


Федеральное агентство по атомной энергии  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Российский государственный концерн по производству электрической  
и тепловой энергии на атомных станциях»  
(концерн «Росэнергоатом»)  
Филиал ФГУП концерн «Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция»  
(Балаковская АЭС)

УТВЕРЖДАЮ  
Первый заместитель  
главного инженера  
по эксплуатации  
 А.М. Сиротин  
31.05.2007 г.


ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Система водяного охлаждения обмотки статора  
генератора ТВВ-1000-4УЗ


ТО.1,2,3,4.СС.ОТ/189

СОГЛАСОВАНО


Зам. главного инженера  
по эксплуатации блоков № 1, 2

 Ю.М. Марков  
31.05.2007 г.


Зам. главного инженера  
по эксплуатации блоков № 3, 4

 В.Н. Бессонов  
31.05.2007 г.


Начальник ТЦ-1

 А.С. Науменко  
31.05.2007 г.


Начальник ТЦ-2

 С.А. Елецкий  
22.05.2007 г.

Начальник ЦТАИ


 А.М. Кацман  
29.05.2007 г.

Начальник ПТО

 М.В. Швецов  
28.05.2007 г.

РАЗРАБОТАНО

Начальник ОТ

 А.В. Атаманов  
21.05.2007 г.

Балаково  
2007

1057-07

## Содержание

1.	Общие положения .....	4
2.	Назначение системы .....	5
2.1.	Назначение и принцип работы системы .....	5
2.2.	Проектные требования к системе .....	5
2.3.	Принципы построения системы .....	6
3.	Описание системы .....	7
3.1.	Описание технологической схемы .....	7
3.2.	Связь с другими системами .....	10
3.3.	Размещение оборудования системы .....	10
4.	Элементы системы .....	12
4.1.	Бак дистиллята SS10B01 .....	12
4.2.	Теплообменник типа BBT-100 .....	15
4.3.	Механические фильтры типа ФВ-100 и ФВ-4 .....	17
4.4.	Магнитные фильтры SS61,62,63,64,65,66N01 .....	18
4.5.	Ионообменные фильтры .....	18
4.6.	Насосные агрегаты SS11,12,13D01 .....	20
4.7.	Газовая ловушка .....	25
4.8.	Обратные клапана насосов SS11,12,13S02 .....	27
4.9.	Арматура системы SS .....	27
4.10.	Расходомерная шайба (диафрагма) .....	35
4.11.	Технологические ограничения .....	37
4.12.	Нарушения в работе .....	38
5.	Система контроля, управления и защиты .....	41
5.1.	Общие представления .....	41
5.2.	Блокировки системы .....	42
5.3.	Регулирование .....	43
5.4.	Сигнализация .....	43
6.	Контрольно-измерительные приборы .....	44
6.1.	Общие представления .....	44
6.2.	Перечень позиций отборов и датчиков .....	44
7.	Режимы эксплуатации системы .....	46
7.1.	Режим готовности к работе системы SS .....	46
7.2.	Работа системы SS по прямому назначению .....	47
7.3.	Особенности работы системы SS .....	48
7.4.	Вывод в ремонт системы (элементов системы) SS .....	48
8.	Обслуживание системы .....	49
8.1.	Функциональное опробование системы .....	49
8.2.	Техническое обслуживание системы .....	50
8.3.	Оперативное обслуживание системы .....	53
9.	Технические данные .....	55

## Приложение.

1. Выписки из технических решений Балаковской АЭС .....	58
2. Характерные инциденты, происходившие при эксплуатации системы .....	59
Перечень принятых сокращений .....	62

## 1. Общие положения

1.1. Настоящий документ представляет собой техническое описание (далее – тех. описание) системы водяного охлаждения обмотки статора генератора, проектное обозначение - SS (далее – система SS).

1.2. Настоящее тех. описание распространяется на оборудование системы SS блоков № 1, 2, 3, 4. Отличия для каждого блока указаны в соответствующих разделах настоящего тех. описания. Состав и границы системы SS определяются проектным назначением системы и технологическими схемами.

1.3. В настоящем тех. описании содержится подробная информация о назначении и принципах работы системы SS, конструкции оборудования системы и особенностях ее эксплуатации.

1.4. В соответствии с «Общими положениями обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97» (ПНАЭ Г-01-011-97) оборудование и трубопроводы системы SS относится к системам нормальной эксплуатации, важным для безопасности, класс безопасности – «ЗН».

1.5. Настоящее тех. описание разработано на основании следующих документов:

1) «Балаковская АЭС. Техническое обоснование безопасности сооружения и эксплуатации. Блок № 1(2,3,4)»;

2) «Рабочий технологический регламент безопасной эксплуатации энергоблока № 1(2,3,4) Балаковской АЭС с реактором ВВЭР-1000 (В-320)» (Р.1(2,3,4).ОУБ/03);

3) «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97» (ПНАЭ Г-01-011-97);

4) «Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций» (РД ЭО 0348-02);

5) «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (ПНАЭ Г-7-008-89);

6) «Инструкция по построению, оформлению и содержанию технического описания системы (оборудования)» (И.ОТ/08);

7) «Инструкция по оформлению производственно-технических документов Балаковской АЭС» (И.ПТО/01);

8) «Инструкция по эксплуатации. Система водяного охлаждения обмотки статора генератора ТВВ-1000-4УЗ» (ИЭ.1.SS.ТЦ-1/23);

9) «Инструкция по эксплуатации. Система водяного охлаждения обмотки статора генератора ТВВ-1000-4УЗ» (ИЭ.2.SS.ТЦ-1/17);

10) «Инструкция по эксплуатации. Система водяного охлаждения обмотки статора генератора ТВВ-1000-4УЗ» (ИЭ.3.SS.ТЦ-2/05);

11) «Инструкция по эксплуатации. Система водяного охлаждения обмотки статора генератора ТВВ-1000-4УЗ» (ИЭ.4.SS.ТЦ-2/21);

12) «Карта уставок. Технологические уставки защит, блокировок и сигнализации турбинного отделения» (КУ.1.ТЗБ.ЦТАИ/02);

13) «Математическая запись. Алгоритмы технологических защит и блокировок турбинного отделения» (МЗ.2.ТЗБ.ЦТАИ/02);

14) «Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Турбогенератор синхронный трехфазный типа ТВВ-1000-4УЗ» (ОБС.460.473.ТО);

15) паспорт «Агрегат электронасосный 1Х200-150-500-К-55-УЗ»;

16) «Техническое описание и инструкция по эксплуатации ФВ-100» (ОБС.466.179.ТО);

17) «Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Фильтр магнитный 5БС.433.039» (ОБС.466.364.ТО);

18) «Техническое описание и инструкция по эксплуатации теплообменник типа ВВТ-100» (ОБС.466.178.ТО).

## 2. Назначение системы

### 2.1. Назначение и принцип работы системы

2.1.1. Система водяного охлаждения обмотки статора генератора SS предназначена для охлаждения обмотки статора генератора ТВВ-1000-4УЗ дистиллятом, циркулирующим по замкнутому контуру, поддерживающим температурный режим обмотки статора, необходимое количество и качество дистиллята, циркулирующего по контуру.

2.1.2. Система водяного охлаждения обмотки статора генератора является системой нормальной эксплуатации, важной для безопасности, и относится к 3-му классу безопасности по ПНАЭ Г-01-011-97 – «ЗН».

2.1.3. При снижении давления циркулирующего дистиллята в контуре системы SS ниже  $4 \text{ кгс/см}^2$  или аварийном отключении двигателя рабочего насоса включается в работу 2-ой насос, который находится в режиме ожидания (АВР).

2.1.4. В режиме эксплуатации генератора и при пусках и остановках турбоустановки система SS находится в постоянной работе с циркулирующим дистиллятом по всему контуру системы и включенными в работу всех ее элементов.

### 2.2. Проектные требования к системе

2.2.1. В основу проекта системы SS положены следующие критерии и требования:

1) обеспечение бесперебойной подачи заданного расхода дистиллята не менее  $170 \text{ м}^3/\text{ч}$  в обмотку статора генератора;

2) обеспечение поддержания заданного температурного режима дистиллята  $30-40^\circ\text{C}$  на входе в обмотку статора генератора, на выходе из обмотки не более  $85^\circ\text{C}$ ;

3) удельное электрическое сопротивление дистиллята в процессе эксплуатации должно быть не менее  $100 \text{ кОм}\cdot\text{см}$ , а при заполнении системы не менее  $200 \text{ кОм}\cdot\text{см}$ ;

- 4) содержание водорода в газовой ловушки не превышает 3 %;
- 5) показатель рН дистиллята соответствует  $8,5 \pm 0,5$  ед. рН;
- 6) содержание соединений меди в дистилляте менее 100 мкг/л.

## 2.3. Принципы построения системы

2.3.1. Охлаждение обмотки статора генератора осуществляется подачей дистиллята в элементарные проводники стержней статорной обмотки по замкнутому контуру: насос - теплообменник - фильтры - напорный коллектор - обмотка статора - сливной коллектор турбогенератора - бак - насос.

2.3.2. В турбогенераторе используется непосредственное охлаждение токоведущих частей от внешней заземленной системы. Вода, циркулирующая в системе, должна обладать высоким диэлектрическими свойствами, поэтому систему необходимо заполнять дистиллятом с удельным электрическим сопротивлением не менее 200 кОм·см.

2.3.3. В генераторе со стороны турбины и возбuditеля установлены два кольцевых, изолированных от корпуса, коллектора со специальными штуцерами, на которые навинчиваются шланги, подающие и отводящие воду для охлаждения обмотки.

2.3.4. Для удаления воздуха из системы во время заполнения ее дистиллятом в конструкции турбогенератора предусмотрены воздушники, подсоединенные к наивысшим точкам напорного и сливного коллекторов турбогенератора и выведенные из корпуса статора к газовой ловушке, а также воздушники, установленные на теплообменниках, фильтрах, насосах.

2.3.5. Подача дистиллята в водоохлаждаемые элементы осуществляется тремя центробежными насосами с электродвигателями переменного тока, один из которых - рабочий, а два других - резервные. Насосы заблокированы таким образом, что при понижении давления дистиллята в системе менее  $4,0 \text{ кгс/см}^2$  по импульсу от электроконтактного манометра или при отключении электродвигателя рабочего насоса от блок-контактов магнитного пускателя в работу автоматически включается резервный насос, находящейся в режиме АВР.

2.3.6. После насоса дистиллят поступает в теплообменник, где он охлаждается до необходимой температуры. Схемой предусматривается установка трех теплообменников, из которых два находятся в работе, один - в резерве.

2.3.7. Далее дистиллят поступает в фильтр механической и магнитной очистки. В системе имеются три фильтра механической очистки: два постоянно в работе а один в резерве, что позволяет производить проверку и очистку сеток фильтра без перебоя при работе системы. Контроль за загрязненностью фильтров производится по манометрам, установленных до и после них. Для очистки дистиллята от ферромагнитных частиц перед поступлением его в обмотку схемой предусматривается установка шести магнитных фильтров, постоянно находящихся в работе. Фильтры водяные и магнитные устанавливаются на входном напорном коллекторе дистиллята. Очищенный и охлажденный дистиллят поступает в обмотку статора и далее в водяной бак.

2.3.8. Для определения наличия водорода в потоке дистиллята, выходящего из коллектора обмотки статора, схемой предусматривается установка газовой ловушки.

2.3.9. Защита по расходу дистиллята выполняется с использованием расходомеров. Датчики расходомеров подключены к одной диафрагме, установленной перед генератором.

### 3. Описание системы

#### 3.1. Описание технологической схемы

3.1.1. Технологические схемы системы водяного охлаждения обмотки статора генератора SS представлены в альбомах технологических схем турбинных цехов № 1, 2:

1) «Технологические схемы машзала ТЦ-1. Энергоблок № 1» (АС.1.ТЦ-1/01), схема «Система водяного охлаждения обмотки статора генератора ТВВ-1000-4УЗ» (С.1.ТЦ-1/21);

2) «Технологические схемы машзала ТЦ-1. Энергоблок № 2» (АС.2.ТЦ-1/02), схема «Система водяного охлаждения обмотки статора генератора ТВВ-1000-4УЗ» (С.2.ТЦ-1/25);

3) «Технологические схемы машзала ТЦ-2. Энергоблок № 3» (АС.3.ТЦ-2/01), схема «Система водяного охлаждения обмотки статора генератора ТВВ-1000-4УЗ» (С.3.ТЦ-2/21);

4) «Технологические схемы машзала ТЦ-2. Энергоблок № 4» (АС.4.ТЦ-2/02), схема «Система водяного охлаждения обмотки статора генератора ТВВ-1000-4УЗ» (С.4.ТЦ-2/25).

