безопасность			178	
Тема 1.1. Обеспечение безопасности эксплуатации оборудования нефтегазопереработки. Основные нормативные документы по промышленной безопасности опасных производственных объектов	Содержание		6	
	1.	Основные нормативные документы по промышленной безопасности опасных производственных объектов		
	2	ФЗ №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 20 июня 1997 года		
	3	Правила промышленной безопасности		
	4	Руководящие документы		
	5	Строительные нормы и правила		
	6	Нормативные документы единой системы конструкторской документации		
	Практические занятия		6	
1	Общие требования промышленной безопасности.			
Тема 1.2. Тема 1.2 Проектно- конструкторская	Содержание		6	
	1.	Проектно-конструкторская документация		

документация. Этапы проектирования. Требования промышленной безопасности на этапе	2.	Этапы проектирования Требования промышленной безопасности на этапе проектирования		
Раздел ПМ 2. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под			38	
Тема 2.1ПБ -03-576-03 «Правила устройства безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».	Содержание			
	1.	Назначение и область распространения ПБ -03-576-03 «Правила устройства безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». Основные термины		
	2.	Классификация сосудов в зависимости от расчетного давления, температуры стенки и характера рабочей, среды		
	3.	Группа сосудов, на которые не распространяются		
	4.	Ответственность должностных лиц за нарушение Правил. Контроль за соблюдением ПБ-03-576-03		
	5.	Требования, предъявляемые к установке сосудов		
	6.	Порядок регистрации сосудов, работающих под давлением в органах Ростехнадзора		
	Практические занятия		6	
1	Просмотр учебного фильма. Анализ причин инцидента, продемонстрированного в фильме			
Тема 2.2 Организация надзора за безопасной эксплуатацией аппаратов, находящихся под давлением.	Содержание		6	
	1.	Обязанности администрации предприятия по организации надзора		
	2.	Обязанности отдела технического надзора и лиц, ответственных за надзор		
	3.	Обязанности лица ответственного за безопасную эксплуатацию сосуда		

	Практические занятия		4	
	1	Изучение причин разгерметизации систем повышенного давления		
Тема 2.3	Содержание		6	
	1.	Аварийная остановка сосуда		
	2.	Требования ПБ-03-576-03 к ремонту сосудов		
	3.	Конструкция сосудов		
	4.	Арматура, контрольно-измерительные приборы, предохранительные устройства сосудов, работающих		
	5	Предохранительные устройства от повышения давления		
	6	Указатели уровня жидкости		
	Практические занятия		4	
	1	Изучение системы изготовления, эксплуатации, обслуживания и контроля сосудов, работающих под давлением		
	Лабораторная работа		6	
	1	Изучение конструкции арматуры, приборов контроля и предохранительных устройств от повышенного давления.		
Раздел ПМ 3. Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов			16	
Тема 3.1 ПБ 10-573-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды»	Содержание		6	
	1.	Назначение и область распространения ПБ 10-573-03		
	2.	Требования, предъявляемые к проектированию трубопроводов пара и горячей воды		
	3.	Требования к изготовлению и монтажу трубопроводов пара и горячей воды		

	4.	Ревизия трубопроводов. Ремонт, отбраковка технологических трубопроводов.	4	
	5.	Испытания технологических трубопроводов		
	Практические занятия			
	1	Изучение сигнальных цветных колец на трубопроводе с		
		классификацией степени опасности транспортируемого вещества	6	
	Лабораторная работа			
	1.	Ведение технологического процесса и устранение инцидентов на установке ЭЛОУ-АВТ (компьютерные тренажерные комплексы)		
Раздел ПМ 4. Разработка декларации промышленной безопасности установок НПЗ			14	
Тема 4.1 Декларирование промышленной	Содержание		6	
	1	Принципы идентификации опасных производственных объектов		
безопасности опасных производственных объектов. Принципы идентификации опасных производственных объектов.	2	Порядок оформления и перечень сведений содержащейся в декларации ОПО.		
	3	Порядок проведения экспертизы декларации ОПО.		
	4	Требования безопасности в нефтяной и газовой промышленности		
	Практические занятия		8	Отчет
		Составление декларации ОПО		

