

Министерство образования и науки Пермского края  
ГБПОУ «Уральский химико-технологический колледж»

**ПМ.01 Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования**

Методические указания для обучающихся заочно отделения  
среднего профессионального образования по специальности

18.02.06 Химическая технология органических веществ

Губаха, 2023г

Рассмотрено и одобрено	Утверждаю	Печатается по решению
на заседании ПЦК УГС 18.00.00, 15.00.00	Зам. директора по УР	Методического совета УХТК
Протокол №__ от "___" _____ 2023г.	"___" _____ 2023г.	Протокол №__ от "___" _____ 2023г.
Председатель ПЦК УГС 18.00.00, 15.00.00 _____ Шипулина Е.М.	_____ Галимова Ю.А.	Председатель МС

ПМ.01 Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования [Текст]:  
Методические указания для обучающихся заочно отделения среднего профессионального образования по специальности 18.02.06 Химическая технология органических веществ / Сост. Е.М. Шипулина – Губаха: УХТК, 2023 – 18с

Организация-разработчик: Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Уральский химико–технологический колледж»

Разработчик: Шипулина Елена Михайловна, преподаватель ГБПОУ «УХТК», высшая квалификационная категория

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
1. Тематический план и содержание ПМ 01	5
2. Методические рекомендации по выполнению и оформлению контрольной работы	8
3. Методические указания по изучению учебного материала	11
4. Вопросы для самоподготовки к экзамену по ПМ 01	14
Список используемых источников	18

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания составлены на основе рабочей программы ПМ.01 Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования МДК 01.01 Основы технического обслуживания промышленного оборудования, которая является частью рабочей основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 18.02.06 Химическая технология органических веществ в части освоения основного вида профессиональной деятельности и освоения соответствующих профессиональных компетенций:

ПК 1.1. Подготавливать оборудование к безопасному пуску, выводу на технологический режим и остановке.

ПК 1.2. Контролировать работу основного и вспомогательного оборудования, технологических линий, коммуникаций и средств автоматизации.

ПК 1.3. Обеспечивать безопасную эксплуатацию оборудования при ведении технологического процесса.

ПК 1.4. Подготавливать оборудование к проведению ремонтных работ

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

### **иметь практический опыт:**

ПО 1 Подготовки оборудования к безопасному пуску и ремонту, выводу его на технологический режим.

ПО 2 Безопасная эксплуатация при ведении технологического процесса.

### **уметь:**

У 1 Подготавливать оборудование к ремонтным работам и техническому освидетельствованию.

У 2 Принимать оборудование из ремонта.

У 3 Производить пуск оборудования после всех видов ремонта.

У 4 Обслуживать основное и вспомогательное оборудование, соблюдая требования охраны труда и промышленной безопасности.

У 5 Предупреждать и выявлять неисправности в работе.

### **знать:**

З 1 Нормативные документы по подготовке оборудования к ремонту и приему его из ремонта.

З 2 Правила оформления нормативных документов на проведение различных видов ремонтных работ.

З 3 Правила пуска оборудования после ремонта.

3 4 Основные типы, конструктивные особенности и принцип работы основного и сопутствующего оборудования для проведения технологического процесса.

Текущий контроль и оценка результатов освоения курса ПМ 01 Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования осуществляется преподавателем в процессе проведения и защиты практических работ, тестирования, письменного или устного опроса.

Промежуточная аттестация и оценка результатов освоения курса осуществляется преподавателем в процессе выполнения и защиты обучающимися контрольных работ, экзамена.