3.1.2. Упрощенная технологическая схема системы водяного охлаждения обмотки статора генератора представлена на рис. 3.1.1.

3.1.3. *Аннулирован.*

3.1.4. Система водяного охлаждения обмотки статора генератора включает в себя следующие элементы:

- 1) водяной бак;
- 2) насосный агрегат;
- 3) теплообменник;
- 4) механический фильтр;
- 5) магнитный фильтр;
- 6) ионообменные фильтры (катионит, анионит);
- 7) газовая ловушка;
- 8) трубопроводы, арматура, средства измерения.

3.1.5. Водяной бак с дистиллятом SS10B01 установлен в машзале на отм. 0,0 м, ряд А-Б, ось 8-9 и предназначен для обеспечения необходимого запаса

дистиллята в системе и создания подпора на всасе насоса SS11(12,13)D01, для поддержания избыточного давления в баке SS10B01 предусмотрен гидрозатвор.

3.1.6. Водяной бак SS10B01 соединен с насосами SS11,12,13D01 всасывающим коллектором Ду 300, который имеет сужение Ду 250 перед задвижками SS11,12,13S01. Также на всасывающем коллекторе врезан трубопровод Ду 50 для заполнения контура водяного охлаждения обмотки статора генератора ХОВ из системы UA и трубопровод Ду 25 подачи дистиллята после ионообменных фильтров. На нижних точках всасывающего коллектора врезаны трубопроводы опорожнения для дренирования дистиллята в систему RT.

3.1.7. Насосный агрегат SS11(12,13)D01 предназначен для создания циркуляции дистиллята в контуре системы водяного охлаждения обмотки статора генератора.

3.1.8. На всасе и напоре насосов SS11,12,13D01 установлены задвижки с ручным приводом условным проходом Ду 250 (SS11,12,13S01) и Ду 200 (SS11,12,13S03) соответственно.

3.1.9. На напорном коллекторе насосов SS11,12,13D01 установлены обратные клапаны SS11,12,13S02 для предотвращения обратной циркуляции дистиллята в случае аварийного останова работающего насоса.

3.1.10. На всасывающем и напорном коллекторе насосов SS11,12,13D01 врезаны штуцеры для установки манометров.

3.1.11. Также с напорного коллектора насосов SS11,12,13D01 врезана линия подвода дистиллята на уплотнения насоса, которая комплектуется регулировочным вентилем Ду 10 и манометром для регулировки давления на уплотнение насоса.

3.1.12. Теплообменники SS21,22,23W01 соединены с насосами напорным коллектором Ду 200, на котором врезаны штуцеры для отбора проб хим. анализа с граничными вентилями RX51S11,21.

3.1.13. Теплообменники SS21,22,23W01 предназначены для охлаждения дистиллята системы SS охлаждающей водой системы ST, также теплообменники SS21,22,23W01 имеют общий байпас с установленной на нем запорной арматурой SS24S01. На входных и выходных коллекторах теплообменников SS21,22,23W01 по тракту дистиллята системы SS и охлаждающей воде системы ST врезаны карманы под термопары.

3.1.14. Механический фильтр SS31(32,33)N01 улавливает механические частицы размером 0,14 мм в потоке дистиллята. Фильтры устанавливаются после теплообменников SS21,22,23W01 по ходу потока дистиллята. Для определения перепада давления на механических фильтрах SS31(32,33)N01 установлены манометры.

3.1.15. Магнитные фильтры SS61,62,63,64,65,66N01 предназначены для улавливания случайных ферромагнитных (сильно и среднемагнитных) частиц из потока дистиллированной воды в системах водяного охлаждения электрических машин.



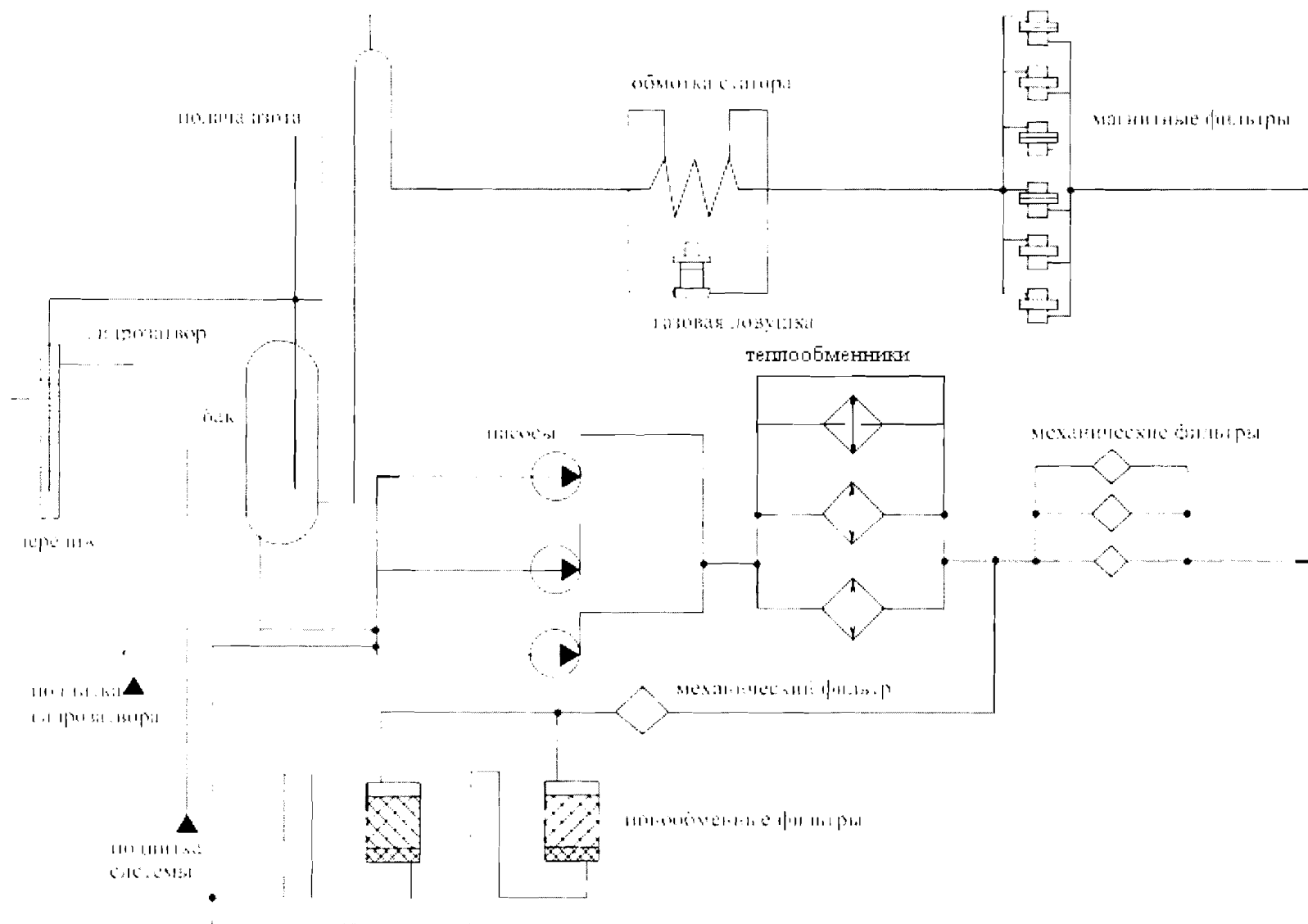


Рисунок 3.1.1 - Упрощенная схема системы водяного охлаждения статора генератора

3.1.16. Ионообменный фильтр SS40N02,03 для блоков № 3, 4 и SS23,24N01 для блоков № 1, 2 служат для более глубокой химической очистки дистиллята в системе, также перед ионообменными фильтрами имеется механический фильтр SS22N01 для блоков №1. 2 и SS40N01 для блоков №3. 4.

3.1.17. Для определения расхода дистиллята через обмотку статора генератора проектом предусмотрена установка расходомерной шайбы типа ДКС, шайба устанавливается после магнитных фильтров перед задвижкой SS60S01, которой и регулируют расход дистиллята через обмотку статора генератора.

3.1.18. Для удаления воздуха при заполнении контура системы SS из обмотки статора генератора на кольцевых коллекторах генератора в верхней части установлены воздушники SS60S81,82.

3.1.19. Газовая ловушка предназначена для отделения, накопления и контроля содержания водорода, проникающего в дистиллят из-за нарушения герметичности обмотки статора турбогенератора при давлении водорода внутри корпуса больше, чем давление дистиллята в обмотке статора.

3.1.20. Трубопроводы, арматура, и аппаратура замкнутой системы охлаждения обмотки статора генератора выполняются из некоррозирующих материалов.

3.1.21. В результате эксплуатации системы SS было внесено ряд технических решений в проектную схему системы водяного охлаждения обмотки статора генератора, приведенных в приложении 1.

## 3.2. Связь с другими системами

3.2.1. Система измерения и контроля параметров системы SS.

Граничная арматура: коренные вентили на импульсных линиях датчиков КИП.

3.2.2. Система дренажей машзала блоков № 1, 2, 3, 4.

Граничная арматура: вентили дренажей системы SS.

3.2.3. Система основного конденсата RM обеспечивает подпитку системы SS, заполнение гидрозатвора.

Граничная арматура: 1RM32S04, 2RM32S04, 3RM32S04, 4RM32S04.

3.2.4. Система ХОВ UA обеспечивает подпитку системы SS при пуско-остановочных режимах турбогенератора.

Граничная арматура: UA42S09.

3.2.5. Система подачи азота UG.

Граничная арматура: 1UG72S01, 2UG72S01, 3UG70S02, 4UG70S02.

3.2.6. Система ST охлаждения дистиллята в теплообменниках SS21,22,23W01.

## 3.3. Размещение оборудования системы

3.3.1. Оборудование системы SS блоков № 1, 2, 3, 4 находится в машзале и его расположение по отметкам представлено в табл. 3.3.1.

Таблица 3.3.1

Наименование	Оперативное название	Отметка, м
Генератор ТВВ-1000-4УЗ	GTO1	15,0
Бак дистиллята БВВ - 6 м	SS10B01	0,0
Насос X-280/72 (блоки № 1, 2, 3)	SS11D01	0,0
Насос X-280/72 (блоки № 1, 2, 3)	SS12D01	0,0
Насос X-200-150-500 (блоки № 1, 2, 3, 4)	SS13D01	0,0
Насос X-200-150-500 (блок № 4)	SS11D01	0,0
Насос X-200-150-500 (блок № 4)	SS12D01	0,0
Теплообменник ВВТ-100	SS21W01	0,0
Теплообменник ВВТ-100	SS22W01	0,0
Теплообменник ВВТ-100	SS23W01	0,0
Механический фильтр ВФ-100 (блоки № 2, 3, 4)	SS31N01	0,0
Механический фильтр ВФ-100 (блоки № 2, 3, 4)	SS32N01	0,0
Механический фильтр ВФ-100 (блоки № 2, 3, 4)	SS33N01	0,0
Магнитный фильтр УФ-36 (блоки № 2, 3, 4)	SS61N01	5,8
Магнитный фильтр УФ-36 (блоки № 2, 3, 4)	SS62N01	5,8
Магнитный фильтр УФ-36 (блоки № 2, 3, 4)	SS63N01	5,8
Магнитный фильтр УФ-36 (блоки № 2, 3, 4)	SS64N01	5,8
Магнитный фильтр УФ-36 (блоки № 2, 3, 4)	SS65N01	5,8
Магнитный фильтр УФ-36 (блоки № 2, 3, 4)	SS66N01	5,8
Механический фильтр ВФ-100 (блок № 1)	SS31N01	7,0
Механический фильтр ВФ-100 (блок № 1)	SS32N01	7,0
Механический фильтр ВФ-100 (блок № 1)	SS33N01	7,0
Магнитный фильтр УФ-36 (блок № 1)	SS61N01	7,0
Магнитный фильтр УФ-36 (блок № 1)	SS62N01	7,0
Магнитный фильтр УФ-36 (блок № 1)	SS63N01	7,0
Магнитный фильтр УФ-36 (блок № 1)	SS64N01	7,0
Магнитный фильтр УФ-36 (блок № 1)	SS65N01	7,0
Магнитный фильтр УФ-36 (блок № 1)	SS66N01	7,0
Фильтр ионообменный ФИ-2 (блоки № 1, 2)	SS23N01	0,0

Наименование	Оперативное название	Отметка, м
Фильтр ионообменный ФИ-2 (блоки № 1, 2)	SS24N01	0,0
Фильтр ионообменный ФИ-2 (блоки № 3, 4)	SS40N02	0,0
Фильтр ионообменный ФИ-2 (блоки № 3, 4)	SS40N03	0,0
Водяной фильтр ВФ-4 (блоки № 1, 2)	SS22N01	0,0
Водяной фильтр ВФ-4 (блоки № 3, 4)	SS40N01	0,0
Газовая ловушка		15,0
Гидрозатвор	SS70B01	0,0

3.3.2. Расположение арматуры, обратных клапанов системы SS указано в разделе 4 тех. описания.