Самостоятельная работа при изучении раздела МДК 03.01 Систематическая проработка конспектов заданий, учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий). Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление лабораторно-практических работ, отчётов, подготовка к их защите. Примерная тематика внеаудиторной самостоятельной работы: 1 Защита работающих от травматизма. Производственный травматизм 2. Технические методы и средства защиты персонала от травмирования на производстве. 3. Ответственность за нарушения положений по охране труда. Производственное обучение по охране труда. 4. Расследование и учет несчастных случаев с обслуживающим персоналом на опасных. производственных объектах» 2. Подготовка к защите лабораторных и практических работ.	60	
Консультации	12	

Производственная практика Иметь практический опыт: - определения повреждения технических устройств и их устранение; - - определения причин нарушения технологического режима и вывода его на регламентированные значения параметров; - - поддержания стабильного режима технологического процесса Уметь: - выполнять положения федеральных законов, нормативных правовых актов Российской Федерации и иных нормативных технических документов при проведении работ на опасном производственном объекте; - - анализировать причины отказа, повреждения технических устройств и принимать меры по их устранению; - - анализировать причины отклонения от режима технологического процесса и принимать меры по их устранению; - разрабатывать меры по предупреждению инцидентов и аварий на технологическом блоке; мазута 4. Промышленная безопасность технологического процесса вторичной перегонки бензина 5. Промышленная безопасность технологического процесса гидрокрекинга вакуумного газойля 6. Промышленная безопасность технологического процесса гидроочистки легких газойлей 7. Промышленная безопасность технологического процесса гидроочистки тяжелых вакуумных газойлей 8. Промышленная безопасность технологического процесса гидроочистки дистиллятов 9. Промышленная безопасность технологического процесса замедленного коксования тяжелых нефтяных остатков	72	
Экзамен по модулю	6	
Всего	352	

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы профессионального модуля должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

Для реализации программы профессионального модуля должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

1. Лаборатории «Автоматизации технологических процессов»:

24 посадочных места, рабочее место преподавателя, оснащённое мебелью, доска маркерная, компьютерные столы 12 шт., компьютерные кресла 12 шт., 1 моноблок HP AIO 3420, 1 ПК, 1 МФУ, 12 ноутбуков 15.6" Lenovo Z656A1

Тренажерные программы "Насос-клапан", "Печь-нагреватель на смешанном топливе", "Установка подготовки углеводородов нефти производства пиролиза товарно-сырьевого", "Производство окиси этилена и гликоля", "Центробежный компрессор со вспомогательными системами"

2. Кабинета для самостоятельной работы: стол преподавательский - 1 шт., стол компьютерный - 15 шт., кресло - 16 шт., камера - 1 шт., доска маркерная - 1 шт., шкаф для документов - 1 шт. Техническое оборудование: 15 ПК (19" монитор BenqE910, системный блок Intel G6950 2.8 Ghz - 1 шт., ОЗУ 2 Гб. - 1 шт., HDD 80 Гб - 1 шт.)

3. Библиотеки, читального зала: учебная парта - 28 шт., стул мягкий - 55 шт., стол компьютерный - 3 шт., кресло - 3 шт., доска передвижная маркерная - 1 шт., 3 ПК с выходом в Интернет, настенный экран 490x210, навесной проектор BenqMP723, ноутбук Lenovo S205, акустическая система SvenMS-970

3.2 Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет ресурсов, дополнительной литературы:

Электронные информационные ресурсы:

1. Аносов В.Н. Элементы автоматики и построение систем управления технологическими процессами на их основе : учебно-методическое пособие /

2. В.Н. Аносов, В.М. Кавешников, В.А. Гуревич. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020. -<http://www.iprbookshop.ru/45458.html>

3. Сажин С.Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред: учебное пособие.- СПб.: Лань, 2022. - <https://e.lanbook.com/book/3552>

4. Сажин С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров: учебник.- СПб.:Лань, 2024:<https://e.lanbook.com/book/50683>

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
- Умения: - Выбирать тип контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (далее - КИПиА) под задачи производства и аргументировать свой выбор; - Регулировать параметры технологического процесса по показаниям КИПиА вручную и дистанционно с использованием	Правильное выполнение практических работ в соответствии с заданием, полнота ответов на вопросы, точная формулировка определений Не менее 40% правильных ответов	Текущий контроль: входной контроль; контрольные срезы; устный опрос; оценка работы на лабораторных работах; оценка работы на практических занятиях; Промежуточный контроль: компьютерное

