

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»
в г. Миассе
Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Технология производства машин»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, к.т.н.
_____ А.В. Плаксин
« _____ » _____ 2017 г.

ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМА КОРАБЕЛЬНОЙ ОПРЕСНИТЕЛЬНОЙ
УСТАНОВКИ МОРСКОЙ ВОДЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 625 КГ/ЧАС

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ – 15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ ВКР

Консультант, должность
Старший преподаватель
_____/ Е. С. Шапранова /
« _____ » _____ 2017 г.

Руководитель, должность
к.т.н., доцент кафедры ТПМ
_____/ В. Г. Зезин /
« _____ » _____ 2017 г.

Консультант, должность

_____/ _____ /
« _____ » _____ 2017 г.

Автор
студент группы 515
_____/ М. Ю. Константинов /
« _____ » _____ 2017 г.

Консультант, должность

_____/ _____ /
« _____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер, должность
к.т.н., доцент кафедры ТПМ
_____/ В. Г. Зезин /
« _____ » _____ 2017 г.

Миасс 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО – УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
в г. Миассе

Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Технология производства машин»
Направление 15.03.02 Технологические машины и оборудование

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В. Плаксин
_____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента
Константинова Михаила Юрьевича

(Ф. И.О. полностью)

Группа 515

1. Тема работы

Гидропневмосистема корабельной опреснительной установки морской воды
производительностью 625 кг/час

(название)

утверждена приказом по университету от _____ 20__ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы 21 июня 2017

3. Исходные данные к работе

1. Тип установки – автономная с низким энергопотреблением и эмиссией шума

2. Назначение установки – производство дистиллированной воды для
подпитки корабельной энергоустановки, технических нужд и приготовления
питьевой воды

3. Производительность установки – 625 кг/час

4. Источник тепловой энергии для упаривания – перегретый пар корабельной
энергоустановки

5. В системе подачи упариваемого рассола использовать гидравлический мультипликатор давления заборной воды

7. Давление заборной воды 0,15...63,5 кгс/см²

8. Время непрерывной работы установки – 5000 ч

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Введение

1 Назначение и технические требования к установке. Задачи дипломного проектирования

1.1 Назначение установки

1.2 Технические требования к установке

1.3 Задачи дипломного проектирования

2 Анализ технических требований и обоснование выбора принципиальной схемы опреснительной установки

2.1 Анализ возможных схем исполнения опреснительной установки

2.2 Обоснование и выбор принципиальной схемы опреснительной установки

2.3 Описание работы опреснительной установки выбранной схемы

3 Пневмогидросистема опреснительной установки

3.1 Пневмогидросхема опреснительной установки

3.2 Описание работы пневмогидросистемы опреснительной установки

4 Комплект гидравлических устройств с мультипликатором

4.1 Технические требования к параметрам комплекта гидравлических устройств

4.2 Выбор принципиальной схемы комплекта гидравлических устройств

4.3 Расчет основных параметров комплекта гидравлических устройств

4.4 Описание работы комплекта гидравлических устройств и конструкций основных элементов

5 Безопасность жизнедеятельности

Заключение

Библиографический список

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

1. Схема пневмогидравлическая принципиальная установки, 1л. ф. А1

2. Схема гидравлическая КГУ с мультипликатором, 1л. ф. А1

3. Чертеж вида общего силового гидроцилиндра мультипликатора, 1л. ф. А1

4. Чертеж сборочный блока гидрораспределителей мультипликатора, 1л. ф. А1

5. Рабочий чертеж дозатора антيناкипина, 1л. ф. А1

6. Схема функциональная опреснительной установки, 1л. ф. А1

7. Графики рабочих характеристик мультипликатора

Всего 7 листов

6. Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	<i>Е. С. Шапранова</i>		

7. Дата выдачи задания 3 апреля 2017

Руководитель / В. Г. Зезин/

(подпись)

(И.О. Ф.)

Задание принял к исполнению /М. Ю. Константинов./

(подпись студента)

(И.О. Ф.)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
<i>1 Анализ требований технического задания, разработка Введения и раздела 1 ПЗ</i>	<i>05.05.2017</i>	
<i>2 Разработка раздела 2 ПЗ</i>	<i>15.05.2017</i>	
<i>3 Разработка чертежей по п. 1 и 2 перечня графического материала задания на проектирование</i>	<i>25.05.2017</i>	
<i>4 Разработка раздела 3 ПЗ</i>	<i>25.05.2017</i>	
<i>5 Разработка раздела 4 ПЗ</i>	<i>30.05.2017</i>	
<i>6 Разработка чертежей по п. 3...7 перечня графического материала задания на проектирование</i>	<i>15.06.2017</i>	
<i>7 Разработка раздела 5 ПЗ</i>	<i>20.06.2017</i>	
<i>8 Разработка заключения ПЗ, сдача готовой ВКР на кафедру</i>	<i>21.06.2017</i>	
<i>9 Предварительная защита ВКР</i>	<i>29.06.2017</i>	
<i>10 Устранение замечаний по результатам предварительной защиты. Окончательное оформление ВКР</i>	<i>30.06.2017</i>	

Заведующий кафедрой _____ / *А.В.Плаксин* /

Руководитель работы _____ / *В. Г. Зезин* /

Студент _____ / *М. Ю. Константинов* /

АННОТАЦИЯ

Константинов М. Ю. Гидропневмосистема корабельной опреснительной установки морской воды производительностью 625 кг/час. Дипломный проект. – Миасс, ЮУрГУ, 2017 г. – 73 с., библиографический список – 8 наименований, 8 листов чертежей ф. А1.

В дипломном проекте разработана пневмогидросистема корабельной опреснительной установки производительностью 625 кг дистиллята в час. В обоснование принятых конструкторских решений выполнен анализ возможных схем исполнения опреснительной установки. Приведено обоснование и выбор опреснительной установки, которая должна соответствовать техническим требованиям к опреснительной установке, указанным выше; разработана функциональная схема установки и описана ее работа. Далее, исходя из технических требований, разработана принципиальная схема установки и приведено описание работы.

К принципиальной схеме установки спроектирован комплект гидравлических устройств (КГУ) с мультипликатором. Приведен расчет КГУ, описание работы гидросхемы и конструкций основных элементов. Выполнен перечень чертежей, представленный в задании.

Рассмотрены в разделе «Безопасность жизнедеятельности» требования техники безопасности, пожарной безопасности, опасные факторы при эксплуатации опреснительной установки. В заключении приведены итоги выполненной работы.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Гидропневмосистема корабельной опреснительной установки морской воды	<i>Лит.</i>	<i>Лист-</i>	<i>Листов</i>
Разраб.		Константинов					3	73
Провер.		Зезин В. Г.						
.Реценз.								
И Контр.		Зезин В. Г.						
Утверд.		Плаксин А. В.				ЮУрГУ Кафедра ТПМ		

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1 Назначение и технические требования к установке. Задачи дипломного проектирования.....	8
1.1 Назначение установки.....	8
1.2 Технические требования к установке.....	10
1.3 Задачи дипломного проектирования.....	10
2 Анализ технических требований и обоснование выбора принципиальной схемы опреснительной установки.....	12
2.1 Анализ возможных схем исполнения опреснительной установки.....	12
2.2 Обоснование и выбор принципиальной схемы опреснительной установки.....	25
2.3 Описание работы опреснительной установки выбранной схемы.....	27
3 Пневмогидросистема опреснительной установки.....	29
3.1 Пневмогидросхема опреснительной установки.....	29
3.2 Описание работы пневмогидросистемы опреснительной установки..	31
4 Комплект гидравлических устройств с мультипликатором.....	36
4.1 Технические требования к параметрам комплекта гидравлических устройств.....	36
4.2 Выбор принципиальной схемы комплекта гидравлических устройств.....	38
4.3 Расчет основных параметров комплекта гидравлических устройств..	39
4.4 Описание работы комплекта гидравлических устройств и конструкций основных элементов.....	49
5 Безопасность жизнедеятельности.....	57
5.1 Безопасность при эксплуатации опреснительной установки.....	57
5.2 Санитарно-гигиенические факторы условий труда.....	59
5.3 Основные требования пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок.....	64
5.4 Опасные и вредные факторы.....	66
Заключение.....	70
Библиографический список.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Природные запасы энергоресурсов и пресной воды на Земле на сегодняшний день все больше уменьшаются, что ставит перед наукой новые задачи, решение которых создает предпосылки для нормального существования человечества в будущем. К числу таких задач относится проблема воспроизводства пресной воды за счет опреснения неограниченных количеств воды морей и океанов.

Вода самое необходимое вещество на Земле, определяющее биологические, геологические и геофизические процессы на нашей планете. Она играет огромную роль, как в природных факторах, так и в жизни человека.

Совершенствование производственных процессов и интенсификация сельского хозяйства для увеличения выработки продукции и улучшения ее качества приводит к резкому возрастанию расходов пресной воды. Покрытие таких возрастающих расходов возможно решить при рациональном, комплексном подходе к реализации и воспроизводству воды [1, с. 3] .

Опреснение и обессоливание морской и солоноватых вод при создании высокоэффективных и экономически оправданных установок могут на современном уровне техники в большой степени способствовать решению этой проблемы. Развитие опреснительной технологии на базе широкого комплекса научных исследований достигло высокой степени совершенства. Опреснительные комплексы позволяют не только производить пресную воду, но и получать побочные продукты.

В течение многих лет изучались проблемы термического опреснения морской воды применительно к условиям работы судовых испарителей. При написании многих трудов по работе опреснительных установок были изучены и использованы результаты исследований по вопросам классификации, конструкций, накипеобразования и интенсификации теплообмена корабельных опреснительных установок морской воды.

В настоящее время существуют различные типы и конструкции опреснительных установок для опреснения морской воды.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Современные опреснительные установки более экономичны, полностью автоматизированы и оснащены соответствующими средствами сигнализации, производят дистиллят высокого качества при надежной работе установки, обладают относительно малыми энергозатратами и большой производительностью опресненной воды [2, с. 3].

В последнее время коллектив АО «ГРЦ имени академика В. П. Макеева» разрабатывал автономную автоматизированную опреснительную установку ОУ-0,625, необходимую для приготовления из забортной морской воды дистиллята для подпитки главной энергетической установки, технических нужд и приготовления питьевой воды.

Цель дипломного проекта – разработать гидропневмосистему корабельной опреснительной установки морской воды с производительностью 0,625 кг/час с низким энергопотреблением и эмиссией с заимствованием конструктивных и технологических решений, используемых при проектировании установки типа ОУ–0,625. Установка предназначена для производства дистиллированной воды для подпитки корабельной энергоустановки, технических нужд и приготовления питьевой воды. Источником тепловой энергии служит перегретый пар корабельной энергоустановки. В системе подачи рассола используется гидравлический мультипликатор давления забортной воды. Это позволит обеспечить надежность, качество приготовления дистиллята и эффективность при правильной эксплуатации установки.

При подготовке к дипломному проекту была проделана работа по анализу возможных типов и схем исполнения опреснительных установок.

Структуру дипломного проекта составляют пояснительная записка и графическая часть. В первом разделе пояснительной записки указано назначение и технические требования к установке. Второй раздел посвящен анализу технических требований и выбору принципиальной схемы опреснительной установки. В третьем и четвертом разделах приведено описание пневмогидросистемы установки и гидравлического мультипликатора. В пятом разделе рассмотрен вопрос охраны

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

труда и техники безопасности при эксплуатации гидросистемы. В заключении указаны итоги проектирования и выводы по рассматриваемой теме.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТАНОВКЕ. ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Назначение установки

1.1.1 Тип опреснительной установки проектируемой гидропневмосистемы – автономная с низким энергопотреблением и эмиссией шума.

Опреснительная установка предназначена для приготовления из заборной морской воды дистиллята высокого качества, используемого в качестве питательной воды главной энергетической установки, а также опресненной воды для технических нужд и приготовлении питьевой воды на объекте.

1.2 Технические требования к установке

1.2.1 Технические требования:

- 1) Низкое энергопотребление и эмиссия шума.
- 2) Производительность установки – 625 кг/час.
- 3) Источник тепловой энергии для упаривания – перегретый корабельной энергоустановки.
- 4) В системе подачи упариваемого рассола использовать гидравлический мультипликатор давления заборной воды.

5) Давление заборной воды $0,15 \dots 63,5 \text{ кгс/см}^2$ [5, с.8].

1.2.2 Требования к дистилляту предъявлены следующие:

- 1) производительность – 15 т/сутки при температуре $t \leq 50^\circ\text{C}$ и давлении $P \geq 0,15 \text{ МПа}$;
- 2) солесодержание по NaCl – менее 2 мг/л;
- 3) содержание:
 - свободной кислоты – не более 3,0 мг/л;
 - ионов хлора – не более 0,02 мг/л;
 - кальция – не более 0,8 мг/л;
 - железа – не более 0,05 мг/л;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

- меди – не более 0,02 мг/л;

4) концентрация водородных ионов – 5–7 рН;

5) сухой остаток – не более 1,5 мг/л;

6) остаток после прокаливания – не более 1 мг/л [3].

1.2.3 Установка должна использовать исходную (морскую) воду со следующими параметрами [5, с.8]:

1) потребление – не более 1,25 м³/час при температуре $t = (-2...+32)^{\circ}\text{C}$ и давлении $P = (0,15-6,15)$ МПа (абс.);

2) солесодержание по NaCl – не более 41 г/л;

3) размер частиц механической примеси не более 2,5 мм.

1.2.4 Упаренная вода (рассол) должна соответствовать следующим требованиям:

1) сброс упаренной воды – 0,625 м³/час при температуре $t \leq 50^{\circ}\text{C}$ и давлении $P = (0,15-6,15)$ МПа (абс.);

2) солесодержание по NaCl – менее 82 г/л.

1.2.5 К воде охлаждения предъявлены следующие требования:

1) потребление – 10,0 м³/час при температуре $t = 38^{\circ}\text{C}$;

2) вода охлаждения – пресная;

3) необходимый перепад (напор–слив) – не менее 0,1 МПа;

4) гидравлическое сопротивление тракта охлаждения (потеря напора) должно быть не более 1 м;

5) тепловыделение в охлаждающую воду – не более 110000 ккал;

6) сброс воды охлаждения – не более 10,0 м³/час при температуре $t = 46^{\circ}\text{C}$.

1.2.5 Требования к греющему пару следующие:

1) потребление – не более 340 кг/час при температуре $t = (280...320)^{\circ}\text{C}$ и давлении $P = (2,8-3,2)$ МПа (абс.);

2) тепловыделение в окружающую среду – не более 3200 ккал/час [5, с.8].

1.2.6 Антинакипин должен соответствовать следующим требованиям [4]:

1) потребление антинакипина – не более 3 г/час;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

2) в качестве антинакипина использовать реагент ПАФ-13А.

1.2.7 Требования к габаритам установки следующие:

- 1) высота агрегата – не более 1700 мм;
- 2) длина и ширина агрегата – не более 1000 мм.

1.3 Задачи дипломного проектирования

1.3.1 При выполнении дипломного проектирования выполнить анализ технических требований и обоснование выбора принципиальной схемы опреснительной установки. Для этого следует выполнить:

- 1) анализ возможных схем исполнения опреснительной установки;
- 2) обоснование и выбор функциональной схемы опреснительной установки, которая должна соответствовать техническим требованиям к опреснительной установке, указанным выше;
- 3) описать принцип работы опреснительной установки выбранной схемы.

1.3.3 Выполнить проектирование комплекта гидравлических устройств установки с мультипликатором, при этом необходимо:

- 1) представить технические требования к комплекту гидравлических устройств (КГУ);
- 2) выбрать гидравлическую схему КГУ;
- 3) выполнить расчет основных параметров КГУ;
- 4) выполнить описание работы гидросхемы и конструкций основных элементов КГУ с мультипликатором.

1.3.4 Выполнить перечень чертежей:

- 1) схема пневмогидравлическая принципиальная установки;
- 2) схема гидравлическая комплекта гидравлических устройств с мультипликатором;
- 3) чертеж общего вида силового гидроцилиндра мультипликатора;
- 4) чертеж сборочный блока гидрораспределителей комплекта гидравлических устройств;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

- 5) чертеж вида общего дозатора антинакипина;
- 6) схему функциональную опреснительной установки;
- 7) графики рабочих характеристик мультипликатора.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

2 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОПРЕСНИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

2.1 Анализ возможных схем исполнения опреснительной установки

2.1.1 Классификация методов опреснения

Классификация современных методов опреснения строится на основе характера сил, обеспечивающих отделение солей от молекул воды или способа воздействия на раствор.

В технологии опреснения сточных, солоноватых и соленых подземных вод, вод морей и океанов можно выделить классификационную структуру, построение которой определяется следующими признаками:

2.1.1.1 По характеру процесса:

1) С изменением агрегатного состояния опресняемой воды: термическое (дистилляция, гелиоопреснение); с использованием холода (естественное и искусственное вымораживание).