## 4. Элементы системы

### 4.1. Бак дистиллята SS10B01

4.1.1. Бак дистиллята SS10B01 предназначен для обеспечения необходимого запаса дистиллята в системе SS, приема сливающегося дистиллята после прохождения им через обмотку статора генератора и обеспечения необходимого подпора на всасе насосов SS11,12,13D01.

4.1.2. Бак SS10B01 представляет емкость объемом 6 м<sup>3</sup> (рис. 4.1.1), изготовлен из нержавеющей стали марки 08X18H10T.

4.1.3. Для защиты поверхности дистиллята в баке SS10B01 от воздуха используется азот, поступающий от общестанционного ресивера через редуктор и заведен в верхнюю часть бака. При повышении давления в баке более 0,2 кгс/см<sup>2</sup> предусмотрен сброс избыточного давления в гидрозатвор. Гидрозатвор представляет собой трубу Ду 100 с заваренным дном, внутрь которого заведена трубка Ду 25 на глубину 2 м от линии перелива.

4.1.3. Для восстановления утечек дистиллята при работе системы предусмотрена подача ХОВ в бак SS10B01 через регулятор уровня 3 поплавкового типа, непосредственно вмонтированный в корпус бака 1.

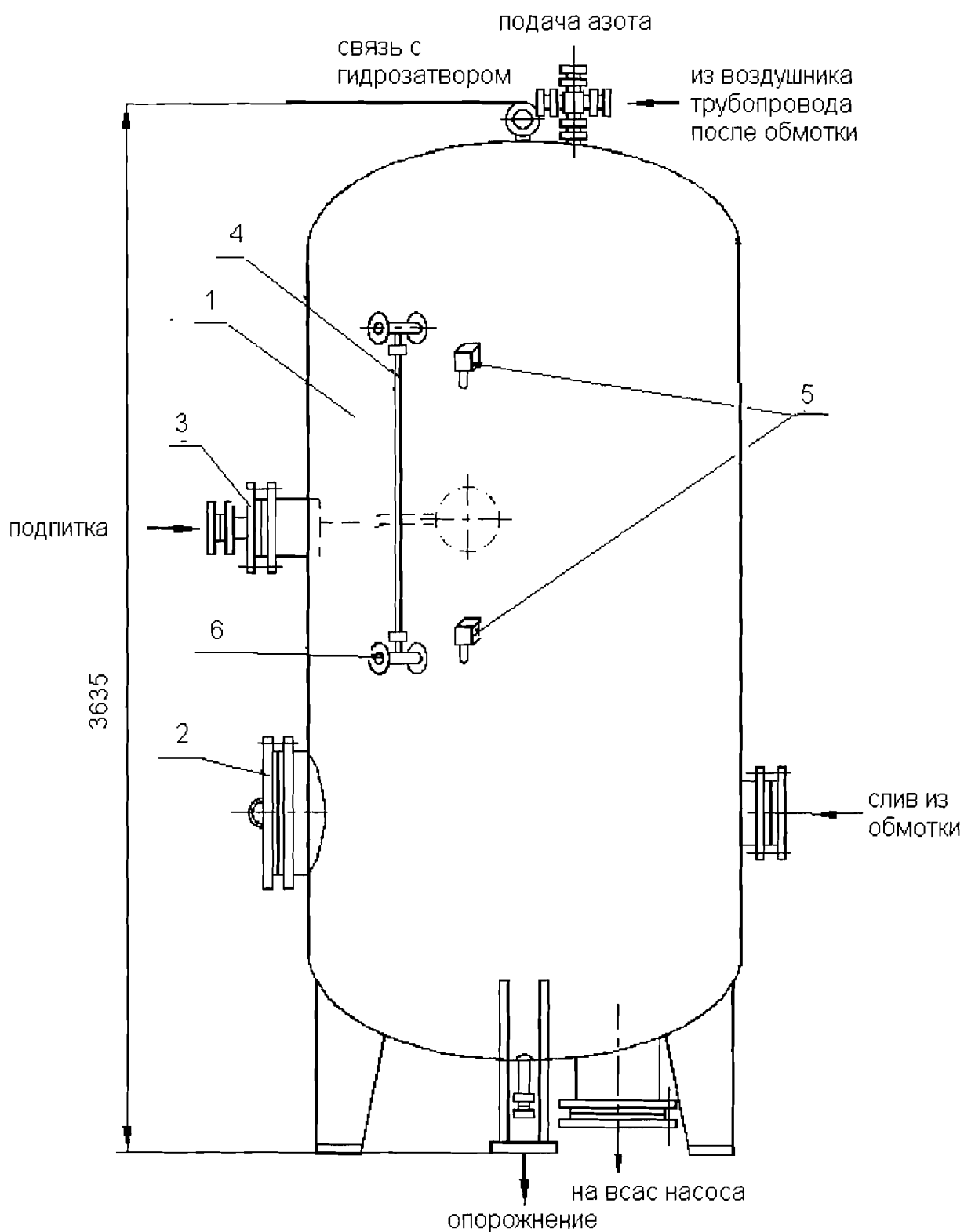
4.1.4. Для визуального контроля уровня в баке SS10B01 врезаны вентили для установки водоуказательного стекла 4, преобразователи сигналов уровня 5 врезаны на одном уровне с вентилями водоуказательного стекла.

4.1.5. Сливной коллектор из обмотки статора генератора состыкован с баком SS10B01 фланцевым соединением в нижней части бака.

4.1.6. Для внутреннего осмотра поверхностей бака SS10B01 во время ППР предусмотрен смотровой люк.

4.1.7. С донной части бака SS10B01 выходит коллектор Ду 300, который соединяется фланцем с коллектором всаса насосных агрегатов SS11,12,13D01 системы SS.

4.1.8. Для опорожнения бака в нижней точке днища врезан штуцер.



1 - корпус; 2 - крышка лаза; 3 - регулятор уровня; 4 - водоуказательное стекло; 5 - первичный преобразователь сигнализатора уровня; 6 - запорное устройство указателя уровня.

Рисунок 4.1.1 - Водяной бак типа ВВВ – 6 м

## 4.2. Теплообменник типа BBT-100

4.2.1. Теплообменник типа BBT-100 представляет собой охладитель поверхностного типа, двухходовой по охлаждающей воде и многоходовой по охлаждаемому дистилляту.

4.2.2. Работа теплообменника типа BBT-100 основана на передаче тепла через стенки трубок от теплоотдающей среды к тепловоспринимающей, где теплоотдающей средой является дистиллят, циркулирующий по контуру системы SS, а тепловоспринимающей средой является охлаждающая вода системы ST.

4.2.3. Конструкция теплообменника типа BBT-100 изображена на рис. 4.2.1.

4.2.4. Теплообменник типа BBT-100 установлен на фундамент в вертикальном положении и прикреплен к нему болтами.

4.2.5. Теплообменник типа BBT-100 состоит из трех частей:

- 1) корпус;
- 2) крышка верхняя;
- 3) крышка нижняя.

4.2.6. На нижней крышке 2 имеются четыре лапы для крепления теплообменника типа BBT-100 к фундаменту и перегородка, разделяющая трубный пучок на две части.

4.2.7. В нижней крышке вварены два патрубка для подвода и отвода охлаждающей воды системы ST, которая проходит внутри трубок, нагревается, отбирая тепло от дистиллята.

4.2.8. Для слива воды и дистиллята из полостей рабочих сред на нижней крышке и нижней части корпуса предусмотрены две пробки 8.

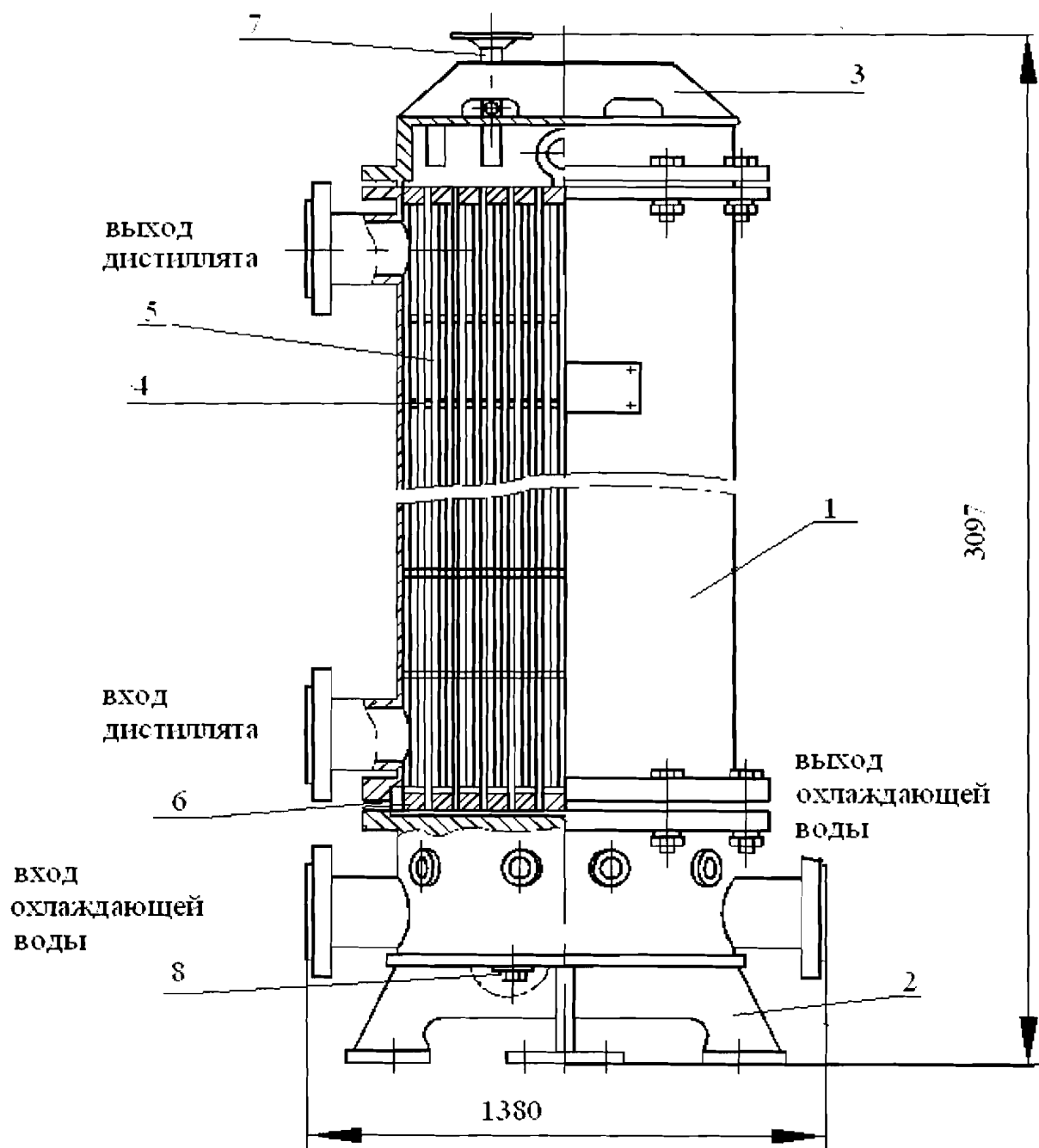
4.2.9. В цилиндрический корпус теплообменника типа BBT-100 вмонтирован трубный пучок 5, который вместе с кожухом образует замкнутую полость. Большим преимуществами теплообменника с фиксированной трубной доской является отсутствие внутренних соединений и, таким образом, устранение потенциального источника попадания одного теплоносителя в другой. Кроме того, отсутствие внутренних соединений означает, что трубы на периферии можно располагать близко к внутренней поверхности кожуха, что позволяет использовать большее количество труб в трубном пучке.