средств автоматизации; - снимать показания КИПиА и оценивать достоверность информации. - Знания: - классификацию, виды, назначение и основные характеристики типовых контрольно-измерительных приборов, автоматических и сигнальных устройств по месту их установки, устройству и принципу действия; - общие сведения об автоматизированных системах управления (АСУ) и системах автоматического управления (САУ); - основные понятия автоматизированной обработки информации; - основы измерения, регулирования, контроля и автоматического управления параметрами технологического процесса; принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами, типовые системы автоматического регулирования технологических процессов; - систему автоматической противоаварийной защиты, применяемой на производстве; - состояние и перспективы развития автоматизации технологических процессов, - сигнальных устройств по месту их установки, устройству и принципу действия; - общие сведения об автоматизированных системах управления (АСУ) и системах автоматического управления (САУ); - основные понятия автоматизированной обработки информации; - основы измерения, регулирования, контроля и автоматического управления параметрами технологического процесса;	Правильность и полнота ответа, логичность изложения материала точность формулировок, правильность оформления, аргументированность выводов	тестирование по пройденным темам; Итоговый контроль: экзамен
--	--	---

- принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами, типовые системы автоматического регулирования технологических процессов; - систему автоматической противоаварийной защиты, применяемой на производстве; - состояние и перспективы развития автоматизации технологических процессов		
--	--	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
по учебной дисциплине

МДК.04.01 Промышленная безопасность

программы подготовки специалистов среднего звена

18.02.09 Переработка нефти и газа

Форма обучения очная

Находка 2026

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине МДК 04.01 Промышленная безопасность разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.11.2020 № 646, примерной образовательной программой.

Разработчик(и): В.В. Куликова, преподаватель

Рассмотрено и одобрено на заседании предметной цикловой комиссии филиала ФГБОУ ВО «ВВГУ» в г. Находке

Протокол № 10 от «29» июня 2026 г.
Председатель ПЦК



В.В. Плахотина

1 Общие положения

Фонд оценочных средств (далее – ФОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины МДК 04.01 Промышленная безопасность.

ФОС включают в себя контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине, которая проводится в форме дифференцированного зачёта / экзамена (с использованием оценочного средства - устный опрос в форме ответов на вопросы билетов, устный опрос в форме собеседования, выполнение письменных заданий, тестирование и т.д.)

2 Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие результаты освоения образовательной программы

Код ОК, ПК	Код результата обучения	Наименование результата обучения
ОК 01	31	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 02	32	номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности приемы структурирования информации формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств
ОК 03.	33	содержание актуальной нормативно-правовой документации современная научная и профессиональная терминология возможные траектории профессионального развития и самообразования основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности правила разработки бизнес-планов порядок выстраивания презентации кредитные банковские продукты
ОК 04.	34	психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности основы проектной деятельности
ОК 05.	35	особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов и построения устных сообщений
ОК 06.	36	сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей значимость профессиональной деятельности по специальности стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения
ОК 07.	37	методы определения показателей качества объектов различного происхождения (в том числе воды, газовых смесей, топлив, органических и неорганических продуктов).
ОК 08.	38	роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека основы здорового образа жизни условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для специальности средства профилактики перенапряжения

ОК 09.	39	актуальные источники информации в сфере науки, способы проверки легитимности источников в сети; профессиональную терминологию на государственном и иностранном языке.
ПК 4.1	310	перечень минимально необходимых средств контроля и регулирования, при отказе которых необходима аварийная остановка производственного объекта
ПК 4.2	311	правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением; правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов; технологический процесс и технологическую схему производственного объекта
ПК 4.3	312	общие правила взрывобезопасности для взрыво- и пожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств; характеристику опасных факторов производства; защиту технологических процессов и оборудования от аварий и защиту работающих от травмирования; требования охраны труда на производственном объекте
ОК 01	У1	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составлять план действия, определять необходимые ресурсы, владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовывать составленный план, оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)
ОК 02	У2	определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач
ОК 03.	У3	определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности применять современную научную профессиональную терминологию определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; оформлять бизнес-план рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности презентовать бизнес-идею определять источники