2) Без изменения агрегатного состояния:

- химическое (ионный обмен, осаждения солей с помощью реагентов, электролиз);

- мембранное (электродиализ, обратный осмос);

- экстракционное и адсорбционное (экстракция органическими растворителями, газогидратная экстракция, адсорбция на пористых электролитах);

- биологическое (с использованием водорослей, живых организмов, бактерий).

2.1.1.2 По потребляемой энергии:

1) Одноцелевые (получение пресной воды с помощью опреснения, очистка сточных вод).

2) Многоцелевые (выработка электроэнергии, теплоты, воды и извлечение подобных продуктов).

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

3) Сфера использования (промышленное, коммунальное, сельскохозяйственное).

2.1.1.3 По конструктивному исполнению:

1) Построенные на основе одного метода опреснения (дистилляция, обратный осмос).

2) Комбинированные (дистилляция и обратный осмос, дистилляция и производство побочных продуктов).

3) Одноступенчатые, многоступенчатые, однорядные, многорядные, вертикальные, горизонтальные [1, с.30].

2.1.2 Рассмотрим схемы исполнения некоторых основных типов опреснительной установки.

2.1.2.1 Опреснительная установка типа «Д» – дистилляционного опреснения. Данные водоопреснительные установки относятся к установкам с испарителями кипящего типа, работающими при постоянном давлении и производительности до 25 т/сут. Такие водоопреснительные установки в судовой практике в настоящее время находят самое широкое применение на транспортных судах [5, с.6].

В зависимости от типа двигателя утилизационные опреснители позволяют получить от 600 до 1200 литров дистиллята в час на каждую 1000 кВт ее мощности. Для большинства типов судов в этом случае обеспечиваются все потребности в пресной воде практически без дополнительных затрат топлива. Тепловая схема утилизационной вакуумной установки типа «Д» приведена на рисунке 2.1.

Состав установки:

- 1) ротаметр (датчик расхода);
- 2) солемер;
- 3) трубопроводы подвода и отвода греющей воды к испарителю;
- 4) трубопровод для отвода конденсата;
- 5) трубопровод подвода греющего пара;
- 6) конденсатор;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

- 7) жалюзийный сепаратор;
- 8) отбойный конус пароводяной смеси;
- 9) воздушно-рассольный эжектор;
- 10) трубопровод отвода рассола;
- 11) насос заборной воды;
- 12) трубки греющей батареи;
- 13) сборник дистиллята;
- 14) насос откачки дистиллята;
- 15) электромагнитный клапан;
- 16) уравнительный трубопровод;
- 17) трубопровод отвода паровоздушной смеси.

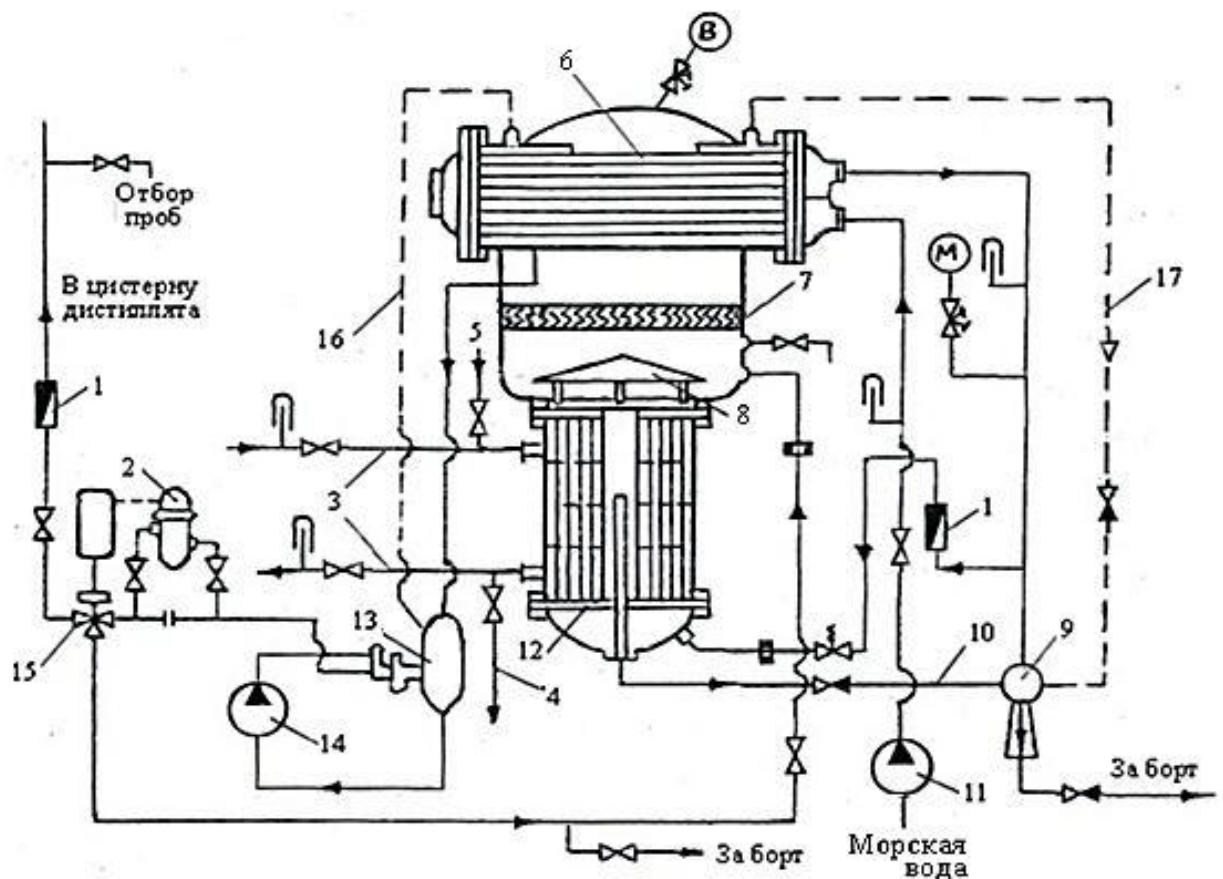


Рисунок 2.1 – Схема утилизационной вакуумной водоопреснительной установки типа «Д»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ

Лист

14

Особенность ее работы состоит в следующем. Теплообменная часть греющей батареи включает вертикально установленные мельхиоровые трубки 12, развальцованные в латунных трубных досках, внутри которых происходит процесс кипения морской воды. Пар из этих трубок поступает в камеру испарения и далее через жалюзийный сепаратор 7 подается в верхнюю часть двухходового прямотрубного конденсатора 6, который имеет горизонтальные трубки, развальцованные также в латунных трубных досках.

Отбойный конусный щит 8, установленный в нижней части камеры испарения, служит для отделения крупной капельной влаги из пароводяной смеси в зоне испарения рассола. При этом сепарация капель рассола обеспечивается за счет действия центробежных сил при изменении направления движения пароводяной смеси от вертикального (вверх) до горизонтального (вбок) и далее – вверх в камеру испарения. Отсепарированные капли рассола стекают обратно в зону испарения. Данное техническое решение создает благоприятные условия для дальнейшей качественной сепарации вторичного пара в жалюзийном сепараторе 7. Относительно большая высота парового пространства в сочетании с применением жалюзийного сепаратора позволяет получать дистиллят с солесодержанием не более 8 мг/л при солесодержании рассола 50 г/л.

Часть забортной воды, прокачиваемой через конденсатор, отводится на питание испарителя, а оставшаяся используется в качестве рабочей жидкости в водоструйном эжекторе 9, который предназначен для удаления паровоздушной смеси по трубопроводу 17 из конденсатора и продувки рассола из подогревателя за борт. В эксплуатационном режиме рабочий вакуум в опреснителе поддерживается за счет конденсации пара в конденсаторе и определяется температурой охлаждающей воды. При этом работа водоструйного эжектора заключается в удалении паровоздушной смеси из конденсатора, составляющей 3-5 % производительности опреснительной установки. В центре нагревательной батареи установлен кожух и центральная труба, по которой рассол сливается к эжектору. Уровень продуваемого рассола устанавливается на высоте верхнего среза сливной трубы, который

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

расположен на половине высоты греющей батареи. В качестве источника теплоты, поступающей в греющую батарею испарителя, чаще всего используется охлаждающая вода главного двигателя с температурой 60–80°C, может использоваться также пар от утилизационного или вспомогательного котла. Греющая вода или пар подается в межтрубное пространство греющей батареи. При этом для улучшения теплообмена организовано многоходовое поперечно-продольное движение греющей среды.

Дистиллят из конденсатора поступает в специальный сборник 13, необходимый уровень в котором поддерживается с помощью поплавкового регулятора. При этом уравнительный трубопровод 16 служит для уравнивания давлений в конденсаторе 6 и сборнике дистиллята 13, что необходимо для надежного стока конденсата. Дистиллят откачивается затем в цистерну с помощью дистиллятного насоса 14. В случае превышения допустимой солености дистиллят с помощью электромагнитного клапана 15, управляемого солемером 2, возвращается в испаритель или удаляется за борт.

Достоинства такой схемы:

- простота конструкции;
- высокий коэффициент теплопередачи;
- обеспечение устойчивой циркуляции;
- плавный пуск.

Недостатки:

- чувствительность к изменениям режима;
- повышенное накипеобразование;
- высокий температурный напор поверхности нагрева;
- недостаточное использование теплоты;
- большие габариты;
- большие габариты по высоте;
- на поверхности теплообмена образуется накипь.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

2.1.2.2 Рассмотрим опреснительную установку с обратным осмосом (мембранное опреснение). Обратный осмос — это диффузия раствора более соленого к менее солёному через мембрану, при этом соли (растворённые твёрдые частицы) остаются за мембраной [20].

Обессоливание морской воды путём обратного осмоса — это процесс, при котором морская вода, находящаяся под давлением, проходит через мембрану, при этом соли, содержащиеся в ней, остаются за мембраной.

Схема опреснительной установки обратного осмоса представлена на рисунке 2.2.

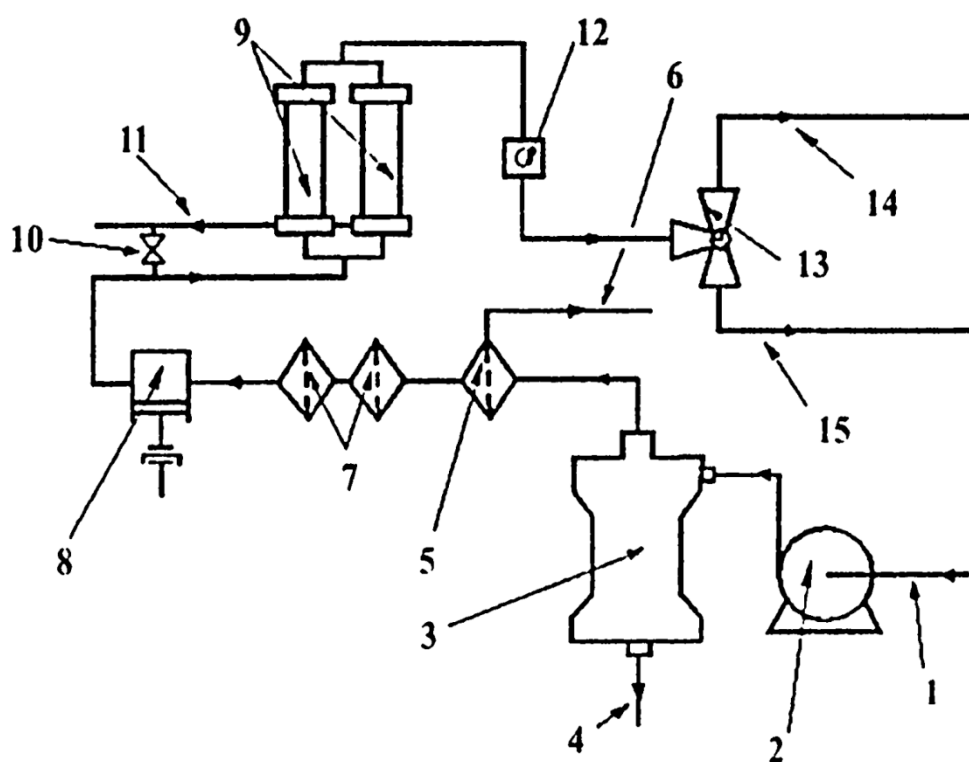


Рисунок 2.2 – схема гидравлическая опреснительной установки обратного осмоса

Состав установки:

- 1) всасывающий трубопровод центробежного насоса;
- 2) центробежный насос;
- 3) гидроциклонный сепаратор;
- 4) трубопровод сброса отделившихся твёрдых частиц за борт;
- 5) многосредный фильтр;

- 6) трубопровод обратной промывки в дренаж или в море;
- 7) фильтр-патроны;
- 8) трёхплунжерный насос;
- 9) мембраны;
- 10) клапан регулирования давления;
- 11) трубопровод сброса отработанной воды;
- 12) датчик солёности;
- 13) трёхходовой ручной кран;
- 14) трубопровод отвода воды с повышенной солёностью за борт;
- 15) трубопровод отвода опреснённой воды в сборный танк.

Опреснитель морской воды, работающий на принципе гиперфильтрации (обратного осмоса), включает центробежный насос, гидроциклонный сепаратор, многосредний фильтр, два фильтр-патрона, трёхплунжерный насос, мембраны, датчик солёности.

Принцип работы заключается в том, что центробежный насос подает морскую воду в гидроциклонный сепаратор, в котором, за счёт центробежных сил и разрежения, из неё удаляются твёрдые частицы. Затем, очищенная от твёрдых частиц, морская вода поступает в многосредний фильтр, в котором происходит дальнейшая обработка. Поток воды движется сверху вниз через фильтрующий материал, взвешенные частицы оседают в верхней части этого фильтра и затем удаляются из него через клапан обратной промывки. Далее, вода, выходя из многосреднего фильтра, поступает на два, включённых последовательно, фильтр-патрона тонкой очистки. Один очищает воду от мелких частиц размером в 30 мк, а другой — в 5 мк. Очищенная вода поступает в трёхплунжерный (бустерный) насос, который повышает давление до 4,8-6,2 МПа. Под этим давлением вода поступает в мембраны обратного осмоса, диаметром 63,5 мм и длиной 1016 мм. Мембраны отторгают солевой концентрат и пропускают опреснённую воду. Часть отторгнутой воды течёт к клапану регулирования давления, поддерживающему определённое давление перед мембранами, а оставшаяся вода сбрасывается за

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

борт. Опреснённая вода от мембран через солемер поступает к отводному трёхходовому крану. В зависимости от качества питьевой воды она либо направляется в танк питьевой воды, либо в море.

Выход питьевой воды из опреснителя зависит от температуры, давления и солёности морской воды.

Достоинства установки данного типа:

- простота конструкции;
- малый расход энергии;
- независимость от солесодержания исходной воды;
- малые габариты.

Недостатки:

- трудность в подборе мембран;
- высокие капитальные затраты;
- малая производительность;
- высокие давления и следовательно повышенные требования к надёжности оборудования.

2.1.2.3 Рассмотрим опреснительную установку ионного обмена (химическое опреснение). Метод основан на свойстве твёрдых полимерных смол разной степени сшивки, ковалентно связанных с ионогенными группами (иониты), обратимо обмениваться ионами растворённых в воде солей (противоионы).

В зависимости от заряда иониты подразделяются на положительно заряженные катиониты (H^+) и отрицательно заряженные аниониты (OH^-). В катионитах – веществах, аналогичным кислотам, анионы представлены в виде нерастворимых в воде полимеров, а катионы (Na^+) подвижны и обмениваются с катионами растворов. В противоположность катионитам, аниониты - по химической структуре основания, нерастворимую структуру которых образуют катионы. Их анионы (обычно гидроксильная группа OH^-) способны обмениваться с анионами растворов [6, с. 19].

Схемы ионного опреснения представлены на рисунке 2.3.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Ионообменный метод обработки минерализованных вод является на сегодняшний день самым распространенным способом получения технической, питательной и подпиточной воды на предприятиях и энергетических комплексах. Он основан на последовательном осуществлении процессов катионирования и анионирования с использованием зернистых ионообменных материалов. При катионировании, содержащиеся в воде катионы заменяются на ионы H^+ , Na^+ , или NH_4^+ , а в процессе анионирования, содержащиеся в воде анионы заменяются на ионы OH^- или Cl^- . Все процессы протекают последовательно в фильтрах, которые разделяются по типу содержащихся в них ионообменных смол на катионитовые (Na-катионитовые и т.д.), анионитовые (ОН-анионитовые и т.д.), и фильтры смешанного действия (ФСД); а также на фильтры первой и второй ступени.