## 1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### ПМ.01 ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

<b>Наименование разделов и тем</b>	
<b>Раздел № 1</b> Общие сведения о химическом оборудовании	
<b>Тема 1.1</b> Классификация химического оборудования	
1	Машины и аппараты. Универсальное, специализированное и специальное оборудование. Подготовительное, основное, вспомогательное оборудование
2	Группы машин, используемые в химической промышленности. Аппараты поверхностного и объемного типа. Аппараты гидромеханических, тепловых, массообменных процессов. Виды реакторов
<b>Тема 1.2</b> Требования, предъявляемые к химическому оборудованию	
1	Технологические требования
2	Конструктивные требования
<b>Тема 1.3</b> Коррозия металлов и сплавов	
1	Виды коррозии
2	Виды коррозионных разрушений металлов и сплавов
3	Коррозионная устойчивость металлов и сплавов
<b>Тема 1.4</b> Материалы для изготовления химической аппаратуры	
1	Маркировка, область применения металлов и сплавов
2	Неорганические коррозионноустойчивые материалы. Конструкционные материалы на органической основе. Коррозионная устойчивость различных металлов
3	Способы защиты металлов и сплавов от коррозии
<b>Тема 1.5</b> Компоновка оборудования	
1	Расположение оборудования на открытых площадках
2	Расположение оборудования в здании
3	Требования, предъявляемые к монтажу и установке химического оборудования. Механизация трудоемких работ. Выбор средств механизации
<b>Раздел № 2</b> Конструирование и расчет основных узлов и деталей химического оборудования	
<b>Тема 2.1</b> Теоретические основы расчета на прочность сосудов и аппаратов	
1	Виды нагрузок. Краевые и распорные силы. Выбор исходных данных для расчета
2	Расчет основных деталей химической аппаратуры на прочность
<b>Практическая работа № 1</b> Конструирование и расчет обечаек	

<b>Практическая работа № 2</b> Днища и крышки аппаратов, их выбор	
<b>Практическая работа № 3</b> Фланцевые соединения, прокладки и крепежные детали, их выбор	
<b>Практическая работа № 4</b> Опоры химических аппаратов и их выбор	
<b>Практическая работа № 5</b> Расчет обечаек на ветровую нагрузку	
<b>Раздел № 3</b> Технологическое оборудование	
<b>Тема 3.1</b> Дробильно-размольное оборудование	
1	Классификация дробильных машин. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки щековых дробилок. Технологические параметры, эксплуатация щековых дробилок
2	Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки конусных дробилок. Технологические параметры, эксплуатация конусных дробилок
3	Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки валковых дробилок. Технологические параметры, эксплуатация валковых дробилок
4	Дробилки ударного действия. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки дробилок. Технологические параметры, эксплуатация дробилок
5	Классификация барабанных мельниц.
6	Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки мельниц. Технологические параметры, эксплуатация мельниц
7	Классификация и конструкции грохотов. Технологические параметры, эксплуатация грохотов. Гидравлическая классификация. Устройство, принцип действия классификаторов
<b>Практическая работа № 6</b> Определение производительности мельниц	
<b>Тема 3.2</b> Теплообменные аппараты и устройства	
1	Основные принципы конструирования теплообменных аппаратов. Классификация поверхностных теплообменников
2	Классификация кожухотрубчатых теплообменников. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки кожухотрубчатых теплообменников
3	Основные элементы кожухотрубчатых теплообменников. Способы размещения труб в теплообменниках. Закрепление труб в трубных решетках. Способы компенсаций температурных деформаций
4	Элементарные, витые и погружные теплообменники. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки
5	Оросительные, ребристые и спиральные теплообменники. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки
6	Пластинчатые теплообменники. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки
7	Теплообменные устройства реакционных аппаратов. Теплообменники воздушного охлаждения и смешения.
8	Методика расчета теплообменных аппаратов. Теплотехнический, гидравлический и механический расчеты теплообменных аппаратов
<b>Практическая работа № 7</b> Расчет кожухотрубчатого теплообменника	
<b>Тема 3.3</b> Аппараты для разделения неоднородных систем	
1	Аппараты для разделения систем газ-жидкость, газ-твердое. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки, эксплуатация. Циклоны, фильтры
2	Методика расчета фильтров
3	Аппараты для разделения систем жидкость-твердое. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки эксплуатация. Отстойники (сгустители), центрифуги
4	Методика расчета центрифуг
<b>Практическая работа № 8</b> Расчет отстойников	
<b>Практическая работа № 9</b> Расчет циклонов	