		финансирования
ОК 04.	У4	организовывать работу коллектива и команды взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности
ОК 05.	У5	грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе
ОК 06.	У6	описывать значимость своей специальности применять стандарты антикоррупционного поведения
ОК 07.	У7	проводить статистическую обработку результатов и оценку основных метрологических характеристик; находить причину несоответствия анализируемого объекта требованиям нормативных документов; проводить внутри лабораторный контроль
ОК 08.	У8	использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной специальности
ОК 09.	У9	применять специальное программное обеспечение.
ПК 4.1	У10	анализировать причины отказа, повреждения технических устройств и принимать меры по их устранению
ПК 4.2	У11	анализировать причины отклонения от режима технологического процесса и принимать меры по их устранению
ПК 4.3	У12	выполнение положения федеральных законов, нормативных правовых актов Российской Федерации и иных нормативных технических документов при проведении работ на опасном производственном объекте; пользоваться средствами индивидуальной и коллективной защиты; разрабатывать меры по предупреждению инцидентов и аварий на технологическом блоке

3. Описание процедуры оценивания

Результаты обучения по дисциплине, уровень сформированности компетенций оцениваются по четырём бальной шкале оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Текущая аттестация по дисциплине проводится с целью систематической проверки достижений обучающихся. Объектами оценивания являются: степень усвоения теоретических знаний, уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, качество выполнения самостоятельной работы, учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине).

При проведении промежуточной аттестации оценивается достижение студентом запланированных по дисциплине результатов обучения, обеспечивающих результаты освоения образовательной программы в целом.

4. Критерии оценивания

Критерии оценивания устного ответа

(оценочные средства: *ответы на вопросы*)

5 баллов - ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

4 балла - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

3 балла – ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

2 балла – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Критерии оценивания практической работы

5 баллов - студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Тема раскрыта полностью, выводы обоснованы. Приведены данные литературы, информация нормативно-правового характера. Студент владеет навыком самостоятельной работы по заданной теме; методами и приемами анализа теоретических и/или практических навыков изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

4 балла - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при вычислениях и описании методик. Метод расчета выбран верно, но допущены ошибки. Не все выводы сделаны и/или обоснованы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием темы, нет.

3 балла – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных формул и понятий в теме понимает базовые основы и теоретическое обоснование методики расчета. Решения выполнены не точно. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы.

2 балла – студент не ориентируется в методах расчета, формулах, законах. Не может работать с нормативными документами и справочной литературой. Ответы не точны.

Критерии оценивания тестового задания

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
--------	---------	--------	-------------------	---------------------

Количество правильных ответов	91 % и $\geq$	от 81% до 90,9 %	не менее 70%	менее 70%
-------------------------------	---------------	------------------	--------------	-----------

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

(оценочные средства: устный опрос в форме ответов на вопросы билетов)

Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенций
«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на продвинутом уровне: обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на базовом уровне: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на пороговом уровне: имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на уровне ниже порогового: выявляется полное или практически полное отсутствие знаний значительной части программного материала, студент допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, умения и навыки не сформированы.

5. Примеры оценочных средств для проведения текущей аттестации

5.1 Вопросы для собеседования (устного опроса)

Собеседование проводится устно, специального оборудования не требуется.

1. Что такое гидростатическое давление?
2. Перечислите приборы для измерения давления?
3. Как работают пьезометры?
4. Объясните принцип работы манометров?
5. Что изучает гидродинамика?
6. Какими гидравлическими характеристиками обладает поток жидкости?

7. Приведите пример турбулентного режима.
8. Перечислите виды гидравлических потерь.
9. Чем отличаются гидравлически гладкие трубы от шероховатых?
10. Что понимается под эквивалентной шероховатостью?
11. Как классифицируются фильтры?
12. На какие группы подразделяются центрифуги?
13. На какие группы подразделяются сепараторы?
14. Перечислите оборудование, применяемое для очистки газов?
15. Какие аппараты называются теплообменниками?
16. Назовите типы теплообменников.
17. Какие требования нужно учитывать при выборе теплообменников?
18. Где применяются барометрические конденсаторы? Как они устроены?
19. Каковы назначение и принцип работы трубчатых печей?
20. Назовите основные показатели работы печей.