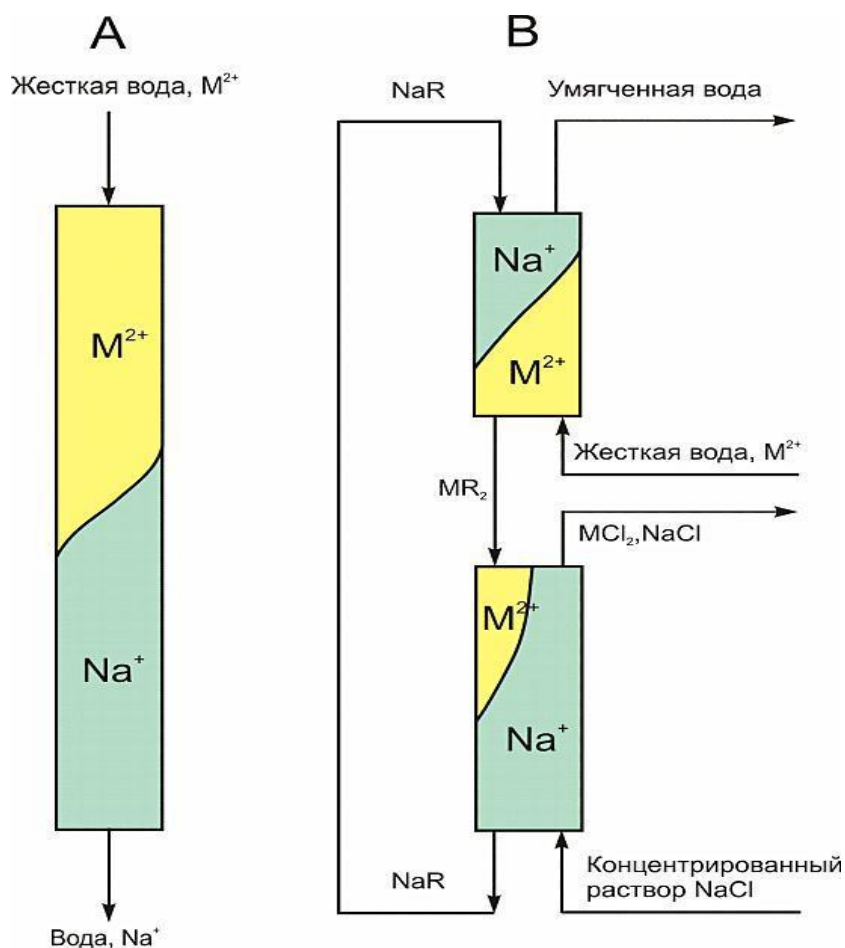


Рисунок 2.3 – Схемы ионообменного опреснения воды ($M^{2+} = Ca^{2+}, Mg^{2+}$) на неподвижном слое ионита (а) и в противотоке (б) с движущимися слоями ионита (NaR, MR_2) и потоками воды

Кинетика ионного обмена включает 3 последовательные стадии: перемещение сорбируемого иона к поверхности глобулы ионита (1), ионный обмен (2), перемещение вытесняемого иона внутри глобулы ионита и от его поверхности в растворе (3).

На скорость ионного обмена влияют следующие факторы: доступность фиксированных ионов внутри каркаса ионита, размер гранул ионита, температура, концентрация раствора. Общая скорость процесса ионного обмена определяется совокупностью процессов, происходящих в растворе (диффузия противоионов к грануле и от гранулы ионита) и в ионите (диффузия противоионов от поверхности к центру гранулы ионита и в обратном направлении; обмен противоионов ионита на противоионы из раствора). В условиях, приближенных к реальным условиям очистки воды, лимитирующим фактором, определяющим скорость ионного обмена, является диффузия ионов внутри гранулы ионита.

Обменная способность ионообменных смол постепенно снижается, и, в конечном итоге, исчерпывается. В этом случае требуется регенерация раствором кислоты (катионит) или щелочи (анионит), что восстанавливает исходные химические свойства смол. Катионит регенерируется 5%-м раствором серной кислоты, которую пропускают последовательно через катионит до появления кислой реакции. Удельный расход серной кислоты 55—60 г/г-экв. сорбированных катионов. Анионит регенерируется раствором 5%-ной кальцинированной соды или едкого натра с удельным расходом 70-75 г на 1 г-экв. задержанных анионов.

Ионный обмен применяется для получения обессоленной и умягчённой воды в тепловой и атомной энергетике и в промышленности; в цветной металлургии - при комплексной гидрометаллургической переработке руд, в пищевой промышленности, в медицинской промышленности при получении антибиотиков и других лекарственных средств, а также для очистки сточных вод в целях организации оборотного водоснабжения. В настоящее время также разрабатываются ионообменные методы комплексного извлечения из океанской воды ценных минералов.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Промышленные аппараты для реализации ионного обмена подразделяются на 3 группы: установки типа смесителей-отстойников, установки с неподвижным и подвижным слоями ионита. Аппараты первого типа чаще всего используют в гидрометаллургии. В аппаратах с неподвижным слоем ионита исходные и обессоленные растворы подаются в одном направлении (поточные схемы) или в противоположных (противоточные схемы). Такие аппараты используются для ионообменной очистки растворов, при умягчении и обессоливании морской воды. В непрерывно действующих противоточных аппаратах подвижный ионит перемещается сверху вниз под действием силы тяжести. Конструктивно противоточные аппараты подразделяются на 3 группы: с взвешенным или кипящим слоем ионита, с непрерывным движущимся слоем ионита и с движущимся раствором через ионит.

В зависимости от заданной степени обессоливания воды проектируют одно-, двух и трех ступенчатые ионообменные установки. Остаточное солесодержание при одноступенчатом ионообменном опреснении составляет 20 мг/л. Для получения воды с солесодержанием до 0,5 мг/л применяют установки с двухступенчатой схемой H^+ - и OH^- – ионирования.

Ионообменный способ опреснения воды имеет ряд достоинств: простота оборудования, малый расход исходной воды на собственные нужды (15—20% производительности установки), малый расход электроэнергии, малый объемных сбросных вод.

Недостатки ионообменного метода:

- высокие затраты на ионообменные смолы и реагенты;
- большие габариты;
- сложность технологического процесса.

2.1.2.4 Изучение возможных путей интенсификации процесса теплообмена в опреснительных установках привело к созданию испарительных плёночных аппаратов, с улучшенными массовыми и габаритными характеристиками. Существующие установки такого типа используют вертикально- и горизонтально-

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

трубчатые плёночные теплообменники. Принцип действия испарительных аппаратов таких установок основан на создании различными способами тонкой плёнки опресняемой воды на поверхности нагрева. Организация плёночного движения может достигаться путём струйного орошения поверхности жидкостью, гравитационного её течения или принудительной подачи. Установки, содержащие в своём составе аппараты такого типа, получили название дистилляционных опреснительных установок с испарительными аппаратами с нисходящей или восходящей плёнкой жидкости или испарительными горизонтально-трубчатыми плёночными аппаратами со струйным (напорным) или свободным (безнапорным) орошением теплообменной поверхности [2, с.29].

В качестве примера на рисунке 2.3 представлена схема опреснителя плёночного типа фирмы Аква-Кэм.

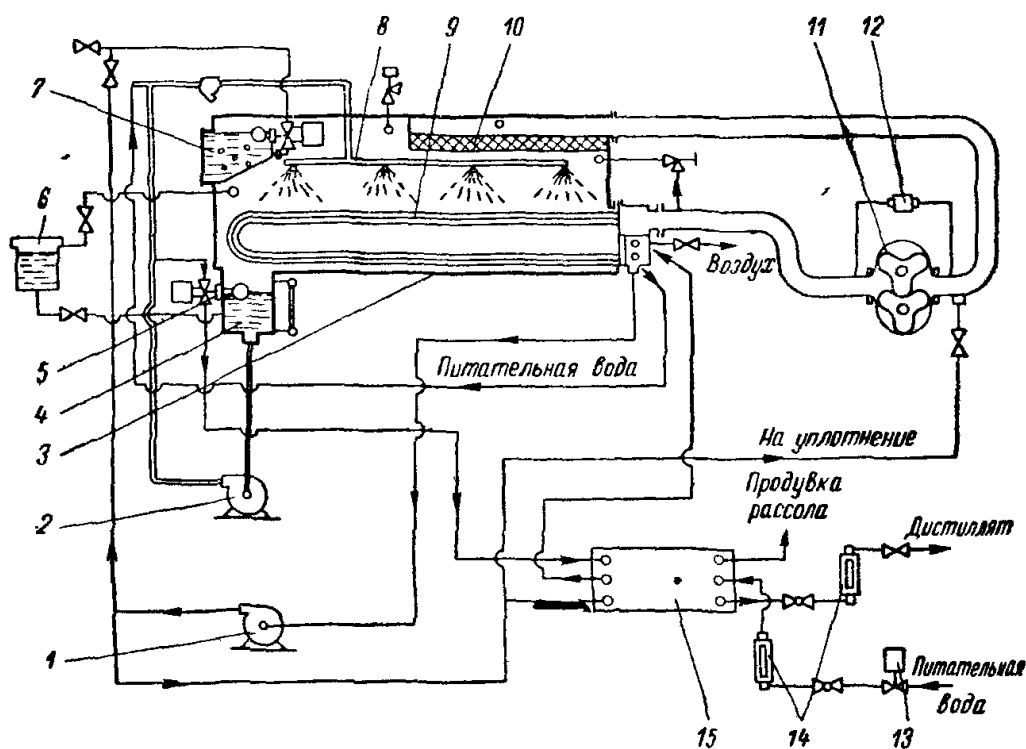


Рисунок 2.4 – струйно-плёночный компрессорный опреснитель фирмы Аква-Кэм с горизонтальными трубками

Состав установки:

- 1) дистиллятный насос;
- 2) рассольно-циркуляционный насос;

- 3) корпус испарителя;
- 4) сборник рассола;
- 5) регулятор уровня;
- 6) кислотный бачок;
- 7) электрокотел;
- 8) распределительная труба;
- 9) греющие трубки;
- 10) сетчатый сепаратор;
- 11) компрессор;
- 12) реле максимального напора;
- 13) соленоидный клапан;
- 14) ротаметры;
- 15) пластинчатый теплообменник (охладитель дистиллята и рассола).

На горизонтальный пучок греющих трубок, обогреваемых сжатым вторичным паром, падает множество тонких струй рассола из распределительной трубы, в которую рассол непрерывно подается циркуляционным насосом из донного коллектора. Рассол растекается по греющим трубкам сплошной пленкой и таким образом обеспечивается интенсивное испарение с поверхности пленки. Для улучшения испарения питательная вода перед подачей в контур циркуляции подогревается вторичным паром в отдельном пучке трубок до температуры, близкой к температуре испарения.

Высокий коэффициент теплопередачи, достигаемый пленочным испарением, позволяет уменьшить разность температур греющего и вторичного пара и сократить расход энергии на компрессор. Вторичный пар, поднимаясь над трубками, промывается струями рассола. Это способствует уменьшению уноса капель со вторичным паром. Благодаря отсутствию кипящего слоя рассола и промывке вторичного пара удается существенно уменьшить размеры парового пространства без ухудшения качества дистиллята.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Для ослабления интенсивности отложения накипи предусмотрено подкисление рассола. Для этого в состав опреснительной установки включен кислотный бачок, из которого кислота самотеком поступает в рассольный коллектор.

Достоинства опреснительной установки пленочного типа:

- высокий коэффициент теплопередачи;
- кратковременный контакт жидкости с поверхностью нагрева;
- большая удельная паропроизводительность;
- высокое качество получаемого дистиллята;
- простота конструкции;
- большая производительность;
- низкая себестоимость;
- относительно малые капитальные и эксплуатационные затраты;
- малые габариты.

Недостатки рассматриваемой установки:

- чувствительность к образованию накипи;
- чувствительность к изменению эксплуатационных условий.

2.1.3 В результате анализа возможных схем исполнения опреснительной установки, достоинств и недостатков рассматриваемых схем приходим к выводу, что опреснение воды методом дистилляции в наибольшей степени удовлетворяет нашим требованиям. Это простой и высокопроизводительный метод.

2.2 Обоснование и выбор принципиальной схемы опреснительной установки

2.2.1 Дистилляционные опреснительные установки обладают следующими достоинствами:

- 1) простотой конструкции;
- 2) высокой производительностью;
- 3) хорошим качеством получаемого дистиллята;
- 4) простотой и высокой надёжностью в эксплуатации;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

- 5) низкой стоимостью получаемой воды;
- 6) возможностью полной автоматизации процессов;
- 7) возможностью использования низкопотенциальной теплоты (в том числе и теплоты вторичных энергоресурсов);
- 8) возможностью многоцелевого использования, включая переработку рас-сола.

Отталкиваясь от поставленной задачи, в последние годы уделяется большое внимание созданию новых и совершенствованию существующих схем опреснения дистилляцией.

В опреснительных установках кипящего типа дистилляция исходной воды протекает путём теплообмена между греющей поверхностью, выполненной в виде трубной змеевиковой батареи, погружённой в большой объём, или прямых трубок с естественным или принудительным движением воды по всему сечению. Процесс парообразования происходит при глубоком вакуумировании всех элементов установки, способствующем снижению накипеобразования. Недостатками таких установок являются:

- чувствительность к изменениям режима;
- повышенное накипеобразование;
- высокий температурныйнапор поверхности нагрева;
- недостаточное использование теплоты;
- большие габариты;
- на поверхности теплообмена образуется накипь [2, с.20].

В установках с пленочными испарителями опресняемая вода поддерживается тонкой пленкой толщиной порядка 0,02–0,03 мм на поверхности нагрева. Благодаря малому тепловому сопротивлению пленки коэффициент теплоотдачи возрастает в 5-6 раз. И если приняты меры к улучшению теплоотдачи со стороны греющего пара, то коэффициент теплопередачи повышается в 5 раз по сравнению с обычными для кипящих испарителей величинами. Пленочные испарители (вместе с конденсатором) имеют объем на 40% и вес на 30% меньше, чем кипящие ис-

парители той же производительности при тех же параметрах первичного и вторичного пара [2, с.24].

Рассмотрение двух типов схем дистилляции показывает, что наибольшей тепловой и экономической эффективностью обладают схемы опреснительных установок пленочного типа.

2.2.2 На основании проведенного анализа установлено, что опреснительная установка, в наибольшей степени удовлетворяющая предъявленным требованиям, должна быть выполнена по схеме опреснения пленочного типа.

На рисунке 2.5 представлена окончательно выбранная функциональная схема вакуумной опреснительной установки пленочного типа.

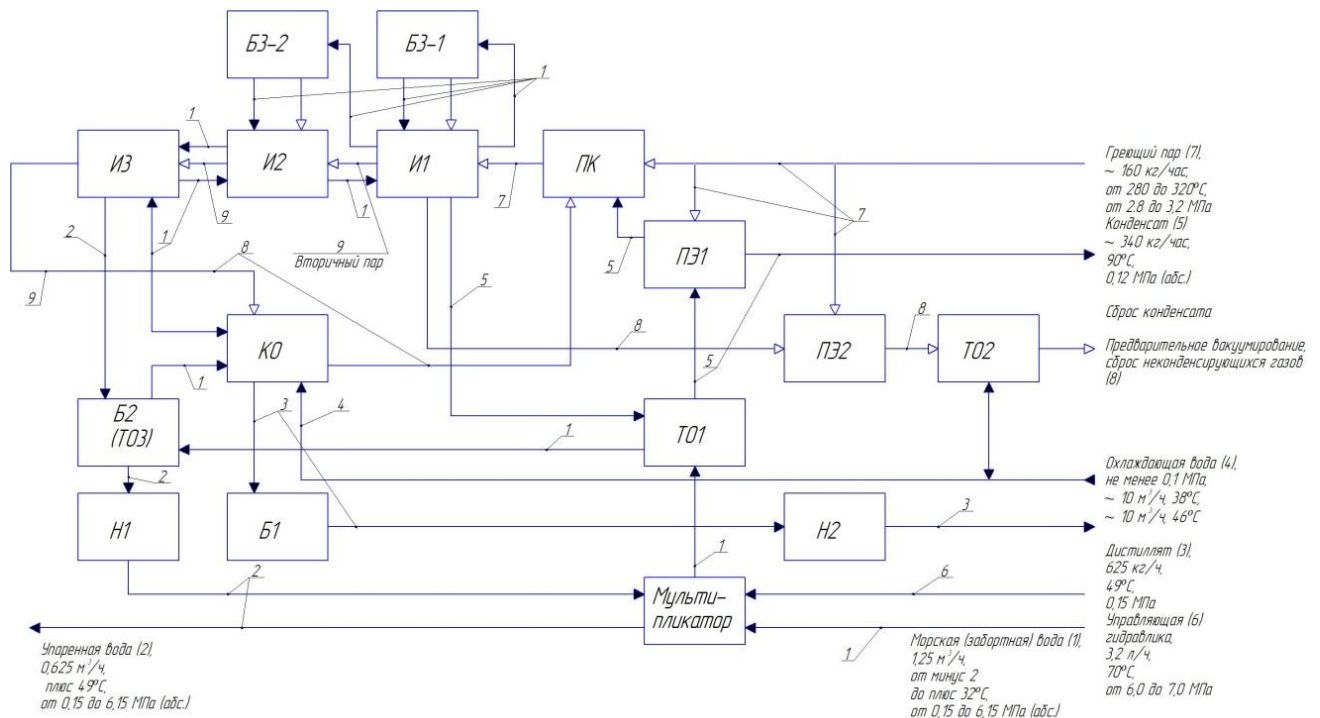


Рисунок 2.5 – Функциональная схема опреснительной установки

2.3 Для работы установки в нее подается морская вода (из-за борта) и греющий пар (из судовой системы). Из установки откачиваются: рассол и вода охлаждения конденсатора (за борт), дистиллят (бак запаса дистиллята Б1), чистый конденсат (в судовую магистраль) и грязный конденсат (в цистерну грязной воды).