<b>Тема 3.4</b> Аппараты высокого давления	
1	Устройство и изготовление корпусов аппаратов. Основные типы корпусов сосудов высокого давления
2	Основные элементы сосудов и аппаратов высокого давления
3	Баллоны, классификация, устройство, вентили, окраска, испытания
4	Затворы и уплотнения аппаратов высокого давления
5	Опоры аппаратов и их выбор
6	Безопасное обслуживание аппаратов высокого давления
<b>Практическая работа № 10</b> Расчет аппаратов высокого давления	
<b>Тема 3.5</b> Колонные и башенные аппараты	
1	Классификация колонных и башенных аппаратов
2	Тарельчатые колонны
3	Виды тарелок, способы крепления колпачков к тарелке
4	Насадочные колонны, насадочные элементы (насадки)
5	Оросительные устройства. Оросители
6	Колонны специальных типов
7	Расчет колонных аппаратов. Расчет корпуса колонны
8	Конструирование и расчет опор колонных аппаратов
<b>Практическая работа № 11</b> Расчет ректификационной колонны	
<b>Тема 3.6</b> Аппараты для сушки материалов	
1	Классификация сушилок, способы сушки
2	Сушилки с псевдооживленным (кипящим) слоем
3	Барабанные сушилки
4	Выбор сушильного агента
<b>Практическая работа № 12</b> Расчет барабанной сушилки	
<b>Практическая работа № 13</b> Расчет сушилок «КС»	
<b>Раздел № 4</b> Реакционная аппаратура	
<b>Тема 4.1</b> Аппараты для контактно-каталитических и высокотемпературных процессов в газовой фазе	
1	Классификация реакционных аппаратов
2	Контактные аппараты с неподвижным слоем катализатора
3	Контактные аппараты с псевдооживленным катализатором
4	Аппаратура для высокотемпературных процессов
<b>Тема 4.2</b> Емкостная реакционная аппаратура	
1	Основные типы емкостных реакционных аппаратов
2	Перемешивающие устройства
3	Приводы мешалок
4	Уплотнения вращающихся валов
5	Аппараты с герметичным приводом
<b>Практическая работа № 14</b> Расчет мощности привода перемешивающего устройства	
<b>Тема 4.3</b> Резервуары и вспомогательная емкостная аппаратура	
1	Классификация резервуаров
2	Вспомогательная емкостная аппаратура
3	Напорные баки, мерники
4	Разделительные сосуды
<b>Практическая работа № 15</b> Расчет резервуара на прочность	
<b>Раздел № 5</b> Общезаводское оборудование	
<b>Тема 5.1</b> Трубопроводы и арматура	
1	Трубы и детали трубопроводов
2	Соединения трубопроводов, фасонные части трубопроводов

3	Компенсаторы, опоры трубопроводов
4	Конструирование арматуры, классификация
5	Выбор и эксплуатация трубопроводной арматуры
<b>Тема 5.2</b> Машины и устройства для непрерывного транспорта, хранения и дозирования сыпучих материалов	
1	Классификация транспортирующих устройств
2	Ленточные конвейеры
3	Скребокковые конвейеры
4	Ковшовые элеваторы
5	Винтовые конвейеры
6	Установки пневмотранспорта
7	Бункера и затворы
8	Дозаторы сыпучих материалов
<b>Практическая работа № 16</b> Расчет устройств непрерывного транспорта	
<b>Тема 5.3</b> Машины для перемещения жидкостей и газов	
1	Насосы для химических установок, их выбор
2	Машины для сжатия и перемещения газов
<b>Практическая работа № 17</b> Расчет характеристик машин для перемещения жидкостей и газов	
<b>Раздел № 6</b> Требования, предъявляемые к техническому обслуживанию и ремонту химических установок	
<b>Тема 6.1</b> Система технического обслуживания и ремонта оборудования химических предприятий	
1	Техническое обслуживание
2	Планово-предупредительные ремонты
<b>Тема 6.2</b> Основные сведения по ТБ, противопожарным мероприятиям и охране труда	
1	Требования, предъявляемые к оборудованию и процессам химической технологии
2	Электрооборудование, взрывоопасные и пожароопасные установки
3	Вентиляция и ее выбор

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольная работа является основным видом учебной работы студентов заочной формы обучения. Написание домашней контрольной работы позволяет студенту самостоятельно изучить теоретический материал по профессиональному модулю ПМ.01 Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования.