4.2.10. Внутри корпуса расположены тринадцать поперечных перегородок 4 с сегментными вырезами, обеспечивающими поперечно-продольное омывание трубок дистиллятом.

4.2.11. В нижней и верхней части кожуха вмонтированы два патрубка для подвода и отвода дистиллята, который проходя межтрубное пространство, омывает трубки 5 поперечно-продольным потоком и передает тепло охлаждающей воде.

4.2.12. Верхняя крышка теплообменника типа ВВТ-100 выполнена в виде цилиндрической камеры, предназначенной для перетекания охлаждающей жидкости в трубном пучке с подводящей части в отводящую. На верхней крышке и верхней части корпуса предусмотрены два клапана 7 для выпуска воздуха при заполнении полостей рабочей средой.

4.2.13. Крепеж элементов теплообменника типа ВВТ-100 осуществляется фланцевым соединением.



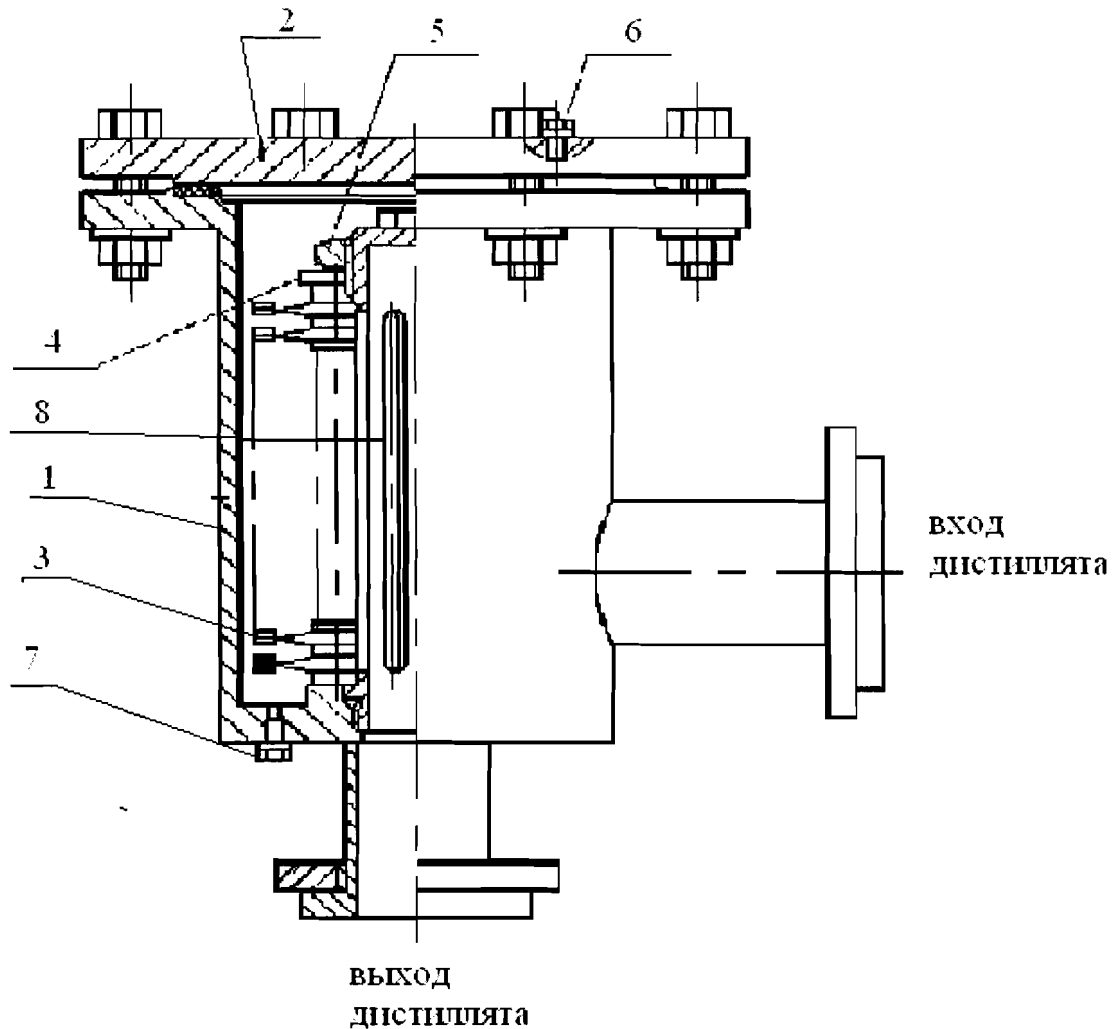
1 - корпус; 2 - крышка нижняя; 3 - крышка верхняя; 4 - перегородка поперечная; 5 - трубка; 6 - доска трубная; 7 - клапан воздушный; 8 - пробка сливная.

Рисунок 4.2.1 - Общий вид теплообменника типа ВВТ-100



#### 4.3. Механические фильтры типа ФВ-100 и ФВ-4

4.3.1. В системе SS используются механические фильтры типа ФВ-100 и ФВ-4, конструкция фильтра типа ФВ-100 представлена на рис. 4.3.1.



1 – корпус; 2 – крышка; 3 – фильтроэлемент; 4 – шайба; 5 – гайка; 6 – пробка воздушная; 7 – пробка сливная; 8 – стойка.

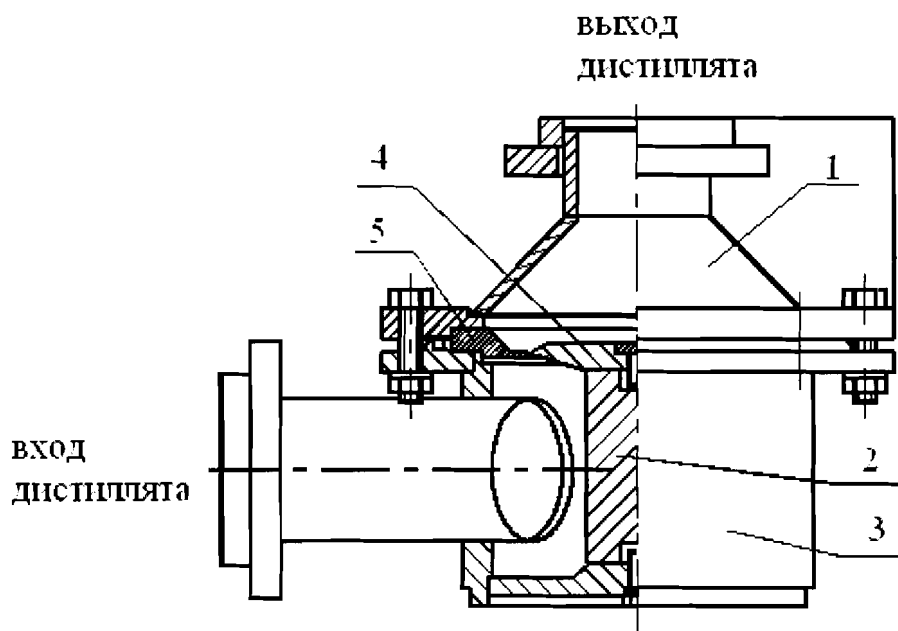
Рисунок 4.3.1 - Фильтр водяной ФВ-100

4.3.2. В цилиндрический корпус 1 прочно ввинчена стойка 8, выполненная в виде трубы с шестигранной наружной поверхностью. Фильтроэлемент 3 состоит из фильтрующей сетки и гофрированного каркасного диска, скрепленных вместе при помощи двух внутренних и одной наружной обойм. Необходимая плотность прилегания фильтроэлементов друг к другу достигается притиркой их соприкасающихся поверхностей и поджатием фильтроэлементов гайкой 5 через шайбу 4.

4.3.3. В корпусе фильтра типа ФВ-100 имеется пробка сливная 7, а в крышке 2 – воздушная 6.

#### 4.4. Магнитные фильтры SS61,62,63,64,65,66N01

4.4.1. Для улавливания случайных ферромагнитных частиц из потока дистиллята системы SS используется шесть магнитных фильтров типа 5БС.433.039, конструкция фильтра представлена на рис. 4.4.1.



1 – крышка; 2 – магнит; 3 – корпус; 4 – наконечник полюсной; 5 – кольцо полюсное.

Рисунок 4.4.1 - Фильтр магнитный типа 5БС.433.039

4.4.2. Дистиллят пропускается через фильтр типа 5БС.433.039, в котором проходит через кольцевой воздушный зазор, где и фильтруется от случайных ферромагнитных частиц, так как последние притягиваются к остриям полюсного наконечника и полюсного кольца в зоне с высокой напряженностью магнитного поля.

4.4.3. Фильтр типа 5БС.433.039 должен быть установлен в вертикальном положении вблизи электрической машины.

#### 4.5. Ионообменные фильтры

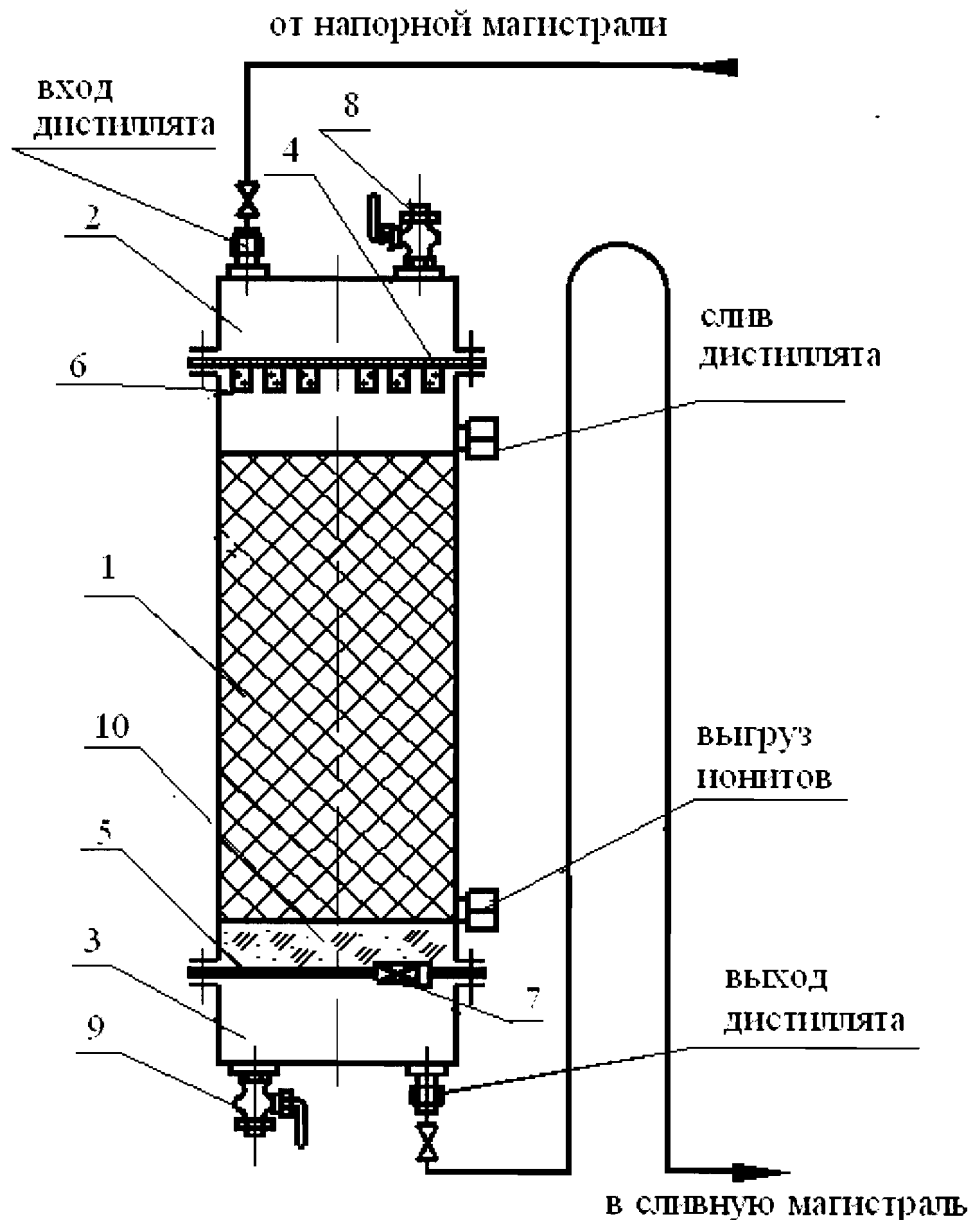
4.5.1. Ионообменные фильтры системы SS используются двух видов:

- 1) фильтр для поддержания удельного электрического сопротивления дистиллята в пределах от 75 до 1000 кОм·см;
- 2) фильтр для повышения pH дистиллята, а также для вывода из системы растворимых соединений меди.