Испаритель установки состоит из трех ступеней испарения (И1, И2, И3) и конденсатора вторичного пара. Парокомпрессор ПК обеспечивает снижение давления греющего пара, инжектирование парогазовой смеси из конденсатора (КО) и увлажнение перегретого пара конденсатом греющего пара.

Пароэжектор ПЭ1 работает от греющего пара, обеспечивая откачку конденсата из ступени И1 в судовую систему. Пароэжектор ПЭ2 работает от греющего пара и служит для предварительного вакуумирования установки и сброса неконденсирующихся газов. Комплект гидравлических устройств с мультипликатором производит дозированную подачу исходной (морской) воды на выпаривание в испаритель установки и дозированную откачку рассола из испарителя. Фильтр очищает исходную воду от механических примесей. Откачка рассола и дистиллята обеспечивается насосами Н1 и Н2.

В составе установки имеются три теплообменника ТО1, ТО2 и ТО3. ТО1 охлаждает конденсат пара исходной водой. Теплообменник ТО2 предназначен для конденсирования пара охлаждающей водой, ТО3 – для охлаждения рассола на выходе из установки охлаждающей водой.

Бак Б1 предназначен для сбора дистиллята, сконденсированного из вторичного пара ступени И2, совместно с дистиллятом ступени И1. Из бака Б1 конденсатора КО дистиллят откачивается насосом Н2 в судовую систему. В баке рассола Б2 собирается исходная морская вода из ступени испарителя установки И3, упаренная в 2 раза. Из бака рассол откачивается насосом Н2 через мультипликатор в забортную среду. Буферные баки Б3–1 и Б3–2 служат для приема исходной морской воды при прохождении ее в испаритель установки [1, 152].

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

3 ПНЕВМОГИДРОСИСТЕМА ОПРЕСНИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

3.1 Пневмогидросхема опреснительной установки

На рисунке 3.1 представлена пневмогидросхема опреснительной установки.

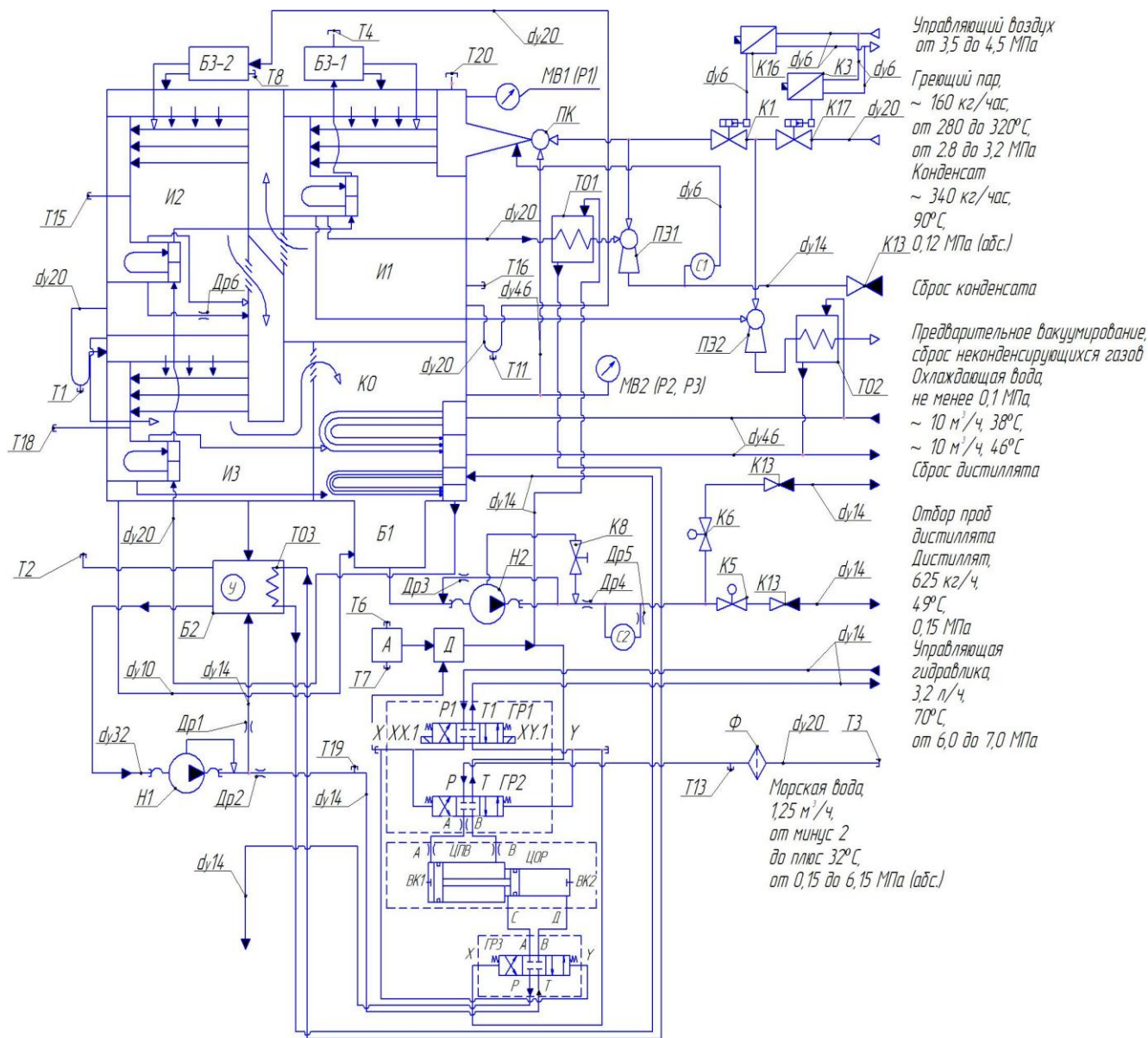


Рисунок 3.1 – Пневмогидравлическая схема опреснительной установки

3.1.1 Состав пневмогидросхемы установки

3.1.1.1 Опреснительный агрегат, в который входят:

- испаритель, состоящий из трех ступеней испарения И1, И2, И3 и конденсатора вторичного пара (КО) [7] ;
- механизмы и оборудование, обеспечивающие работу установки:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- комплект гидравлических устройств (КГУ), состоящий из мультипликатора (для подачи в испаритель исходной воды и откачки из него рассола), имеющего цилиндр подачи воды (ЦПВ) и цилиндр откачки рассола (ЦОР) и гидрораспределителей ГР1, ГР2 и ГР3;

- дозатор для дозированной подачи в воду антинакипина (Д);

- фильтр для механической очистки исходной воды (Ф);

- парокompрессор для подачи греющего пара и вакуумирования конденсатора (ПК);

- теплообменник для снижения температуры конденсата греющего пара (ТО1);

- теплообменник для конденсирования конденсирующихся газов и рабочего пара (ТО2);

- пароежектор для удаления из испарителя конденсата (ПЭ1);

- пароежектор для предварительного вакуумирования и удаления из испарителя неконденсирующихся газов (ПЭ2);

- бак приема дистиллята (Б1);

- бак приема рассола (Б2) (теплообменник для снижения температуры рассола ТО3);

- баки приема исходной воды (Б3-1, Б3-2);

- бак с антинакипином (А);

в) устройства управления установки (клапаны обратные К13, клапаны распределительные пневматические К16, К3, клапаны с пневмоприводом К1, К17, клапаны электромагнитные К5, К6, клапан ручной К8);

г) арматура:

- технологические штуцеры;

- дроссельные шайбы;

- трубопроводы.

д) контрольно-измерительные приборы:

- сигнализатор солесодержания СПС 13 М-01;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

- мановакуумметр сигнализирующий ДА 2010 Cr У2 [12, с.84] ;
- сигнализатор уровня ультразвуковой УЗС-4Р (АД-4Р).

Опреснительный агрегат посредством штуцерных и фланцевых соединений стыкуется со следующими магистралями судовых систем:

- подача греющего пара;
- подача исходной воды;
- подача воды охлаждения;
- сброс воды охлаждения;
- откачка рассола;
- откачка конденсата греющего пара в судовую систему (две магистрали);
- откачка дистиллята (две магистрали);
- подача управляющего воздуха;
- подача управляющей гидравлики;
- слив управляющей гидравлики.

3.1.1.2 Блок насосный, состоящий из насоса для откачки рассола из установки (Н1) и насоса для откачки из установки дистиллята (Н2).

3.2 Описание работы пневмогидросистемы опреснительной установки.

Исходная морская вода через фильтр Ф поступает в гидрораспределитель ГР2, который подает ее попеременно в разные полости цилиндра подачи воды мультипликатора. При этом, одновременно с подачей исходной воды в одну полость, другая полость через межтрубное пространство теплообменника ТО1 и трубную спираль теплообменника ТО3, расположенную в баке Б2, сообщается трубным пучком конденсатора КО, обеспечивая за счет разности давлений вытеснение исходной воды в конденсатор КО. Частично подогретая в теплообменниках и конденсаторе вода последовательно проходит через трубные пучки подогревателей ступеней И3, И2, И1 испарителя и поступает в буферный бак Б№-1 с температурой ~ 80°С и через дырчатый ороситель ступени И1 пленкой стекает по горизонтальным трубкам испарительной камеры ступени И1. Частично упаренная за

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

счет теплоты конденсации греющего пара вода собирается в поддоне ступени И1 и через U-образный гидрозатвор подается за счет разности давлений между И1 и И2 в буферный бак Б3-32. Аналогичным образом, пройдя через ступень И2, вода через U-образный гидрозатвор ступени И2 попадает в ороситель ступени И3. Гидрозатворы обеспечивают разобщение испарительных камер при качке и наклонах корпуса. Далее морская вода проходит ступень И3 и собирается в баке рассола Б2 упаренной в 2 раза. Из бака образовавшийся рассол откачивается насосом Н1 через гидрораспределитель ГР3 в цилиндр откачки рассола (ЦОР) мультипликатора. Гидрораспределители ГР2 и ГР3 работают синхронно. При подаче насоса Н1 рассола в одну полость ЦОР другая полость сообщается с заборной средой.

Коэффициент упарки, равный двум, обеспечивается термодинамическим балансом поступающего в установку греющего пара, дозированным поступлением исходной воды и откачкой рассола с помощью мультипликатора. Возможный разбаланс регулируется следующим образом:

- при избыточном поступлении тепла наступает новое равновесное состояние – больше вырабатывается дистиллята, но при этом происходит фактическое уменьшение тепловых поверхностей испарителя из-за обводнения нижних рядов греющих трубок и большего обводнения каждой греющей трубки, то есть термодинамические процессы – саморегулирующиеся;

- при недостаточном поступлении тепла уменьшается выработка дистиллята и, соответственно, увеличивается количество выводимого из испарителя И3 рассола. Повышается уровень в рассольном баке Б2 и по срабатыванию сигнализатора уровня У мультипликатор системой управления переводится в режим с более продолжительным интервалом между подачами очередной порции исходной воды. Испаритель переходит в новое равновесное состояние.

Греющий пар через запорный клапан с пневмоприводом К17 подается на парожектор ПЭ2, который инжектирует воздух из испарителя. Происходит предварительное вакуумирование испарителя до срабатывания уставки Р2 мановаку-

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

умметра МВ2, после чего открывается запорный клапан с пневмоприводом К1 и греющий пар подается на парокompрессор ПК, где редуцируется до давления ~0,055 МПа, увлажняется конденсатом греющего пара, поступающего через солемер С1,Ю и инжектирует часть вторичного пара из конденсатора КО, повышая его до рабочего давления и, тем самым, увеличивая производительность установки на 14%.

Из парокompрессора греющий пар поступает в паровую камеру ступени И1, далее в трубный пучок, где конденсируясь, обеспечивает испарение исходной воды, орошающей трубный пучок. Часть греющего пара (~ 10%) поступает в подогреватель исходной воды ступени И1. Конденсат греющего пара, пройдя теплообменник ТО1, откачивается парожетктором ПЭ1 частично для увлажнения перегретого пара в парокompрессоре (через солемер С1), остальное – через невозвратно-запорный клапан К4 в судовую систему. Солеcодержание конденсата контролируется солемером С1. При повышении уровня солеcодержания выше 16,0 мг/л установка отключается автоматически.

При гарантированном поступлении греющего пара с солеcодержанием не выше 16,0 мг/л поступление конденсата с солеcодержанием более 16,0 мг/л возможно только при разгерметизации трубок подогревателя ступени И1. В этом случае эксплуатация установки возможна только после ремонта.

Вторичный пар, вырабатываемый в ступени И1, сначала движется вниз испарительной камеры попутно с падающей пленкой испаряемой воды, затем меняет направление на 180° в паросепарационной камере ступени И1 и через паросепаратор подается в паровую камеру ступени И2 в качестве греющего пара. Высокая степень очистки пара обеспечивается как самим механизмом парообразования в тонких пленках, исключающего массовое образование капель, так и кинематикой прохождения пара:

- сепарацией крупных капель при 180° повороте потока;
- гравитационным осаждением в паросепарационном отсеке;
- осаждением на S-образных ламелях и 4-х слоях сетки паросепаратора.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Прохождение вторичного пара в ступенях И2, И3 аналогично. Вторичный пар И3 через паросепаратор подается в межтрубное пространство конденсатора КО.

Неконденсируемые газы, образующиеся при нагреве исходной воды, сбрасываются из межтрубного пространства подогревателя ступени И2 в паровую камеру ступени И3, затем из межтрубного пространства подогревателя ступени И3 – в конденсатор КО. Далее они вместе с частью вторичного пара из конденсатора КО инжектируются в парокompрессор ПК и удаляются из установки пароежектором ПЭ2, предварительно охлаждаясь в теплообменнике.

Дистиллят, сконденсированный из вторичного пара ступени И1, сбрасывается из межтрубного пространства подогревателя ступени И2 в паровую камеру ступени И3. Дистиллят, сконденсированный из вторичного пара ступени И2, совместно с дистиллятом ступени И1 сбрасывается в дистиллятный бак Б1 конденсатора, а часть его сбрасывается из межтрубного пространства подогревателя ступени И3 непосредственно в конденсатор КО. Из бака Б1 конденсатора КО дистиллят откачивается насосом Н2 через электромагнитный клапан К5 в судовую систему.

Солесодержание дистиллята контролируется солемером С2. При кратковременном (не более 10 минут) повышении солесодержания дистиллята выше 2,0 мг/л, возможном, например, при вскипании воды в поддонах ступеней испарителя вследствие резкого понижения температуры и давления в испарительных камерах, этот «грязный» дистиллят удаляется из установки через электромагнитный клапан К6. Сброс дистиллята свыше 10 минут сигнализирует о неисправности. Установка в этом случае отключается и выводится на ремонт.

Безнакипный режим дистилляции морской воды обеспечивается работой установки в диапазоне температур ниже «сульфатного барьера», а так же за счет:

- исключения перепада температур более 10°С между тепловыми поверхностями и испаряемой водой для стабилизации термохимических процессов;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

- большой плотности орошения трубок и турбулизации воды при перетекании с трубки на трубку;

- использования антинакипина, переводящего процесс образования нерастворимых соединений с тепловых поверхностей непосредственно в раствор и их выведение из установки вместе с рассолом.

В качестве антинакипина используется реагент ПАФ–13А. Необходимая концентрация антинакипина 2,5 мг на литр исходной воды поддерживается дозатором Д. Расчетная концентрация антинакипина в выработанном дистилляте составляет сотые доли микрограмма на литр дистиллята.

Охлаждение установки осуществляется частично исходной водой и дополнительно водой охлаждения от системы охлаждения главного механизма объекта[1, с.147–163].

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

4 КОМПЛЕКТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ С МУЛЬТИПЛИКАТОРОМ

4.1 Технические требования к параметрам комплекта гидравлических устройств (КГУ)

4.1.1 Мультипликатор должен обеспечивать дозированную, синхронную подачу исходной морской воды в испаритель и откачку рассола из испарителя опреснительной установки.

4.1.2 Движение поршней цилиндров мультипликатора должно осуществляться под действием забортной морской воды и давления рассола, подаваемого насосом в мультипликатор.