Цель выполнения контрольной работы:

- закрепить и углубить теоретические знания, приобрести необходимые умения;

- развить умения пользоваться справочными таблицами различных химических величин для решения задач и уравнений;

- помочь практическому осмыслению разделов и тем дисциплины;



- помочь в овладении указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями.

Выполнение контрольной работы должно:

- дать представление о том, насколько глубоко студент усвоил теоретические положения профессионального модуля;

- показать, насколько умело студент способен использовать умения решать задачи, вести расчёты, обосновывать сущность технологического процесса производства и правила его регулирования, выбирать оптимальные условия ведения технологического процесса;

- отличаться чёткостью, аккуратностью, правильностью и полнотой выполнения заданий, разборчивым почерком, быть правильно оформленной и представленной в надлежащие сроки. По профессиональному модулю ПМ.01 Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования каждый студент выполняет вариант в соответствии с заданием и шифром.

Контрольная работа, выполненная не по своему шифру-варианту, не зачитывается и возвращается студенту. Для выбора варианта к контрольным заданиям прилагаются таблицы. Задание для контрольной работы включает в себя наиболее важные теоретические вопросы и технологические расчеты.

Контрольная работа должна быть выполнена аккуратно. Запрещается дословное списывание из учебника. Ответы на вопросы контрольной работы необходимо давать в том порядке, в каком они поставлены в задании. Ответы на поставленные вопросы должны быть конкретными и ясными.

При выполнении контрольной работы придерживайтесь следующих правил:

1. Работу необходимо выполнять в отдельной тетради, на обложке следует указать: фамилию, имя, отчество, шифр, наименование предмета, дату отправления и обратный адрес.

2. Работа должна быть написана разборчиво, аккуратно, без сокращений. Неграмотная, неряшливая работа возвращается студенту без проверки.

3. Работу пишут пастой синего цвета.

4. Каждое задание начинается с новой страницы, а в конце тетради оставьте несколько страниц для рецензии.

5. Текст задания необходимо переписывать полностью и дать на него полный обоснованный расчет. Он должен быть конкретный, без лишних подробностей.

6. Расчеты должны сопровождаться теоретическими обоснованиями и пояснениями. Необходимо овладеть небольшим числом рациональных формул, приведенных в методическом пособии. При решении каждой задачи

необходимо внимательно ознакомиться с решением типовых задач в данной методике и предлагаемой литературе.

Получив прорецензированную работу, студент должен выполнить работу над ошибками. Если работа выполнена неудовлетворительно, то студент выполняет её вторично (тот же вариант или новый по указанию преподавателя). Контрольные работы, выполненная не по своему варианту, преподавателем не рецензируются и не зачитываются. После выполнения контрольной работы с оценкой и замечаниями преподавателя студенту следует повторить недостаточно усвоенный материал, и исправить отмеченные ошибки. Все исправления следует выполнить не в тексте контрольной работы, а в конце тетради, указав номер задачи.

Выполнение контрольной работы должно быть не самоцелью, она является формой методической помощи студентам при изучении курса. Решение задач и ответы на теоретические вопросы должны быть короткими, но четко обоснованными, за исключением тех случаев, когда по существу вопроса такая мотивировка не требуется. При решении задач нужно приводить все математические преобразования, избирая простейший путь решения.

Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена, иметь поля. Писать надо четко и ясно. В работе номера и условия задачи следует переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании. Обязательно записываются условия заданий. Каждое задание прописывается с новой страницы. Решение задач необходимо сопровождать краткими и четкими пояснениями. Вычисление следует производить с необходимой точностью до двух знаков после запятой. При решении задач следует пользоваться Международной системой единиц СИ. Буквенные обозначения единиц измерения ставятся только после окончательного результата и в скобки не заключаются, например: 10кг; 380т; 660С, 298К. Схемы и графики должны выполняться карандашом с применением чертежных инструментов.

