

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**МЕХАНИКО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА “ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЯ”**

**“РАЗРЕШЕНО К ЗАЩИТЕ”  
Зав. кафедрой “ТМО”**

\_\_\_\_\_ **Р.Ж.Тожиев**

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ **2018 год**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**Тема выпускной квалификационной работы:**

**Проект модернизации кожухотрубчатых  
теплообменников с целью увеличения срока службы**

**Содержание выпускной квалификационной работы:**

**Пояснительная записка: \_\_\_\_\_ страниц. Графическая часть: 6 листов.**

**Студентка группы 25-14 «ТМО» Узатов Шохрух Садуллажон ўғли**

**Руководитель:**

**Ахунбаев А.А.**

**Рецензент:**

**Выпускная квалификационная работа прошла  
предварительную защиту 5 июня 2018 г.**

**Согласно решения внеочередного заседания кафедры «ТМО» от 15 июня 2018 года  
допущена к защите выпускной квалификационной работы.**

**Консультанты:**

**По эксплуатационной части:**

**А.А.Хакимов**

**По охране труда и окружающей среды:**

**Г.С.Мирзаева**

**По экономической части:**

**Х.О. Газиев**

**По иностранные инвестиции:**

**Г.А.Савинова**

**Фергана 2018 г.**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕХАНИКО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА “ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЯ”**

“УТВЕРЖДАЮ”

Зав. кафедрой Р.Ж.Тожиев

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 год

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ  
КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту группы 25-14«ТМО» Узакову Шохруху Садуллажон ўгли по направлению образования 5320300 - “Технологические машины и оборудования”.

1. Тема работы: Проект модернизации кожухотрубчатых теплообменников с целью увеличения срока службы.
2. Утверждено приказом ст/м № 190 от 21.12. 2017 г.
3. Срок сдачи студентом готовой работы: 1 июня 2018 года
4. Исходные данные для выполнения работы: Схема и принцип работы кожухотрубчатых теплообменников.
5. Содержание пояснительной записки:

1. Введение
2. Технологическая часть
3. Конструкторская часть
- 4.Охрана труда и охрана природы
5. Эксплуатационная часть
6. Экономическая часть
7. Иностраннные инвестиции
- 8.Список использованной литературы

6. Список необходимых чертежей:

- 1.Технологическая схема производства.
- 2.Общий вид машины или агрегата.
3. Вид узла машины или аппарата.
4. Вид узла машины или аппарата.
5. Схемы эксплуатации или детализовка.
6. Техничко-экономические показатели.

## ГРАФИК КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Этапы выполнения работы	Дата	Дата окончания	Подпись
Пояснительная часть			
1. Введение	10.05.18	19.05.18	
Глава 1. Технологическая часть	10.05.18	19.06.18	
Глава 2. Конструкторская часть	12.05.18	20.05.18	
3. Организационная часть	21.05.18	31.05.18	
4. Экономическая часть	10.05.18	01.06.18	
5. Иностранные инвестиции	01.05.18	02.06.18	
6. Охрана труда	02.05.18	02.06.18	
7. Список использованной литературы	03.06.18	03.06.18	
8. Графическая часть	01.05.18	05.06.18	
Оформление выпускной работы	21.05.18	01.06.18	
Предварительная защита работы	05.06.18	14.06.18	
Защита работы	16.06.18	30.06.18	

Руководитель выпускной  
квалификационной работы:

\_\_\_\_\_

Ахунбаев А.А.

Дата выдачи задания:

1 мая 2018 г.

Задание получил:

\_\_\_\_\_

Узақов Шохрух Садуллажон ўғли

## АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе исследованы и разработаны рациональные конструкции теплообменных устройств. Основной целью являются разработка рациональных конструкций теплообменных устройств, а также в гарантированном повышении их производительности, снижении расхода топлива.

Для решения этих задач в данной квалификационной работе произведено детальное обследование конструкции теплообменных устройств, а затем, исходя из подробного анализа полученных данных, разработано несколько вариантов комплексной модернизации, обеспечивающих достижение поставленных целей. Выпускная квалификационная работа состоит из 7 глав пояснительной записки и 6 листов графической части.

## ANNOTATION

In this graduation qualification work, rational designs of heat exchange devices have been researched and developed. The main goal is the development of rational designs of heat exchangers, as well as in the guaranteed increase in their productivity, reducing fuel consumption.

To solve these problems, a detailed survey of the design of heat exchangers was carried out in this qualification work, and then, based on a detailed analysis of the data obtained, several versions of complex modernization were developed to ensure the achievement of the set goals. Graduation qualification work consists of 7 chapters of the explanatory note and 6 sheets of the graphic part.

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	4
Содержание.....	5
Введение.....	6
Глава 1. Технологическая часть.....	10
1.1 Обзор работ по теплообменным аппаратам.....	10
1.2. Классификация и основные требования к теплообменным аппаратам....	11
1.3. Типовые конструкции.....	17
Глава 2. Расчётная часть.....	24
2.1. Подготовка исходных данных для технологических расчетов.....	24
2.2. Расчет тепловой нагрузки конденсатора.....	24
2.3. Расчет гидравлического сопротивления кожухотрубчатого теплообменника.....	28
Глава 3. Конструкторская часть.....	32
3.1. Выбор конструкционных материалов для проведения модернизации.....	32
3.2. Расчет на прочность элементов конденсатора.....	32
Глава 4. Охрана труда и окружающей среды.....	42
4.1. Характеристика источников экологической опасности.....	42
4.2 Выбросы, их состав, количество и влияние на окружающую среду.....	42
4.3 Водоснабжение производства и канализация, нормы расхода воды.....	43
Глава 5. Эксплуатационная часть.....	46
5.1. Методы восстановления трубок и трубных решеток.....	46
5.2. Механизмы трудоемких работ при ремонте.....	47
Глава 6. Развитие инвестиционных процессов в экономике.....	49
Глава 7. Экономическая часть.....	54
7.1 Расчет производственной программы .....	54
7.2 Расчет капитальных вложений.....	56
7.3 Расчет показателей по труду и заработной плате.....	60

7.4 Расчет себестоимости продукции.....	66
Заключение.....	68
Список использованных источников.....	69

## **ВВЕДЕНИЕ**

Президент Узбекистана Шавкат Мирзиёев 22 декабря 2017 года обратился Посланием к Олий Мажлису Республики Узбекистан, посвященное итогам основной работы, осуществленной в 2017 году, и наиболее приоритетным направления социально-экономического развития Республики Узбекистан в 2018 году.

В ходе заседания глава нашего государства предложил объявить новый – 2018 год – Годом поддержки активного предпринимательства, инновационных идей и технологий в нашей стране.

Президент Шавкат Мирзиёев подробно остановился на приоритетных направлениях совершенствования системы государственного и общественного строительства, обеспечения верховенства закона и дальнейшего реформирования судебной системы, развития и либерализации экономики, развития социальной сферы, в сферах безопасности, обеспечения межнационального согласия и религиозной толерантности, а также во внешней политике в 2018 году.

Интенсификация теплообмена и повышение энергетической эффективности теплообменных аппаратов представляют большой интерес и имеют огромное народнохозяйственное значение. Уменьшение массы и габаритов теплообменных аппаратов является актуальной проблемой. Наиболее перспективный путь решения этой проблемы – интенсификация теплообмена с целью увеличения энергоэффективности.

Процессы теплообмена играют важную роль в современной технике. Они применяются всюду, где возникает необходимость нагрева или охлаждения среды для ее обработки и утилизации тепла. Особенно широко процессы теплообмена используют в химической, нефтеперерабатывающей, энергетической, металлургической и пищевой промышленности. В химической промышленности теплообменное оборудование составляет по весу и стоимости 15 - 18 % от всего оборудования, а в нефтеперерабатывающей – до 50 %.

Опыт создания и эксплуатации различных теплообменных устройств показал, что разработанные к настоящему времени методы интенсификации теплообмена обеспечивают снижение габаритов и металлоемкости (массы) этих устройств в 1.5-2 раза и более по сравнению с аналогичными серийно выпускаемыми устройствами при одинаковой тепловой мощности и мощности на прокачку теплоносителей.

Исследования интенсификации теплообмена осуществляются в различных странах, причем в заметно возрастающем темпе. Необходимо отметить, что проведенные исследования внесли значительный вклад в решение этой проблемы, особенно в создание практически реализуемых методов интенсификации теплообмена. И только практической незаинтересованностью промышленности во внедрении высокоэффективных теплообменных аппаратов и в экономии металла можно объяснить слабое внедрение отечественных разработок в народное хозяйство.

В настоящее время, химическая продукция широко используется в народном хозяйстве. В связи с ограниченностью природных ресурсов и ухудшением экологии повышаются требования, предъявляемые к химической продукции. Для выполнения этих требований производится интенсификация производства, уменьшаются затраты на производство, улучшаются свойства продукции и уменьшаются их вредные свойства. Для получения высококачественной продукции внедряются новые разработки, используются научные и технические новшества, производится реконструкция оборудования.

В перспективы развития производства закладываются следующие требования: мало- и безотходное производство, уменьшение затрат, получение новых соединений и т.д.

Президент Узбекистана Шавкат Мирзиёев утвердил Стратегию действий по пяти приоритетным направлениям развития страны в 2018—2021 годах. Стратегия действий предусматривает утверждение отдельной ежегодной государственной программы по ее реализации.

## Приоритетные направления развития страны в 2018—2021 годах :

- совершенствование государственного и общественного строительства, направленное на усиление роли парламента и политических партий в углублении демократических реформ и модернизации страны, реформирование системы государственного управления, развитие организационно - правовых основ государственной службы, совершенствование системы «Электронное правительство», повышение качества и эффективности государственных услуг, практическая реализация механизмов общественного контроля, усиление роли институтов гражданского общества и средств массовой информации ;
- обеспечение верховенства закона и реформирование судебно - правовой системы, направленное на укрепление подлинной независимости судебной власти и гарантий надежной защиты прав и свобод граждан, совершенствование административного, уголовного, гражданского и хозяйственного законодательства, повышение эффективности системы противодействия преступности и профилактики правонарушений, полную реализацию принципа состязательности в судебном процессе, совершенствование системы оказания юридической помощи и правовых услуг ;
- развитие и либерализация экономики, направленные на укрепление макроэкономической стабильности и сохранение высоких темпов роста экономики, повышение ее конкурентоспособности, модернизацию и интенсивное развитие сельского хозяйства, продолжение институциональных и структурных реформ по сокращению присутствия государства в экономике, усиление защиты прав и приоритетное развитие частной собственности, стимулирование развития малого бизнеса и частного предпринимательства, комплексное и сбалансированное социально - экономическое развитие регионов.

## **ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.**

### **1.1 Обзор работ по теплообменным аппаратам**

В технической литературе объемно рассматриваются теплообменные процессы и аппараты, их осуществляющие. В большинстве процессов химической промышленности используется нагрев исходного сырья, а также применяемых при его переработке растворителей, катализаторов и т.д. Полученные в результате того или иного технологического процесса целевые продукты или полуфабрикаты обычно требуется охладить до температуры, при которой возможны их хранение и транспортировка.

На современных нефтехимических и химических предприятиях, где осуществляется глубокая переработка химического сырья, на изготовление аппаратов, предназначенных для нагрева и охлаждения, затрачивается до 30% общего расхода металла на все технологические установки. Высокая эффективность работы подобных аппаратов позволяет сократить расход топлива и электроэнергии, затрачиваемой на тот или иной процесс, и оказывает существенное влияние на его технико-экономические показатели. Поэтому изучению устройства и работы данных аппаратов, а также освоению методов их расчета уделяется особое внимание.

В аппаратах, где идет нагрев или охлаждение, происходит теплообмен между двумя потоками, при этом один из них нагревается, другой охлаждается. Поэтому их называют теплообменными процессами вне зависимости, что является целевым назначением аппарата: нагрев или охлаждение, какие потоки обмениваются теплом, происходит ли при этом только нагрев или охлаждение или же теплообмен сопровождается испарением или конденсацией.

Применительно к химической и нефтехимической промышленностям, теплообменные аппараты классифицируются по таким основным признакам:

- 1) способ передачи тепла;
- 2) назначение.

## **1.2. Классификация и основные требования к теплообменным аппаратам**

В зависимости от способа передачи тепла аппараты делятся на следующие группы.

1) Поверхностные теплообменные аппараты, в которых передача тепла между теплообменивающимися средами осуществляется через поверхность, разделяющую эти среды.

2) Аппараты смешения, в которых передача тепла между теплообменивающимися средами осуществляется путем их соприкосновения. Для изготовления теплообменных аппаратов смешения, требуется, как правило, меньше металла; кроме того, во многих случаях они обеспечивают более эффективный теплообмен. Однако, несмотря на эти преимущества, аппараты смешения часто нельзя использовать вследствие недопустимости прямого соприкосновения теплообменивающихся потоков.

В зависимости от назначения аппараты делятся на следующие группы.

1) Теплообменники, в которых один поток нагревается за счет использования тепла другого, получаемого в процессе и подлежащего охлаждению. В таких теплообменниках нагрев одного и охлаждение другого потока позволяет сократить расход подводимого извне (сократить расход топлива, греющего водяного пара и т.д.) охлаждающего агента.

К этой группе относятся теплообменники для нагрева нефти на нефтеперерабатывающих установках, осуществляемого за счет использования тепла отходящих с установки дистиллятов, остатка, а также промежуточного циркуляционного орошения. Сюда относятся также котлы-утилизаторы, где получают водяной пар за счет использования тепла нефтепродуктов, дымовых газов или катализатора на установках каталитического крекинга. К этой группе относятся и регенераторы холода.

2) Нагреватели, испарители, кипятильники, в которых нагрев или нагрев и частичное испарение осуществляется за счет использования высокотемпературных потоков нефтепродуктов и специальных

теплоносителей (водяной пар, растворы неорганических элементов и т.д.).

В таких аппаратах нагрев или испарение одной среды является целевым процессом, тогда как охлаждение горячего потока является побочным и обуславливается необходимостью нагрева исходного холодного потока.

Примером аппаратов этой группы могут служить нагреватели сырья, использующие тепло водяного пара, кипятильники, при которых в низ ректификационной колонны подводится тепло, необходимое для ректификации.

3) Холодильники и конденсаторы, предназначенные для охлаждения жидкого потока или конденсации и охлаждения паров с использованием специального охлаждающего агента (вода, воздух, испаряющийся аммиак, пропан и др.). Охлаждение и конденсация в этих аппаратах являются целевыми процессами, а нагрев охлаждающего агента - побочным. К таким аппаратам относятся холодильники и конденсаторы любой химической и нефтехимической установки, предназначенные для охлаждения и конденсации получаемых продуктов.