4.1.3 За один цикл хода поршней цилиндров мультипликатор должен подать 6...7 л исходной морской воды и откачать 3...3.5 л рассола. Цикл – ход поршней цилиндров мультипликатора от одного крайнего положения до другого.

4.1.4 Отношение количества откачиваемого рассола к количеству подаваемой воды за один цикл хода поршней цилиндров должно быть $0,5 \pm 10\%$.

4.1.5 Комплект гидравлических устройств должен обеспечивать выполнение заданных требований при условии, что:

4.1.5.1 Диаметры поршней ЦПВ и ЦОР и диаметры штока – 200, 150 и 50 мм соответственно.

4.1.5.2 Ход поршней цилиндров от упора до упора – 220 мм.

4.1.5.3 Условный диаметр проходных сечений каналов гидрораспределителей исходной морской воды и рассола – 20 мм, электромагнитного распределителя – 12 мм.

4.1.5.4 Диаметр проходного сечения дроссельной шайбы, установленной в штуцере нагнетания электромагнитного гидрораспределителя – пилота – 1,4 мм.

4.1.5.5 Параметры исходной воды и рассола соответствуют требованиям, указанным в таблице 4.1

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Таблица 4.1 – Требования к параметрам исходной воды и рассола

Наименование	Исходная вода	Рассол
1. Температура, °С, не более	от минус 2 до плюс 32	Плюс 50
2. Давление (абс) во входном штуцере мультипликатора, МПа (кгс/см ²)	0,15...6,15 (1,5...61,5)	0,6...0,7 (6...7)
3. Давление (абс) в выходном штуцере мультипликатора, МПа (кгс/см ²)	0,05...0,12 (0,5...1,2)	0,15...6,15 (1,5...61,5)
4. Плотность, кг/м ³	1041	1082
5. Вязкость кинематическая, сСт при t = 20°С	1,0	1,0

4.1.5.6 Диаметр проходного сечения дроссельных шайб, установленных в штуцерах ЦПВ – 5,5 мм.

4.1.5.7 В качестве рабочей жидкости электромагнитного гидрораспределителя – пилота используется дистиллят с параметрами: давление – 3,0...7,0 МПа (30...70 кгс/см²), температура – от плюс 5 до плюс 70°С, плотность 1000 кг/м³, вязкость кинематическая – 1 сСт при t = 20°С.

4.1.5.8 Выключатели конечные мультипликатора срабатывают в положении поршней ЦПВ и ЦОР на расстоянии от 3 мм до 11 мм от их упоров (торцев цилиндров).

4.1.5.9 Дозатор должен обеспечивать в течении двух циклов работы мультипликатора всасывание порции антинакипина $(35...40) \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ($35...40 \text{ мм}^3$) из емкости с антинакипином и подачу этой порции ($35...40 \text{ мм}^3$) в магистраль исходной воды, подаваемой мультипликатором в испаритель опреснительной установки.

4.1.5.10 Подача антинакипина в исходную воду дозатором должна производиться под действием давления дистиллята, подаваемого в штуцер управляющего давления дозатора от электромагнитного гидрораспределителя – пилота, а всасывание антинакипина должно осуществляться под действием силы пружины.

4.1.5.11 Перетечка дистиллята по поршню дозатора при перепаде давления 6,0 МПа (60 кгс/см²) должна быть не более $6,66 \cdot 10^{-7}$ м³/с (40 мм³/мин).

4.1.5.12 Давление (абс) исходной воды в точке подачи антинакипина – 0,05...0,12 МПа (0,5...1,2 кгс/см²).

4.2 Выбор принципиальной схемы комплекта гидравлических устройств

4.2.1 Исходя из технических требований к параметрам КГУ, была выбрана принципиальная схема комплекта гидравлических устройств, представленная на рисунке 4.1 [8].

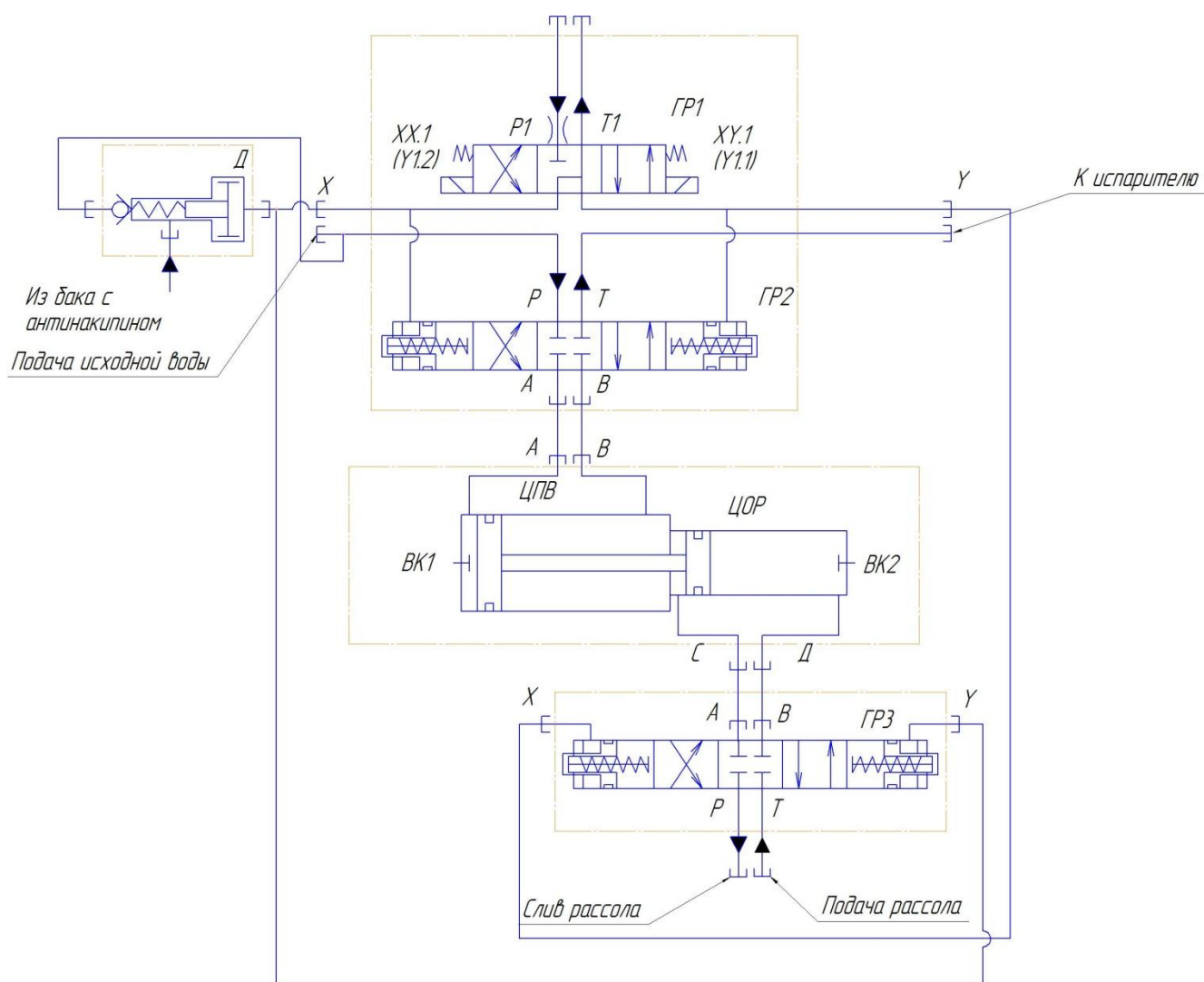


Рисунок 4.1 – Схема гидравлическая принципиальная КГУ

4.2.2 Комплект гидравлических устройств (КГУ) с мультипликатором предназначен для дозированной подачи исходной (морской) воды на выпаривание в

испаритель ОУ и дозированной откачки упаренной воды (рассола) из испарителя ОУ.

В состав КГУ входят:

- мультипликатор, состоящий из цилиндра подачи воды (ЦПВ) и цилиндра откачки рассола (ЦОР), имеющих сигнализаторы конечного положения поршней цилиндров (ВК1, ВК2);

- электромагнитный гидрораспределитель–пилот (ГР1);

- основные гидрораспределители (ГР2, ГР3);

- дозатор.

С целью исключения попадания исходной воды или рассола в управляющую воду в основных гидрораспределителях ГР2, ГР3 имеются разделительные поршни.

Перемещение золотников ГР2, ГР3 осуществляется под действием управляющей воды через разделительный поршень и толкатель.

Дозатор предназначен для подачи в исходную воду антинакипина.

4.3 Расчет основных параметров комплекта гидравлических устройств

3.2.1 Расчет геометрических параметров мультипликатора

3.2.1.1 Исходные данные для геометрического расчета:

- 1) диаметр дросселя $d_{др} = 6$ мм;
- 2) диаметр штока $d_{шт} = 50$ мм;
- 3) диаметр поршня ЦОР $d_{пор} = 150$ мм;
- 4) диаметр поршня ЦПВ $d_{пв} = 200$ мм;
- 5) $h_{см} = 8$ мм.

Площадь поршня в поршневой полости ЦПВ рассчитывается по формуле [11]:

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_{пв}^2}{4}, \quad (3.1)$$

где $d_{пв}$ - диаметр поршня ЦПВ,

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$A_1 = \frac{3,14 \cdot 200^2}{4} = 314 \text{ см}^2.$$

Площадь поршня в штоковой полости ЦПВ находится по формуле:

$$A_2 = \frac{\pi \cdot (d_{\text{пв}}^2 - d_{\text{шт}}^2)}{4}, \quad (3.2)$$

где $d_{\text{шт}}$ – диаметр штока,

$$A_2 = \frac{3,14 \cdot (200^2 - 50^2)}{4} = 294,38 \text{ см}^2.$$

Площадь поршня в штоковой полости ЦОР находится по формуле:

$$A_3 = \frac{\pi \cdot (d_{\text{пр}}^2 - d_{\text{шт}}^2)}{4}, \quad (3.3)$$

где $d_{\text{пр}}$ - диаметр поршня ЦОР,

$$A_3 = \frac{3,14 \cdot (150^2 - 50^2)}{4} = 157 \text{ см}^2.$$

Площадь поршня в поршневой полости ЦОР находится по формуле:

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_{\text{пр}}^2}{4}, \quad (3.4)$$

$$A_1 = \frac{3,14 \cdot 150^2}{4} = 176,63 \text{ см}^2.$$

Отношение площадей поршней ЦПВ и ЦОР определяется по формуле [11]:

$$m_1 = \frac{A_2}{A_1}, \quad (3.5)$$

$$m_1 = \frac{294,38}{314} = 0,94.$$

$$m_2 = \frac{A_3}{A_1}, \quad (3.6)$$

$$m_2 = \frac{157}{314} = 0,5.$$

$$m_3 = \frac{A_4}{A_1}, \quad (3.7)$$

$$m_3 = \frac{176,63}{314} = 0,56.$$

$$m_4 = \frac{A_1}{A_2}, \quad (3.8)$$

$$m_4 = \frac{314}{294,38} = 1,07.$$

$$m_5 = \frac{A_3}{A_2}, \quad (3.9)$$

$$m_5 = \frac{157}{294,38} = 0,53.$$

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$m_6 = \frac{A_4}{A_2}, \quad (3.10)$$

$$m_6 = \frac{176,63}{294,38} = 0,6.$$

Объем поршневой полости ЦПВ рассчитывается по формуле [11]:

$$W_1 = A_1 \cdot h, \quad (3.11)$$

где h – ход поршней от упора до упора,

$$W_1 = 314 \cdot 8 = 6,28 \text{ л.}$$

Объем поршневой полости ЦПВ рассчитывается по формуле:

$$W_2 = A_2 \cdot h, \quad (3.12)$$

$$W_2 = 294,38 \cdot 8 = 5,88 \text{ л.}$$

Объем штоковой полости ЦОР рассчитывается по формуле:

$$W_3 = A_3 \cdot h, \quad (3.13)$$

$$W_3 = 157 \cdot 8 = 3,14 \text{ л.}$$

Объем поршневой полости ЦОР рассчитывается по формуле:

$$W_4 = A_4 \cdot h, \quad (3.14)$$

$$W_4 = 176,63 \cdot 8 = 3,53 \text{ л.}$$

Суммарные объемы полостей ЦПВ и ЦОР рассчитываются по формулам:

$$W_{\text{ЦПВ}} = W_1 + W_2, \quad (3.15)$$

$$W_{\text{ЦПВ}} = 6,28 + 5,88 = 12,16 \text{ л.}$$

$$W_{\text{ЦОР}} = W_3 + W_4, \quad (3.16)$$

$$W_{\text{ЦОР}} = 3,14 + 3,53 = 6,67 \text{ л.}$$

Отношение объемов ЦПВ и ЦОР находим по формуле:

$$\bar{W} = \frac{W}{W}, \quad (3.17)$$

$$\bar{W}_{41} = \frac{3,53}{6,28} = 0,56;$$

$$\bar{W}_{32} = \frac{3,14}{5,88} = 0,53;$$

$$\bar{W}_{42} = \frac{3,53}{5,88} = 0,6;$$

$$\bar{W}_{31} = \frac{3,14}{6,28} = 0,5.$$

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Отношение суммарных объемов полостей ЦОР и ЦПВ находим по формуле:

$$\bar{W}_C = \frac{W_{\text{ЦОР}}}{W_{\text{ЦПВ}}}, \quad (3.18)$$

$$\bar{W}_C = \frac{6,67}{12,16} = 0,55.$$

3.2.2 Гидравлический расчет мультипликатора с КГУ

3.2.2.1 Исходные данные для расчета:

- 1) объем исходной воды, закачиваемой мультипликатором за один цикл - 5..7 л;
- 2) объем рассола, выдавливаемого за один цикл – 2,5..3 л;
- 3) давление (абс) во входном штуцере мультипликатора, для воды и рассола – 30 кгс/см²; 6 кгс/см²;
- 4) давление (абс) в выходном штуцере мультипликатора, для воды и рассола – 0,6 кгс/см²; 30 кгс/см²;
- 5) плотность воды и рассола – 1041 кг/м³; 1082 кг/м³;
- 6) вязкость кинематическая, при 20°С для воды и рассола – 1 сСт;
- 7) температура – не более (вода – от минус 2 до плюс 32, рассол – плюс 50)°С;

$$P_M = 1,5 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\mu_{\text{др}} = 0,7;$$

$$\rho = 104 \cdot 10^{-8} \text{ кгс} \cdot \text{с}^2 / \text{см}^4;$$

$$P_{\text{сл}} = 0,5 \text{ кгс/см}^2;$$

$$F_{\text{тр}} = 200 \text{ кгс}.$$

3.2.2.2 При поступлении воды в поршневую полость 1 ЦПВ (поршни движутся вправо).