В конце работы следует привести список использованных источников, поставить дату её выполнения и свою разборчивую подпись. Контрольная работа предоставляется на проверку не позднее, чем за месяц до начала экзаменационной сессии.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

#### **Раздел 1. Химические аппараты и машины**

Требования к знаниям: материалы химического машиностроения, способы изготовления оборудования, емкостные аппараты под давлением, аппараты высокого давления, резервуары и вспомогательное оборудование к ним, конструктивные особенности колонных аппаратов, основные виды теплообменных и выпарных аппаратов, мешалки, аппараты для обработки твердых материалов, конструктивные узлы центрифуг. Требования к умениям: расчет цилиндрических оболочек аппаратов, расчет теплообменных аппаратов, расчет мешалок.

##### **Тема 1.1 Основы консультирования химических аппаратов и машин**

Основные требования к химическому оборудованию. Материалы химического машиностроения и способы изготовления аппаратуры. Аппараты периодического и непрерывного действия и основы их технологического расчета.

##### **Тема 1.2 Емкостные аппараты под давлением**

Емкостные аппараты под давлением (в т. ч. автоклавы), теплообменные элементы емкостных аппаратов: рубашки, рубашки с «вмятинами», приварные полутрубы. Требования, предъявляемые Госгортехнадзором, к устройству и безопасной эксплуатации сосудов под давлением.

Напряжение в стенках оболочек вращения. Краевые и распорные силы. Расчет цилиндрических оболочек на внутреннее давление. Определение допускаемых напряжений, коэффициента прочности сварного шва, прибавки на коррозию и разностенности листа. Расчет цилиндрических оболочек на наружное давление. Расчет «коротких» и «длинных» оболочек.

Типы днищ и крышек. Полушаровые, эллиптические, коробковые, конические и плоские днища и крышки. Расчет днищ и крышек на прочность. Фланцы и фланцевые соединения. Типы фланцев, приварные и свободные фланцы, прокладки. Материалы прокладок. Выбор прокладок для различных сред, температур и давлений. Крепежные детали фланцевых соединений. Расчет фланцевых соединений. Определение осевого усиления, толщины фланца и расчет болтов и шпилек. Штуцеры и бобышки. Смотровые окна. Укрепление отверстий на аппаратах под давлением. Люки и лазы аппаратов. Опоры вертикальных аппаратов, расчет опор.

##### **Тема 1.3 Аппараты высокого давления**

Типы и классификация аппаратов высокого давления. Кованные, ковано-сварные, штампосварные, оплетенные аппараты. Затворы и уплотнения аппаратов высокого давления. Самоуплотняющиеся затворы.

Прокладки (обтюраторы) аппаратов высокого давления. Штуцеры и электровводы аппаратов высокого давления. Напряжение в стенках толстостенных аппаратах. Требования техники безопасности к устройству и безопасной эксплуатации аппаратов высокого давления.

#### **Тема 1.4 Резервуары**

Классификация резервуаров: вертикальные, цилиндрические, горизонтальные, шаровые, каплевидные. Опоры горизонтальных резервуаров. Вспомогательное оборудование резервуаров. Газгольдеры с постоянным объемом и постоянным давлением. Емкостные аппараты без давления. Расчет вертикальных и горизонтальных цилиндрических резервуаров. Расчет прямоугольных резервуаров.

#### **Тема 1.5 Колонные аппараты**

Конструктивные особенности колонн различных типов. Крепление тарелок в колонны. Крепление колпачков на тарелке с тчатые тарелки. Специальные типы колонн. Кислотные башни. Оросительные устройства. Самотечные оросители: распределительные тарелки, оросительные желоба.

Разбрызгивающие оросители: форсунки, многотарельчатый дефлекторный ороситель, разбрызгивающие звездочки. Опоры колонных аппаратов. Расчет тарелок колонн на прочность. Расчет тарелок колонн на прочность. Расчет колосниковой решетки насадочных колонн. Расчет корпуса колон на прочность и устойчивость, определение весовых, ветровых и сейсмических нагрузок. Расчет опоры колонны. Требования техники безопасности.

#### **Тема 1.6 Теплообменные и выпарные аппараты**

Конструктивные особенности основных видов кожухотрубных теплообменников. Способы крепления труб в трубной решетке. Перегородки теплообменников. Способы соединения трубной решетки с кожухом и крышкой. Определение температурных напряжений в жестком теплообменнике. Расчет трубной решетки. Конструкции змеевиковых теплообменников: «труба в трубе», погруженных и оросительных. Конструкции спиральных и пластинчатых теплообменников. Блочные графитовые теплообменники. Особенности конструкции выпарных аппаратов. Сепараторы пара. Тепловая изоляция аппаратов. Требования техники безопасности.