При регенерации тепла того или иного продукта его окончательное охлаждение до температуры, требуемой для безопасного транспорта и хранения, обычно завершается в холодильниках.

4) Кристаллизаторы, предназначенные для охлаждения соответствующих жидких потоков, сопровождающегося выделением кристаллов вещества. В зависимости от температурного режима кристаллизации в этих аппаратах в качестве охлаждающего агента используется вода и специальные хладагенты в виде рассолов, испаряющихся аммиака, пропана и др.

В нефтепереработке кристаллизаторы используются при депарафинизации масел, обезмасливании парафинов и др.

Поверхностные теплообменные аппараты классифицируются в зависимости от их конструкции. К их числу относятся следующие.

1) Кожухотрубчатые аппараты с неподвижными трубчатыми решетками. Схема данного аппарата представлена на рисунке 1.1. Такие аппараты имеют

цилиндрический кожух 1, в котором расположен трубный пучок 2; трубные решетки 3 с развальцованными трубками крепятся к корпусу аппарата. С обеих сторон теплообменный аппарат закрыт крышками 3.

Аппарат оборудован штуцерами 5 для ввода и вывода теплообмениваемых сред; одна среда идет по трубкам, другая проходит через межтрубное пространство.

Существенное различие между температурами трубок и кожуха в этих аппаратах приводит к большему удлинению трубок по сравнению с кожухом, что обуславливает возникновение напряжения в трубной решетке 3, нарушает плотность вальцовки труб в решетке и ведет к попаданию одной теплообмениваемой среды в другую. Поэтому теплообменники этого типа применяют при разности температур теплообмениваемых сред, проходящих через трубки и межтрубное пространство, не более плюс 50 °С и при сравнительно небольшой длине аппарата.

Очистка межтрубного пространства подобных аппаратов сложна, поэтому теплообменники данного типа применяются в тех случаях, когда среда, проходящая через межтрубное пространство, является чистой, неагрессивной, т.е. когда нет необходимости в чистке.

Достоинством аппаратов этого типа является простота конструкции и, следовательно, меньшая стоимость,

2) Теплообменные аппараты с температурным компенсатором.

Схема этого теплообменного аппарата представлена на рисунке 1.2. Данный теплообменник имеет неподвижные трубные решетки и снабжен устройствами в виде линз для компенсации различия в удлинении кожуха и труб, возникающего вследствие различия их температур.

Теплообменный аппарат с плавающей головкой, изображенный на рисунке 1.3. Является наиболее распространенным типом поверхностных аппаратов.

Подвижная трубная решетка позволяет трубному пучку свободно перемещаться независимо от корпуса. В аппаратах этой конструкции температурные напряжения могут возникать лишь при существенном

различии температур трубок.

В теплообменных аппаратах подобного типа трубные пучки сравнительно легко могут быть удалены из корпуса, что облегчает их ремонт, чистку или замену.

3) Теплообменники с U-образными трубками. Схема теплообменника класса представлена на рисунке 1.3. Данные аппараты имеют одну трубную решетку, в которую развальцованы оба конца U-образных трубок, что обеспечивает свободное удлинение трубок при изменении температуры. Недостатком таких аппаратов является трудность чистки внутренней поверхности труб, вследствие которой они используются преимущественно для чистки продуктов.

4) Теплообменные аппараты с двойными трубками. В таких аппаратах имеются две трубные решетки, размещенные с одной стороны аппарата. В одной трубной решетке развальцованы трубы меньшего диаметра, в другой - трубы большего диаметра, нижние концы которых заглушены. Такая конструкция обеспечивает независимое удлинение труб.

В аппаратах этого типа одна из теплообменивающихся сред поступает через штуцер в пространство между крышкой и верхней трубной решеткой, откуда направляется вниз по трубкам малого диаметра. По выходе из них поток возвращается по кольцевому пространству между трубками, собирается в пространстве между трубными решетками, а затем выводится из аппарата.

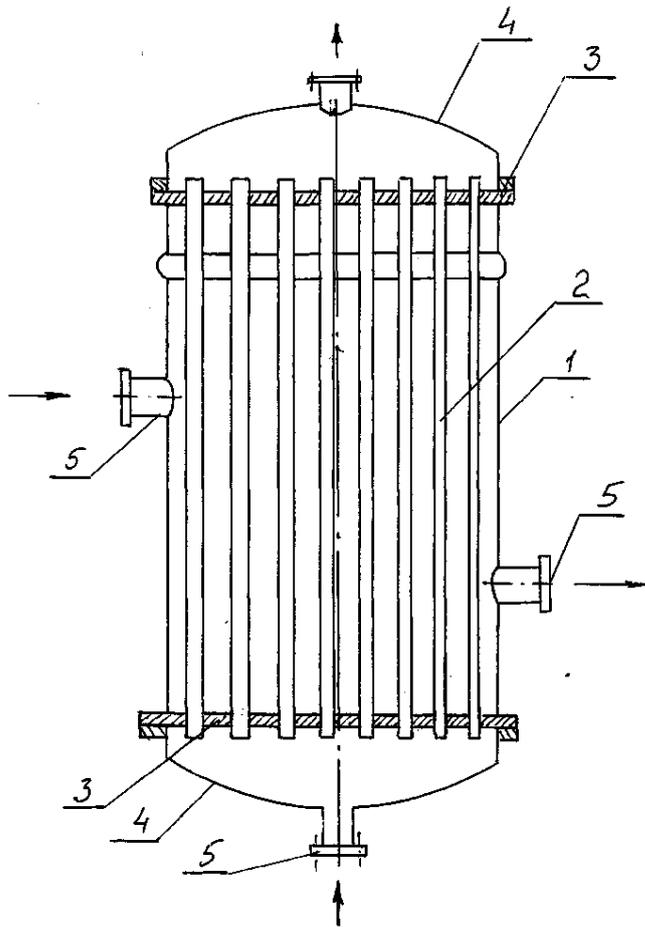
В зависимости от типа и числа перегородок описанные выше кожухотрубчатые теплообменники делятся на:

- а) одноходовые;
- б) двухходовые;
- в) многоходовые.

Как в трубном, так и в межтрубном пространстве аппараты с перегородками:

- а) продольными и поперечными в межтрубном пространстве;
- б) секторными;
- в) сегментными;

г) кольцевыми.



1 - корпус; 2 - трубки; 3 - трубная решетка; 4 - крышка; 5 - штуцер.

Рисунок 1.1 - Теплообменный аппарат с неподвижными трубными решетками.

Теплообменные аппараты классифицируют по различным признакам. По способу передачи тепла их можно разделить на две группы: поверхностные и смешения. Теплообменники имеют конструктивные особенности в зависимости от назначения, от направления движения рабочих сред, от компоновки теплообменной поверхности, градиента температур теплоносителей, материала из которого изготовлен аппарат, от конфигурации теплообменной поверхности. Требования к промышленным теплообменным аппаратам в зависимости от конкретных условий применения весьма разнообразны. Основными требованиями являются: обеспечение наиболее

высокого коэффициента теплопередачи при возможно меньшем гидравлическом сопротивлении; компактность и наименьший расход материала; надежность и герметичность в сочетании с разборностью и доступностью поверхности теплообмена для механической очистки ее от загрязнений; унификация узлов и деталей; технологичность механизированного изготовления широких рядов поверхностей теплообмена для различного диапазона рабочих температур, давлений и т.д.

При создании новых, более эффективных теплообменных аппаратов стремятся: уменьшить удельные затраты материалов, труда, средств и затрачиваемой при работе энергии по сравнению с теми же показателями существующих теплообменников. Удельными затратами для теплообменных аппаратов называются затраты, отнесенные к тепловой производительности в заданных условиях.

Интенсивностью процесса или удельной тепловой производительностью теплообменного аппарата называется количество тепла, передаваемого в единицу времени через единицу поверхности теплообмена при заданном тепловом режиме. Интенсивность процесса теплообмена характеризуется коэффициентом теплопередачи  $K$ . На интенсивность и эффективность влияют также форма поверхности теплообмена; эквивалентный диаметр и компоновка каналов, обеспечивающие оптимальные скорости движения сред; средний температурный напор; наличие турбулизирующих элементов в каналах; ребрение и т.д.

Кроме конструктивных методов интенсификации процесса теплообмена существуют режимные методы, связанные с изменением гидродинамических параметров и режима течения жидкости у поверхности теплообмена. Режимные методы включают: подвод колебаний к поверхности теплообмена, создание пульсаций потоков, вдувание газа в поток либо отсос рабочей среды через пористую стенку, наложение электрических или магнитных полей на

поток, предотвращение загрязнений поверхности теплообмена путем сильной турбулизации потока и т.д.

### **1.3. Типовые конструкции**

Процессы теплообмена осуществляются в теплообменных аппаратах различных типов и конструкций. В поверхностных аппаратах рабочие среды обмениваются теплом через стенки из теплопроводного материала, а в смесительных аппаратах тепло передается при непосредственном перемешивании рабочих сред.

Смесительные теплообменники проще по конструкции чем поверхностные: тепло в них используется полнее. Но они пригодны лишь в тех случаях, когда по технологическим условиям производства допустимо смешение рабочих сред.

Поверхностные теплообменные аппараты, в свою очередь, делятся на рекуперативные и регенеративные. В рекуперативных аппаратах теплообмен между различными теплоносителями происходит через разделительные стенки. При этом тепловой поток в каждой точке стенки сохраняет одно и то же направление. В регенеративных теплообменниках теплоноситель попеременно соприкасается с одной и той же поверхностью нагрева. При этом направление теплового потока в каждой точке стенки периодически меняется. Рассмотрим рекуперативные поверхностные теплообменники непрерывного действия, наиболее распространенные в промышленности.

Основными элементами кожухотрубчатых теплообменников являются пучки труб, трубные решетки, корпус, крышки, патрубki. В кожухотрубчатом теплообменнике (рисунок 109) одна из обменивающихся теплом сред 1 движется внутри труб (в трубном пространстве), а другая 2 – в межтрубном пространстве. Среду обычно направляют противотоком друг к другу. При этом нагреваемую среду направляют снизу вверх, а среду, отдающую тепло – в противоположном направлении. Такое направление движения каждой среды совпадает с направлением, в котором стремится двигаться данная среда под влиянием изменения ее плотности при нагревании и охлаждении.

Кроме того, при указанных направлениях движения сред достигается более равномерное распределение скоростей и идентичные условия теплообмена по площади поперечного сечения аппарата. В противном случае, например, при подаче более холодной (нагреваемой) среды сверху теплообменника, более нагретая часть жидкости, как более легкая, может скапливаться в верхней части аппарата, образуя "застойные" зоны.

Трубы в решетках обычно равномерно размещают по периметрам правильных шестиугольников, т.е. по вершинам равносторонних треугольников (рисунок а), реже применяют размещение труб по концентрическим окружностям (рисунок б). В отдельных случаях, когда необходимо обеспечить удобную очистку наружной поверхности труб, их размещают по периметрам прямоугольников (рисунок в). Все указанные способы размещения труб преследуют одну цель обеспечить возможно более компактное размещение необходимой поверхности теплообмена внутри аппарата. В большинстве случаев наибольшая компактность достигается при размещении трубок по периметрам правильных шестиугольников.

а) по периметрам правильных шестиугольников; б) по концентрическим окружностям; в) по периметрам прямоугольников (коридорное расположение).

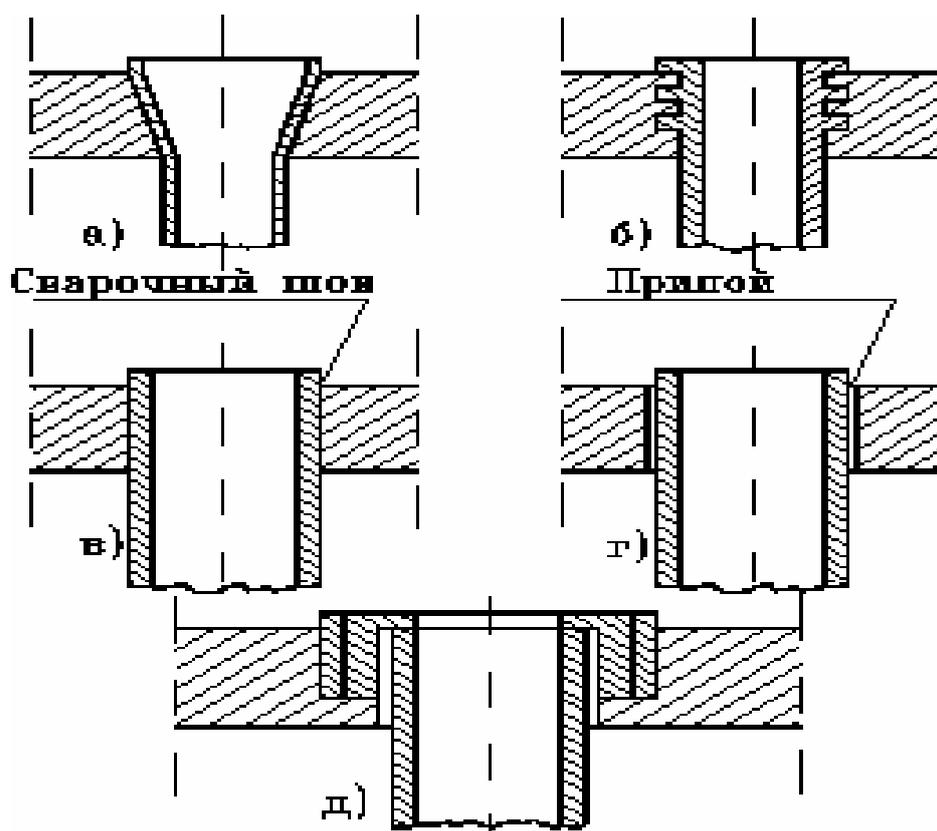
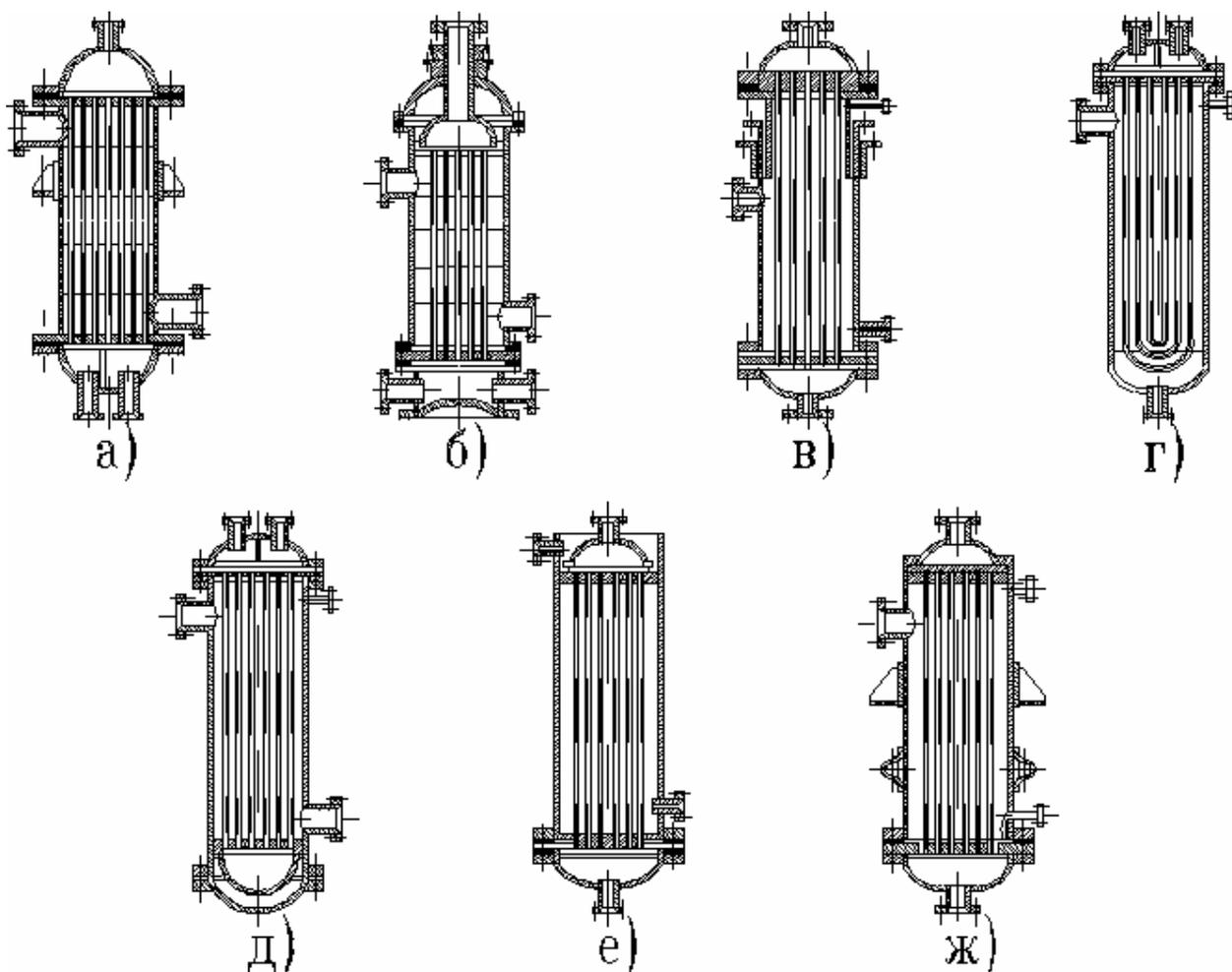