4.5.2. Рабочим составом в фильтре является смесь ионообменных смол двух видов - катионита и анионита. Ионообменные смолы представляют собой высокомолекулярные полимерные соединения трехмерной структуры, нерастворимые в воде. Катионит предназначен для обмена своих катионов

водорода «Н» на катионы металлов, находящихся в дистилляте. Анионит служит для обмена своих анионов гидроксидов «ОН» на анионы кислотного остатка. Вытесненные катионы водорода и анионы гидроксидов образуют нейтральные молекулы воды. Ионообменные смолы, находящиеся в фильтре, могут также задерживать мелкие механические частицы, выполняя функцию обычного механического фильтра.

4.5.3. Конструкция ионообменного фильтра представлена на рис. 4.5.1.



1 – корпус; 2 – крышка верхняя; 3 – крышка нижняя; 4 – решетка верхняя; 5 – решетка нижняя; 6 – колпачок дырчатый; 7 – пластина с выступами; 8 – вентиль стравливания воздуха; 9 – вентиль отбора проб; 10 – подслои дренажный.

Рисунок 4.5.1 - Ионообменный фильтр

4.5.4. Фильтр выполнен в виде цилиндрического корпуса 1, к которому на болтах крепится верхняя крышка 2 и нижняя 3. Полости верхней крышки корпуса и нижней крышки разделены, соответственно, верхней 4 и нижней 5 решетками. На верхней решетке на резьбе крепятся 19 дырчатых колпачков 6 с отверстиями диаметром 5 мм для равномерного распределения фильтрующего дистиллята по площади сечения фильтра.

4.5.5. На нижней крышке выполнено дренажное устройство. Оно состоит из набора пластин с выступами 7, которые набираются в гнезда нижней решетки и закрепляются с помощью стопорной планки. Дренажное устройство служит для равномерного сброса дистиллята по площади сечения фильтра, а щели между пластинами размером 0,3 мм предотвращают вынос из фильтра ионитов, имеющих размер зерен 0,4-1,2 мм.

4.5.6. Верхняя крышка имеет штуцер подвода дистиллята и вентиль стравливания воздуха 8. Цилиндрический корпус имеет в верхней части штуцер слива избытка дистиллята, а в нижней - штуцер выгрузки ионитов из фильтра. В нижней крышке имеется штуцер отвода дистиллята и вентиль отбора проб на анализ 9.

4.5.7. В фильтр загружен дренажный подслои 10 из рубленой нержавеющей проволоки и смесь ионообменных смол 11.

4.5.8. Фильтруемый дистиллят с давлением, развиваемым насосом, через штуцер верхней крышки и дырчатые колпачки попадает в корпус фильтра, проходит слой фильтрующей загрузки, затем дренажный подслои и через зазоры между пластинами попадает в нижнюю крышку и далее в полость низкого давления - на всас насосов. В результате происходящих в фильтрующей загрузке химических процессов дистиллят очищается от растворенных в нем солей.

#### 4.6. Насосные агрегаты SS11,12,13D01

4.6.1. В системе водяного охлаждения обмотки статора генератора применяются насосные агрегаты типа X-280/72 и X-200-150-500, предназначенные для перекачивания химически активных и нейтральных жидкостей плотностью не более 1850 кг/м<sup>3</sup>.

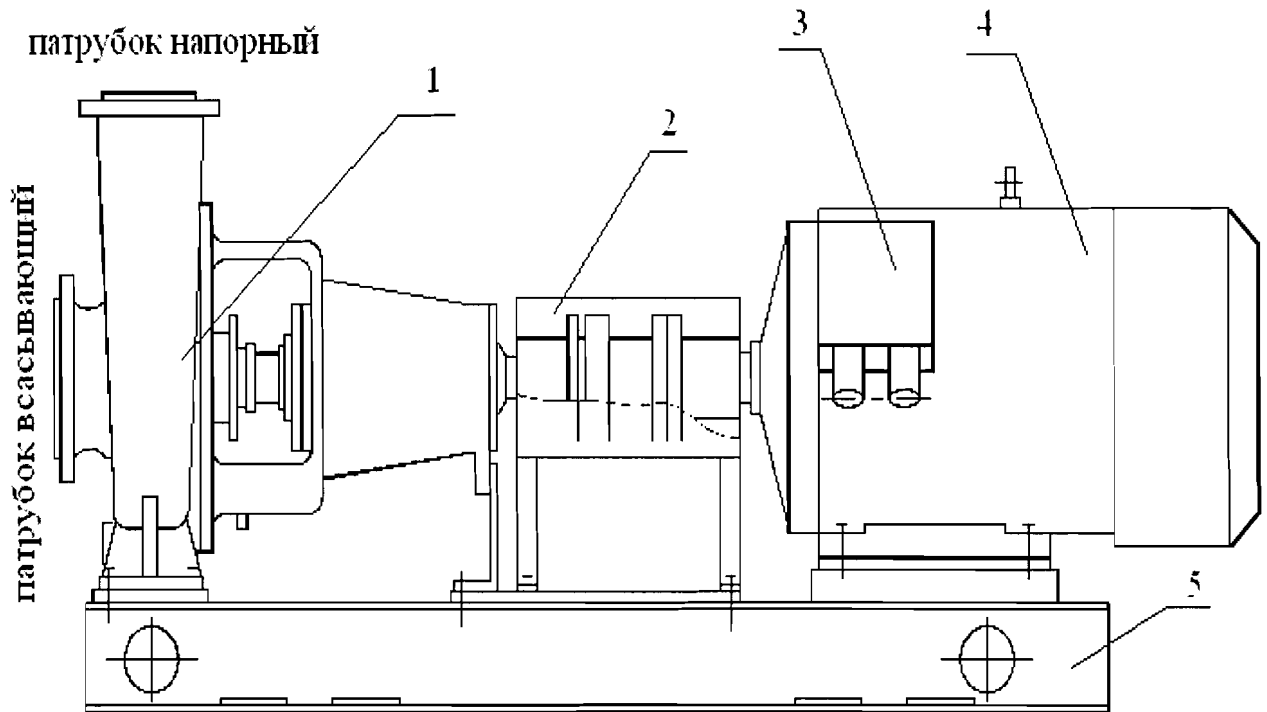
4.6.2. В состав электронасосного агрегата SS11,12,13D01 входят:

- 1) насос агрегата одноступенчатый, консольный;
- 2) упругая муфта;
- 3) электродвигатель.

4.6.3. Насосы SS11,12,13D01 предназначены для создания циркуляции дистиллята в контуре водяного охлаждения обмотки статора генератора и поддержания перепада давлений между давлением водорода в генераторе над давлением дистиллята на входе в обмотку генератора не менее 0,3 кгс/см<sup>2</sup>, который обеспечивается работой одного из насосов и АВР насосов SS11,12,13D01, которые включаются в работу в случаях снижения давления в контуре менее 4 кгс/см<sup>2</sup> или аварийном отключении работающего насоса.

4.6.4. Насосный агрегат 1 устанавливается на единой фундаментной плите 4. Привод насоса осуществляется через упругую втулочно-пальцевую

муфту 2 (общий вид насоса на рис. 4.6.1). Муфта закрыта ограждением, которое установлено на раме.



1 – корпус насоса; 2 – втулочно-пальцевая муфта; 3 – коробка выводов силового кабеля; 4 – электродвигатель; 5 – фундаментная рама.

Рисунок 4.6.1 - Насосный агрегат, общий вид

4.6.5. Для установки агрегата на фундамент в основании рамы предусмотрены отверстия для фундаментных болтов и резьбовые отверстия для установочных винтов из комплекта монтажных частей агрегата.

4.6.6. Направление вращения ротора против часовой стрелки, если смотреть со стороны электродвигателя для насосов типа Х-280/72, и по часовой стрелки для насосов типа Х-200-150-500.

4.6.7. Насосный агрегат (рис. 4.6.2) одноступенчатый, консольный. Проточная часть насоса состоит из прямоосного патрубка 1 конфузорного типа, рабочего колеса 3, жестко насаженного на вал 7, и однозавитковой спиральной улитки с напорным вертикальным патрубком, выполненной в корпусе 10 насоса.

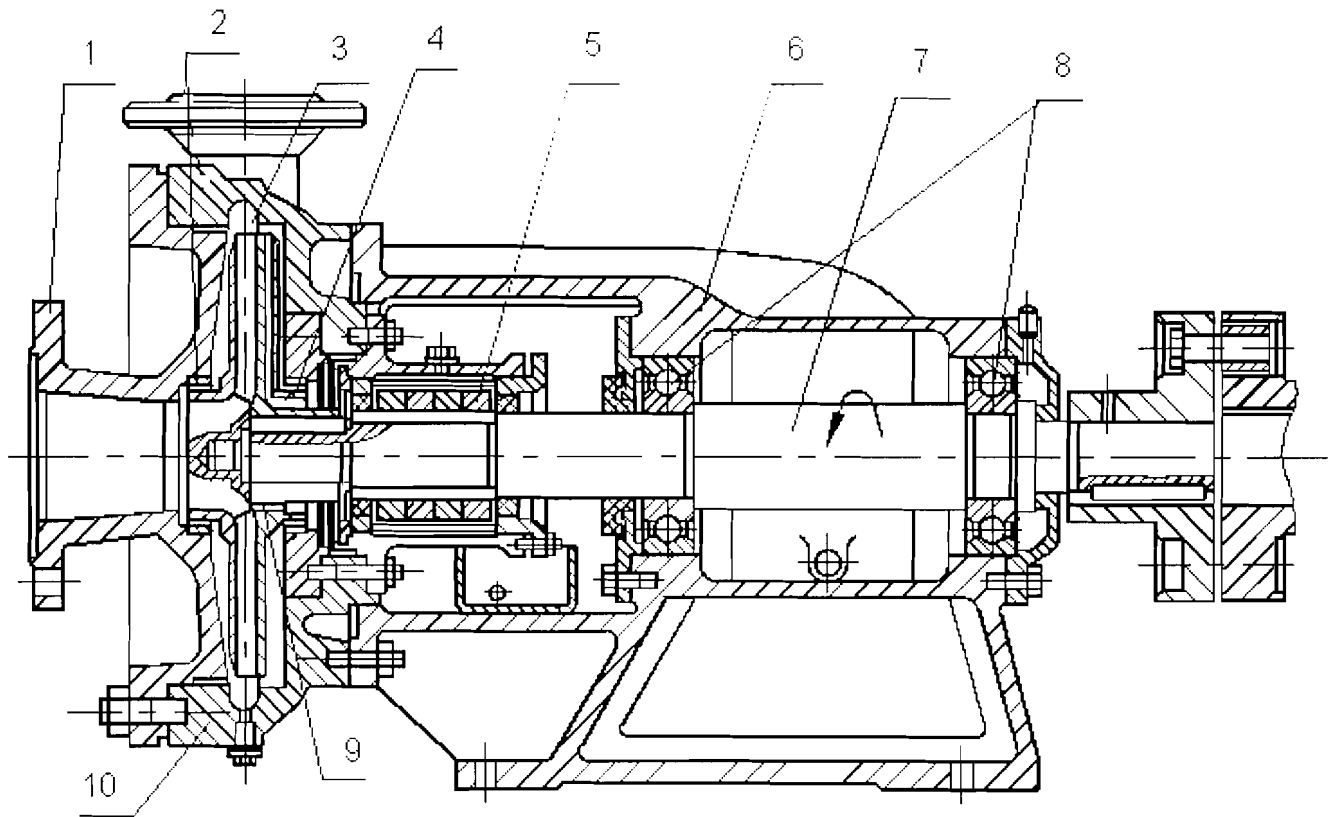
4.6.8. К корпусу насоса 10 фланцем консольно крепится опорный кронштейн 6, который имеет дополнительную опору со стороны муфты.

4.6.9. Тип уплотнения вала – сальниковое. Уплотнение вала установлено на защитной втулке и размещается в корпусе уплотнения, который одновременно является крышкой корпуса, отделяющей опорную часть и проточную часть насоса, находящуюся под гидравлическим давлением.