#### **Тема 1.7 Мешалки**

Конструкция мешалок различных типов. Изготовление мешалок из металлических и неметаллических материалов. Мешалки, защищенные антикоррозионными покрытиями. Расчет мешалок на прочность. Приводы мешалок и стройки приводов Промежуточные подшипники и подпятники

мешалок. Сальники (осевые и торцовые). Герметичные приводы с экранированными электродвигателями. Требования техники безопасности.

### **Тема 1.8 Аппараты для обработки твердых металлов**

Аппараты с кипящим слоем сыпучего материала. Их разновидности. Дутьевые сопла аппаратов. Основы расчета аппаратов с кипящим слоем. Барабанные аппараты и их насадки. Опорные и приводные станции барабанов. Узлы и уплотнения торцов барабанов. Гребковые аппараты. Вальцевые сушилки. Требования техники безопасности.

### **Тема 1.9 Конструктивные узлы и механический расчет центрифуг, сепараторов и центробежных экстракторов.**

Особенности конструкции рабочих элементов центрифуг, сепараторов и экстракторов. Приводы указанных машин. Расчет на прочность корзины центрифуги и дисков сепараторов. Расчет валов на критическое число оборотов. Требования техники безопасности.

## **Раздел 2. Специальное оборудование химических производств**

Требования к знаниям: оборудование в производстве серной кислоты, оборудование в производстве аммиака и основное оборудование в производстве азотной кислоты. Требования к умениям: сравнительный анализ печей сжигания серы и печей с кипящим слоем. Использование контактных аппаратов с промежуточным теплообменом и теплообменом в слое катализатора.

### **Тема 2.1 Основное оборудование в производстве серной кислоты**

Оборудование в производстве сернистого газа: печи сжигания серы, печи с кипящим слоем для пылевидного обжига колчедана (пиритного концентрата). Оборудование контактных систем. Аппараты с промежуточным теплообменом в слое катализатора

### **Тема 2.2 Основное оборудование в производстве аммиака и азотной кислоты**

Колонны синтеза аммиака. Требования, предъявляемые к ним. Основные принципы их конструирования. Колонна среднего давления с двойными теплообменными трубками. Колонны с полочной насадкой, с встроенным парогенератором высокого давления. Основные аппараты в производстве азотной кислоты: аппарат комбинированной системы и аппараты, работающие при повышенном давлении. Аппаратура для очистки аммиачно-воздушной смеси.

## **Раздел 3 Трубопроводы в химической промышленности**

Студент должен иметь представление о деталях трубопровода и трубопроводных систем. Требования к умениям: различать фасонные детали трубопроводов: отводы, тройники, переходы, крестовины. Применение

трубопроводной арматуры: вентили, краны, задвижки, обратные предохранительные и редукционные клапаны.

### Тема 3.1 Детали трубопроводов

Классификация трубопроводов. Трубы стальные, чугунные и из цветных металлов. Трубы из пластмасс, керамики и стекла. Расчет труб на прочность. Способы соединения труб. Фланцевые и резьбовые соединения. Цельносварочный трубопровод. Фасованные части трубопроводов: отводы, тройники, переходы, крестовины. Трубопроводная арматура: вентили, краны, задвижки, обратные предохранительные редукционные клапаны.

### Тема 3.2 Трубопроводные системы

Материальные трубопроводы, водопроводы, паропроводы, воздухопроводы и вакуум –проводы. Способы отвода конденсата. Промышленная канализация. Ливневая канализация. Компенсация температурных напряжений. Компенсаторы: линзовые, сальниковые, гнутые из труб.