Рис – Способы размещения труб в теплообменниках.

Трубы закрепляют в решетках чаще всего развальцовкой (а, б) причем особенно прочное соединение (необходимое в случае работы аппарата при повышенных давлениях) достигается при устройстве в трубных решетках отверстий с кольцевыми канавками, которые заполняются металлом трубы в процессе ее развальцовки (б). Кроме того, используют закрепление труб сваркой (в), если материал трубы не поддается вытяжке и допустимо жесткое соединение труб с трубной решеткой, а также пайкой (г), применяемой для соединения главным образом медных и латунных труб. Изредка используют соединение труб с решеткой посредством сальников (д), допускающих свободное продольное перемещение труб и возможность их быстрой замены. Такое соединение позволяет значительно уменьшить температурную деформацию труб, но является сложным, дорогим и недостаточно надежным. Для увеличения скорости движения теплоносителей с целью интенсификации теплообмена нередко устанавливают перегородки, как в трубном, так и в межтрубном пространствах.

Кожухотрубчатые теплообменники могут быть вертикальными, горизонтальными и наклонными в соответствии с требованиями технологического процесса или удобства монтажа. В зависимости от величины температурных удлинений трубок и корпуса применяют кожухотрубчатые теплообменники жесткой, полужесткой и нежесткой конструкции.



Аппараты жесткой конструкции (а) используют при сравнительно небольших разностях температур корпуса и пучка труб, эти теплообменники отличаются простотой устройства.

В кожухотрубчатых теплообменниках нежесткой конструкции предусматривается возможность некоторого независимого перемещения теплообменных труб и корпуса для устранения дополнительных напряжений и температурных удлинений. Нежесткость конструкции обеспечивается сальниковым уплотнением на патрубке (б) или корпусе (в), пучком U-

образных труб (г), подвижной трубной решетки закрытого и открытого типа (д, е).

В аппаратах полужесткой конструкции температурные деформации компенсируются осевым сжатием или расширением специальных компенсаторов, установленных на корпусе (ж). Полужесткая конструкция надежно обеспечивает компенсацию температурных деформаций, если они не превышают 10 – 15 мм, а условное давление в межтрубном пространстве составляет не более 2,5 кгс/см<sup>2</sup>.

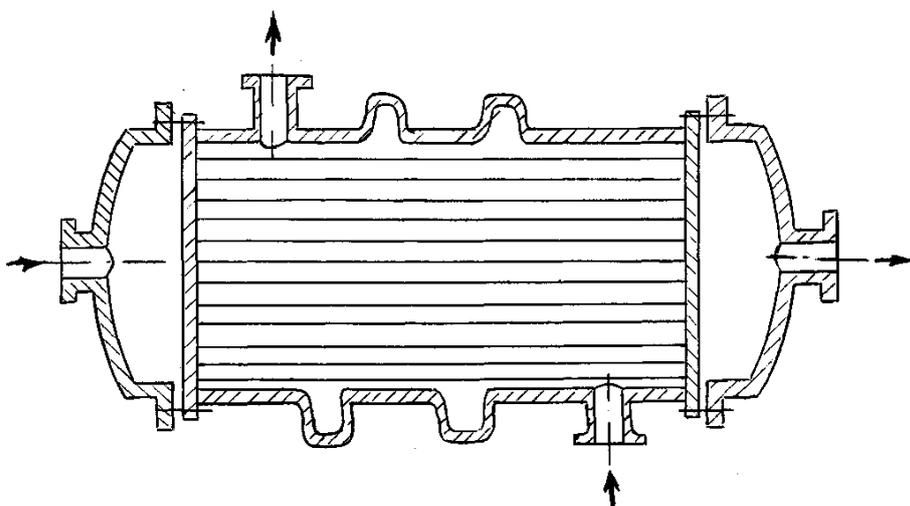


Рисунок 1.2 - Кожухотрубчатый теплообменник с линзовыми компенсаторами.

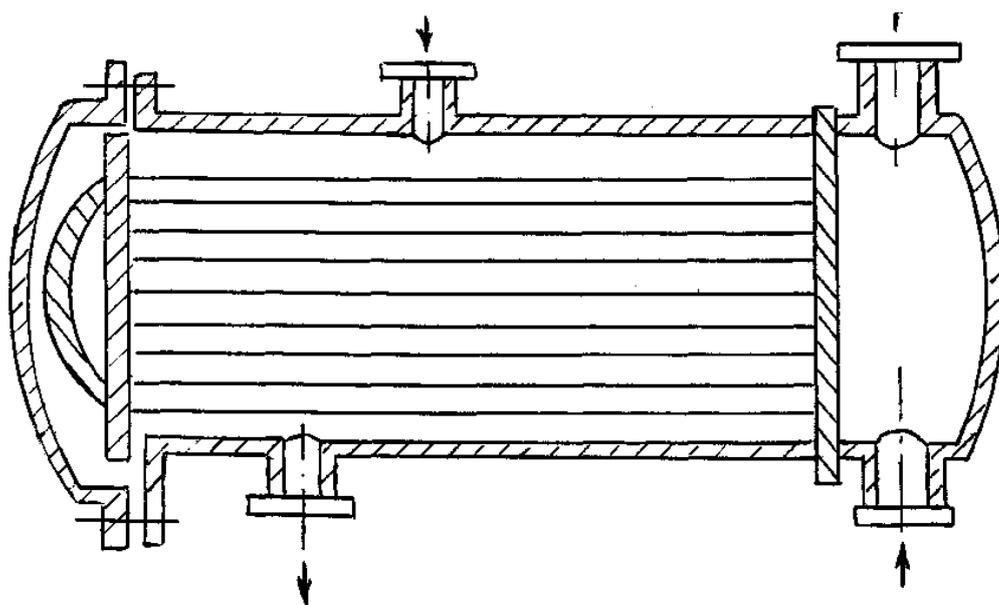


Рисунок 1.3 - Кожухотрубчатый теплообменник с плавающей головкой

В зависимости от расположения теплообменных труб различают теплообменные аппараты типов;

а) горизонтального;

б) вертикального.

Эффективность кожухотрубчатых теплообменник аппаратов повышается с увеличением скорости движения теплообмениваемых потоков и степени их турбулентности. Для повышения скорости потоков теплообмениваемых потоков, лучшей обтекаемости поверхности теплообмена и создания большей турбулентности потоков в кожухотрубчатых теплообменных аппаратах применяют специальные перегородки. Увеличение скорости движения жидкости в трубках при неизменной производительности достигается размещением перегородок в крышках распределительной камеры теплообменного аппарата, в связи с чем изменяется число ходов потока жидкости, проходящей через трубки. Схемы поперечных перегородок трубного пучка представлены на рисунке 1.5.

Таким путем могут быть созданы аппараты с любым числом ходов. При помощи продольных перегородок можно изменять число ходов теплоносителя в межтрубном пространстве, тем не менее такие перегородки не получили широкого распространения так как трудно обеспечить герметичность между перегородками и корпусом.

Наибольшее распространение получили сегментные перегородки. Важно, чтобы зазор между внутренней поверхностью кожуха и перегородкой был минимальным, что позволяет сократить утечку жидкости проходящей через межтрубное пространство и не участвующей в теплообмене. Вместе с этим зазор должен быть достаточным для удобства извлечения пучка труб при его ремонте.

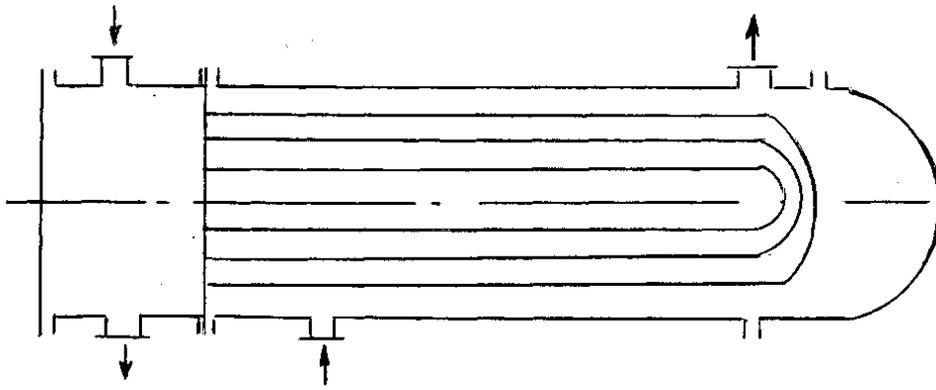
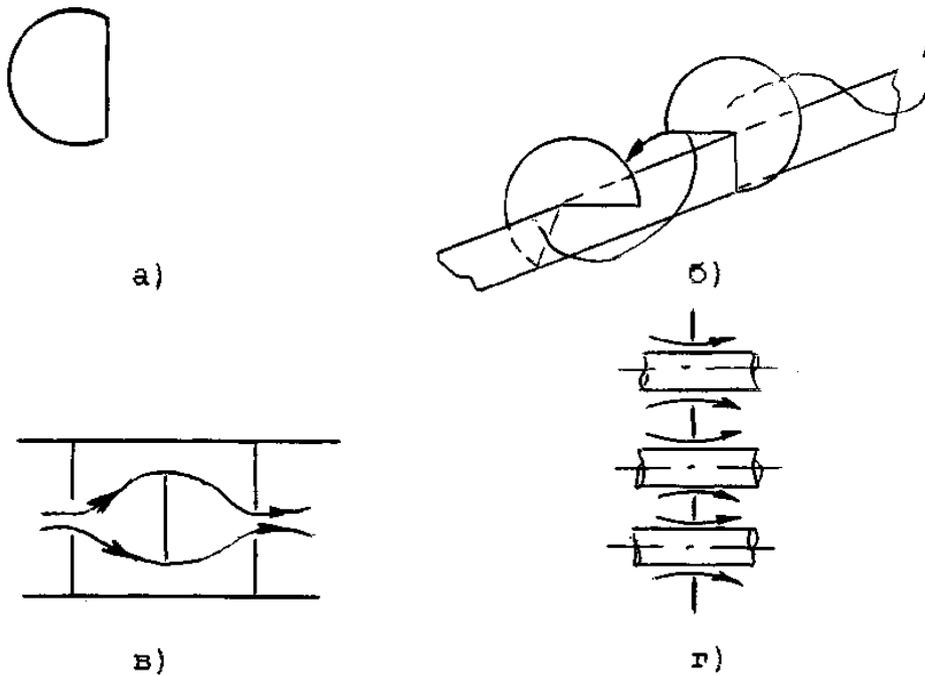


Рисунок 1.4-Кожухотрубчатый теплообменник с U-образными трубками



а) сегментная; б) секторная; в) кольцевая; г) поперечная в межтрубном пространстве.

Рисунок 1.5 - Типы перегородок.



Среднюю разность температур при противотоке теплоносителей  $dt_{cp}$ , °С, определяем согласно [19,С.214]

$$dt_{cp} = ( dt_6 - dt_m ) / \ln ( dt_6 / dt_m ), \quad (2.3)$$

где  $dt_6$  - большая разность температур, °С;

$dt_m$  - меньшая разность температур, °С.