5.2 Примеры тестовых заданий

Вариант I

1. Какие из этих законы изучает гидростатика:
 - 1) законы движущейся жидкости
 - 2) законы покоя и равновесия жидкости
2. Для каких измерений служит пьезометр открытого типа:
 - 1) для измерений избыточного давления
 - 2) для измерений абсолютного давления
3. Движение жидкости по полностью заполненным трубам с избыточным давлением называют:
 - 1) безнапорным движением
 - 2) равномерным движением
 - 3) напорным движением
4. Прибором для измерения расхода является:
 - 1) вискозиметр Энглера
 - 2) ареометр
 - 3) водометр Вентури
5. Назовите режим движения струек жидкости параллельно друг другу и оси потока:
 - 1) турбулентный режим
 - 2) ламинарный режим
6. С какой целью используется последовательная схема включения насосов:
 - 1) для увеличения расхода
 - 2) для увеличения напора
7. Как зависят потери напора на трение по длине трубопровода от скорости потока:
 - 1) чем больше скорость потока, тем больше линейные потери

2) чем меньше скорость, тем больше линейные потери

8. Для какого типа теплообменных аппаратов разность температур теплоносителей, а также

корпуса и трубок не должна превышать 50°C :

- 1) с линзовым компенсатором на корпусе
- 2) жесткого типа
- 3) с плавающей головкой

9. В аппаратах, какого типа можно осуществить чистый противоток:

- 1) с плавающей головкой
- 2) труба в трубе
- 3) с U – образными трубками

10. Назовите причины, ограничивающие высокую степень сжатия в одноступенчатом компрессоре:

- 1) увеличение энергозатрат на работу сжатия
- 2) возможность воспламенения смазки из-за повышения температуры газа
- 3) увеличение толщины стенки (металлоемкости) цилиндра
- 4) уменьшение производительности из-за газа мертвого пространства

Вариант II

1. Какие законы изучает гидродинамика:

- 1) законы покоя и равновесия жидкости
- 2) законы движущейся жидкости

2. Физической атмосферой называют:

- 1) давление, близкое к атмосферному
- 2) давление, измеряемое над уровнем моря

3. Назовите мероприятия по предотвращению гидравлического удара:

- 1) установка на трубопроводах кранов
- 2) быстрое закрытие арматуры
- 3) медленное закрытие арматуры
- 4) установка воздушных колпаков

4. В каком направлении действует гидростатическое давление:

- 1) по внутренней нормали к площадке, на которую оно действует
- 2) по внешней нормали, т.е. не внутрь рассматриваемого объема, а наружу

5. Какие теплоносители пропускают по трубному пространству теплообменных аппаратов:

- 1) с большим коэффициентом теплоотдачи
- 2) с меньшим коэффициентом теплоотдачи

6. Что обеспечивает спиральная форма камеры насоса:

- 1) преобразование потенциальной энергии в кинетическую

- 2) преобразование кинетической энергии в потенциальную
7. При каком способе размещения труб в трубных решетках теплообменных аппаратов достигается относительно высокая теплопередача:
- 1) по сторонам правильных шестиугольников
 - 2) квадратов
 - 3) по концентрическим окружностям
8. В каких случаях возникает кавитация при движении жидкости в трубопроводах:
- 1) когда давление потока в каких-либо местах становится ниже давления насыщения при данной температуре
 - 2) когда давление потока в каких – либо местах становится выше давления насыщения при данной температуре
9. При каких условиях возможно существование турбулентного режима:
- 1) если преобладают силы инерции
 - 2) если преобладают силы вязкости
10. Какие трубопроводы называют простыми:
- 1) с одинаковым расходом на всем пути движения жидкости
 - 2) с различным расходом по пути движения жидкости

Вариант III

1. Назовите приборы для определения удельного веса и плотности жидкости:
- 1) вискозиметр Энглера
 - 2) ареометр
 - 3) пикнометр
2. Назовите давление близкое к атмосферному:
- 1) бар
 - 2) техническая атмосфера
 - 3) физическая атмосфера
3. Какие насосы могут работать только в том случае, когда его внутренняя полость заполнена перекачиваемой жидкостью:
- 1) поршневые
 - 2) центробежные
4. Укажите единицу измерения давления в системе «СИ»:
- 1) н/м^2
 - 2) кг/м^2
 - 3) кг/см^2
5. Какие насадки применяют для получения больших выходных скоростей, увеличения силы удара и дальности полета струи жидкости:
- 1) конические сходящиеся насадки
 - 2) конические расходящиеся насадки

6. Укажите способ теплообмена в камере сгорания трубчатой печи:
- 1) за счет соприкосновения дымовых газов с поверхностью нагрева
 - 2) за счет излучения нагретых продуктов сгорания
7. При каких условиях возможно существование ламинарного режима движения жидкости:
- 1) если преобладают силы инерции
 - 2) если преобладают силы вязкости
8. Под действием каких сил жидкость находится в состоянии покоя и равновесия:
- 1) сжимающих
 - 2) касательных
 - 3) растягивающих
9. Как зависит тепловой поток по закону теплопроводности Фурье от толщины стенки:
- 1) прямопропорционален толщине стенки
 - 2) обратнопропорционален толщине стенки
10. Как строится суммарная характеристика насосной установки при последовательной схеме включения насосов:
- 1) путем сложения характеристик насосов по абсциссам
 - 2) путем сложения характеристик насосов по ординатам