4.6.10. Сальниковое уплотнение вала состоит из колец мягкой набивки 5, которая набивается в зазор между поверхностями вращающейся защитной втулки вала и неподвижной поверхностью сальниковой камеры корпуса уплотнения. Сжимаемая крышкой сальника набивка раздается в стороны, заполняя зазор. С целью отвода тепла, выделяющегося между набивкой и защитной втулкой, для смазки трущихся поверхностей в камеру уплотнения под давлением подается затворная жидкость, которая распределяется равномерно посредством специального кольца сальника, установленного в зоне подачи.

4.6.11. Радиальная и осевая нагрузка воспринимается радиально-упорными подшипниками 8. Устранение осевых сил осуществляется разгрузочными отверстиями 9 и за счет расположения переднего 2 и заднего 4 щелевых уплотнений колеса на одном диаметре. В качестве опор ротора используются шарикоподшипники 8 с консистентной смазкой ЦИАТИМ-201.

4.6.12. Опорные лапы расположены в нижней части кронштейна 6 и крепятся к плите неподвижно.



1 – всасывающий патрубок; 2 – переднее щелевое уплотнение; 3 – рабочее колесо; 4 – заднее щелевое уплотнение; 5 – сальниковая набивка; 6 – кронштейн; 7 – вал насоса; 8 – шарикоподшипники; 9 – разгрузочное отверстие; 10 – корпус.

Рисунок 4.6.2 - Конструктивный разрез насоса типа X-280/72

4.6.13. Расчетные характеристики насоса X-280/72 представлены на рис. 4.6.3.

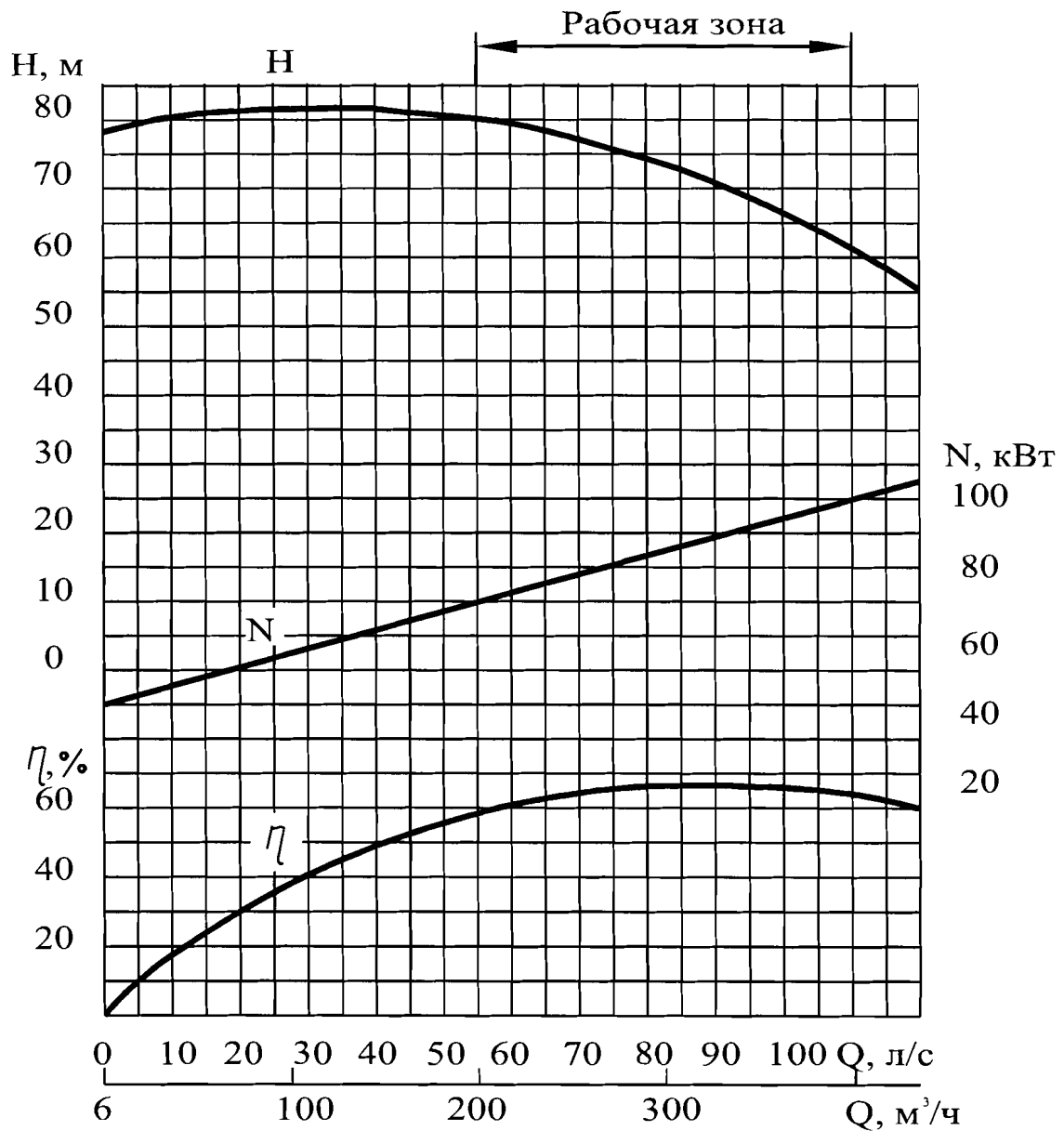


Рисунок 4.6.3 - Расчетная характеристика насоса X 280/72

4.6.14. Расчетные характеристики насоса X-200-150-500 представлены на рис. 4.6.4.

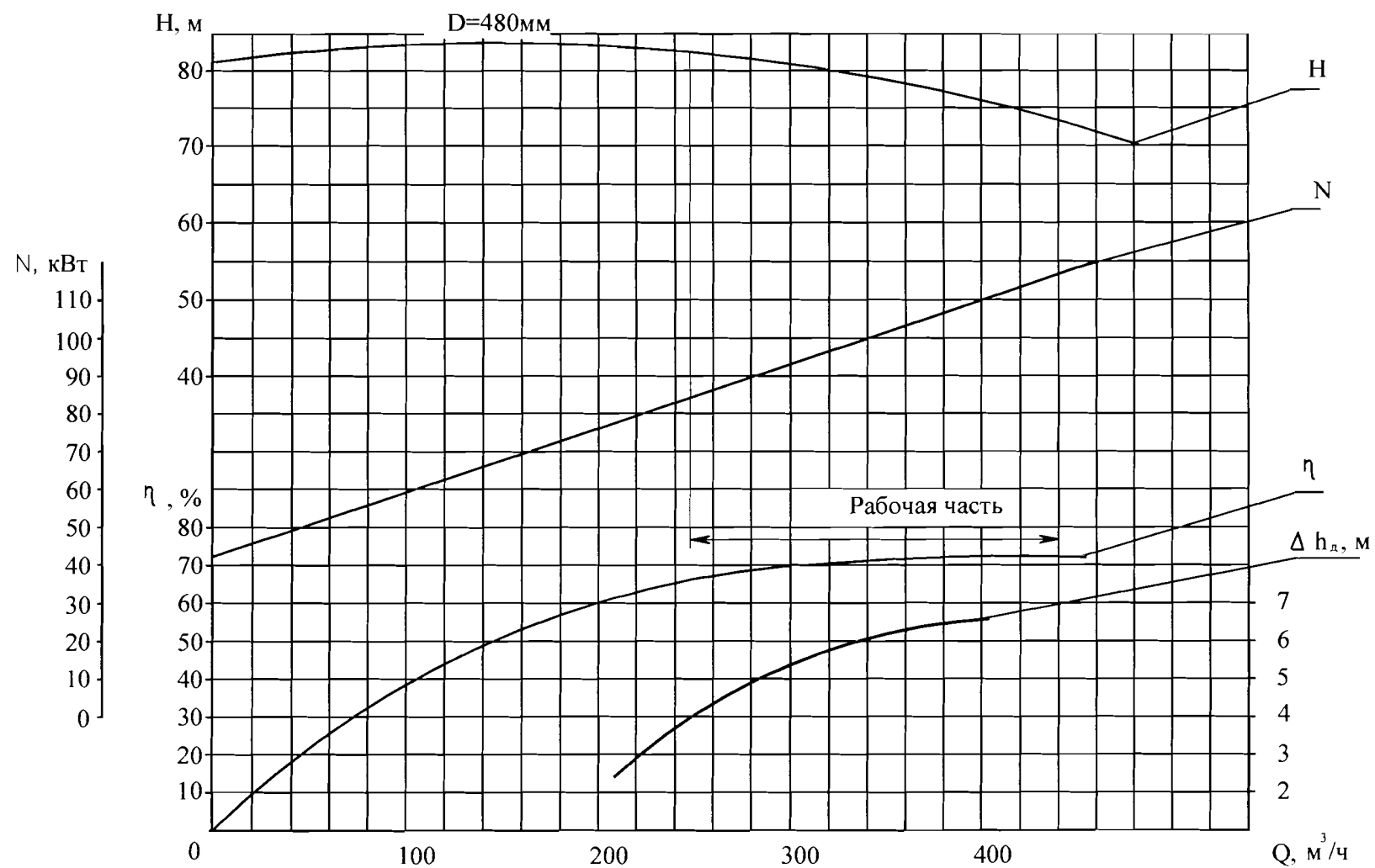


Рисунок 4.6.4 - Расчетная характеристика насоса X-200-150-500



4.6.15. Технические характеристики насосов приведены в п. 9.3. тех. описания.

#### 4.7. Газовая ловушка

4.7.1. Конструкция газовой ловушки изображена на рис. 4.7.1.

4.7.2. Газовая ловушка состоит из двух прозрачных цилиндров 5, разделенных перегородкой 3 на полости - верхнюю и нижнюю, верхнего фланца 6 с краном 7 для взятия проб газа, штуцером 8 для подсоединения газоанализатора, резиновой трубки 10, трубы уровня 14 и сливной трубы 2.

4.7.3. Труба уровня, выполненная в виде гидравлической петли, позволяет поддерживать постоянный уровень дистиллята в нижней части цилиндра. Гидравлическая петля трубы уровня имеет отверстие 18 диаметром 3 мм в верхней части для срыва сифонного действия во время слива воды.

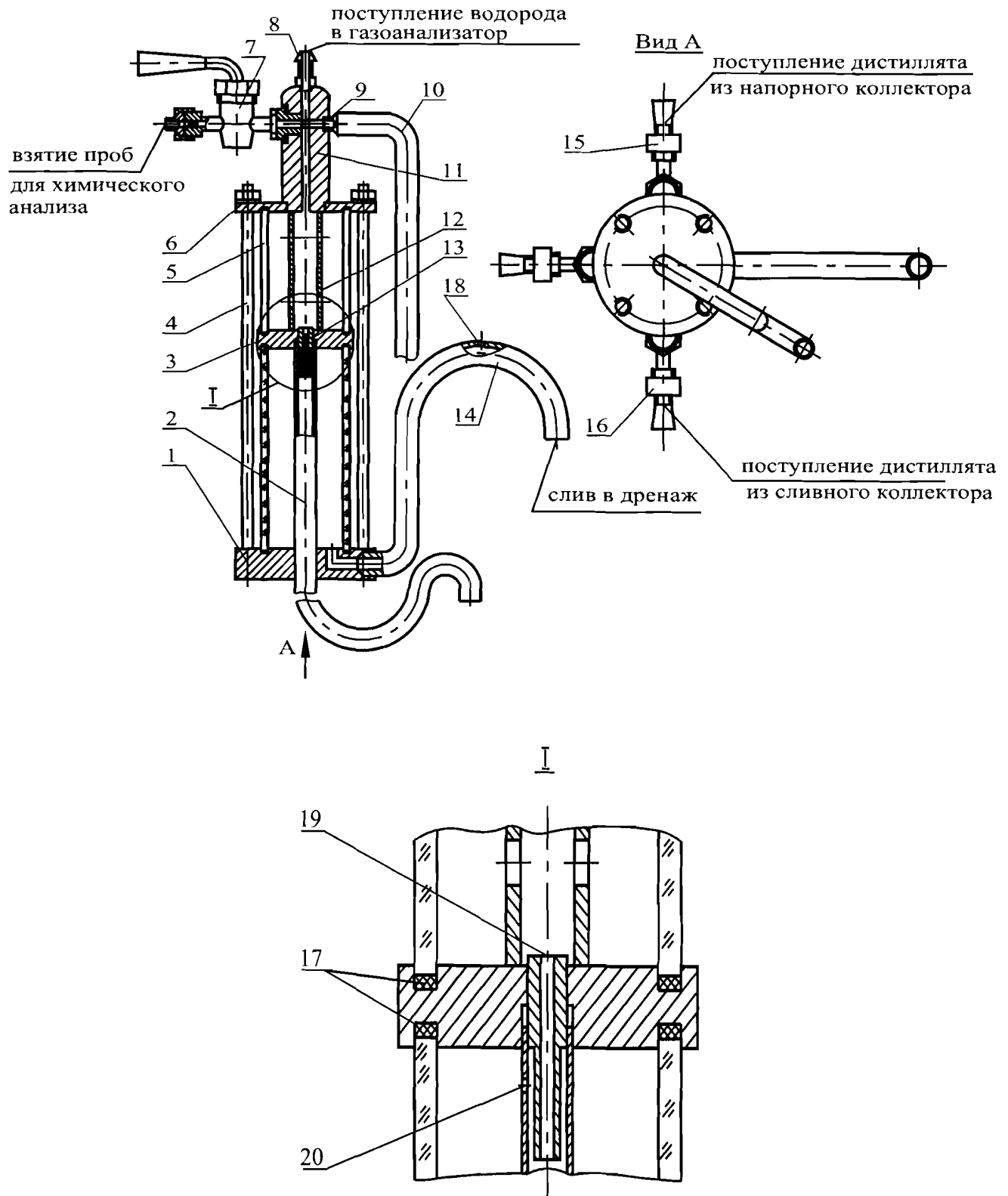
4.7.4. Перегородка, установленная между цилиндрами, имеет кольцевые прокладки 17. В верхней части сливной трубы установлена пробка 13, имеющая центральное отверстие 19 диаметром 3 мм и продольную проточку в нижней части, связанную с отверстием 20 диаметром 1 мм в сливной трубе. Таким образом, верхний и нижний объемы цилиндров связаны с внутренней полостью сливной трубы.