Для определения большей и меньшей разностей температур, рассмотрим температурные переходы при теплопередаче

водяной пар

+130 —————> 126,7

рассол

-27 <———— -30

$dt = 57$        $dt = 3,3$

Соответственно принимаем:

$$dt_6 = 57 \text{ °С} \quad dt_m = 3,3 \text{ °С}$$

Тогда средняя разность температур при противотоке составит:

$$dt_{cp} = ( 57 - 3,3 ) / \ln ( 57 / 3,3 ) = 18,85 \text{ °С}$$

Средняя температура водяной пара составит:

$$t_1 = -28,5 + 18,85 = -9,65 \text{ °С}$$

С учетом потерь холода в размере 5%, тепловую нагрузку определяем согласно [19,С.45]:

$$Q = 1,05 \cdot U_1 \cdot \rho_1 \cdot ( N_{1н} - c_1 \cdot t_{1к} ), \quad (2.4)$$

где  $Q$  - тепловая нагрузка конденсатора, Вт;

$U_1$  - объемный расход водяной пара, м<sup>3</sup>/ч;

$\rho_1$  - плотность водяной пара при его средней температуре, кг/м<sup>3</sup>;

$N_{1н}$  - энтальпия перегретого пара водяной пара, Дж/кг;

$c_1$  - удельная теплоемкость водяной пара, Дж/(кг·°С);

$t_{1к}$  - конечная температура хлора, С.

Согласно исходных данных объемный расход водяной пара:

$$U_1 = 3340 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Согласно [2,С.10] плотность водяной пара при его средней температуре составит:  $\rho_1 = 4,11 \text{ кг/м}^3$ .

Согласно [2,С.10] энтальпия перегретого пара водяной пара составит:

$$H_{1H} = 529000 \text{ Дж/кг}$$

Согласно [2,С.12] удельная теплоемкость водяной пара составит:

$$c_1 = 355 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$$

Тепловая нагрузка конденсатора:

$$Q = 1,05 \cdot 3340 \cdot 4,1 \cdot [52900 - 355 \cdot (-26,7)] / 3600 = 231860,9 \text{ Вт}$$

Массовый расход холодного теплоносителя  $G_2$ , кг/с, определили согласно [17,С.19]:

$$G_2 = Q / c_2 \cdot (t_{2k} - t_{2h}); \quad (2.5)$$

где  $Q$  - тепловая нагрузка конденсатора, Вт;

$c_2$  - удельная теплоемкость рассола, Дж/(кг·°C);

$t_{2k}$  - температура рассола на выходе из конденсатора, °C;

$t_{2h}$  - температура рассола на входе в конденсатор.

Удельная теплоемкость рассола  $c_2$ , Дж/(кг·°C), определили согласно [2,С.15]:

$$c_2 = 2706,74 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$$

$$G_2 = 231860,9 / ( 2706,74 \cdot [ (-27) - (-30) ] ) = 28,56 \text{ кг/с}$$

Массовый расход водяной пара,  $G_1$ , кг/с, определили согласно [19,С.216]:

$$G_1 = U_1 \cdot \rho_1, \quad (2.6)$$

где  $U_1$  - объемный расход водяной пара, м<sup>3</sup>/ч;

$\rho_1$  - плотность водяной пара при его средней температуре, кг/м<sup>3</sup>.

Объемный расход водяной пара приняли:

$$U_1 = 3340 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Согласно [2,С.10] плотность водяной пара при его средней температуре составит:

$$\rho_1 = 4,11 \text{ кг/м}^3$$

Массовый расход водяной пара составит:

$$G_1 = 3340 \cdot 4,11 / 3600 = 3,54 \text{ кг/с}$$

Объемный расход рассола определяем согласно [16,С.216]:

$$U_2 = G_2 / \rho_2 \quad (2.7)$$

где  $G_2$  – массовый расход рассола, кг/с;

$\rho_2$  - плотность рассола при температуре минус 28,5 °С.

Массовый расход рассола определили в формуле (2.5) настоящего диплома:

$$G_2 = 28,56 \text{ кг/с}$$

Определим варианты теплообменных аппаратов согласно ГОСТ 15118, ГОСТ 15120 и ГОСТ 15122.

Для этого приняли ориентировочно значение площади поверхности теплообмена, полагая что, согласно [12,С.47] коэффициент теплопередачи:

$$K_{op} = 60 \text{ Вт / (м} \cdot \text{°С)}$$

т.е. приняв его таким же, как и при теплообмене от газа к жидкости.

Согласно [19,С.216] ориентировочная площадь поверхности  $F_{op}$  теплообмена в конденсаторе:

$$F_{op} = Q / ( K_{op} \cdot dt_{cp} ) \quad (2.8)$$

где  $Q$  – тепловая нагрузка конденсатора, Вт;

$K_{op}$  – значение ориентировочного коэффициента теплопередачи, Вт/(м·°С);

$dt_{cp}$  – средняя разность температур при противотоке, °С.

Тепловую нагрузку конденсатора определили в формуле (2.4) настоящего диплома:

$$Q = 231860,9 \text{ Вт}$$

Согласно [12,С.47] значение ориентировочного коэффициента теплопередачи от газа к жидкости:

$$K_{op} = 60 \text{ Вт/ (м} \cdot \text{°С)}$$

Среднюю разность температур при противотоке теплоносителей определили в формуле (2.3) настоящего диплома:

$$dt_{cp} = 18,85 \text{ °С}$$

Ориентировочная площадь поверхности теплообмена в конденсаторе:

$$F_{op} = 231860,9 / ( 60 \cdot 18,85 ) = 215,6741 \text{ м}^2 = 216 \text{ м}^2$$

Согласно ГОСТ 15118, ГОСТ 15120 и ГОСТ 15122 наметили наиболее оптимальные варианты теплообменных аппаратов для полученной площади теплообмена

1	2	3	4	5	6	7	8	9
800	“25*2”	1	465	219	0,07	0,079	0,161	6,0

где 1 - диаметр кожуха  $D_k$ , мм;

2 - диаметр труб, мм;

3 - число ходов;

4 - общее число труб в штуках;

5 - площадь теплообмена при длине трубы, указанной под индексом 9,  $m^2$ ;

6 - площадь поперечного сечения потока в вырезе перегородок,  $m^2$ ;

7 - площадь поперечного сечения потока между перегородками,  $m^2$ ;

8 - площадь поперечного сечения одного хода по трубам,  $m^2$ .

Произвели выбор теплообменника с площадью теплообмена, наиболее приближенной к ориентировочной, т.е.:

$$F = 226 \text{ м}^2.$$

### **2.3. Расчет гидравлического сопротивления кожухотрубчатого теплообменника**

Скорость движения горячего теплоносителя в трубах определили согласно [12,С.68]:

$$W_{\text{тр}} = 4 \cdot G_{\text{тр}} \cdot z / (\Pi \cdot d \cdot n \cdot \rho_{\text{тр}}) \quad (2.9)$$

где  $G_{\text{тр}}$  - массовый расход водяной пара, кг/с;

$z$  - число ходов;

$d$  - внутренний диаметр трубки, м;

$n$  - число труб в пучке;

$\rho_{\text{тр}}$  – плотность теплоносителя, текущего в трубах,  $kg/m^3$ .

Массовый расход водяной пара,  $G_{\text{тр}}$ , кг/с, проходящего в трубах, определили в формуле (2.6) настоящего расчета:

$$G_{\text{тр}} = G_1 = 28,56 \text{ кг/с}$$

Число ходов в теплообменнике приняли согласно ГОСТ 15120:

$$z = 1$$

Внутренний диаметр трубки приняли согласно ГОСТ 15120:

$$d = 0,021 \text{ м}$$

Число труб в пучке приняли согласно ГОСТ 15120:

$$n = 465$$

Плотность теплоносителя, текущего в трубах, приняли согласно ГОСТ 15120:

$$\rho_{\text{тр}} = 4,11$$

Скорость движения горячего теплоносителя,  $W_{\text{тр}}$ , м/с:

$$W_{\text{тр}} = 4 \cdot 28,56 \cdot 1 / (3,14 \cdot 0,021 \cdot 465 \cdot 4,11) = 3,35 \text{ м/с}$$

Число Рейнольдса определили согласно [12,С.13]:

$$Re = W_{\text{тр}} \cdot d_3 \cdot \rho_1 / \mu, \quad (2.10)$$

где  $W_{\text{тр}}$  - скорость движения горячего теплоносителя в трубах, м/с;

$d_3$  - эквивалентный диаметр, м;

$\rho_1$  - плотность водяной пара при его средней температуре, кг /м<sup>3</sup>;

$\mu$  - динамическая вязкость.

Скорость движения горячего теплоносителя в трубах определили в формуле (2.9) настоящего расчета:

$$W_{\text{тр}} = 3,35 \text{ м/с}$$

Эквивалентный диаметр для круга диаметром  $d$ , м, определили согласно [12,С.14]:

$$d_3 = d \quad (2.11)$$

где  $d$  - внутренний диаметр трубки, м.

Согласно ГОСТ 15120 диаметр трубки  $d$ , м:

$$d = 0,021 \text{ м}$$

Согласно [12,С.14] приняли:

$$d_3 = 0,021 \text{ м}$$

Плотность водяной пара при температуре минус 9, 65 °С составляет:

$$\rho_1 = 4,11 \text{ кг/м}^3$$

Динамическая вязкость водяной пара  $\mu$ , Па·с, согласно [19,С.257] составляет:

$$\mu = 0,0000117 \text{ Па·с}$$

Число Рейнольдса:

$$Re = 3,35 \cdot 0,021 \cdot 4,11 / 0,0000117 = 24712,69$$

Полученное значение числа Рейнольдса показывает, что движение газа в трубах является турбулентным.

В турбулентном потоке различают три зоны; для которых коэффициент трения рассчитывают по разным формулам:

а) для зоны гладкого трения, когда:

$$2320 < Re < 10/e, \quad (2.12)$$

б) для зоны смешанного трения, когда:

$$10 / e < Re < 560 / e, \quad (2.13)$$

в) для зоны, автомодельной по отношению к Re:

$$Re > 560/e, \quad (2.14)$$

Для зоны гладкого трения коэффициент трения составит:

$$\lambda = 0,316 / Re, \quad (2.15)$$

Для зоны смешанного трения коэффициент трения составит:

$$\lambda = 0,11 \cdot (e + 68 / Re), \quad (2.16)$$

Для зоны, автомодельной к числу Рейнольдса:

$$\lambda = 0,11 \cdot e \quad (2.17)$$

В формулах (2.14) - (2.17)  $e$  является относительной шероховатостью и определяется согласно [12,С.14]:

$$e = \Delta / d_3, \quad (2.18)$$

где  $\Delta$  - абсолютная шероховатость трубы, м;

$d_3$  - эквивалентный диаметр, м.

Согласно [12,С.14] для новых стальных труб абсолютная шероховатость:

$$d_s = 0,00006 - 0,0001 \text{ м}$$

Для расчета выбрали значение абсолютной шероховатости:

$$\Delta = 0,0001 \text{ м}$$

Относительная шероховатость трубы составляет:

$$e = 0,0001 / 0,021 = 0,0048$$

Для расчета коэффициента трения произвели:

$$10 / e = 10 / 0,0048 = 2083,33$$

$$560 / e = 560 / 0,0048 = 116666,66$$

Определили сравнение, для коэффициента трения:

$$\lambda = 0,11 \cdot ( e + 68 / Re ) \quad (2.19)$$

Коэффициент трения  $\lambda$  составил:

$$\lambda = 0,11 \cdot ( 0,0048 + 68 / 24712,69 ) = 0,0008$$

## ГЛАВА 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.

### 3.1 Выбор конструкционных материалов для проведения модернизации

Для изготовления обечайки конденсатора при условии, что теплообменный аппарат работает с неагрессивной средой, выбрали металлические листы из стали 16ГС ГОСТ 5520. Для изготовления трубок применили конструкционную углеродистую качественную сталь 20 ГОСТ 913.

### 3.2 Расчет на прочность элементов конденсатора

#### 3.2.1 Расчет на прочность цилиндрической обечайки

Рабочее давление в конденсаторе  $P_{\text{раб}}$ , МПа, принимали согласно технологическим данным:

$$P_{\text{раб}} = 0,3 \text{ МПа}$$

Гидростатическое давление столба жидкости  $P_{\text{г}}$ , МПа, определили согласно [17,С.8]:

$$P_{\text{г}} = \rho_{\text{рас}} \cdot g \cdot H \quad (3.1)$$

где  $\rho_{\text{рас}}$  - плотность рассола при температуре минус 28,5 °С, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$H$  - высота столба жидкости, м.

Плотность рассола при температуре минус 25,5 °С:

$$\rho_{\text{рас}} = 1270 \text{ кг/м}^3$$

Ускорение свободного падения:

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2$$

Высота столба жидкости определили как длину труб:

$$H = 6 \text{ м}$$

Гидростатическое давление в конденсаторе:

$$P_{\text{г}} = 1270 \cdot 9,81 \cdot 6 = 74752,2 \text{ Па}$$

Расчетное давление:

$$P_{\text{расч}} = P_{\text{раб}} + P_{\text{г}},$$

$$P_{\text{расч}} = 300000 + 74752 = 374752 \text{ Па}$$

Нормальное допускаемое напряжение  $[\sigma]$ , МПа для стали 16ГС при температуре минус 28,5°C рассчитывали согласно [17,С.9] как для температуры плюс 20°C в рабочих условиях:

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma \quad (3.2)$$

где  $[\sigma]$  - допускаемое напряжение, МПа;

$\eta$  - поправочный коэффициент, учитывающий вид заготовки;

$\sigma$  - нормативное допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа.

Поправочный коэффициент  $\eta$ , учитывающий вид заготовки приняли согласно [17,С.10] как для листового проката:

$$\eta = 1,0$$

Нормативное допускаемое напряжение при температуре плюс 20 °С принимали согласно [17,С.11]:

$$\sigma = 170 \text{ МПа}$$

Допускаемое напряжение составит:

$$[\sigma] = 1,0 \cdot 170 = 170 \text{ МПа}$$

Допускаемое напряжение при гидроиспытании:

$$[\sigma] = \sigma_{\text{T}} / 1,1 \quad (3.3)$$

где  $[\sigma]$  - допускаемое напряжение при гидроиспытании, МПа;

$\sigma_{\text{T}}$  - предел текучести, МПа.

Предел текучести принимали согласно [17,С.282]:

$$\sigma_{\text{T}} = 280 \text{ МПа}$$

Допускаемое напряжение при гидроиспытании составило:

$$[\sigma] = 280 / 1,1 = 254,55 \text{ МПа}$$

Расчетную толщину стенки аппарата S', определили согласно [17,С.18]:

$$S' = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{P_p \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - P_p} \\ \frac{P_{II} \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_{II} - P_{II}} \end{array} \right.$$

где  $S'$  - расчетная толщина стенки обечайки, м;

$P_p$  - рабочее давление внутри аппарата, МПа;

$D$  - внутренний диаметр конденсатора, м;

$[\sigma]$  - допустимое напряжение, МПа;

$\varphi$  - коэффициент прочности сварного шва;

$P_{II}$  - давление при гидроиспытании, МПа;

$[\sigma]_{II}$  - допустимое напряжение при гидроиспытании, МПа.