6 Вопросы к экзамену

6.1

1. Классификация насосов. Основные параметры насоса: подача, напор, потребляемая мощность, КПД.
2. Классификация компрессорных машин.
3. Термодинамические основы работы компрессоров.
4. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
5. Сущность процесса отстаивания.
6. Очистка газов. Устройство и принцип работы пылеосадительной камеры.
7. Устройство и принцип работы полого и насадочного скрубберов.
8. Физические основы фильтрования (понятия: фильтрата, осадка; типы фильтрующих перегородок и требования, предъявляемые к ним; типы образующихся осадков; виды фильтрования и их характеристика).
9. Классификация конструкций фильтров.
10. Принцип разделения неоднородных систем в электрофильтрах.
11. Разделение неоднородных систем под действием центробежной силы. Скорость осаждения под действием центробежной силы.
12. Конструкции циклонов. Преимущества и недостатки циклонов.
13. Центрифугирование. Классификация центрифуг. Фактор разделения. Принцип работы отстойных центрифуг.

Ключи к ФОС по дисциплине «Промышленная безопасность»

5.1 Вопросы для собеседования (устного опроса).

1. Суммарное давление, обусловленное весом столба жидкости и давлением поршня
2. Манометры – для измерения избыточного давления.
3. Вакуумметры–для измерения вакуумметрического давления (вакуума). Мановакуумметры – для измерения вакуумметрического и избыточного давлений. Барометры – для измерения атмосферного давления
4. Преобразует давление воды в частотный сигнал с помощью диафрагмы и натянутой стальной проволоки. Изменение давления на диафрагму вызывает изменение натяжения проволоки.
5. Принцип работы манометра основан на законе Паскаля, который утверждает, что давление, создаваемое на жидкость или газ, распространяется равномерно во всех направлениях. Манометр определяет давление, измеряя силу, которую оказывает жидкость или газ на его измерительный элемент.
6. Гидродинамика — раздел физики сплошных сред и гидроаэродинамики, изучающий движение идеальных и реальных жидкостей и газа, и их силовое взаимодействие с твёрдыми телами.
7. Величины, которые несут основную информацию о потоке подземных вод и полностью его определяют, — мощность, ширина, пьезометрический напор, напорный градиент или гидравлический уклон, направление движения потока, скорость фильтрации и расход.
8. Течение воды в реках и каналах, системах отопления и водоснабжения, центробежных насосах и турбинах. Турбулентный режим наблюдается в трубах, по которым движутся бензин, керосин, спирты, кислоты и другие маловязкие жидкости.
9. Потери на трение по длине — возникают при равномерном течении, в чистом виде — в прямых трубах постоянного сечения, они пропорциональны длине трубы.
10. Шероховатость внутренней поверхности труб может быть различной. Помимо выступов с неодинаковыми размерами и формой может быть и регулярная шероховатость обусловленная технологией. В качестве характеристики шероховатости выбирают среднюю высоту выступов шероховатости. Соотношение между высотой выступов шероховатости и толщиной вязкого подслоя определяет структуру потока.
11. Под эквивалентной равнозернистой шероховатостью понимают такую высоту выступа шероховатости, которая создает сопротивление, равное действительному сопротивлению испытываемого трубопровода.
12. Фильтры можно отнести к одной из двух категорий: пассивные или активные . Пассивные фильтры включают в себя только пассивные компоненты — резисторы, конденсаторы и индукторы. Напротив, активные фильтры используют активные компоненты, такие как операционные усилители, в дополнение к резисторам и конденсаторам, но не индукторы.
13. Виды и классификация центрифуг: общелабораторные, учебные, специализированные.
14. Основные виды сепараторов такие:
 - по форме (цилиндрические и сферические);
 - по размещению (горизонтальные, вертикальные);
 - по количеству фаз (2-х и 3-х фазные);
 - по давлению (до 0,6 Мпа, 0,6-2,5 Мпа, более 2,5 Мпа);

по основной действующей силе (гравитационные, центробежные, инерционные, гидроротационные).

15. Наиболее распространенными установками для сухой очистки газообразных выбросов являются:

- циклоны;
- электрофильтры;
- фильтры рукавные;
- фильтры картриджные.