Расход воды, поступающей в полость 1 ЦПВ, рассчитывается по формуле [10, с. 471] :

$$Q_1 = G_c \cdot \sqrt{P_M - P_1}, \quad (3.19)$$

где P_M – давление заборной воды;

P_1 – давление в 1 полости цилиндра;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

G_c – суммарная проводимость, которая находится по формуле

$$G_c = \frac{G_{др} \cdot G_{гр}}{\sqrt{G_{др}^2 + G_{гр}^2}}, \quad (3.20)$$

где $G_{др}$ – проводимость дросселя, которая рассчитывается по формуле [10, с. 406]:

$$G_{др} = \mu_{др} \cdot f_{др} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}}, \quad (3.21)$$

$\mu_{др}$ – коэффициент расхода дросселя;

$f_{др}$ – площадь проходного сечения дросселя, которая рассчитывается по формуле:

$$f_{др} = \frac{\pi \cdot d_{др}^2}{4}, \quad (3.22)$$

$$f_{др} = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} = 0,283 \text{ см}^2;$$

$G_{гр}$ – проводимость гидрораспределителя, которая находится по формуле:

$$G_{гр} = \mu_{гр} \cdot f_{гр} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}}, \quad (3.23)$$

где $f_{гр}$ – площадь проходного сечения окон золотника гидрораспределителей ГР2 и ГР3, которая находится по формуле:

$$f_{гр} = \pi \cdot d_3 \cdot x_3, \quad (3.24)$$

$$f_{гр} = 0,942 \text{ см}^2;$$

$$G_{др} = 0,7 \cdot 0,283 \cdot \sqrt{\frac{2}{104 \cdot 10^{-8}}} = 274,72 \frac{\text{см}^4}{\text{с}} \cdot \text{кгс}^{0,5};$$

$$G_{гр} = 0,7 \cdot 0,942 \cdot \sqrt{\frac{2}{104 \cdot 10^{-8}}} = 914,42 \frac{\text{см}^4}{\text{с}} \cdot \text{кгс}^{0,5};$$

$$G_c = \frac{274,72 \cdot 914,42}{\sqrt{274,72^2 + 914,42^2}} = 263,1 \frac{\text{см}^4}{\text{с}} \cdot \text{кгс}^{0,5};$$

$$Q_1 = 263,1 \cdot \sqrt{1,5 - 0,6} = 27,45 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

3.2.2.3 Давления в полостях мультипликатора определяются по следующим формулам [11]:

$$P_1 = m_1 \cdot P_2 - m_2 \cdot P_3 + m_3 \cdot P_4 + P_{тр1}, \quad (3.25)$$

где $P_{тр1}$ – давление, которое рассчитывается по формуле:

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$P_{\text{тр1}} = \frac{F_{\text{тр}}}{A_1}, \quad (3.26)$$

$$P_{\text{тр1}} = \frac{200}{314} = 0,64 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2};$$

P_2 – давление в полости 2 цилиндра мультипликатора:

$$P_2 = P_{\text{сл}} + \Delta P_2 = P_{\text{сл}} + \left(\frac{Q_1 \cdot m_1}{G_c} \right)^2, \quad (3.27)$$

$$P_2 = 0,5 + \left(\frac{27,45 \cdot 0,94}{263,1} \right)^2 = 3,17 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2};$$

P_3 – давление в полости 3 цилиндра мультипликатора:

$$P_3 = P_{\text{нр}} - \Delta P_3 = \sqrt{\frac{Q_{\text{нр0}} - Q_1 \cdot m_2}{k}} - \left(\frac{Q_1 \cdot m_2}{G_{\text{гр}}} \right)^2, \quad (3.28)$$

где $Q_{\text{нр0}}$, k – параметры характеристики насоса подачи рассола;

$$P_3 = \sqrt{\frac{41,7 - 27,45 \cdot 0,5}{1}} - \left(\frac{27,45 \cdot 0,5}{914,42} \right)^2 = 7,4 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2};$$

P_4 – давление в полости 4 цилиндра мультипликатора:

$$P_4 = P_{\text{м}} + \Delta P_4 = P_{\text{м}} + \left(\frac{Q_1 \cdot m_3}{G_{\text{гр}}} \right)^2, \quad (3.29)$$

$$P_4 = 1,5 + \left(\frac{27,45 \cdot 0,56}{914,42} \right)^2 = 6,82 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

3.2.2.4 Расход воды, поступающей в испаритель, рассчитывается по формуле[11]:

$$Q_{\text{и1}} = m_1 \cdot Q_1 + Q_{\text{пв1}}, \quad (3.30)$$

где $Q_{\text{пв1}}$ – расход перетечек воды из полости 1 в полость 2 ЦПВ, который рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{пв1}} = A \cdot (P_1 - P_2), \quad (3.31)$$

где A – расход перетечек воды при $\Delta P = (P_1 - P_2) = 1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$, определяемый из условия обеспечения отношения объема выталкиваемого рассола к объему исходной воды, подаваемой в испаритель за один ход поршней мультипликатора, $A = 1,35 \text{ см}^3/\text{с} = 0,081 \text{ л/мин}$;

$$Q_{\text{и1}} = 0,94 \cdot 27,45 + 0,081 = 25,88 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Расход рассола, выталкиваемого в море, определяется по формуле:

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$Q_{p1} = Q_4 - Q_{np1} = m_3 \cdot Q_1 + Q_{np1}, \quad (3.32)$$

где Q_{np1} – расход перетечек рассола из полости 4 в полость 3 ЦОР, который определяется по формуле:

$$Q_{np1} = A \cdot (P_4 - P_3) \cdot v, \quad (3.33)$$

$$\text{где } v = \begin{cases} 1, & \text{если } P_4 - P_3 > 0 \\ 0, & \text{если } P_4 - P_3 = 0 ; \\ -1, & \text{если } P_4 - P_3 < 0 \end{cases}$$

$$Q_{p1} = 0,56 \cdot 27,45 + 0,081 = 15,45 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

Скорость перемещения поршней вправо находим по формуле [10, с. 404]:

$$V_{\Pi} = \frac{Q_1 - Q_{пв}}{A_1}, \quad (3.34)$$

$$V_{\Pi} = \frac{27,45 - 0,081}{314} = 87,83 \frac{\text{см}}{\text{мин}} = 14,13 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

Время перемещения поршней вправо до смены направления движения находим по формуле [11]:

$$t_{\Pi} = \frac{h - h_{\text{см}}}{V_{\Pi}}, \quad (3.35)$$

где $h_{\text{см}}$ – недоход поршня ЦОР до упора, при котором происходит срабатывание концевого выключателя ВК2;

$$t_{\Pi} = \frac{200 - 8}{14,13} = 13,59 \text{ с.}$$

Количество воды, поступающей в испаритель при одном ходе поршней вправо, рассчитываем по формуле [11]:

$$W_{вп} = Q_{u1} \cdot t_{\Pi}, \quad (3.36)$$

$$W_{вп} = 25,88 \cdot 13,59 = 5,86 \text{ л.}$$

Количество рассола, выталкиваемого в море при одном ходе поршней вправо, находим по формуле:

$$W_{рп} = Q_{p1} \cdot t_{\Pi}, \quad (3.37)$$

$$W_{рп} = 15,45 \cdot 13,59 = 3,5 \text{ л.}$$

Отношение количества рассола, выталкиваемого в море, к количеству воды, поступающей в испаритель за один ход поршней вправо, находим по формуле:

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$\bar{V}_{4П} = \frac{W_{рп}}{W_{вп}}, \quad (3.38)$$

$$\bar{V}_{4П} = \frac{3,5}{5,86} = 0,597.$$

При поступлении воды в штоковую полость 2 ЦПВ (поршни двигаются влево).

3.2.2.5 Расход воды, поступающей в полость 2 ЦПВ, определим по формуле:

$$Q_2 = G_c \cdot \sqrt{P_M - P_2}, \quad (3.39)$$

где P_2 рассчитывается по формуле:

$$P_2 = m_4 \cdot P_1 + m_5 \cdot P_3 - m_6 \cdot P_4 + P_{тр2}, \quad (3.40)$$

$$\text{где } P_1 = P_{сл} + \Delta P_1 = P_{сл} + \left(\frac{Q_2 \cdot m_4}{G_c} \right)^2, \quad (3.41)$$

$$Q_2 = 263,1 \cdot 1,33 = 350 \frac{\text{см}^3}{\text{с}} = 21 \frac{\text{л}}{\text{мин}};$$

$$P_1 = 0,5 + \left(\frac{21 \cdot 1,07}{263,1} \right)^2 = 4 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2};$$

$$P_3 = P_M + \Delta P_3 = P_M + \left(\frac{Q_2 \cdot m_5}{G_{гр}} \right)^2, \quad (3.42)$$

$$P_3 = 1,5 + \left(\frac{21 \cdot 0,53}{914,42} \right)^2 = 6,81 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2};$$

$$P_4 = P_{нр} - \Delta P_4 = \sqrt{\frac{Q_{нр0} - Q_2 \cdot m_6}{k}} - \left(\frac{Q_2 \cdot m_6}{G_{гр}} \right)^2, \quad (3.43)$$

$$P_4 = \sqrt{\frac{41,7 - 21 \cdot 0,6}{1}} - \left(\frac{21 \cdot 0,6}{914,42} \right)^2 = 6 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2};$$

$$P_{тр2} = \frac{F_{тр}}{A_2}, \quad (3.44)$$

$$P_{тр2} = \frac{200}{294,38} = 0,697 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

Расход воды, поступающей в испаритель, рассчитываем по формуле:

$$Q_{u2} = m_4 \cdot Q_2 + Q_{пв2}, \quad (3.45)$$

$$\text{где } Q_{пв2} = A \cdot (P_1 - P_2) \quad (3.46)$$

$$Q_{u2} = 1,07 \cdot 21 + 0,081 = 22,55 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Расход рассола, выталкиваемого в море, находим по формуле:

$$Q_{р2} = m_5 \cdot Q_2 - Q_{пв2}, \quad (3.47)$$

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

где $Q_{пр2}$ – расход перетечек рассола из полости 4 в полость 3 ЦОР, который определяется по формуле:

$$Q_{пр2} = A \cdot (P_4 - P_3) \cdot v, \quad (3.48)$$

$$\text{где } v = \begin{cases} 1, & \text{если } P_4 - P_3 > 0 \\ 0, & \text{если } P_4 - P_3 = 0 ; \\ -1, & \text{если } P_4 - P_3 < 0 \end{cases}$$

$$Q_{пр2} = 0,53 \cdot 21 - 0,081 = 10,04 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

Скорость перемещения поршней влево находим по формуле:

$$V_{л} = \frac{Q_2 - Q_{пв2}}{A_2}, \quad (3.49)$$

$$V_{л} = \frac{21 - 0,081}{294,38} = 94,27 \frac{\text{см}}{\text{мин}} = 11,15 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

Время перемещения поршней влево до смены направления движения находим по формуле:

$$t_{л} = \frac{h - h_{см}}{V_{л}}, \quad (3.50)$$

где $h_{см}$ – недоход поршня ЦОР до упора, при котором происходит срабатывание концевого выключателя ВК2;

$$t_{л} = \frac{200 - 8}{11,15} = 17,22 \text{ с.}$$

Количество воды, поступающей в испаритель при одном ходе поршней влево, рассчитываем по формуле:

$$W_{вл} = Q_{у2} \cdot t_{л}, \quad (3.51)$$

$$W_{вл} = 22,55 \cdot 17,22 = 6,07 \text{ л.}$$

Количество рассола, выталкиваемого в море при одном ходе поршней влево, находим по формуле:

$$W_{рл} = Q_{р2} \cdot t_{л}, \quad (3.52)$$

$$W_{рл} = 10,04 \cdot 17,22 = 2,88 \text{ л.}$$

Отношение количества рассола, выталкиваемого в море, к количеству воды, поступающей в испаритель за один ход поршней влево, находим по формуле:

$$\bar{V}_{3л} = \frac{W_{рл}}{W_{вл}}, \quad (3.53)$$

$$\bar{V}_{3л} = \frac{2,88}{6,07} = 0,47.$$

Суммарное количество воды, поступающей в испаритель за два хода поршней, рассчитывается по формуле:

$$W_B = W_{вп} + W_{вл}, \quad (3.54)$$

$$W_B = 5,86 + 6,07 = 11,93 \text{ л.}$$

Отношение суммарного количества рассола, выталкиваемого в море за два хода поршней к суммарному количеству воды, поступающей в испаритель за два хода поршней, находим по формуле:

$$\bar{V}_{рв} = \frac{W_p}{W_B}, \quad (3.55)$$

где W_p – суммарное количество рассола, выталкиваемого за два хода поршней, которое находим по формуле:

$$W_p = W_{рп} + W_{рл}, \quad (3.56)$$

$$W_p = 3,5 + 2,88 = 6,38 \text{ л;}$$

$$\bar{V}_{рв} = \frac{6,38}{11,93} = 0,53.$$

3.2.2.6 Рассчитываем параметры дозатора с исходными данными:

- 1) $d = 5 \text{ мм;}$
- 2) $h = 2 \text{ мм;}$
- 3) $\Delta P = 1 \text{ кгс/см}^2;$
- 4) $\delta = 5 \text{ мкм;}$
- 5) $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с;}$
- 6) $l = 1 \text{ мм.}$

Подача дозатора за один цикл рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{под}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h, \quad (3.57)$$

где d – диаметр плунжера дозатора;

h – перемещение плунжера дозатора;

$$V_{\text{под}} = \frac{3,14 \cdot 5^2}{4} \cdot 2 = 39,25 \text{ мм}^3.$$

Перетечка антинакипина по зазору между плунжером и корпусом рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{п}} = \frac{\Delta P \cdot \pi \cdot d \cdot \delta^3}{12 \cdot \mu \cdot l}, \quad (3.58)$$

где ΔP – перепад давления;

δ – радиальный зазор между плунжером и корпусом;

μ – динамическая вязкость жидкости;

l – длина зазора

$$Q_{\text{п}} = \frac{1 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 5^3}{12 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 1} = 0,028 \frac{\text{см}^3}{\text{с}} = 1,68 \frac{\text{см}^3}{\text{мин}}.$$

4.4 Описание работы комплекта гидравлических устройств и конструкций основных элементов

4.4.1 Принципиальная гидравлическая схема КГУ представлена на рисунке 4.1.

Штуцер Р1 электромагнитного гидрораспределителя-пилота ГР1 соединен с напорной магистралью управляющей гидравлики на борту объекта, штуцер Т1 ГР1 соединен со сливной магистралью управляющей гидравлики.

Штуцер Р основного гидрораспределителя ГР2 соединен с магистралью нагнетания, в которой высокое давление создается напором забортной воды. Штуцер Т ГР2 соединен с накопителем (баком) исходной (морской) воды испарителя, штуцеры А и В ГР2 соединены с полостями цилиндра ЦПВ. Штуцер Т гидрораспределителя ГР3 соединен с насосом подачи рассола, штуцер Р – с магистралью отвода рассола за борт объекта, штуцеры А и В – с полостями цилиндра откачки рассола ЦОР.

Работа КГУ происходит следующим образом.

В исходном положении при обесточенных электромагнитах ХУ.1, ХХ.1 (рисунок 4.1) золотники гидрораспределителей ГР1, ГР2, ГР3 находятся в среднем положении, потоки жидкостей (управляющей, исходной и рассола) отсечены.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

При подаче напряжения на электромагнит (ЭМ) ХУ.1 золотник ГР1 переместится в крайнее левое положение, штуцер Р1 соединится со штуцером Х, штуцер Т – со штуцером У. Управляющая жидкость поступает к левому разделительному поршню ГР2 и к правому разделительному поршню ГР3. Штуцер Р ГР2 соединится со штуцером В, штуцер Т – со штуцером А. Штуцер Р ГР3 соединяется со штуцером А, штуцер Т – со штуцером В. Исходная вода поступает в штоковую полость цилиндра ЦПВ мультипликатора, шток с поршнями двигается влево к ВК1. Из поршневой полости вода поступает к испарителю. Из штоковой полости ЦОР рассол вытесняется на слив, а в поршневую полость ЦОР рассол подается насосом. При достижении поршнем ЦПВ упора сработает выключатель ВК1, ЭМ ХУ.1 обесточивается, золотники ГР1, ГР2, ГР3 устанавливаются в среднее положение, потоки жидкостей (управляющей, исходной и рассола) отсекаются, шток с поршнями останавливается.

Для продолжения работы мультипликатора подается напряжение на ЭМ ХХ.1. При этом золотник ГР1 переместится в крайнее правое положение, штуцер Р1 соединится со штуцером У, штуцер Т1 – со штуцером Х. Управляющая жидкость поступает к правому разделительному поршню золотника ГР2 и к левому разделительному поршню золотника ГР3. Штуцер Р ГР2 соединится со штуцером А, штуцер Т – со штуцером В. Штуцер Р ГР3 соединится со штуцером В, штуцер Т – со штуцером А. Исходная вода поступает в поршневую полость цилиндра ЦПВ мультипликатора, шток с поршнями двигается вправо к ВК2. Из штоковой полости ЦПВ вода поступает к испарителю. Из поршневой полости ЦОР рассол вытесняется на слив, а в штоковую полость ЦОР рассол подается насосом. При достижении поршнем ЦОР упора срабатывает конечный выключатель ВК2, ЭМ ХХ.1 обесточивается, золотники ГР1, ГР2, ГР3 устанавливаются в среднее положение, потоки жидкостей (управляющей, исходной и рассола) отсекаются, шток с поршнями останавливается. Далее цикл повторяется.

4.4.2 В таблице 4.1 представлены технические характеристики мультипликатора.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Таблица 4.1 – Технические характеристики мультипликатора

Наименование	ЦПВ	ЦОР
1) Диаметр поршня, мм	200	150
2) Диаметр штока, мм	50	50
3) Ход поршня от упора до упора, мм	220	220
4) Эффективная площадь поршня, мм ² :		
– в поршневой полости (A_p);	314	176,63
– в штоковой полости ($A_{шт}$);	294,38	157
5) Отношение площадей ($A_{шт}/A_p$)	0,94	0,9
6) Емкость, л:		
– поршневой полости;	6,28	3,53
– штоковой полости;	5,88	3,14
– суммарная	12,16	6,67
7) Отношение суммарных емкостей ЦОР и ЦПВ (V)	0,55	
8) Превышение V требуемого отношения расходов рассола и воды, %	9,6	
9) Суммарное давление трения поршней и штока, кгс/см ² , не более	1,3	
10) Скорость поршней, мм/с:		
– при движении поршней вправо;	14,13	
– при движении поршней влево	11,15	
11) Время перемещения поршня от упора до упора, с:		
– при движении поршней вправо;	13,59	
– при движении поршней влево	17,22	
12) Подача (расход) воды (рассола), л/мин:		
– при движении поршней вправо;	24,96	14,59
– при движении поршней влево	21,16	10,04

Продолжение таблицы 4.1

Наименование	ЦПВ	ЦОР
13) Отношение подачи рассола к подаче воды: – при движении поршней вправо; – при движении поршней влево	0,585 0,53	

4.4.3 Рассмотрим конструкции основных элементов КГУ.