Рабочее давление внутри аппарата  $P_p$ , МПа, приняли согласно производственных данных:

$$P_p = 0,3 \text{ МПа}$$

Внутренний диаметр конденсатора  $D$ , м приняли согласно ГОСТ 15120:

$$D = 0,8 \text{ м}$$

Допустимое напряжение  $[\sigma]$ , МПа, определили согласно уравнения (3.2) настоящего расчета:

$$[\sigma] = 170 \text{ МПа}$$

Коэффициент прочности сварного шва для автоматической дуговой сварки, принимали согласно [17,С.13]:

$$\varphi = 1$$

Согласно уравнению (3.4) производим выбор:

$$S' = (0,3 \cdot 0,8) / (2 \cdot 1 \cdot 170 - 0,3) = 0,003 \text{ м}$$

$$S' = (0,5 \cdot 0,8) / (2 \cdot 1 \cdot 254,55 - 0,5) = 0,002 \text{ м}$$

Принимаем максимальное значение расчетной толщины стенки обечайки:

$$S' = 0,003 \text{ м}$$

Исполнительную толщину стенки обечайки  $S$ , м определили согласно [17,С.10]:

$$S = S' + C_1, \quad (3.5)$$

где  $S'$  - расчетная толщина стенки, м;

$C_1$  - прибавка к расчетной толщине стенки, м.

Расчетную толщину стенки  $S'$ , м, определили в уравнении (3.4);

$$S' = 0,003 \text{ м}$$

Исполнительная толщина стенки составит:

$$S = 0,003 + 0,001 = 0,004 \text{ м}$$

Согласно ГОСТ 380 принимаем исполнительную толщину  $S$ , м, стенки:

$$S = 0,005 \text{ м}$$

Допускаемое рабочее давление  $[P]$ , МПа определили согласно [17,С.19]

$$[P] = (2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] \cdot (S - C)) / (D + S - C), \quad (3.6)$$

где  $[P]$  - допускаемое рабочее давление, МПа;

$\varphi$  - коэффициент прочности сварного шва;

$[\sigma]$  - допускаемое напряжение в рабочих условиях, МПа;

$S$  - исполнительная толщина стенки, м;

$C$  - прибавка на коррозию, м;

$D$  - внутренний диаметр конденсатора, м.

Коэффициент прочности сварного шва  $\varphi$ , принимали согласно [17,С.10]:

$$\varphi = 1,0$$

Исполнительную толщину стенки  $S$ , м приняли согласно ГОСТ 380:

$$S = 0,005 \text{ м}$$

Внутренний диаметр конденсатора  $D$ , м, принимали согласно ГОСТ 15120:

$$D = 0,8 \text{ м}$$

Допускаемое давление при рабочих условиях составит:

$$[P] = [2 \cdot 1,0 \cdot 170 \cdot 10 \cdot (0,005 - 0,001)] / (0,8 + 0,005 - 0,001) = 1691542,6$$

$$Pa = 1,7 \text{ МПа}$$

Допускаемое давление при гидроиспытании  $[P]_{и}$ , МПа определили согласно [17,С.19]:

$$[P]_{и} = (2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_{и} \cdot (S - C)) / (D + S - C), \quad (3.7)$$

где  $\varphi$  - коэффициент прочности сварного шва;

$[\sigma]_{и}$  - допускаемое напряжение при гидроиспытании, МПа;

$S$  - исполнительная толщина стенки конденсатора, м;

$C$  - прибавка на коррозию, м;

$D$  - внутренний диаметр конденсатора, м.

Коэффициент прочности сварного шва  $\varphi$ , приняли согласно [17,С.10]:

$$\varphi = 1,0$$

Допускаемое давление при гидроиспытании составит:

$$\begin{aligned} [P]_{и} &= (2 \cdot 1,0 \cdot 254,55 \cdot 10 \cdot (0,005 - 0,001)) / (0,8 + 0,005 - 0,001) = \\ &= 2136563,8 \text{ Па} = 2,13 \text{ МПа} \end{aligned}$$

### 3.2.2 Расчет фланцевых соединений

Фланец приняли типа "шип-паз".

Расчетную температуру фланцев  $t_{ф}$ , °С, приняли согласно [17,С.92]:

$$t_{ф} = t, \quad (3.8)$$

где  $t$  - температура рассола в конденсаторе, С.

Температуру рассола в конденсаторе  $t$ , °С, приняли согласно технологическим данным по производству жидкого хлора:

$$t = \text{минус } 28,5 \text{ } ^\circ\text{С}$$

Расчетная температура фланцев  $t_{ф}$ , °С:

$$t_{ф} = \text{минус } 28,5 \text{ } ^\circ\text{С}$$

Расчетную температуру болтов и обечайки  $t_{б}$ , °С, определяли согласно [17,С.92]:

$$t_{б} = 0,97 \cdot t, \quad (3.9)$$

где  $t$  - температура рассола в конденсаторе, °С.

Расчетная температура болтов и обечайки  $t_{б}$ , °С:

$$t_6 = 0,97 \cdot (\text{минус } 28,5) = \text{минус } 27,85 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Допускаемое напряжение для стальных болтов (шпилек)  $[\sigma]_6$ , МПа приняли согласно [17,С.93]:

$$[\sigma]_6 = 130 \text{ МПа}$$

Толщину втулки фланца  $S$ , м определили для приварного встык согласно [17,С.93]:

$$S < S_\phi < 1,3 \cdot S \quad (3.10)$$

где  $S$  - исполнительная толщина стенки обечайки, м;

$S_\phi$  - толщина втулки фланца, м.

Исполнительную толщину стенки обечайки  $S$ , м приняли согласно ГОСТ 380:

$$S = 0,005 \text{ м}$$

Для нахождения толщины втулки фланца определили условия уравнения (3.10) настоящего расчета:

$$S = 0,005 \text{ м}$$

$$1,3 \cdot S = 0,0065 \text{ м}$$

Толщину втулки фланца  $S_\phi$ , м приняли:

$$S_\phi = 0,006 \text{ м}$$

Исполнительную толщину стенки обечайки и основания втулки приварного встык фланца  $S_1$ , м определили согласно [17,С.93]:

$$S_1 = \beta_1 \cdot S_\phi \quad (3.11)$$

где  $\beta_1$  - коэффициент;

$S_\phi$  - толщина втулки фланца, м.

Коэффициент  $\beta_1$ , определяемый согласно [17,С.95], приняли:

$$\beta_1 = 1,8$$

Исполнительная толщина стенки обечайки и основания втулки приварного встык фланца составит:

$$S_1 = 1,8 \cdot 0,006 = 0,0108 \text{ м}$$

Высоту втулки фланца для приварного встык фланца  $h_b$ , м, определили согласно [17,С.94]:

$$h_b > (1/i) \cdot (S_1 - S), \quad (3.12)$$

где  $i$  - уклон втулки;

$S_1$  - исполнительная толщина стенки обечайки у основания втулки, м;

$S_0$  - толщина втулки фланца, м.

Уклон втулки  $i$  приняли согласно [17,С.94]:

$$i = 0,33$$

Высота втулки фланца для приварного встык фланца составит:

$$h_b > (1/0,33) \cdot (0,0108 - 0,006) = 0,0144 \text{ м}$$

Приняли высоту втулки фланца;

$$h_b = 0,015 \text{ м}$$

Диаметр болтовой окружности фланца  $D_b$ , м, определили согласно [17,С.95]:

$$D_b > D + 2 \cdot (S_1 + d_b + u) \quad (3.13)$$

где  $D$  - внутренний диаметр конденсатора, м;

$S_1$  - исполнительная толщина стенки обечайки у основания втулки, м;

$d_b$  - наружный диаметр болта, м;

$u$  - нормативный зазор между гайкой и втулкой, м.

Внутренний диаметр фланца  $D$ , м приняли:

$$D = 0,3 \text{ м}$$

Наружный диаметр болта  $d_b$ , м выбрали согласно [17,С.94]:

$$d_b = 0,02 \text{ м}$$

Нормативный зазор между гайкой и втулкой  $u$ , м определили согласно [17,С.95]:

$$U = 0,005 \text{ м}$$

Диаметр болтовой окружности фланца составит:

$$D_b > 0,8 + 2 \cdot (0,0108 + 0,02 + 0,005) = 0,37 \text{ м}$$

Принимаем диаметр болтовой окружности фланца  $D_b$ , м:

$$D_6 = 0,4 \text{ м}$$

Наружный диаметр фланцев  $D_h$ , м принимаем согласно [17,С.95];

$$D_h > D_6 + a \quad (3.14)$$

где  $D_6$  - диаметр болтовой окружности фланца, м;

$a$  - конструктивная добавка для размещения гаек по диаметру, м.

Конструктивную добавку для размещения гаек по диаметру  $a$ , м, определили согласно [17,С.95]:

$$a = 0,04 \text{ м}$$

Наружный диаметр фланцев  $D_h$ , м:

$$D_h > 0,4 + 0,04 = 0,44 \text{ м}$$

Приняли наружный диаметр фланцев  $D_h$ , м:

$$D_h = 0,45 \text{ м}$$

Наружный диаметр прокладки  $D_{н.п.}$ , м, для приварных встык фланцев определили согласно [17,С.96]:

$$D_{н.п.} = D_6 - e \quad (3.15)$$

где  $D_6$  - диаметр болтовой окружности фланца, м;

$e$  - нормативный параметр, м.

Нормативный параметр для плоских прокладок  $e$ , м, определили согласно [17,С.95]:

$$e = 0,03 \text{ м}$$

Наружный диаметр прокладки  $D_{н.п.}$ , м, для приварных встык фланцев составит:

$$D_{н.п.} = 0,4 - 0,03 = 0,37 \text{ м}$$

Для аппарата диаметром менее 1,0 м выбрали плоские неметаллические прокладки.

Средний диаметр прокладки  $D_{с.п.}$ , м, определили согласно [17,С.95]:

$$D_{с.п.} = D_{н.п.} - b \quad (3.16)$$

где  $D_{н.п.}$  - наружный диаметр прокладки, м;

$b$  - ширина прокладки, м.

Ширину прокладки  $b$ , м принимали согласно [17,С.96]:

$$b = 0,015 \text{ м}$$

Средний диаметр прокладки составит:

$$D_{с.п.} = 0,37 - 0,015 = 0,355 \text{ м}$$

Количество болтов  $n_6$ , шт, необходимое для обеспечения герметичности соединения определили согласно [17,С.96]:

$$n_6 > 3,14 \cdot D_6 / t_{ш} \quad (3.17)$$

где  $D_6$  - диаметр болтовой окружности;

$t_{ш}$  - рекомендуемый шаг расположения болтов.

Рекомендуемый шаг расположения болтов  $t_{ш}$ , м выбрали в зависимости от давления согласно [17,С.97]:

$$t_{ш} = (4,2 - 5) \cdot d_6 \quad (3.18)$$

где  $d_6$  - наружный диаметр болта, м.

Наружный диаметр болта  $t_6$ , м, выбрали согласно

$$t_6 = 0,02 \text{ м}$$

Рекомендуемый шаг расположения болтов составит:

$$t_{ш} = (4,2 - 5) \cdot 0,02 = 0,84 - 0,1 \text{ м}$$

Принимаем шаг расположения болтов:

$$t_{ш} = 0,1 \text{ м}$$

Количество болтов  $n_6$ , штук, необходимое для обеспечения герметичности:

$$n_6 > 3,14 \cdot 0,4 / 0,1 = 12,56 \text{ штук}$$

Количество болтов приняли 16 штук.

Ориентировочную высоту фланца  $h_ф$ , м, определили согласно [17,С.96]:

$$h_ф > \lambda_ф \cdot D \cdot S_{эк} \quad (3.19)$$

где  $\lambda_ф$  - коэффициент;

$D$  - внутренний диаметр конденсатора, м;

$S_{эк}$  - эквивалентная толщина втулки, м.

Коэффициент  $\lambda_ф$  приняли согласно [17,С.97]:

$$\lambda_ф = 0,41$$

Внутренний диаметр конденсатора  $D$ , м, определили согласно ГОСТ 15120:

$$D = 0,8 \text{ м}$$

Эквивалентную толщину втулки  $S_{ЭК}$ , м, определили согласно [17,С.96]:

$$S_{ЭК} = S_{\phi} \cdot 1 + \begin{cases} h_B \cdot (\beta_1 - 1) \\ h_B + 0,25 \cdot (\beta + 1) \cdot D \cdot S_{\phi} \end{cases} \quad (3.20)$$

где  $S_{\phi}$  - толщина втулки фланца, м;

$h_B$  - высота втулки фланца приварного встык, м;

$\beta_1$  - коэффициент;

$D$  - внутренний диаметр конденсатора, м.

Эквивалентная толщина втулки  $S_{ЭК}$ , м:

$$S_{ЭК} = 0,005 \cdot 1 + \begin{cases} 0,015 \cdot (1,8 - 1) \\ 0,015 + 0,25 \cdot (0,015 + 1) \cdot 0,8 \cdot 0,005 \end{cases} = 0,007 \text{ м}$$

Высота фланца  $h_{\phi}$ , м:

$$h_{\phi} > 0,41 \cdot 0,8 \cdot 0,007 = 0,03 \text{ м}$$

## **ГЛАВА 4.ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

### **4.1. Характеристика источников экологической опасности**

Производство жидкого хлора связано с применением и производством вредных веществ, которые вредно действуют на человека и животных. Они являются агрессивными веществами, поэтому вызывают пожелтение растительности, в атмосфере образуются вторичные загрязнители, более опасные соединения. С целью предотвращения взрывоопасных смесей вышеназванных продуктов с воздухом, в емкостях, содержащих эти продукты, предусмотрено азотное дыхание. Все воздушники емкостей объединены в общий коллектор и направлены в печь сжигания газовых выбросов на установке производства триалата в цех N 23.

Все насосы, перекачивающие жидкие хлорорганические соединения, снабжены двойными торцевыми уплотнениями. В качестве затворной жидкости применяются масла МС-20.