15. Теплообменник – это аппарат, в котором одна среда с более высокой температурой передаёт тепловую энергию другой, более холодной среде.

16. Теплообменники делятся на несколько типов в зависимости от конструкции и области применения:

Трубчатые. Простейшая и одна из первых схем, в которой две трубы разных диаметров коаксиально расположены одна в другой.

Пластинчатые.

Пластинчато-ребристые.

Погружные (змеевиковые).

Спиральные.

17. Ключевыми характеристиками теплообменника, независимо от его типа, считаются:

- Рабочее давление и температура теплоносителя. Чем выше данные параметры, тем выше цена оборудования.
- Площадь поверхности теплообмена.
- Требуемая мощность теплообменника. ...
- Расход теплоносителя, рабочей среды.

18. Барометрический конденсатор используется для конденсации паров и охлаждения воздуха перед вакуум-насосом при работе с газовыми и воздушными потоками с температурой более + 55 °С. Конденсаторы, как и лейденская банка, состоят из слоев электропроводящего материала (например, металлической фольги), разделенных слоями изолирующего материала – диэлектрика. Если к слоям конденсатора приложить электрическое напряжение, пластины накопят электрический заряд: одна положительный, другая отрицательный.

19. Трубчатые печи – аппараты для высокотемпературного (свыше 230 °С) нагрева, испарения и перегрева технологических сред (жидких и газообразных), а также для осуществления деструктивных превращений сырья за счет теплоты, выделяющейся при сжигании различных видов топлива в камере печи. Действие печи основано на распространении огня сверху вниз. Топливо поджигается в верхней части, благодаря использованию воздухоподводящей трубы. При горении газы отсасываются через дымоход. Контроль подачи воздуха осуществляется заслонкой: процесс горения трансформируется в тление.

20. Каждая трубчатая печь характеризуется тремя основными показателями: – производительностью, – полезной тепловой нагрузкой, – коэффициентом полезного действия.

5.2 Примеры тестовых заданий

Номер варианта	Номера вопросов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

I	2	1	3	3	2	2	1	2	3	2,4
II	2	2	3,4	1	1	2	1	1	1	1
III	2,3	1	2	1	1	2	2	1	2	2

Ключи оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

6.1 Ответы на вопросы к экзамену

1. Различают насосы простого или двойного действия, горизонтальные или вертикальные, радиальные или аксиальные, клапанные, крыльчатые, дисковые, плунжерные многоступенчатые с рычажным, кулачковым приводом или с качающимся приводным диском, а также прямодействующие. К основным параметрам насосов относятся три величины. Это производительность, напор и мощность. нагнетательную линию в единицу времени. Измеряется м³/с [СИ], м³/час, млн.

2. Классификация компрессоров: типы, виды, описание

Винтовые компрессоры

Компрессоры поршневые воздушные

Дизельные компрессоры

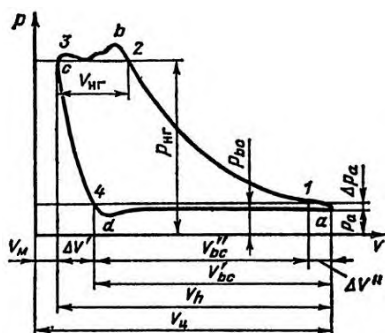
Бензиновые компрессоры

Компрессоры высокого давления

Спиральные компрессоры.

3. Воздух нагревается в процессе повышения давления и высоких скоростях потока воздуха, участвующих в сжатии. Часто в воздушном компрессоре остается тепло, известное как теплота сжатия..

4. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора — это графическое представление цикла работы компрессора, на котором отражено изменение давления (отложено на вертикальной оси Y) и объема (отложено на горизонтальной оси X) газа в цилиндре во время цикла работы.



5. Метод удаления взвешенных (коллоидных) частиц под воздействием гравитационных сил. При этом более легкие загрязнения всплывают на поверхность, а тяжелые — опускаются на дно.

6. Для предварительной очистки газов служат пылеосадительные камеры, в основу работы которых положено действие на пылевые частицы силы тяжести. Чем дольше находится пыль в этой камере, тем выше её эффективность. Принцип действия пылеосадительной камеры заключается в том, что внутри данной установки газ движется настолько медленно, что загрязняющие частицы успевают осесть в результате действия силы тяжести. Чем меньше высота камеры, тем быстрее осаждаются частицы.