Конструкция мультипликатора представлена на рисунке 4.1 [8], [9].

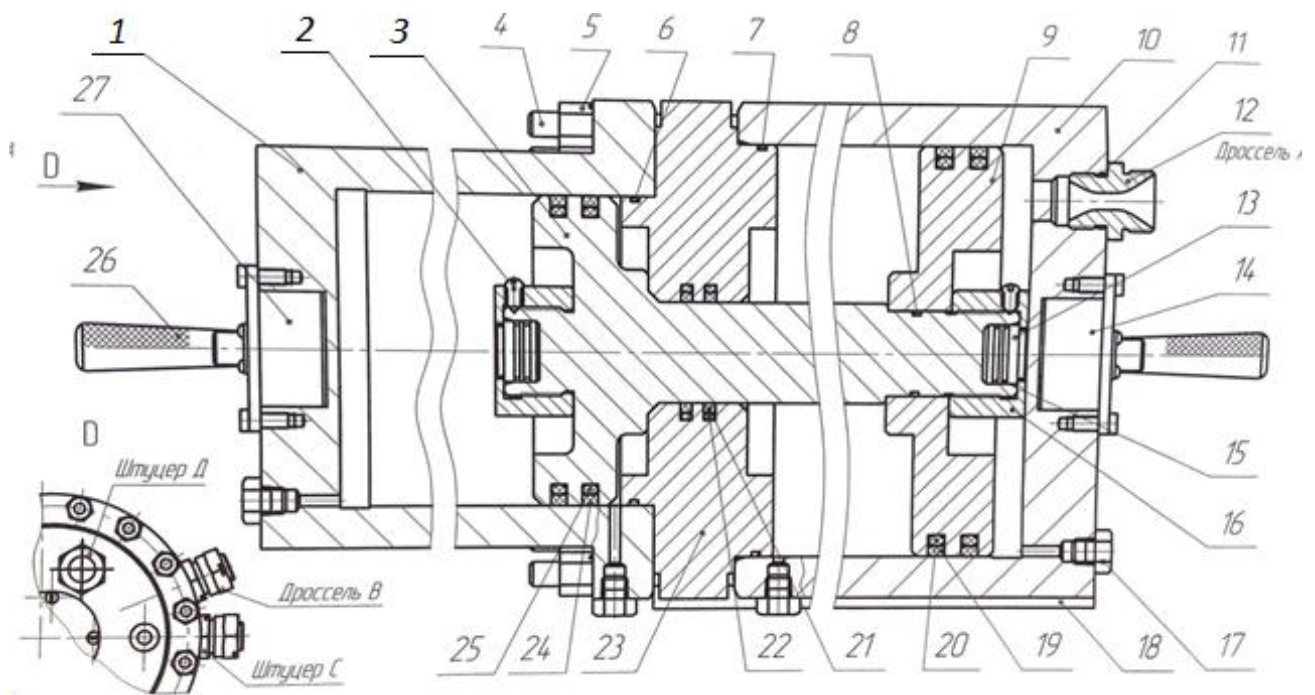


Рисунок 4.1 – Мультипликатор

В состав конструкции входят:

- 1) цилиндр малый;
- 2) винт установочный;
- 3) поршень малый со штоком;
- 4) шпилька;
- 5) гайка;
- 6), 7), 8), 11), 15) кольца резиновые;
- 9) поршень большой;
- 10) цилиндр большой;

- 12) дроссель;
- 13) магнит;
- 14) выключатель конечный ВК1;
- 16) гайка;
- 17) пробка;
- 18) кронштейн;
- 19) уплотнение поршневое;
- 20) кольцо резиновое;
- 21) уплотнение штоковое;
- 22) кольцо резиновое;
- 23) переходник;
- 24) уплотнение поршневое;
- 25) кольцо резиновое;
- 26) ручка;
- 27) выключатель конечный ВК1.

Мультипликатор представляет собой комбинацию двух жестко связанных между собой последовательно соединенных цилиндров с двумя поршнями на одном штоке и с двумя выключателями конечных положений поршней. Уплотнение поршней и штока обеспечивается кольцами из фторопласта. Материал корпуса и поршней мультипликатора – титановый сплав, обеспечивающий эксплуатацию в морской среде.

Выключатели конечного положения поршней включают в себя герконы, которые управляются двумя постоянными магнитами, расположенными в герметичных полостях штока.

Конструкция гидрораспределителей ГР1 и ГР2 представлена на рисунке 4.2.

В состав конструкции входят:

- 1) вилка электросоединителя 2РМГ14Б2;
- 2) кольцо уплотнительное;
- 3) электромагнит;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

- 4) крышка;
- 5) кнопка;
- 6) штуцер;
- 7) золотник;
- 8) штуцер;
- 9) разделительный поршень;
- 10) толкатель;
- 11) золотник.

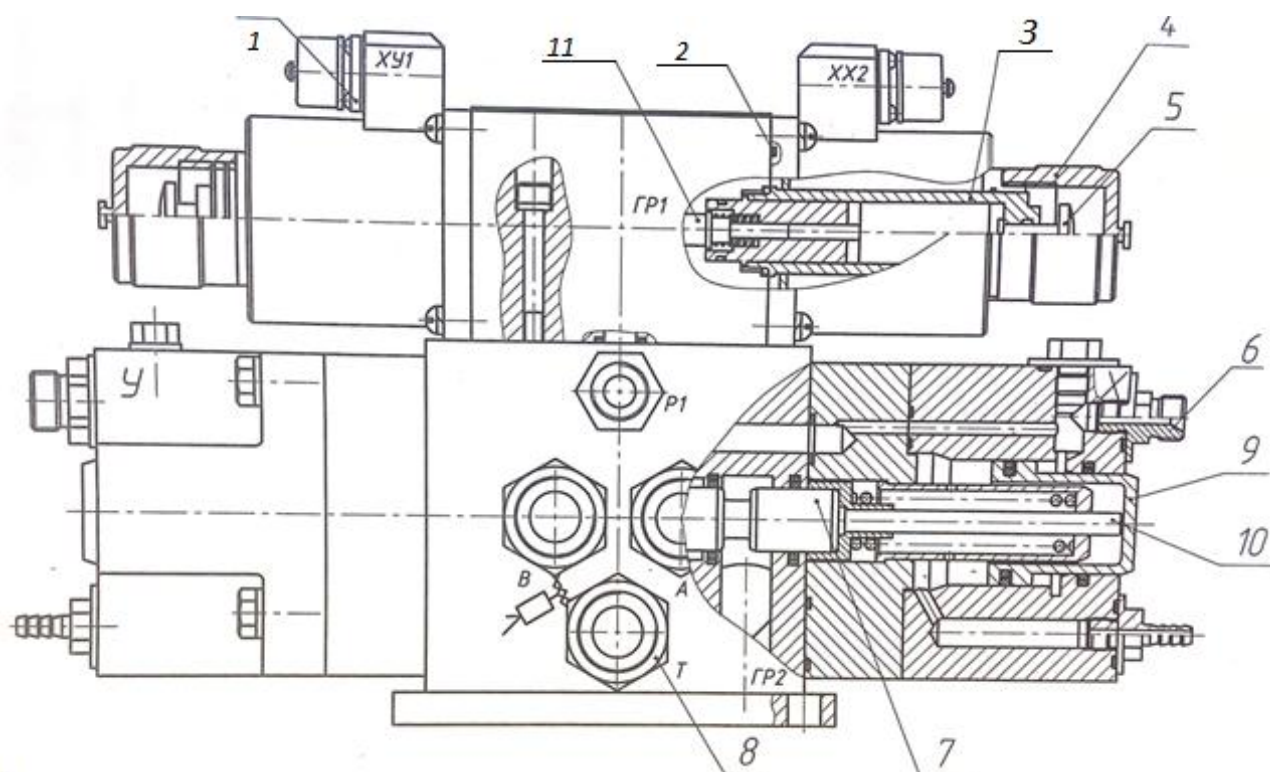


Рисунок 4.2 – Гидрораспределители ГР1 и ГР2

Гидрораспределители представляют собой четырехходовые золотники, один из которых (пилот) управляется двумя электромагнитами, а основные два – давлением управляющей гидравлики. Гидрораспределитель – пилот позволяет перемещать золотник вручную, для чего он имеет в своем составе две кнопки ручного включения. Конструкция распределителя ГР3 идентична ГР2 [12, с. 89].

Дозатор предназначен для дозированной подачи антинакипина в исходную морскую воду, подаваемую на упаривание в установку [13].

Дозатор обеспечивает забор порции антинакипина $20...50 \text{ мм}^3$ из бака с антинакипином и подачу этой порции ($20...50 \text{ мм}^3$) в магистраль исходной воды, подаваемой КГУ с мультипликатором в испаритель за один цикл работы мультипликатора.

Приводом для дозатора является давление управляющей гидравлики, используемой для обеспечения переключения золотников основных гидрораспределителей мультипликатора.

Сопряжение дозатора с основными составными частями опреснительной установки определяется схемой пневмогидравлической принципиальной (рисунок 3.1).

Общий вид дозатора показан на рисунке 4.3.

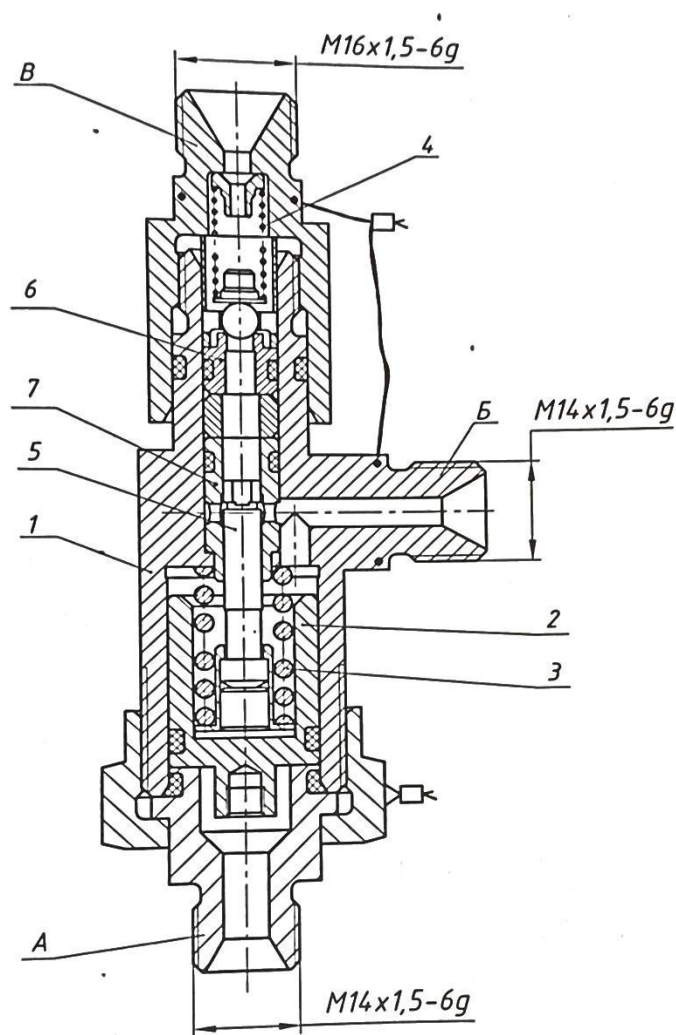


Рисунок 4.3 – Дозатор

В состав дозатора входит:

А – штуцер управления (подачи гидравлики);

Б – штуцер входа антинакипина;

В – штуцер выхода антинакипина;

1) корпус;

2) поршень;

3), 4) пружины;

5) плунжер;

6) обратный клапан;

7) гильза.

По принципу действия дозатор представляет собой поршневой дозирующий насос с обратным клапаном на выходе.

Дозатор снабжен тремя штуцерами: управления (А), входа (Б) и выхода (В) антинакипина.

Штуцер управления соединен с одним из выходов электромагнитного гидрораспределителя–пилота ГР1, штуцер входа – с баком с антинакипином, штуцер выхода – с магистралью исходной воды.

Рабочий ход поршня 2 дозатора (подача дозы антинакипина) осуществляется под действием давления управляющей гидравлики, поступающей в штуцер управления от ГР1, а забор дозы антинакипина из бака осуществляется при обратном ходе поршня под действием силы пружины 3. При подаче антинакипина клапан открыт (пружина отжимается давлением управляющей гидравлики), а при заборе (всасывании) антинакипина – закрыт.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Безопасность при эксплуатации опреснительной установки

5.1.1 Для безопасной эксплуатации установки необходим обслуживающий персонал из 2–х человек. К обслуживанию установки допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по специальной программе и имеющие удостоверение на право обслуживания установки.

При эксплуатации установки дополнительно необходимо пользоваться следующей документацией:

- 1) паспортом и инструкцией по эксплуатации опреснительной установки;
- 2) руководствами по эксплуатации комплектующего оборудования.

Прошедший инструктаж и производственное обучение персонал может быть допущен к самостоятельной работе только после проверки его знаний соответствующей комиссией. Не реже одного раза в год должен проводиться повторный инструктаж по технике безопасности.

5.1.2 Меры безопасности при использовании установки

5.1.2.1 Перед началом работы оператор, обслуживающий установку, должен убедиться в исправности и работоспособности всех узлов и систем установки, заземляющих устройств.

5.1.2.2 Включение аппаратуры производить только после проверки правильности стыковки и подключения локальной системы управления к источникам питания, после проверки разобщенности цепей по шинам питания, сопротивления изоляции и контроля стыковки.

5.1.2.3 Все ремонтные работы, связанные с устранением неисправностей, должны производиться при выключенной установке, при этом электродвигатель должен быть остановлен, давление в трубопроводах должно быть снижено до атмосферного.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

5.1.2.4 При авариях и ремонтах на установке, подача морской воды и рассо-ла должна быть прекращена, давление необходимо снизить до атмосферного и установка должна быть выключена.

5.1.2.5 Аптечка с медикаментами и перевязочными материалами должна находиться на видном месте.

5.1.2.6 Необходимо ежедневно проверять работоспособность клапанов, а также наличие средств пожаротушения.

5.1.2.7 Необходимо постоянно следить за состоянием уплотнений трубо-проводов арматуры.

5.1.2.8 Запрещается включать и выключать установку без разрешения руко-водителя работ.

5.1.2.9 Недопустимо использование нештатных или неисправных инстру-ментов и принадлежностей.

5.1.3 Запрещается:

1) производить какие-либо работы, связанные с разборкой трубопроводов, арматуры и оборудования, находящихся под давлением;

2) ударять по трубопроводам и подтягивать соединения, находящиеся под давлением;

3) использовать нештатные или неисправные инструменты и принадлежно-сти;

4) проводить какие-либо работы с электрооборудованием, связанные с необходимостью доступа к токоведущим элементам, до отключения электропита-ния;

5) находиться напротив заглушек трубопроводов при проведении проверок на герметичность;

б) находиться посторонним лицам рядом с установкой при рабочем цикле;

7) курить вблизи установки, а также при проведении технического обслу-живания аккумуляторов;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

8) превышать предельно допустимые параметры пара, указанные в паспорте на испаритель;

9) проводить сварочные работы рядом с установкой без проведения дренажа и насосов, трубопроводов и бака подпитки;

10) работать без освещения или при недостаточном освещении;

11) оставлять установку без присмотра.

5.1.4 Выключение установки и прекращение работ на ней должно происходить в следующих случаях:

1) при возникновении пожара на установке;

2) при порыве технологических трубопроводов;

3) при обнаружении неполадок в оборудовании;

4) при других нарушениях нормальной работы систем установки, снижающих безопасность обслуживающего персонала [4].

5.2 Санитарно-гигиенические факторы условий труда [14]

5.2.1 Микроклимат любого рабочего помещения определяется сочетанием температуры воздуха, скорости его движения и относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей.

По определению, приведенному в ГОСТ 12.1.005–88, микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

Сочетания допустимых параметров микроклимата при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать переходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением механизмов терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья человека, но могут наблюдаться дискомфорт-

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

ные тепловые ощущения, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

Санитарно-гигиенические факторы труда определяются по ГОСТ 12.1.005-88, исходя из категории тяжести труда, которая, в свою очередь, зависит от количества затрачиваемых человеком килокалорий в процессе выполнения работ.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005–88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны". В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделения в рабочем помещении. Для оценки характера одежды и акклиматизации организма в разное время года введено понятие периода года. Теплый период с температурой наружного воздуха $+10^{\circ}\text{C}$ и выше, холодный - ниже $+10^{\circ}\text{C}$. А так же микроклимат нормируется в зависимости от категории работ.

При учете интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три группы: легкие, средней тяжести и тяжелые.

Работы для оператора опреснительной установки согласно ГОСТ 12.1.005-88 относятся к категории тяжести IIa – работы средней тяжести, связанные с постоянной ходьбой, перемещением легких (до одного килограмма) изделий или предметов из положения стоя или сидя и требующие определённых физических напряжений.