### **4.2 Выбросы, их состав, количество и влияние на окружающую среду**

Усиливающееся влияние деятельности человека на окружающую среду превратилось в одну из важнейших проблем, стоящих перед наукой. Существует два подхода к проблеме защиты окружающей среды. Первый - всеми технически доступными способами очищать вредные выбросы и создавать вокруг предприятий защитные зеленые зоны. Второй путь более трудный, но более перспективный - создать замкнутые, так называемые безотходные технологии, без выбросов и стоков. Под безотходной технологией принято понимать наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии, основанное на применении научных знаний, методов и средств, и позволяющее удовлетворить потребности человека и защитить окружающую среду. Таким образом, в этом определении подчеркивается основная цель безотходной технологии - обеспечение защиты и улучшения окружающей среды и рациональное использование

природных ресурсов и энергии в интересах человека.

Развитие мало- и безотходных технологий протекает по трем основным направлениям:

1) отходы одного вида производства становятся основным или одним из основных компонентов нового производства, причем наблюдается тенденция сочетания отходов от различных производств;

2) вместо применяемых способов внедряют принципиально новые, основанные на физических и химических процессах, протекающих с резким сокращением выбросов;

3) улучшают качество выпускаемой продукции или промежуточных продуктов, что достигается усовершенствованием технологических режимов и повышением общего уровня производства.

При современном состоянии производства решить все проблемы на основе только безотходной технологии практически невозможно. Поэтому охрана окружающей среды осуществляется сочетанием обоих методов: безотходной технологии и тщательной очистки и локализации существующих вредных газообразных, жидких и твердых сбросов.

В проектируемом производстве, несмотря на возрастающую его производительность незначительные выбросы вредных веществ остались прежними. Предупреждение выбросов вредных веществ осуществляется за счет снабжения насосов двойными торцевыми уплотнителями. Кроме того следует строго соблюдать меры технологического характера.

### **4.3 Водоснабжение производства и канализация, нормы расхода**

#### **ВОДЫ**

В производстве применяется питьевая и промышленная вода.

Нормы по водоснабжению и канализации принимаем следующие:

а) количество хозяйственно-питьевой воды предусмотрено 25 литров на человека в смену;

б) расход воды в час на каждый кран умывальника 180-200 литров[14,С.200]

в) расход воды на получение одной тонны продукции 1,63 м<sup>3</sup>.

Загрязненная вода отводится в существующую линию стоков, которые очищаются по комплексной схеме очистки.

В установке сточные воды отсутствуют, так как вода не используется в технологическом процессе.

#### **4.4 Безопасность и экологичность проекта в чрезвычайных ситуациях**

Под устойчивостью работы промышленного объекта понимают способность объекта выпускать установленные виды продукции в объемах и номенклатуре, предусмотренных соответствующими планами в условиях чрезвычайной ситуации, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения. Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями, которым всегда предшествует исследование устойчивости конкретного объекта.

На первом этапе исследования анализируют устойчивость и уязвимость элементов проектируемого производства в условиях чрезвычайной ситуации, а также оценивают опасность выхода из строя или разрушения элементов или всего объекта в целом. На этом этапе анализируют:

- надежность установок и технологического комплекса;
- последствия аварии отдельных элементов производства;
- распространение ударной волны по территории предприятия при взрывах сосудов, коммуникаций, ядерных зарядов и т. п.;
- распространение огня при пожарах различных видов;
- рассеивание веществ, высвобождающихся при чрезвычайной ситуации;
- возможность вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т. п., согласно [7, С. 354].

На втором этапе исследования разрабатывают мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после чрезвычайной

ситуации. Эти мероприятия составляют основу плана-графика повышения устойчивости объекта. В плане указывают объем и стоимость планируемых работ, источники финансирования, основные материалы и их количество, машины и механизмы, рабочую силу, ответственных исполнителей, сроки выполнения и т. д. Исследование устойчивости функционирования проектируемого объекта начинается задолго до ввода его в эксплуатацию. На стадии проектирования это в той или иной степени делает проектант. Такое же исследование объекта проводится соответствующими службами на стадии технических, экономических, экологических и иных видов экспертиз. Каждая реконструкция или расширение объекта также требует нового исследования устойчивости, согласно [7, С. 354].

Цеховые здания и сооружения на З возводились по типовым проектам, из унифицированных материалов. Для реконструируемого промышленного объекта характерны общие факторы, влияющие на устойчивость объекта и подготовку его к работе в условиях чрезвычайной ситуации, согласно [7, С. 355].

## ГЛАВА 5. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ЧАСТЬ.

### 5.1. Методы восстановления трубок и трубных решеток

С течением времени эксплуатации конденсатора происходит изнашивание трубок и трубных решеток. Изнашивание вызвано коррозией поверхностей трубок и трубной решетки конденсатора: на поверхностях трубок образуются микродефекты, вызванные коррозией и температурными перепадами от происходящего теплообмена. Со временем внутреннее сечение трубок уменьшается, а их наружная поверхность подвергается коррозии.

Вследствие этого необходимо периодически производить чистку трубок. Способы очистки трубок выбираются в зависимости от состава отложений и его количества. В настоящее время применяются химические, гидропневматические, ультразвуковые, механические, гидравлические и пескоструйные способы очистки теплообменной аппаратуры. Для очистки внутренней поверхности конденсатора можно применить гидромеханическую очистку.

Гидромеханическая очистка производится водой под высоким давлением (от 15 до 70 МПа в зависимости от характера отложений). Вода насосом подается в полуштуцер, на конце которой закреплена сменная насадка (сопло) с одним или несколькими отверстиями. Струя воды, выходящая из сопла, с большой скоростью направляется на отложения и отрывает их от стенок трубки.

Наружная поверхность трубного пучка очищается путем погружения пучка в ванну с растворителем и с помощью скребков и щеток, которые приводятся в движение пневматическими машинками.

Если обнаруживается пропускание теплоносителя, текущего внутри трубок, применяется замена дефектной трубки путем ее замены.

Замена дефектных трубок производится после проведения испытания пучка. Если количество дефектных трубок не превышает 15% от общего количества, их заглушают коническими пробками длиной 40-50 мм. Если

количество дефектных трубок превышает 15% пучок целесообразно заменить. При замене отдельных дефектных трубок их извлекают через трубную решетку.

Трубки можно также вырезать сверлильной машинкой РС-32 и резцом с поперечной подачей или сверлом, наружный диаметр которого равен наружному диаметру трубки, но несколько меньше диаметра отверстия в решетке. Обрезанные концы трубок удаляют из решеток путем их сминания специальным приспособлением вручную или легким пневматическим молотком. Обрезанные трубки выталкиваются из пучка через одну из трубных решеток.

Следующей операцией при ремонте теплообменник аппаратов является подготовка трубных решеток. Основные дефекты трубных решеток заключаются в коррозионном разрушении поверхности вследствие контакта с рабочей средой, в наличии забоин на поверхности для уплотнений, износа отверстий под трубки.

Поверхность трубной решетки восстанавливают путем проточки на станке с минимальным съемом слоя металла. Однако допускается уменьшение толщины трубной решетки не более 10% номинальной.

Трубные решетки должны иметь гладкие и ровные поверхности уплотнения; не допускаются поперечные риски, забоины, поры и раковины. Для проточки на месте привалочных поверхностей решеток применяют ручное приспособление для проточки на месте привалочных поверхностей. Стенки отверстий под трубки не должны иметь продольных рисков, допускаются поперечные кольцевые или спиральные риски глубиной не более 1,5 мм и не доходящие до края отверстия.

## **5.2. Механизмы трудоемких работ при ремонте**

При ремонте теплообменной аппаратуры применяются механизмы для промывки, чистки, извлечения трубок из трубных решеток, вальцовки концов трубок и т.п.

Для чистки трубок применяются импульсные ультразвуковые

генераторы УНГ-61М, ИГ-58 и ИГНР. Для воздействия ультразвука на жидкость используются специальные излучатели: "жидкостные свистки".

Струя жидкости, выходящая из сопла с большой скоростью, разбивается об острый край пластинки, по обе стороны которой возникают завихрения, вызывающие изменения давления с большой частотой.

Для очистки внутренней поверхности трубок применяют также пневматический перфоратор с ударным инструментом, который состоит из пневмодвигателя со встроенным регулятором числа оборотов и редуктора к перфоратору крепят штангу с буром.

Ударный механизм скалывает со стенки трубки отложения, которые затем вымываются из трубки раствором.

Для чистки мягких отложений применяют пистолет, используемый для опрессовки отдельных трубок.

Для извлечения трубного пучка из корпуса конденсатора и установка его в аппарат применяют монорельсы с талью, краны-балки, лебедки, автокраны, трактора и другие грузоподъемные механизмы. Для вытаскивания и установки трубных пучков используются экстракторы. Для конденсатора диаметром 800 мм и длине трубок 6000 мм используется экстрактор марки 2557 Салаватского машиностроительного завода.

## **ГЛАВА 6. РАЗВИТИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭКОНОМИКЕ**

Президент Узбекистана Шавкат Мирзиёев 22 декабря 2017 года обратился Посланием Олий Мажлису, посвященное итогам основной работы, осуществленной в 2017 году, и наиболее приоритетным направления социально-экономического развития Республики Узбекистан в 2018 году.

В ходе заседания глава нашего государства предложил объявить новый – 2018 год Годом поддержки активного предпринимательства, инновационных идей и технологий в нашей стране.

Президент Шавкат Мирзиёев подробно остановился на приоритетных направлениях совершенствования системы государственного и общественного строительства, обеспечения верховенства закона и дальнейшего реформирования судебной системы, развития и либерализации экономики, развития социальной сферы, в сферах безопасности, обеспечения межнационального согласия и религиозной толерантности, а также во внешней политике в 2018 году.

Постановлением Президента Республики Шавката Мирзиёева инвестиционную программу на 2018 год Узбекистан планирует освоить в 2018 году иностранные инвестиции по 199 проектам в объеме 4,505 миллиарда долларов.

За счет иностранных кредитов под гарантию правительства планируется освоить 1,854 миллиарда долларов по 79 проектам, за счет прямых иностранных инвестиций — 2,65 миллиарда долларов по 120 проектам. Наибольший объем иностранных инвестиций — 2,47 миллиарда долларов по 37 проектам — намечается освоить в топливно-энергетическом секторе. Из них за счет прямых инвестиций зарубежные компании планируют вложить 1,97 миллиарда долларов в 20 проектов в нефтегазовой отрасли.

В частности, "Лукойл" в 2018 году инвестирует 1,217 миллиарда долларов в реализацию двух СРП общей стоимостью более 8 миллиардов

долларов, а Gas Project Development Central Asia (GPD, дочерняя структура Gazprom International) приступает к реализации двух проектов общей стоимостью около 1,3 миллиарда долларов — разработке газовых месторождений в Устюртском регионе и Сурхандарьинской области. Объем запланированных инвестиций в 2018 году — 160 миллионов долларов.

За счет иностранных кредитов международных финансовых институтов в энергетической отрасли планируется освоить 506,7 миллиона долларов в семнадцати проектах. Японские Mitsubishi Corporation и Mitsubishi Hitachi Power Systems Ltd приступят к реализации двух проектов общей стоимостью около 1,5 миллиарда долларов — строительству Туракурганской ТЭС в Наманганской области мощностью 900 МВт и строительству парогазовой установки мощностью 450 МВт на Навоийской ТЭС. Также китайская Zhuhai Singyes Green Building Technology начнет строительство солнечной электростанции в Самаркандской области.

Согласно официальной статистике, по итогам 2016 года объем освоенных иностранных инвестиций и кредитов в экономике Узбекистана вырос на 11,3% и превысил 3,7 миллиарда долларов. Таким образом, рост данного показателя в 2018 году должен составить 21,6%.

На современном этапе экономического развития в Узбекистане уделяется важное внимание обеспечению сбалансированного развития каждого региона страны, с учетом природно-сырьевого, промышленного и инвестиционного потенциалов

Проводимые руководством страны экономические реформы по реализации инвестиционного потенциала регионов дают свои положительные результаты, и ярким примером этому служат показатели социально-экономического развития Ферганской области, свидетельствующие об улучшении инвестиционного климата.

Фергана – это место переплетения многовековой истории и процессов современной жизни. Здесь, наряду с историческими достопримечательностями, памятниками старины и ремесленными

мастерскими, развивается современная инфраструктура: современные промышленные предприятия, торговые и развлекательные комплексы, которые придают неповторимый образ региону.

Область занимает в республике ведущее место в топливно-энергетической, машиностроительной, электротехнической отраслях, переработке хлопкового волокна и плодоовощной продукции, выпуска готовых текстильных и кожевенно-обувных изделий, а также в производстве зерна, бахчевых, плодоовощной продукции и других сельскохозяйственных культур.

В частности, ежегодно в Ферганской области выращивается более 280 тыс. т хлопка сырца, 750 тыс. т зерна, 638 тыс. т овощей, 345 тыс. т фруктов, 60 тыс. т бахчевых культур, 90 тыс. т винограда и 234 тыс. т картофеля, а также производится более 2,5 тыс. т шелка-сырца, 121 тыс. т мяса, 750 тыс. т молока и 239 млн. шт. яиц.

Рост валового регионального продукта области (ВРП) по итогам 2016 года составил 9,4%. В расчёте на душу населения рост ВРП составил 7,7%. Доля сельского хозяйства в ВРП области составляет 19,3%, промышленности – 17,8%.

За годы независимости в области сформировалась многоукладная экономика, где частная собственность получила приоритетное развитие. Малый бизнес и частное предпринимательство стали основным источником наполнения рынка необходимыми товарами и услугами, роста доходов, благосостояния и повышения занятости населения. Удельный вес малого предпринимательства в ВРП области по итогам 2016 года составил 61,1%.

Ферганская область занимает 3-е место в республике по промышленному производству после г.Ташкента и Ташкентской области. В регионе расположено порядка 4,2 тыс. промышленных предприятий, из которых 44 предприятий являются крупными. К числу наиболее крупных можно отнести такие предприятия, как, АО «FARG'ONAAZOT» (карбонит, селитра и другие минеральные удобрения), АО

«QO'QONSUPERFOSFATZAVODI» (минеральные удобрения), АО «Автоойна» (стекла для легковых автомобилей), АО «ФАРГОНАЁГ-МОЙ» (растительное масло), АО «Фаргонадонмахсулот» (мука), ИП «Кувасойцемент» (цемент), ПО «Ферганский нефтеперерабатывающий завод» (нефтепродукты) и др.

Ферганская область, обладающая промышленным потенциалом, производственной и транспортно-коммуникационной инфраструктурой, является одним из привлекательных регионов республики Узбекистан для вложения иностранных инвестиций.