4.7.5. Через отверстие в сливной трубе, зазор между внутренней поверхностью сливной трубы и продольной проточкой пробки дистиллят, наиболее насыщенный газом, поступает во внутреннюю полость сливной трубы и далее в дренаж. Выделяющийся при этом газ поступает по центральному отверстию в пробке в верхний цилиндр и приемник газоанализатора. Резиновая трубка длиной 5 м, надетая на штуцер 9, сообщается с атмосферой и служит в качестве дополнительной емкости для накопления водорода.

4.7.6. Из верхних точек сливного и напорного коллектора обмотки статора дистиллят поступает в нижний цилиндр через краны 15 и 16 в нижнем фланце 1, которые во время работы постоянно приоткрыты. Кран для взятия проб газа постоянно закрыт и открывается только в момент отбора проб.

4.7.7. Наличие водорода в водяной системе может быть установлено визуально при появлении пузырьков газа в дистилляте, заполняющем нижнюю часть цилиндра.

4.7.8. Автоматический контроль содержания водорода осуществляется постоянно включенным газоанализатором. Контрольные измерения производятся лабораторным методом. При эксплуатации генератора допускается содержание водорода в газовой ловушке не более 3 %.



1 - фланец нижний; 2 - труба сливная; 3 - перегородка; 4 - шпилька; 5 - цилиндр; 6 - фланец верхний; 7 - кран для взятия проб; 8, 9 - штуцер; 10 - резиновая трубка; 11 - стойка; 12 - распорка; 13 - пробка; 14 - труба уровня; 15, 16 - кран; 17 - кольцевые прокладки; 18, 19 - отверстия диаметром 3 мм; 20 - отверстие диаметром 1 мм.

Рисунок 4.7.1 - Газовая ловушка

#### 4.8. Обратные клапана насосов SS11,12,13S02

4.8.1. В контуре системы SS на напоре насосных агрегатов устанавливаются обратные клапаны SS11,12,13S02 типа 19нж17бк.

4.8.2. Обратный клапан SS11,12,13S02 предназначен для предотвращения изменения направления потока рабочей среды в трубопроводе и предотвращения раскрутки насосного агрегата обратным ходом среды.

4.8.3. Обратный клапан SS11,12,13S02 имеет минимальное количество подвижных частей и не требует посторонних источников энергии для срабатывания, что сводит к минимуму вероятность отказа.

4.8.4. Клапан состоит из корпуса с вваренным седлом, тарелки.

4.8.5. Рабочая среда поступает под заслонку клапана, поворачивает ее и открывает клапан. При прекращении потока среды заслонка под действием собственной массы и напора обратного потока среды опускается на седло и перекрывает проходное отверстие клапана.

#### 4.9. Арматура системы SS

4.9.1. В системе SS используется арматура только с ручным приводом типа 30с941нж, 30нж20бк, 15нж65вп.

4.9.2. Перечень арматуры системы SS для блоков № 1, 2, 3, 4 приведен в табл. 4.9.1.

Таблица 4.9.1

Блок № 1		Блок № 2		Блок № 3		Блок № 4	
Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование
1SS11S01	Арматура на всасе насоса 1SS11D01	2SS11S01	Арматура на всасе насоса 2SS11D01	3SS11S01	Арматура на всасе насоса 3SS11D01	4SS11S01	Арматура на всасе насоса 4SS11D01
1SS12S01	Арматура на всасе насоса 1SS12D01	2SS12S01	Арматура на всасе насоса 2SS12D01	3SS12S01	Арматура на всасе насоса 3SS12D01	4SS12S01	Арматура на всасе насоса 4SS12D01
1SS13S01	Арматура на всасе насоса 1SS13D01	2SS13S01	Арматура на всасе насоса 2SS13D01	3SS13S01	Арматура на всасе насоса 3SS13D01	4SS13S01	Арматура на всасе насоса 4SS13D01
1SS11S03	Арматура на напоре насоса 1SS11D01	2SS11S03	Арматура на напоре насоса 2SS11D01	3SS11S03	Арматура на напоре насоса 3SS11D01	4SS11S03	Арматура на напоре насоса 4SS11D01
1SS12S03	Арматура на напоре насоса 1SS12D01	2SS12S03	Арматура на напоре насоса 2SS12D01	3SS12S03	Арматура на напоре насоса 3SS12D01	4SS12S03	Арматура на напоре насоса 4SS12D01
1SS13S03	Арматура на напоре насоса 1SS13D01	2SS13S03	Арматура на напоре насоса 2SS13D01	3SS13S03	Арматура на напоре насоса 3SS13D01	4SS13S03	Арматура на напоре насоса 4SS13D01
1SS21S01	Арматура на входе в ТОС 1SS21W01	2SS21S01	Арматура на входе в ТОС 2SS21W01	3SS21S01	Арматура на входе в ТОС 3SS21W01	4SS21S01	Арматура на входе в ТОС 4SS21W01
1SS21S02	Арматура на выходе из ТОС 1SS21W01	2SS21S02	Арматура на выходе из ТОС 2SS21W01	3SS21S02	Арматура на выходе из ТОС 3SS21W01	4SS21S02	Арматура на выходе из ТОС 4SS21W01
1SS22S01	Арматура на входе в ТОС 1SS22W01	2SS22S01	Арматура на входе в ТОС 2SS22W01	3SS22S01	Арматура на входе в ТОС 3SS22W01	4SS22S01	Арматура на входе в ТОС 4SS22W01

Блок № 1		Блок № 2		Блок № 3		Блок № 4	
Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование
1SS22S02	Арматура на выходе из ТОС 1SS22W01	2SS22S02	Арматура на выходе из ТОС 2SS22W01	3SS22S02	Арматура на выходе из ТОС 3SS22W01	4SS22S02	Арматура на выходе из ТОС 4SS22W01
1SS23S01	Арматура на входе в ТОС 1SS23W01	2SS24S01	Арматура помимо ТОС	3SS24S01	Арматура помимо ТОС	4SS24S01	Арматура помимо ТОС
1SS23S02	Арматура на выходе из ТОС 1SS23W01	2SS31S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 2SS31N01	3SS31S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 3SS31N01	4SS31S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 4SS31N01
1SS24S01	Арматура помимо ТОС	2SS32S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 2SS32N01	3SS32S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 3SS32N01	4SS32S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 4SS32N01
1SS31S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 1SS31N01	2SS33S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 2SS33N01	3SS33S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 3SS33N01	4SS33S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 4SS33N01
1SS32S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 1SS32N01	2SS31S02	Арматура на выходе из ФВ-100 2SS31N01	3SS31S02	Арматура на выходе из ФВ-100 3SS31N01	4SS31S02	Арматура на выходе из ФВ-100 4SS31N01
1SS33S01	Арматура на входе в фильтр ФВ-100 1SS33N01	2SS32S02	Арматура на выходе из ФВ-100 2SS32N01	3SS32S02	Арматура на выходе из ФВ-100 3SS32N01	4SS32S02	Арматура на выходе из ФВ-100 4SS32N01

Блок № 1		Блок № 2		Блок № 3		Блок № 4	
Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование
1SS31S02	Арматура на выходе из ФВ-100 1SS31N01	2SS33S02	Арматура на выходе из ФВ-100 2SS33N01	3SS33S02	Арматура на выходе из ФВ-100 3SS33N01	4SS33S02	Арматура на выходе из ФВ-100 4SS33N01
1SS32S02	Арматура на выходе из ФВ-100 1SS32N01	2SS60S01	Арматура на входе охлаждающей воды в статор генератора	3SS60S01	Арматура на входе охлаждающей воды в статор генератора	4SS60S01	Арматура на входе охлаждающей воды в статор генератора
1SS33S02	Арматура на выходе из ФВ-100 1SS33N01	2SS60S02	Арматура на выходе охлаждающей воды из статора генератора	3SS60S04	Арматура на выходе охлаждающей воды из статора генератора	4SS60S04	Арматура на выходе охлаждающей воды из статора генератора
1SS60S01	Арматура на входе охлаждающей воды в статор генератора	2SS24S03	Вентиль на входе в фильтр ВФ-4 2SS22N01	3SS40S01	Вентиль на входе в фильтр ВФ-4 3SS40N01	4SS40S01	Вентиль на входе в фильтр ВФ-4 4SS40N01
1SS60S04	Арматура на выходе охлаждающей воды из статора генератора	2SS24S04	Вентиль на расходомер водообмена	3SS40S02	Вентиль помимо расходомера водообмена	4SS40S02	Вентиль помимо расходомера водообмена
1SS60S05	Арматура на сливе с генератора на бак	2SS24S05	Вентиль помимо расходомера водообмена	3SS40S03	Вентиль на расходомер водообмена	4SS40S03	Вентиль на расходомер водообмена

Блок № 1		Блок № 2		Блок № 3		Блок № 4	
Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование
1SS24SS02	Вентиль подачи дистиллята на фильтр ВФ-4 1SS22N01	2SS24S06	Вентиль общий на ионообменные фильтры	3SS40S04	Вентиль на выходе с расходомера	4SS40S04	Вентиль на выходе с расходомера
1SS24SS03	Вентиль подачи дистиллята на фильтр ВФ-4 1SS22N01	2SS24S01	Вентиль на входе ФИ-2 2SS24N01	3SS40S05	Вентиль на входе воды в ионообменный фильтр	4SS40S05	Вентиль на входе воды в ионообменный фильтр
1SS24SS04	Вентиль на расходомер водообмена	2SS24S02	Вентиль на выходе из ФИ-2 2SS24N01	3SS40S06	Вентиль на выходе с ионообменного фильтра	4SS40S06	Вентиль на выходе с ионообменного фильтра
1SS24SS05	Вентиль помимо расходомера водообмена	2SS23S01	Вентиль на входе ФИ-2 2SS23N01	3SS40S07	Вентиль на входе воды в ионообменный фильтр	4SS40S07	Вентиль на входе воды в ионообменный фильтр
1SS24SS06	Вентиль на выходе с расходомера	2SS23S02	Вентиль на выходе из ФИ-2 2SS23N01	3SS40S08	Вентиль на выходе с ионообменного фильтра	4SS40S08	Вентиль на выходе с ионообменного фильтра
1SS26S01	Вентиль на входе в фильтр ФИ-2 1SS24N01	2SS10S11	Арматура опорожнения бака	3SS10S11	Арматура опорожнения бака	4SS10S11	Арматура опорожнения бака
1SS26S02	Вентиль на выходе с фильтра ФИ-2 1SS24N01	2SS11S11	Вентиль дренажа до задвижки 2SS11S01	3SS11S110	Арматура на дренаже коллектора всаса насосов	4SS11S110	Арматура на дренаже коллектора всаса насосов
1SS25S01	Вентиль на входе в фильтр ФИ-2 1SS23N01	2SS12S11	Вентиль дренажа до задвижки 2SS12S01	3SS11S11	Вентиль дренажа до задвижки 3SS11S01	4SS11S11	Вентиль дренажа до задвижки 4SS11S01