Для помещения оператора установки установлены следующие параметры микроклимата при категории тяжести работ IIa:

- 1) температура внутреннего воздуха в холодный период года составляет 18-20 $^{\circ}\text{C}$;
- 2) температура внутреннего воздуха в теплый период года составляет 21-23 $^{\circ}\text{C}$;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

3) относительная влажность воздуха как в холодный период года, так и в тёплый составляет 40-60 %;

4) скорость движения воздуха в холодный период года составляет не более 0,2 м/с;

5) скорость движения воздуха в теплый период года составляет не более 0,3 м/с.

Оптимальные параметры микроклимата в помещении операторской обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры - обычными системами вентиляции и отопления.

Методы снижения неблагоприятного влияния производственного микроклимата регламентируются "Санитарными правилами по организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию" и осуществляются комплексом технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий.

5.2.2 Освещение бывает трёх типов: естественное, искусственное и совмещённое. Основным параметром освещения выступает освещённость E, лк. Освещённость в зданиях и помещениях нормируется согласно СНиП 23-05-95 и зависит от назначения помещения, разряда зрительных работ, условий выполняемой работы [15].

Нормами установлено восемь разрядов зрительных работ: с 1 по 8. В основу первых семи разрядов положен размер объектов различения, рассматриваемый объект или его часть, требующий различения дефекта, точки, пятна.

Недостаточное освещение понижает зрительное восприятие, развивает близорукость, головную боль, влияет на центральную нервную систему, снижает производительность труда, приводит к несчастным случаям.

Наиболее благоприятная освещённость по субъективным ощущениям людей считается 200 лк. Однако при выполнении различных работ требуется различный уровень освещённости. Контрастность света оказывает психологическое

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

воздействие на человека. Повышение контрастности возбуждает, раздражает, а снижение - успокаивает, но при длительном применении утомляет.

Применяется естественное освещение следующего вида:

- 1) боковое освещение, через окна в наружных стенах;
- 2) верхнее освещение, через световые фонари;
- 3) комбинированное освещение, когда к верхнему освещению добавляется боковое.

Естественное освещение в какой-либо точке помещения характеризуется коэффициентом естественной освещенности (К.Е.О). Наименьшая расчетная освещенность, создаваемая естественным светом в помещении, определяется при наружной освещенности 5000 лк.

Значения коэффициентов естественной освещенности в помещениях производственных зданий надлежит принимать по разряду зрительной работы, исходя из СНиП 23-05-95.

Для оператора установки дистилляционного обессоливания разряд зрительных работ – 4 в, работы средней точности.

Предел различаемости – 0,5-1 мм.

Величина освещенности при искусственном освещении должна быть:

- 1) на рабочем месте оператора не ниже 200 лк – для систем общего освещения;
- 2) 400 лк – при комбинированном освещении.

Аварийное освещение составляет 5% от нормируемого значения, то есть 10 лк. Необходимый уровень освещенности в помещении операторской обеспечивается установкой светильников общего и местного освещения, в которых применяются люминесцентные лампы дневного света и галогенные лампы.

5.2.3 Вентиляция – организованный воздухообмен, заключающийся в удалении из рабочего помещения загрязнённого воздуха и подаче вместо него свежего наружного (или очищенного) воздуха [16].

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Нормирующим документом для проектирования систем вентиляции является СНиП 2.04.05–91. Рационально спроектированные и правильно эксплуатируемые вентиляционные системы способствуют улучшению самочувствия персонала, а так же способствует повышению производительности труда.

Системы вентиляции классифицируют по способу перемещения воздуха, направлению воздушного потока, зоне действия, времени года. В зависимости от способа перемещения воздуха различают вентиляцию естественную и механическую.

Существуют и смешанные системы вентиляции.

В зависимости от направления потока воздуха вентиляция бывает приточной и вытяжной. Вентиляцию в производственных помещениях обычно выполняют приточно–вытяжной.

Количество воздуха, необходимого для вентиляции производственного помещения, следует определить расчетом, и только в редких случаях допускается устанавливать по кратности воздухообмена. В соответствии с характером технологического процесса воздухообмен нужно рассчитывать по избыткам явной теплоты (тепловыделения), по избыткам влаги и скрытой теплоты (тепло и влаговыделения), по количеству выделяющихся вредных веществ (выделение вредных паров, газов, пыли). При одновременном выделении теплоты, влаги и вредных веществ, следует рассчитывать воздухообмен для каждого из этих факторов и принимать наибольшее из полученных значений.

Санитарными нормами СН 245–71 регламентируется также минимальное количество воздуха, подаваемого в производственное помещение в расчете на одного работающего. Это количество зависит от объема помещения, приходящегося на одного человека. Если этот объем меньше 20 м³, то следует предусматривать подачу наружного воздуха в количестве не менее 30 м³/ч на каждого работающего. Если объем помещения на одного человека превышает 20 м³, то нужно подавать воздух не менее 20 м³/ч на каждого работающего.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

В помещениях, где имеются окна, и на одного работающего приходится более 40 м³ объема помещения при отсутствии вредных и неприятно пахнущих веществ, допускается предусматривать периодически действующую вентиляцию (проветривание). Правильный выбор систем вентиляции имеет большое санитарно-гигиеническое и экономическое значение.

В помещении установки дистилляционного обессоливания применяется общеобменная естественная вентиляция. Помещения персонала дополнительно оборудованы системами кондиционирования воздуха.

5.3 Основные требования пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок

Электрические сети и электрооборудование, используемые на объектах различного назначения, должны отвечать требованиям действующих «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ), «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ).

На промышленных объектах большое значение имеет правильный выбор электрооборудования. С этой целью определение класса взрыво – и пожароопасности помещений и наружных установок должно проводиться технологами совместно с энергетиками проектирующей или эксплуатирующей организации. У входа в производственное помещение должна быть надпись с указанием его класса по взрывной или пожарной опасности [17].

Лица, ответственные за состояние электроустановок, обязаны:

- 1) обеспечить организацию и своевременное проведение профилактических осмотров и планово-предупредительных ремонтов электрооборудования, аппаратуры и электросетей, а также своевременное устранение нарушений ПТЭ и ПТБ;
- 2) следить за правильностью выбора и применения кабелей, электропроводов, двигателей, светильников и другого электрооборудования в зависимости от класса пожаро- и взрывоопасности помещений и условий окружающей среды;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

3) систематически контролировать состояние аппаратов защиты от КЗ, перегрузок, внутренних и атмосферных перенапряжений, а также других аварийных режимов работы;

4) следить за исправностью специальных установок и средств, предназначенных для ликвидации загораний и пожаров в электроустановках и кабельных помещениях;

5) организовывать систему обучения и инструктажа дежурного персонала по вопросам пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок;

6) участвовать в расследовании случаев пожаров и загораний от электроустановок, разрабатывать и осуществлять меры по их предупреждению.

Дежурный электрик обязан производить плановые профилактические осмотры электрооборудования, проверять наличие и исправность аппаратов защиты и принимать немедленные меры к устранению нарушений, которые могут привести к пожарам и загораниям. Результаты осмотров электроустановок, обнаруженные неисправности и принятые меры следует фиксировать в оперативном журнале.

Проверка изоляции кабелей, проводов, надежности соединений, защитного заземления, режима работы электродвигателей должна производиться электриками предприятия как наружным осмотром, так и с помощью приборов. Замер сопротивления изоляции проводов должен производиться в сроки, установленные ПТЭ и ПТБ.

Все электроустановки должны быть защищены аппаратами защиты от токов короткого замыкания и других аварийных режимов, которые могут привести к пожарам и загораниям.

Плавкие вставки предохранителей должны быть калиброваны с указанием на клейме номинального тока вставки (клеймо ставится заводом-изготовителем или электротехнической лабораторией).

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Соединение, оконцевания и ответвления жил проводов и кабелей во избежание опасных в пожарном отношении переходных сопротивлений необходимо производить при помощи опрессовки, сварки, пайки или специальных зажимов.

Электродвигатели, проводка, распределительные устройства должны очищаться от горючей пыли не реже 2–х раз в месяц, а в помещениях со значительным выделением пыли – не реже 4 раз в месяц.

5.4 Опасные и вредные факторы

5.4.1 Электрическая опасность. Согласно ГОСТ 12.1.009–75 под электроопасностями понимают воздействие на человека электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

В помещении проектируемой установки располагаются электроустановки напряжением 380 В и частотой рабочего тока 50 Гц. Рабочие параметры тока и напряжения оборудования превышают установленные нормы для помещений с повышенной электроопасностью. Поэтому необходимо проводить ряд мероприятий по обеспечению необходимой степени электробезопасности помещений проектируемой установки.

По ГОСТ 12.1.019–75 для обеспечения электробезопасности должны применяться отдельно, или в сочетании друг с другом следующие технические способы и средства:

- 1) защитное заземление (ГОСТ 12.1.030–81);
- 2) зануление (ГОСТ 12.1.030–81);
- 3) выравнивание потенциалов;
- 4) малое напряжение;
- 5) электрическое разделение сетей;
- 6) защитное отключение;
- 7) изоляция токоведущих частей (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная);
- 8) компенсация токов замыкания на землю;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

- 9) оградительные устройства;
- 10) предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности;
- 11) средства защиты и предохранительные устройства.

Кроме того, при ремонтных работах электроустановок необходимо применять средства индивидуальной защиты, какие как: резиновые перчатки, сапоги, каски; и только инструмент с токоизолирующими рукоятками. Крупный ремонт электроустановок должен проводиться в специализированных цехах.

Технические способы и средства защиты должны быть указаны в нормативно-технической документации на электроустановки.

Исправность на физический и электрический износ средств защиты должна проверяться осмотром перед каждым применением, а также через каждые 6-12 месяцев в зависимости от условий эксплуатации.

5.4.2 Механические опасности. К механическим опасностям вообще следует относить опасности, которые могут возникнуть у любого объекта, способного причинить травму в результате неспровоцированного контакта объекта или его части с человеком. Такой контакт может наблюдаться при взаимодействии человека с объектом в трудовом процессе и при случайном нахождении человека в пределах действия объекта.

К ним относятся:

- 1) шум;
- 2) вибрация;
- 3) движущиеся части машин и механизмов.

5.4.2.1 Шум – всякий неблагоприятно действующий на человека звук различной частоты и интенсивности. Параметром звука является уровень шума, дБ.

Уровень шума нормируется по ГОСТ 12.1.003–83. Для рабочего места оператора опреснительной установки уровень шума не должен превышать 65 дБ.

Источниками шума в проектируемой установке являются:

- 1) насосное оборудование;
- 2) камеры испарения;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

3) парожетктор.

Для защиты от шума необходимо предусматривать следующие мероприятия:

1) при разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места, следует принимать все необходимые меры по снижению шума до значений, не превышающих допустимые по ГОСТ 12.1.003-83;

2) разработка шумобезопасной техники;

3) применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-78;

4) применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029-80;

5) контроль уровня шума на рабочем месте не реже одного раза в год.

В проектируемой установке всё насосное оборудование располагается в помещении насосной на нулевом уровне и огорожено дополнительными конструкциями. Парожетктор и камеры испарения изолируются тепловой изоляцией, что одновременно снижает производимый им уровень шума. Всё оборудование находится в помещении, где нет постоянного присутствия персонала [18].

5.4.2.2 Вибрация – механические колебания твёрдого тела. Основным её параметром является частота вибрации, Гц [19].

По характеру действия на человека вибрация делится на общую – передаётся на всё тело, местную – передаётся на органы, соприкасающиеся с источником вибрации, комбинированную.

Предельно–допустимые уровни вибрации нормируются по ГОСТ 12.012-90. Для рабочего места оператора опреснительной установки уровень вибрации не должен превышать 85 Гц/мм (кратковременно).

Источниками вибрации являются:

1) насосное оборудование;

2) трубопроводы и паропроводы;

3) испаритель;

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

4) мультипликатор.

Для защиты от вибрации в проектируемой установке предусматриваются следующие мероприятия:

- 1) насосы смонтированы на отдельной платформе с четырьмя амортизаторами рядом с агрегатом;
- 2) трубопроводы и паропроводы также имеют жесткое крепление;
- 3) испаритель закреплен на 4-х амортизаторах АКСС 120-М;
- 4) мультипликатор закреплен на платформе на 4-х амортизаторах АКСС-60М.

5.4.3 Тепловые опасности

К тепловым опасностям в проектируемой установке относят нагретые части оборудования, соприкосновение с которыми может вызвать ожоги. Поэтому необходимо соблюдать правила ТБ и своевременно устранять дефекты оборудования и восстанавливать тепловую изоляцию.

Источниками тепловых опасностей являются:

- 1) трубопроводы и паропроводы;
- 2) конденсаторы;
- 3) камеры испарения;
- 4) запорная, регулирующая арматура.

Мерами по защите персонала является выполнение тепловой изоляции трубопроводов, конденсаторов, камер испарения. Кроме того, применяются индивидуальные средства защиты работников – куртки и рукавицы.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработана пневмогидросистема корабельной опреснительной установки морской воды производительностью 625 кг/час. Тип установки – автономная с низким энергопотреблением и эмиссией шума. Назначение установки – производство дистиллированной воды для подпитки корабельной энергоустановки, технических нужд и приготовления питьевой воды. Источник тепловой энергии для упаривания – перегретый пар корабельной энергоустановки.

1) При выполнении дипломной работы были решены следующие задачи:

На основании проведенного анализа возможных схем исполнения опреснительной установки установлено, что опреснительная установка, в наибольшей степени удовлетворяющая предъявленным требованиям, должна быть выполнена дистилляционной по схеме опреснения пленочного типа.

2) Выполнено обоснование и выбор принципиальной схемы опреснительной установки, которая соответствует предъявленным техническим требованиям.

3) Разработана функциональная схема выбранной опреснительной установки.

4) Разработана принципиальная схема опреснительной установки и ее работа.

5) Исходя из технических требований к параметрам КГУ, была выбрана принципиальная схема комплекта гидравлических устройств (рисунок 4.1).

6) Выполнен расчет основных параметров КГУ. Основные технические характеристики составили:

Расходы морской воды – 6,28; 5,88 л и рассола – 3,53; 3,14 л, при движении поршня влево (вправо). Подача (расход) воды (рассола), л/мин: при движении поршней вправо – 24,96; 14,59; при движении поршней влево – 14,59; 10,04.

7) Выполнено описание работы гидросхемы и конструкций основных элементов КГУ с мультипликатором.

8) Выполнен перечень чертежей:

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 1) схема пневмогидравлическая принципиальная установки;
- 2) схема гидравлическая комплекта гидравлических устройств с мультипликатором;
- 3) чертеж общего вида силового гидроцилиндра мультипликатора;
- 4) чертеж сборочный блока гидрораспределителей комплекта гидравлических устройств;
- 5) чертеж вида общего дозатора антинакипина;
- 6) схему функциональную опреснительной установки;
- 7) графики рабочих характеристик мультипликатора.

При выполнении раздела «Безопасность жизнедеятельности» были приведены требования техники безопасности, пожарной безопасности, опасные факторы (шум, вибрация, электрическая и тепловая опасности) при эксплуатации опреснительной установки.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Слесаренко В. Н. Опреснительные установки. – Владивосток: ДВГМА, 1999 г. – 244 с., илл.
2. Коваленко В. Ф., Лукин Г. Я. «Судовые водоопреснительные установки». Л., «Судостроение», 1970. 304 с.
3. ГОСТ 6709–72 Вода дистиллированная. Технические условия.
4. ГОСТ 26646–90 Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Общие технические требования и приемка.
5. А. М. Те Тепловой и гидравлический расчет судовой водоопреснительной установки типа «Д»: метод. указ. к курс. проекту. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2006. – 42 с.
6. Мосин О. В. «Физико–химические основы опреснения морской воды» // Сознание и физическая реальность, 2012, №1, с. 19–30.
7. Изобретение. Горизонтально–трубчатый пленочный испаритель. Авторское свидетельство СССР № 1578883.
8. Изобретение. Гидравлическая система с мультипликатором. Авторское свидетельство СССР №1373940.
9. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика. «Машиностроение», 1971, 672 с.
10. Башта Т. М. Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы «Машиностроение», 1970, 504 с.
11. Жабин А. Б. Методика расчетов конструкционных и гидравлических параметров мультипликатора. Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. Вып. 12. Ч. 2.
12. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: Справочник. М., Машиностроение, 2008.
13. Изобретение. Дозатор жидкости малых расходов. Патент РФ № 44178.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

14. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху в рабочей зоны.

15. СНиП 23-05-95 Освещение.

16. СНиП 2.04.05.-91 Вентиляция.

17. ГОСТ 12.1.004-85 Пожарная безопасность.

18. ГОСТ 12.1.003-83 Шум.

19. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрация.

20. Опреснительная установка обратного осмоса www.sudoremont.ru

25.06.17.

					15.03.02.2017.337.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73