Свидетельством результативности проводимых работ по широкому привлечению иностранных инвестиций в Ферганскую область является растущее количество предприятий с участием иностранных инвестиций. Так, по итогам 2016 года в области зарегистрировано 116 предприятий с участием иностранных инвестиций из таких стран, как США, КНР, Сингапур, Южная Корея, Турция, Великобритания, Швейцария, Германия, Франция, Россия и другие. Предприятия задействованы в таких отраслях экономики, как легкая, пищевая, электротехническая, химическая и нефтехимическая промышленности, производство строительных материалов, машиностроение и металлообработка, услуги и другие отрасли.

К примеру, успешно ведут свою производственно-хозяйственную деятельность: - узбекско-сингапурское СП «IndoramaKokandTextile» с мощностью производства 12 тыс. т хлопчатобумажной пряжи в год. По данному проекту рубма освоенных прямых иностранных инвестиций составляет 80 млн. долл. Также в текущем году по инициативе иностранного учредителя предприятия планируется увеличение производственных мощностей путем привлечения прямых иностранных инвестиций в размере 40 млн. долл.;

- корейское ИП «DaewooTextileFergana» с мощностью производства 36 тыс. т хлопчатобумажной пряжи в год, рубма освоенных прямых иностранных инвестиций – 68 млн. долл. В данном контексте необходимо

отметить, что реализация данных проектов позволила увеличить уровень переработки хлопка-волокна в Ферганской области до 85%;

- узбекско-корейское СП «Uzsungwoo» по производству кузовов для легковых автомобилей марки «Cobalt», рубма освоенных прямых иностранных инвестиций – 23 млн. долл.;

- узбекско-британско-швейцарское СП «ЕвроазияТапо-Диск» с мощностью производства 1 млн.шт. дисков для легковых автомобилей в год, рубма освоенных прямых иностранных инвестиций – 6 млн. долл.

На долю предприятий с иностранными инвестициями в среднем приходится более 23% производимой продукции и 40% от общего объема экспорта региона. На данных предприятиях трудятся 11 тыс. человек.

Правительство страны уделяет особое внимание вопросу развития транспортных коммуникаций. Транспортная политика Республики Узбекистан осуществляется на основе стратегии поэтапной модернизации и создания широко-разветвленной и объединенной системы национальной транспортной инфраструктуры.

В этой связи, представляется необходимым отметить, что проект по строительству электрифицированной железнодорожной линии «Ангрен – Пап», ввод в эксплуатацию которой намечен на середину 2016 года, открывает новые возможности в развитии внешней экономической деятельности Ферганской области. Новая железнодорожная линия позволит завершить формирование единой сети железных дорог Узбекистана и обеспечить благоприятные условия для дальнейшего комплексного экономического и социального развития областей Ферганской долины.

## ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Целью данной выпускной работы является замена элементных кожухотрубчатых конденсаторов на новые – кожухотрубчатые вертикальные, что позволит уменьшить площадь, занимаемую отделением, понизить металлоемкость и повысить эффективность процесса конденсации за счет увеличения удельной поверхности теплообмена. С этой целью были исследованы и рассчитаны экономико-производственные показатели.

Для расчетов показателей были использованы данные технологического процесса производства, данные отдела по труду и отдела капитального строительства АО "FARG'ONAAZOT".

Все содержащиеся в расчетах данные приведены на 1 января 2018 г.

### 7.1 Расчет производственной программы

Производственная программа устанавливает объем выпуска готовой продукции, соответствующей по качеству требованиям стандартов. Для определения эффективного фонда времени работы основного технологического оборудования отделения жидкого хлора составили годовой график работы оборудования.

Расчет количества рабочих дней за год представлен в таблице 7.1

Производственную мощность отделения конденсации  $M$ , т/год, определили по формуле

$$M = E \cdot П \cdot T, \quad (7.1)$$

где  $M$  - производственная мощность конденсаторов, т/год;

$E$  - количество конденсаторов, штук;

$П$  - технически возможная суточная производительность одного конденсатора т/ч;

$T$  - эффективный фонд рабочего времени конденсатора, дней.

Количество конденсаторов, необходимых для ведения технологического процесса приняли:

$$E = 5 \text{ штук}$$

Технически возможная суточная производительность одного конденсатора П, т/ч, приняли как:

$$П = G_{\text{хл}} \cdot 24 \quad (7.2)$$

где  $G_{\text{хл}}$  - выпуск жидкого хлора в час.

Согласно технологическим расчетам настоящей работы приняли:

$$G_{\text{хл}} = 3100 \text{ кг/ч} = 3,1 \text{ т/ч}$$

Технически возможная суточная производительность одного конденсатора П, т/ч, составила:

$$П = 3,1 \cdot 24 = 74,4 \text{ т/сутки}$$

Эффективный фонд времени Т, дней, определили согласно таблицы 7.1 настоящей работы:

$$Т = 326 \text{ дней}$$

Производственная мощность отделения конденсации М, т/год, составила:

$$М = 5 \cdot 74,4 \cdot 326 = 121272 \text{ т/год}$$

Таблица 7.1-Расчет количества рабочих дней за год.

Фонд времени	Продолжительность, дни
Календарный фонд времени	365
Регламентируемые перерывы:	
Капитальный ремонт	14
Текущий ремонт	10
по технологическим причинам	9
по другим причинам	6
Итого	39
Эффективный фонд времени	326

На основе проектируемого объема выпуска продукции и принятых норм расхода рассчитываем потребность в основных и вспомогательных материалах, в энергии всех видов.

Расчет расходного контингента сырья, материалов, энергии в натуральном и стоимостном выражении представлен в таблице 7.2 настоящей работы:

Таблица 7.2 - Расчет контингента сырья, материалов, энергии в стоимостном выражении

Наименование	Цена за единицу ресурса, сумлей	Норма расхода на единицу готовой продукции	Расходный контингент	
			Количество	Сумма, сумлей
Водяной пар, тн	1100	1,0072	122145	134359674
Холод, -28 °С	467	0,155	18797	8778274
Электроэнергия переменного тока, ткВтч	551	0,0285	3456	1904395
Пар, гКал	190	0,0006	72,76	13825
Вода оборотная, тм3	304	0,02	2425	737334
Воздух, тм3	317	0,0245	2971	941859
Азот, тм3	125	0,0486	5894	736727

## 7.2 Расчет капитальных вложений

Наименование и характеристика оборудования	Количество единиц	Сметная стоимость, сум	Амортизация	
			норма, %	сумма, сум
1 Основное оборудование				
Конденсатор, Поз. 2	7,0	827515,8	9,0	74476,4
Ресивер, Поз. 59	1,0	14654,0	11,0	1611,9
Абгазоотделитель, Поз. 3	7,0	133018,2	9,0	11971,6
Испаритель, Поз. 4	2,0	43264,0	9,0	3893,8

Танк жидкого хлора, Поз. 8	5,0	331420,0	11,0	36456,2
Бак для рассола, Поз. 6	6,0	81341,0	8,3	6751,3
2 Вспомогательное оборудование				
КИПиА		286242,6	17,0	48661,2
Технологические тсумопроводы		429363,9	14,0	60110,9
3 Общая стоимость оборудования		2146819,5		243933,5
4 Здания и сооружения		178379475,0	2,5	4459486,9
Итого по статьям 3 и 4		180526294,5		4703420,3

Расчет стоимости основных фондов действующего производства представим в таблице 7.3.

Таблица 7.3 - Расчет стоимости вновь вводимого основного оборудования

Наименование характеристик оборудования	Кодификация	Отпускная цена, сум/ед	Стоимость приобретения оборудования, сум	Транспортные расходы, сум	Заготовительно-складские расходы, сум	Затраты на монтаж, сум	Сметная стоимость, сум	Амортизация	
								норма, %	сумма, сум
Конденсатор Поз. 2	5,0	44091,8	253528,1	12676,4	7605,8	50705,6	324516,0	9,0	29206

Нормативный срок службы существующих в отделении конденсаторов – 11 лет. С момента установки их срок службы составил 28 лет. Следовательно, остаточная стоимость оборудования, исключаемого из схемы, равна нулю.

Таблица 7.5 – Расчёт стоимости демонтируемого оборудования

Наименование и характеристика оборудования	Количество единиц	Сметная стоимость, сум
Конденсатор, Поз. 2	7,0	827515,8
Абгазоотделитель, Поз. 3	2,0	38005,2
Итого:		865521

Расходы на демонтаж существующего оборудования, исключаемого из схемы, укрупненно примем как 20% от стоимости этого оборудования.

$$Ц_{ДЕМ} = K_{д} \cdot 0,2$$

где  $Ц_{ДЕМ}$  – расходы на демонтаж;

$K_{д}$  – полная стоимость демонтируемых фондов, сум.

$$Ц_{ДЕМ} = 865521 \cdot 0,2 = 173104 \text{ сум.}$$

Таким образом, величина затрат на реконструкцию составит:

$$K_{РЕК} = 324516 + 173104 = 497620 \text{ сум.}$$

Сметную стоимость основного оборудования после модернизации  $K_1$  определяли по формуле [3, С.99]:

$$K_1 = K_0 + K_{д} - K_{выб}, \quad (7.3)$$

где  $K_0$  - сметная стоимость основного оборудования до модернизации сум;

$K_{д}$  - дополнительные затраты на реконструкцию оборудования сум;

$K_{выб}$  – стоимость выбывающего оборудования, сум;

Сметная стоимость основного оборудования после модернизации  $С_{РЕК}$  составит:

$$С_{РЕК} = 1431213 + 497620 - 865521 = 1063312 \text{ сум.}$$

Величина амортизационных отчислений после модернизации будет составлять

$$A_{РЕК} = A_0 - A_{выб} + A_{вв},$$

где  $A_0$  - амортизационные отчисления на основное оборудование до модернизации, сум;

$A_{ВЫБ}$  – амортизационные отчисления на выбывающее оборудование, сум;

$A_{ВВ}$  - амортизационные отчисления на вновь вводимое оборудование, сум.

$$A_{РЕК} = 135161 - 74476 - 3420,5 + 29206,4 = 86470,8 \text{ сум}$$

Сводный расчет капитальных вложений и амортизационных отчислений представлен в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Капитальные вложения и амортизационные отчисления по отделению конденсации хлора

Наименование	До модернизации		После	
	Стоимость Б, сум.	Амортиз а-ция, а-ция,	Стоимость Б, сум	Аморти за-
Здания и сооружения	178379475 ,0	4459486, 9	178379475 ,0	4459486 ,9
Основное оборудование	1431213,0	135161,3	1063312,2	86470,8
Вспомогательное оборудование	715606,5	108772,2	531656,1	80811,7
Всего	180526294 ,5	4703420, 3	179974443 ,3	4626769 ,4

Таким образом, капитальные вложения на создание основных фондов отделения до модернизации составляли 180628517 сумлей, а после модернизации составили 17997443 сумлей.

### 7.3 Расчет показателей по труду и заработной плате

В результате модернизации численность производственного персонала не изменяется. Производство – непрерывное, график работы – пятибригадный

трехсменный, система оплаты труда – повременно-премиальная, условия труда – вредные.

Расчет баланса рабочего времени свели в таблицу 7.7.

### 7.3.1 Расчет годового фонда заработной платы

Расчет производили для аппаратчика отделения конденсации.

Часовая тарифная ставка составила

$$t_{\text{час}} = 8,2 \text{ сум.}$$

Оплату по тарифу  $O_T$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.99] по формуле

$$O_T = t_{\text{час}} \cdot T_{\text{см}} \cdot T_{\text{эф}} \cdot Ч_{\text{сп}}, \quad (7.4)$$

где  $t_{\text{час}}$  – часовая тарифная ставка аппаратчика, тыс. сум.;

$T_{\text{см}}$  – продолжительность рабочей смены, часы;

$T_{\text{эф}}$  – эффективный фонд рабочего времени аппаратчика, дни;

$Ч_{\text{сп}}$  – списочная численность аппаратчиков, чел.

$$O_T = 8,2 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 172 \cdot 16 = 135,9 \text{ тыс. сум.}$$

Премию за 100% выполнение установленного задания  $O_{\text{п}}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.99] по формуле

$$O_{\text{п}} = \frac{O_T \cdot K_{\text{п}}}{100}, \quad (7.5)$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент премирования за 100% выполнение установленного задания, %.

Коэффициент премирования  $K_{\text{п}}$ , %, приняли  $K_{\text{п}} = 50 \%$

$$O_{\text{п}} = \frac{135,9 \cdot 50}{100} = 67,95 \text{ тыс. руб.}$$

Доплату за работу в праздничные дни  $O_{\text{пр}}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.99] по формуле

$$O_{\text{пр}} = t_{\text{час}} \cdot T_{\text{см}} \cdot n_{\text{пр}} \cdot Ч_{\text{ЯВ}}^{\text{СУТ}}, \quad (7.6)$$

где  $n_{\text{пр}}$  – число праздничных дней в году, дни;

$\text{Ч}_{\text{яв.}}^{\text{сут}}$  – явочная численность в сутки, чел.

$$O_{\text{пр}} = 8,2 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 13 \cdot 9 = 17,332 \text{ тыс. сум.}$$

Доплату за работу в ночное время  $O_{\text{н}}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.99] по формуле

$$O_{\text{н}} = \frac{O_{\text{т}} \cdot 0,5}{3}, \quad (7.7)$$

где 0,5 – коэффициент доплаты за каждый час работы.

$$O_{\text{н}} = \frac{135,9 \cdot 0,5}{3} = 22,65 \text{ тыс. руб.}$$

Доплату за работу в вечернее время  $O_{\text{в}}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.99] по формуле

$$O_{\text{в}} = \frac{O_{\text{т}} \cdot 0,2}{3}, \quad (7.8)$$

где 0,2 – коэффициент доплаты за каждый час работы.

$$O_{\text{в}} = \frac{135,9 \cdot 0,2}{3} = 9,06 \text{ тыс. руб.}$$

Доплату за вредные условия труда  $O_{\text{вр}}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.99] по формуле

$$O_{\text{вр}} = \frac{O_{\text{т}} \cdot K_{\text{вр}}}{100}, \quad (7.9)$$

где  $K_{\text{вр}}$  – коэффициент доплаты за вредные условия труда, %.