## Задания для выполнения контрольной работы

*Работа по вариантам.* Рассчитать толщину стенки обечайки вулканизационного котла по данным таблицы

Параметры вулканизационного котла

Номер варианта	Размеры котла		Рабочее давление в котле $p$ , МПа	Температура в котле $t_c$ , °С	Объем котла $V$ , м <sup>3</sup>	Марка стали	Скорость коррозии $P$ , мм/год	Срок эксплуатации $\tau_B$ , лет
	Внутренний диаметр $D$ , мм	Длина цилиндрической части $l_{ц}$ , м						
1	800	0,9	0,90	180	0,68	10	0,05	15
2	1100	1,5	0,60	160	1,85	20	0,09	12
3	1500	3,0	0,60	160	6,30	ВСтЗпс	0,10	10
4	2000	4,0	0,60	160	16,00	ВСтЗсп	0,08	12
5	2200	6,0	0,60	160	26,00	ВСтЗГпс	0,06	15
6	2800	6,0	0,40	150	43,20	10	0,05	10
7	2800	8,0	1,25	190	57,00	20	0,07	12
8	2800	16,0	0,60	150	91,00	ВСтЗпс	0,09	10
9	3600	8,0	1,00	180	98,00	20	0,04	15

Работа по вариантам. Рассчитать толщину стенки кожуха вертикального кожухотрубчатого теплообменника с U-образными трубками по данным таблицы

Параметры вертикального кожухотрубчатого теплообменника

Номер варианта	Размеры корпуса		Рабочее давление $p$ , МПа	Температура в межтрубном пространстве $t_c$ , °С	Плотность среды $\rho_c$ , кг/м <sup>3</sup>	Марка стали	Скорость коррозии $L$ , мм/год	Срок эксплуатации $\tau_v$ , лет
	Внутренний диаметр $D$ , мм	Высота цилиндрической части $H_{ц}$ , м						
3	600	6	2,5	200	1200	16ГС	0,03	10
4	600	9	1,6	320	1160		0,06	12
5	800	6	2,0	-5	1300	Двухслойная 16ГС+12Х18Н10Т	0,02	15
6	800	9	3,0	120	1400		0,03	10
7	1000	6	4,2	20	800	ВСтЗсп5	0,07	15
8	1000	9	1,6	-10	1270	16ГС	0,04	12
9	1200	6	2,5	10	1000		0,01	18
10	1200	9	6,4	60	1250	Двухслойная 16ГС+12Х18Н10Т	0,02	10
11	1400	6	3,0	100	1100	ВСтЗсп5	0,07	12
12	1400	9	2,0	80	950		0,08	15

Работа по вариантам. Рассчитать толщину стенки крышки вулканизационного котла по данным таблицы

Параметры вулканизационного котла

Номер варианта	Размеры котла		Рабочее давление в котле $p$ , МПа	Температура в котле $t_c$ , °С	Объем котла $V$ , м <sup>3</sup>	Марка стали	Скорость коррозии $L$ , мм/год	Срок эксплуатации $\tau_v$ , лет
	Внутренний диаметр $D$ , мм	Длина цилиндрической части $l_{ц}$ , м						
1	800	0,9	0,90	180	0,68	10	0,05	15
2	1100	1,5	0,60	160	1,85	20	0,09	12
3	1500	3,0	0,60	160	6,30	ВСтЗпс	0,10	10
4	2000	4,0	0,60	160	16,00	ВСтЗсп	0,08	12
5	2200	6,0	0,60	160	26,00	ВСтЗГпс	0,06	15
6	2800	6,0	0,40	150	43,20	10	0,05	10
7	2800	8,0	1,25	190	57,00	20	0,07	12
8	2800	16,0	0,60	150	91,00	ВСтЗпс	0,09	10
9	3600	8,0	1,00	180	98,00	20	0,04	15

Работа по вариантам. Рассчитать толщину стенки дна вертикального кожухотрубчатого теплообменника с U-образными трубками по данным таблицы