7. В скрубберах с насадочным слоем поток газа вынужден следовать по окружному пути через насадочный материал, на который воздействует большая часть РМ. Жидкость на насадочном материале собирает РМ и стекает вниз по камере к сливу в нижней части башни. Полые скрубберы, как следует из названия, не содержат в рабочей камере никаких вспомогательных тел, элементов. К безнасадочным абсорберам традиционно относят мокрые орошаемые циклоны и скоростные инжекторные абсорберы.

8. Фильтрующие перегородки предназначены для создания больших поверхностей для фильтрации приточного или вытяжного воздуха. Например, в приточных промышленных камерах, в цехах окраски, газотурбинных станциях, в автомобилестроении и т. п. Фильтрация осадка является эффективным методом снижения мутности воды, вызванной наличием

взвешенных твердых частиц, таких как песок, ил или глина. Фильтры осадка также обычно используются в сочетании с другими процессами, такими как фильтрация активированным углем, аэрация, озонирование или хлорирование. Перегородки — стены, предназначенные для разделения здания в пределах этажей на отдельные помещения. Основными требованиями, предъявляемыми к перегородкам, являются: экономичность (в том числе малая толщина и небольшой вес), прочность, устойчивость, звукоизоляция, влагостойкость, гигиеничность и пожароустойчивость.

9. По размерам эффективно улавливаемых пылевых частиц в европейских стандартах фильтры делятся на три класса: фильтры грубой, тонкой и особо тонкой очистки. При грубой очистке задерживаются частицы величиной 10 мкм и более, при тонкой — 1 мкм и более, при особо тонкой — частицы меньших размеров, вплоть до 0,1 мкм.

10. Применяются следующие методы разделения неоднородных систем: осаждение, фильтрование, центрифугирование, мокрое разделение.

Осаждение - происходит под действием сил тяжести или сил инерции, электростатических или звуковых волн. Осаждение под действием силы тяжести называется отстаиванием.

Фильтрование - процесс разделения с помощью пористой перегородки, способной пропускать жидкость и газ, но задерживать взвешенные в среде твердые частицы,

Центрифугирование - процесс разделения суспензий и эмульсий в поле центробежных сил.

Мокрое разделение - процесс улавливания взвешенных в газе частиц какой-либо жидкостью (скрубберы).

Действие электрофильтра основано на ионизации газа, т.е. расщепление его молекул на положительно и отрицательно заряженные ионы.

11. Под центрифугированием понимают процесс разделения неоднородных систем (эмульсий и суспензий) в поле центробежных сил с использованием сплошных или проницаемых для жидкости перегородок. Процессы центрифугирования проводятся в машинах, называемых центрифугами. Для разделения неоднородных систем применяются два принципиально различных метода: осаждение и фильтрование. Под скоростью осаждения понимается скорость падения частицы вещества в однородной жидкости. Многофазовые смеси (твердая/жидкость, жидкость/жидкая) могут разделяться механическим способом под воздействием силы гравитации (осаждение).

12. Циклон использует энергию, полученную от давления жидкости, для создания вращательного движения жидкости. Это вращательное движение заставляет взвешенные в жидкости материалы быстро отделяться друг от друга или от жидкости из-за центробежной силы. Достоинством является низкое и постоянное гидравлическое сопротивление, из-за отсутствия сменных фильтров и картриджей. Недостатками являются невозможность улавливания пыли с малым размером частиц и небольшая долговечность (особенно при очистке газов от пыли с высокими абразивными свойствами).

13. Центрифугирование — разделение неоднородных систем (например, жидкость — твердые частицы) на фракции по плотности при помощи центробежных сил. Центрифугирование осуществляется в аппаратах, называемых центрифугами. Существует два типа центрифугирования для разделения частиц: дифференциальное центрифугирование и центрифугирование в градиенте плотности. Центрифугирование в градиенте плотности можно далее разделить на скоростно-зональное и изопикническое центрифугирование. G-фактор показывает, во сколько раз увеличивается вес (или же сила толчков) материала и жидкости по отношению к стенкам барабана во время центрифугирования. Чем выше сила толчков, тем эффективнее происходит экстракция жидкости из ткани. Принцип работы отстойной центрифуги: в отстойнике частицы вещества находятся под воздействием силы тяжести и скорость их осаждения является постоянной. В центрифугах же частица, удаляясь от центра, испытывает действие больших центробежных сил и вследствие этого все время ускоряется.