Коэффициент доплаты за вредные условия труда  $K_{\text{вр}}$ , %, приняли

$$K_{\text{вр}} = 15 \%$$

$$O_{\text{вр}} = \frac{135,9 \cdot 15}{100} = 20,38 \text{ тыс. руб.}$$

Итого, основной фонд зарплаты

$$Z_{\text{осн}} = 135,9 + 67,95 + 17,332 + 22,65 + 9,06 + 20,38 = 273,27 \text{ тыс. сум.}$$

Оплату отпуска  $O_{\text{отп}}$ , тыс. сум., оплату за выполнение общественных и государственных обязанностей  $O_{\text{об}}$ , тыс. сум., ученического отпуска,  $O_{\text{уч}}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.99] по формулам

$$O_{\text{отп}} = (Z_{\text{осн}}/T_{\text{эф}}) \cdot n_{\text{отп}}, \quad (7.10)$$

$$O_{\text{об}} = (Z_{\text{осн}}/T_{\text{эф}}) \cdot n_{\text{об}} \quad (7.11)$$

$$O_{\text{уч}} = (Z_{\text{осн}}/T_{\text{эф}}) \cdot n_{\text{уч}} \quad (7.12)$$

где  $n_{\text{отп}}$ ,  $n_{\text{об}}$ ,  $n_{\text{уч}}$  – соответственно продолжительность отпуска, выполнение общественных и государственных обязанностей, ученического отпуска, дни.

$$O_{\text{отп}} = (273,27/172) \cdot 38 = 60,37 \text{ тыс. сум.},$$

$$O_{\text{об}} = (273,27/172) \cdot 1 = 1,59 \text{ тыс. сум.}$$

$$O_{\text{уч}} = (273,27/172) \cdot 3 = 4,77 \text{ тыс. сум.}$$

Итого, дополнительный фонд зарплаты

$$Z_{\text{доп}} = 60,37 + 1,59 + 4,77 = 66,73 \text{ тыс. сум.}$$

Общий фонд зарплаты  $Z_{\text{общ}}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.99] по формуле

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (7.13)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  и  $Z_{\text{доп}}$  – соответственно основной и дополнительный фонд зарплаты, тыс. сум.

$$Z_{\text{общ}} = 273,27 + 66,73 = 340 \text{ тыс. сум.}$$

Доплату за районные условия  $Z_{\text{р.к}}$ , тыс. сум., определяли по формуле

$$Z_{\text{р.к}} = 0,15 \cdot Z_{\text{общ}}, \quad (7.14)$$

где 0,15 – 15% районный коэффициент по Уралу.

$$Z_{\text{р.к}} = 0,15 \cdot 340 = 51 \text{ тыс. сум.}$$

Годовой фонд зарплаты  $Z_{\text{г}}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.100] по формуле

$$Z_{\text{г}} = Z_{\text{общ}} + Z_{\text{р.к}} \quad (7.15)$$

$$Z_{\text{г}} = 340 + 51 = 391 \text{ тыс. сум.}$$

### 7.3.2 Расчет годового фонда заработной платы для ИТР

Расчет произвели для начальника отделения.

Месячный оклад  $O_{\text{м}}$ , тыс. сум., приняли

$$O_M = 3,728 \text{ тыс. сум.}$$

Оплату по тарифу  $O_T$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.100] по формуле

$$O_T = O_M \cdot \text{Ч}_{\text{сп}} \cdot 11, \quad (7.16)$$

где  $\text{Ч}_{\text{сп}}$  – списочная численность, чел.

$$O_T = 3,728 \cdot 1 \cdot 11 = 41 \text{ тыс. сум.}$$

Премию за 100% выполнение установленного задания  $O_{II}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.100] по формуле

$$O_{II} = \frac{O_T \cdot K_{II}}{100}, \quad (7.17)$$

где  $K_{II}$  – коэффициент премирования за 100 % выполнение установочного задания, %.

$$O_{II} = \frac{41 \cdot 50}{100} = 20,5 \text{ тыс. руб.}$$

Коэффициент доплаты за вредные условия труда  $K_{\text{вр}}$ , %, приняли

$$K_{\text{вр}} = 15 \%$$

$$O_{\text{вр}} = \frac{41 \cdot 15}{100} = 6,151 \text{ тыс. руб.}$$

Итого, основной фонд зарплаты начальника отделения

$$Z_{\text{осн}} = 41 + 20,5 + 6,151 = 67,66 \text{ тыс. сум.}$$

Дополнительный фонд зарплаты  $Z_{\text{доп}}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.100] по формуле

$$Z_{\text{доп}} = O_M \cdot \text{Ч}_{\text{сп}} \cdot K', \quad (7.18)$$

где  $K'$  – коэффициент, учитывающий отпускные.

$$Z_{\text{общ}} = 3,728 \cdot 1 \cdot 1,6 = 5,96 \text{ тыс. сум.}$$

Итого, общий фонд зарплаты начальника отделения

$$Z_{\text{общ}} = 67,66 + 5,96 = 73,62 \text{ тыс. сум.}$$

Доплату за районные условия  $Z_{\text{рк}}$ , тыс. сум., определяли согласно [3,С.100] по формуле

$$Z_{\text{рк}} = 0,15 \cdot Z_{\text{общ}} \quad (7.19)$$

$$Z_{\text{рк}} = 0,15 \cdot 73,62 = 11,044 \text{ тыс. сум.}$$

Итого, годовой фонд зарплаты начальника отделения

$$З_r = 73,62 + 11,044 = 84,67 \text{ тыс. сум.}$$

Годовой фонд зарплаты для остальных рабочих определяли аналогично и свели в таблицы 7.9 и 7.10.

### **7.3.3 Расчет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования и цеховых расходов**

Расчет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования представили в таблице 7.11

Таблица 7.11 – Расчет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Наименование затрат	До	После модернизации,
1 Амортизационные отчисления	135161,3	86470,8
2 Расходы по эксплуатации машин и механизмов	128809,2	63798,7
3 Расходы на текущий ремонт	171745,6	127597,5
4 Прочие	2178,6	1389,3
Всего	437894,6	279256,3

#### **Примечание**

- 1 Значение амортизационных отчислений – смотри таблицу 7.6.
  - 2 Расходы на эксплуатацию оборудования принимали в размере 4% от его стоимости.
  - 3 Расходы на текущий и капитальный ремонт принимали в размере 8% от стоимости оборудования.
  - 4 Прочие расходы принимали в размере 0,5% от суммы статей с 1 по 5.
- Смету цеховых расходов представили в таблице 7.12.

Таблица 7.12 – Смета цеховых расходов

Статьи расходов	Сумма, р.
1 Основная и дополнительная зарплата ИТР	2836996,9
2 Отчисления на соц. нужды	1061036,8
3 Амортизация зданий	4459486,9
4 Текущий ремонт и содержание зданий и сооружений	312164,1
5 Расходы по охране труда	425549,5
6 Прочие	454761,7
Всего	9549995,9

#### Примечание

1 Данные по статье 1 – смотри таблицу 7.10.

2 Отчисления на социальные нужды принимали согласно положению на предприятии в размере 37,4 % от статьи 1.

3 Амортизация зданий и сооружений – смотри таблицу 7.6.

4 Содержание, текущий ремонт зданий и сооружений принимали согласно [37, С. 10] в размере 7 % от стоимости.

5 Расходы по охране труда принимали согласно [3, С. 10] в размере 15 % от зарплаты работников цеха.

6 Прочие расходы принимали согласно [3, С. 10] в размере 5 % от суммы статей с 1 по 5.

Величину цеховых расходов, приходящихся на отделение конденсации, определим пропорционально доле основных фондов, приходящихся на отделение:

$$P_{цo} = \frac{18756381}{178379475} * 9549996 = 10041702 \text{ руб.}$$

#### 7.4 Расчет себестоимости продукции

Калькуляцию себестоимости одной тонны жидкого хлора.

Ц - оптовая цена продукции, р/т;

Ф<sub>ср</sub> - средняя стоимость основных фондов, сум;

до модернизации Ф<sub>ср0</sub>, после модернизации Ф<sub>ср1</sub>;

$$\Phi_0 = \frac{(121272 \cdot 1600)}{180526295} = 1,075 \text{ р/р}$$

$$\Phi_1 = \frac{(121272 \cdot 1600)}{179974443} = 1,078 \text{ р/р}$$

Рентабельность продукции Р определяли по формуле [ 4 ]:

$$P = \frac{(Ц - C)}{C} \cdot 100 \quad (7.23)$$

где Ц - оптовая цена продукции, р/т;

С - себестоимость одной тонны продукции, р;

до модернизации С<sub>0</sub>, после модернизации С<sub>1</sub>;

$$P_0 = \frac{1600 - 1261}{1261} \cdot 100 = 22,77 \%$$

$$P_1 = \frac{1600 - 1259,5}{1259,5} \cdot 100 = 22,945 \%$$

Годовую экономию от модернизации Э<sub>год</sub> определяли по формуле [ 4 ]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_0 - C_1) \cdot M \quad (7.24)$$

где С<sub>0</sub> - себестоимость одной тонны продукции до модернизации, сум;

С<sub>1</sub> - себестоимость одной тонны продукции после модернизации, сум;

М - мощность производства после модернизации, т/год;

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (1261 - 1259,5) \cdot 121272 = 186083 \text{ сум.}$$

Срок окупаемости дополнительных затрат Т<sub>ок</sub>, год, определяли по формуле

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_d}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (7.25)$$

где К<sub>д</sub> - дополнительные капитальные затраты на реконструкцию, сум.;

Э<sub>год</sub> - годовая экономия от модернизации, сум.

$$T_{\text{ок}} = \frac{497620}{1860826} = 2,674 \text{ года}$$

Основные технико-экономические показатели по производству жидкого хлора представлены в таблице 7.13.

Благодаря модернизации отделения конденсации хлора получили снижение себестоимости жидкого хлора на 1,534 сум/т и рост рентабельности продукции на 0,173 %. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений 2,67 года, что меньше нормативного срока окупаемости для модернизации, составляющего 3 года. Следовательно, проведение модернизации экономически выгодно.

Таблица 7.15 - Основные технико-экономические показатели производства

Наименование	До реконструкции	После реконструкции
Мощность, т/год.	121272	121272
Себестоимость 1 тонны, сум.	12610	12595
Численность п.п.п., чел.	54	54
Производительность труда, т год/чел	2245,78	2245,78
Фондоотдача, сум/сум	1,0748	1,078
Рентабельность продукции, %	22,77	22,95
Прибыль, сум/год	4110928508	4129536770
Дополнительные кап.затраты, сум		49762000
Годовой экономический эффект от модернизации, сум		18 608 260
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, год		2,674

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данной выпускной квалификационной работе были произведены тепловой, гидравлический и конструктивно-механический расчёты теплообменного аппарата (подогревателя), необходимого для нагревания смеси ацетон-вода до температуры кипения насыщенным водяным паром.

Вследствие чего по стандартным каталогам (ГОСТ 15118-79, ГОСТ 15120-79 и ГОСТ 15122-79) был выбран кожухотсумчатый вертикальный теплообменник с неподвижными тсумными решётками со следующими основными характеристиками [7]:

Внутренний диаметр кожуха $D$ , мм	Число тсум на один ход, $n$	Длина тсум $L$ , м	Поверхность теплообмена $F$ , м <sup>2</sup>	$n_p$	$h$ , мм	Тсумы $d_{тсум} \times \Delta d$ , мм	Число ходов, $z$
600	120	4,0	75	16	300	25x2	2

Рассчитана тепловая изоляция для него:  $\delta_{из} = 17,3$  мм – материал: шерстяной войлок.

Для подачи холодного теплоносителя (смесь: ацетон-вода) в аппарат подобран центробежный насос марки **X45/21**.

Также подобраны диаметры штуцеров для данного теплообменного аппарата:

- для ввода насыщенного водяного пара – 0,2 м;
- для отвода конденсата – 0,1 м;
- для ввода и отвода смеси ацетон-вода – 0,15 м.

В данном теплообменнике тсумы, изготовленные из стали Ст3, расположены по вершинам равносторонних треугольников и закреплены в тсумной решётке развальцовкой. В месте подачи насыщенного водяного пара и отвода конденсата прикреплены два отбойника для предотвращения эрозии и износа тсум. Теплообменник установлен на четыре опоры типа ОВ – II – Б – 400 – 6 ОН.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обращение Президента Республики Узбекистан Ш. М. Мирзиёева Олий Мажлису от 22 декабря 2017 года. Т.: Ўзбекистон, 2017. -27 с.
2. Нурмухамедов Х.С., Нигмаджанов С.К., Абдуллаев А.Ш., Аскарлова А.Б., Каримов К.Г., Рамбергенов А.К. Нефть ва кимё саноатларининг машина ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш. - Т.: Фан ва технологиялар, 2008. - 356 б.
3. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимевий технология асосий жараён ва қурилмалар. – Т.: Шарк, 2003. – 644 б.
4. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Исматуллаев П.Р., Зокиров С.Г., Маннонов У.В. Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг асосий жараён ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш. - Т.: Жаҳон, 2000. -231 б.
5. Анурьев В. И. **Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2009. Т. 1. 728 с,**
6. Анурьев В. И. **Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. 5-е изд. перераб.. и доп. М.: Машиностроение, 2008. Т. 2. 559 с.**
7. Анурьев В. И. **Справочник конструктора-машиностроителя: В 3- т. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2008. Т. 3. 557 с.**
8. Бауман В. А., Быковский Я, Я. **Вибрационные машины и процессы в строительстве. М.: Высш. школа. 2007. 225 с.**
9. Бауман В. А., Клушанцев Б, В., Мартынов В, Д, **Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М.: Машиностроение, 2001. 324 с.**
10. **Вибрационные машины в строительстве и производстве строительных материалов: Справочник/Под ред. В. А. Баумана. М.: Машиностроение, 2000. 548 с.**
11. **Вибрации в технике: Справочник: В 6 т. М. : Машиностроение, 2001. Т. 3. Вибрационные процессы и машины / Под ред. Э. Э. Лавендела. 509 с.**

12. Гузенков Я. Г. Детали машин: Учеб. пособие для студентов вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 2002. 351 с.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/Под ред. чл.-корр. АН СССР П.Г. Романкова. – 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с., ил.
14. Методические указания к курсовому проектированию для студентов химико-технологического и заочного энерго-механического факультетов в 2-х частях. – Ч. I. Тепловой расчёт/Гусев В.П., Гусева Ж.А. – Томск: ТПУ, 1996. – 42 с.
15. Кожухотсумный теплообменник. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов всех специальностей химико-технологического факультета/А.Г. Пьянков, В.В. Тихонов. – Томск: ТПУ, 2005. – 24 с.
16. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Учебник для химико-технологических вузов. – 8-е изд. перераб. – М.: Химия, 1971. – 784 с., ил.
17. Методические указания к курсовому проектированию для студентов химико-технологического и заочного энерго-механического факультетов в 2-х частях. – Ч. II. Гидравлический и конструктивно-механический расчёты/Гусев В.П., Гусева Ж.А. – Томск: ТПУ, 1996. – 32 с.
18. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/Под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1983. – 272 с., ил.