Параметры вертикального кожухотрубчатого теплообменника

Номер варианта	Размеры корпуса		Рабочее давление $P$ , МПа	Температура в межтрубном пространстве $t_c$ , °С	Плотность среды $\rho_c$ , кг/м <sup>3</sup>	Марка стали	Скорость коррозии $L$ , мм/год	Срок эксплуатации $T_{в.}$ , лет
	Внутренний диаметр $D$ , мм	Высота цилиндрической части $H_{ц}$ , м						
1	500	3	6,4	5	1000	ВСтЗсп	0,05	10
2	500	6	4,0	30	900		0,04	15
3	600	6	2,5	200	1200	16ГС	0,03	10
4	600	9	1,6	320	1160		0,06	12
5	800	6	2,0	-5	1300	Двухслойная 16ГС+12Х18Н10Т	0,02	15
6	800	9	3,0	120	1400		0,03	10
7	1000	6	4,2	20	800	ВСтЗспБ	0,07	15
8	1000	9	1,6	-10	1270	16ГС	0,04	12
9	1200	6	2,5	10	1000		0,01	18
10	1200	9	6,4	60	1250	Двухслойная 16ГС+12Х18Н10Т	0,02	10
11	1400	6	3,0	100	1100	ВСтЗспБ	0,07	12
12	1400	9	2,0	80	950		0,08	15

#### 4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ ПО ПМ.01 ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. Классификация химического оборудования. Машины и аппараты. Универсальное, специализированное и специальное оборудование.
2. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки отстойника (сгустителя).
3. Аппараты поверхностного и объемного типа. Аппараты гидромеханических, тепловых, массообменных процессов.
4. Классификация барабанных мельниц. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки барабанной мельницы.
5. Классификация и конструкции грохотов.
6. Дробилки ударного действия. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки дробилок.



7. Классификация кожухотрубчатых теплообменников.
8. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки кожухотрубчатого теплообменника.
9. Классификация дробильных машин.
10. Компоновка оборудования. Расположение оборудования на открытых площадках и в здании.
11. Классификация дробильных машин. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки конусных дробилок.
12. Днища и крышки аппаратов, их выбор.
13. Циклоны, гидроциклоны. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
14. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки щековых дробилок.
15. Виды коррозионных разрушений металлов и сплавов. Материалы для изготовления химической аппаратуры. Маркировка, область применения металлов и сплавов.
16. Тарельчатые колонны. Виды тарелок, способы крепления колпачков к тарелке.
17. Способы размещения труб в теплообменниках. Закрепление труб в трубных решетках. Способы компенсаций температурных деформаций.
18. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки ленточного вакуум-фильтра.
19. Пластинчатые теплообменники. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
20. Фланцевые соединения, прокладки и крепежные детали, их выбор.
21. Классификация аппаратов для разделения неоднородных систем.
22. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки барабанного вакуум-фильтра.
23. Центрифуги. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
24. Требования, предъявляемые к химическому оборудованию. Технологические требования. Конструктивные требования.
25. Опоры химических аппаратов и их выбор.
26. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки валковых дробилок.
27. Аппараты высокого давления. Устройство и изготовление корпусов аппаратов. Основные типы корпусов сосудов высокого давления.
28. Насадочные колонны, насадочные элементы (насадки).
29. Классификация колонных и башенных аппаратов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Основные печатные издания

1. Генкин А.Э. Оборудование химических заводов: Учеб. пособие для техникумов. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Альянс, 2017. – 280 с.
2. Чиченев Н.А. Ч-72 Эксплуатация технологического оборудования: учебник / Н.А. Чиченев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2020. – 481 с.
3. Феофанов А.Н., Схиртладзе А.Г. Организация и выполнение работ по эксплуатации промышленного оборудования: учебник для студ. Учреждений сред. Проф. Образования – М.Издательский центр «Академия», 2017. – 305 с.

### Основные электронные издания

1. Электронный ресурс «Электронная библиотека». Форма доступа <https://iknigi.net/>
2. Электронный ресурс «Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов». Форма доступа <http://fcior.edu.ru>
3. Электронный ресурс «Кадровик». Форма доступа <https://clubtk.ru/forms/dokumentooborot/kak-vesti-zhurnal-obslyzhivaniya-oborudovaniya>

### Дополнительные источники

1. Смирнов Н.Н. Альбом типовой химической аппаратуры (принципиальные схемы аппаратов): Учебное пособие /под общ.ред.Н.Н. Смирнова. – 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 84 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Л.З.Альперт Основы проектирования химических установок, Москва «Высшая школа» 2014. - 304 с.
3. Чернобыльский И.И. Машины и аппараты химической промышленности. - М.: МАШГИС, 2012. - 402 с.