Блок № 1		Блок № 2		Блок № 3		Блок № 4	
Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование
1SS25S02	Вентиль на выходе с фильтра ФИ-2 1SS23N01	2SS13S52	Вентиль опорожнения насоса 2SS13D01	3SS12S11	Вентиль дренажа до задвижки 3SS12S01	4SS12S11	Вентиль дренажа до задвижки 4SS12S01
1SS27S01	Вентиль на выходе фильтров ФИ-2	2SS13S90	Вентиль опорожнения напорного коллектора насоса 2SS13D01	3SS13S52	Вентиль на дренаже насоса 3SS13D01	4SS13S52	Вентиль на дренаже насоса 4SS13D01
1SS10S11	Арматура опорожнения бака	2SS20S91	Вентиль дренажа перед механическими фильтрами	3SS13S90	Вентиль на дренаже напорного коллектора насоса 3SS13D01	4SS13S90	Вентиль на дренаже напорного коллектора насоса 4SS13D01
1SS11S10	Арматура на дренаже коллектора всаса насосов	2SS21S81	Вентиль воздушника ТОС 2SS21W01	3SS21S81	Вентиль воздушника ТОС 3SS21W01	4SS21S81	Вентиль воздушника ТОС 4SS21W01
1SS21S13	Арматура на дренаже коллектора после ТОС	2SS22S81	Вентиль воздушника ТОС 2SS22W01	3SS22S81	Вентиль воздушника ТОС 3SS22W01	4SS22S81	Вентиль воздушника ТОС 4SS22W01
1SS21S12	Арматура на дренаже коллектора после механических фильтров	2SS60S90	Вентиль на дренаже т/п после механических фильтров	3SS61S90	Вентиль на дренаже СОСГ	4SS61S90	Вентиль на дренаже СОСГ
1SS60S91	Вентиль на дренаже т/п СОСГ	2SS60S91	Вентиль на дренаже т/п СОСГ	3SS60S11	Вентиль на дренаже СОСГ	4SS60S11	Вентиль на дренаже СОСГ



Блок № 1		Блок № 2		Блок № 3		Блок № 4	
Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование
1SS60S92	Вентиль на дренаже т/п СОСГ	2SS60S92	Вентиль на дренаже т/п СОСГ	3SS60S12	Вентиль на дренаже СОСГ	4SS60S12	Вентиль на дренаже СОСГ
1SS60S95	Вентиль на дренаже т/п СОСГ	2SS60S81	Вентиль на воздушнике генератора	3SS60S81	Вентиль на воздушнике генератора	4SS60S81	Вентиль на воздушнике генератора
1SS21S81	Вентиль на воздушнике ТОС 1SS21W01	2SS60S82	Вентиль на подаче дистиллята на газовую ловушку	3SS60S82	Вентиль на воздушнике генератора	4SS60S82	Вентиль на воздушнике генератора
1SS22S81	Вентиль на воздушнике ТОС 1SS22W01	2SS60S83	Вентиль на подаче дистиллята на газовую ловушку	3SS60S13	Вентиль на подаче дистиллята на газовую ловушку	4SS60S13	Вентиль на подаче дистиллята на газовую ловушку
1SS23S81	Вентиль на воздушнике ТОС 1SS23W01	2SS60S85	Вентиль на сливе из газовой ловушки	3SS60S14	Вентиль на подаче дистиллята на газовую ловушку	4SS60S14	Вентиль на подаче дистиллята на газовую ловушку
1SS60S81	Вентиль на воздушнике генератора	2SS11S91	Вентиль опорожнения с гидрозатвора	3SS70S90	Вентиль опорожнения с гидрозатвора	4SS70S90	Вентиль опорожнения с гидрозатвора
1SS60S82	Вентиль на воздушнике генератора	2SS23S01	Арматура на входе в ТОС 2SS23W01	3SS23S01	Арматура на входе в ТОС 3SS23W01	4SS23S01	Арматура на входе в ТОС 4SS23W01
1SS60S83	Вентиль на подаче дистиллята на газовую ловушку	2SS23S02	Арматура на выходе из ТОС 2SS23W01	3SS23S02	Арматура на выходе из ТОС 3SS23W01	4SS23S02	Арматура на выходе из ТОС 4SS23W01

Блок № 1		Блок № 2		Блок № 3		Блок № 4	
Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование	Оперативное наименование	Технологическое наименование
1SS60S84	Вентиль на подаче дистиллята на газовую ловушку	2SS23S81	Вентиль воздушника ТОС 2SS23W01	3SS23S81	Вентиль воздушника ТОС 3SS23W01	4SS23S80	Вентиль воздушника ТОС 4SS23W01
1SS60S85	Вентиль на сливе из газовой ловушки			3SS21S90	Вентиль на дренаже ТОС 3SS21W01		
1SS70S90	Вентиль опорожнения с гидрозатвора			3SS22S90	Вентиль на дренаже ТОС 3SS22W01		
1SS60S93	Вентиль на дренаже т/п СОСГ			3SS23S90	Вентиль на дренаже ТОС 3SS23W01		
1SS60S94	Вентиль на дренаже т/п СОСГ						

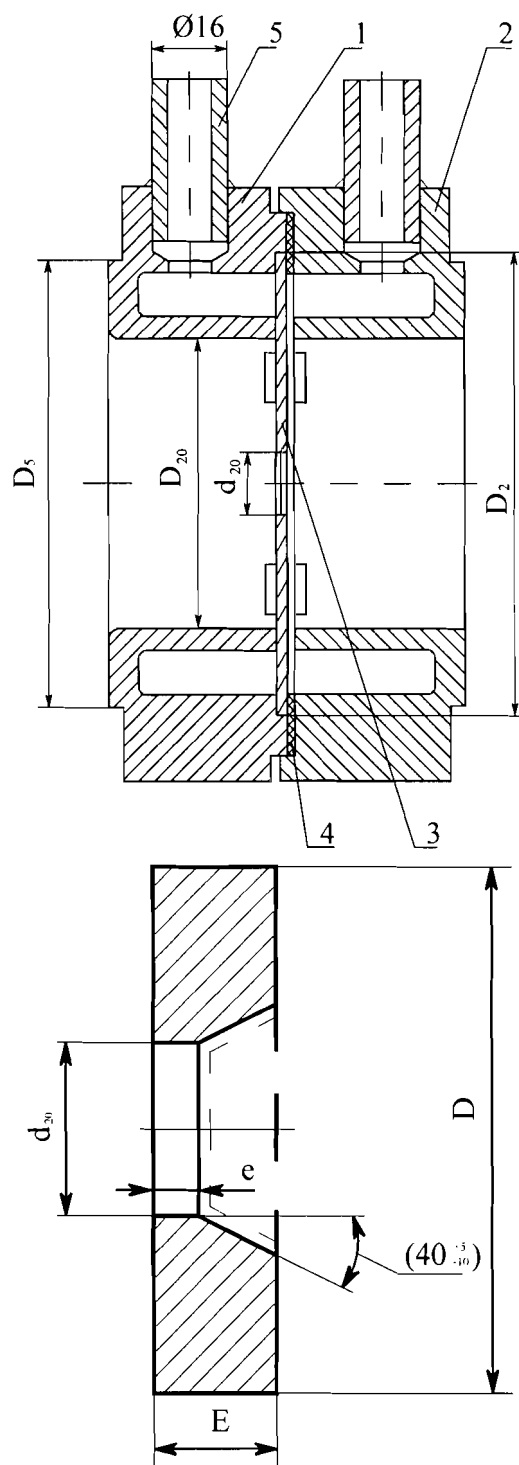
#### 4.10. Расходомерная шайба (диафрагма)

4.10.1. Для определения расхода дистиллята, циркулирующего через обмотку статора генератора, на трубопроводе перед задвижкой SS60S01 устанавливается расходомерная шайба типа ДКС.

4.10.2. Диафрагма с камерным отбором давления устанавливается в кольцевые камеры, выполненные в обоймах диафрагмы с отбором разности давлений у плоскостей диска диафрагмы через щелевидные отверстия (рис. 4.10.1).

4.10.3. Диафрагма устанавливается острой кромкой со стороны входа среды. Остроту входной кромки диска диафрагмы проверяют внешним осмотром при рассеянном дневном или искусственном свете. Для этого диафрагму устанавливают наклонно под углом  $45^\circ$ . Входная кромка не должна иметь притуплений и заусенцев, заметных не вооруженным глазом.

4.10.4. Технические данные расходомерной шайбы приведены в п. 9.8. данного тех. описания.



1 – корпус плюсовой камеры; 2 – корпус минусовой камеры; 3 – диафрагма; 4 – прокладка; 5 – патрубок;  $D_5$  – диаметр трубопровода;  $D_{20}$  – внутренний диаметр корпуса;  $d_{20}$  – диаметр отверстия диафрагмы;  $D_2$ ,  $D$  – наружный диаметр диафрагмы;  $e$  – длина цилиндрической части отверстия;  $E$  – толщина диафрагмы.

Рисунок 4.10.1 - Чертеж диафрагмы типа ДКС

#### 4.11. Технологические ограничения

4.11.1. Запрещается заполнение системы SS дистиллятом, не соответствующим показателям качества, приведенным в табл. 4.11.1.

Таблица 4.11.1

Наименование показателей	Диапазон допустимых значений
Удельное электрическое сопротивление дистиллята, кОм·см, не менее	100
Водородный показатель pH, ед. pH, не менее	8,5
Содержание соединений меди в дистилляте, мкг/л, не более	100

4.11.2. При эксплуатации насосных агрегатов SS11,12,13D01 запрещается:

- 1) работа насосного агрегата при закрытой задвижке на напоре более двух минут;
- 2) включение в работу насосного агрегата, не заполненного водой;
- 3) плановый останов насоса при открытой напорной задвижке;
- 4) включение насосного агрегата более двух раз из холодного и одного раза из горячего состояния после его отключения, при необходимости повторное включение насосного агрегата производить не ранее, чем через 30 минут после отключения;
- 5) работа при среднеквадратичном значении виброскорости подшипников насоса более 7,1 мм/с;
- 6) работа при среднеквадратичном значении виброскорости подшипников электродвигателя более 4,5 мм/с;
- 7) работа насосного агрегата при повышении температуры подшипников насоса более 70 °С и электродвигателя более 90 °С.

4.11.3. Запрещается прекращать подачу дистиллята в обмотку статора генератора, если давление в корпусе генератора 1,0 кгс/см<sup>2</sup> и более.

4.11.4. Не допускается перепад снижения давления газа в корпусе генератора над давлением дистиллята на входе в обмотку статора на величину менее 0,3 кгс/см<sup>2</sup>.

4.11.5. Не допускается работа генератора более пяти суток, если содержание водорода в газовой ловушке, определяемое лабораторным методом раз в час, превышает 3 %.

4.11.6. Генератор немедленно отключить от сети, если при ежечасном отборе проб содержание водорода в газовой ловушке превысит 20 %.

4.11.7. Не допускается снижать расход дистиллята через обмотку статора генератора менее 170 м<sup>3</sup>/ч при выполнении переходов с рабочего оборудования на резервное.

4.11.8. Не допускается превышение температуры дистиллята на выходе из обмотки статора генератора выше 85 °С, а на входе в обмотку статора генератора в пределах 30–40 °С.

4.11.9. Не допускается увеличение перепада давления на механических фильтрах более 1 кгс/см<sup>2</sup>.

#### 4.12. Нарушения в работе

4.12.1. Возможные отклонения от режима нормальной эксплуатации системы SS и способы их устранения приведены в таблице 4.12.1.

Таблица 4.12.1

Симптомы	Вероятные причины	Действия
1. Понижение удельного электрического сопротивления дистиллята	Старение дистиллята.	Доведите удельное сопротивление дистиллята до нормы.
2. Высокий уровень дистиллята в баке	Неисправность регулятора уровня	Снимите регулятор и устраните неисправность
3. Низкий уровень дистиллята в баке	Течь в системе или генераторе, неисправность регулятора уровня	Подпитайте систему дистиллятом до номинального уровня. Внимательно осмотрите систему и генератор, выявите течь и устраните
4. Низкое давление дистиллята перед обмоткой турбогенератора	Засорился фильтр механической очистки	Включить резервный фильтр. Фильтр, выведенный из работы, очистить согласно инструкции по его эксплуатации
5. Расход дистиллята мал	Поджат вентиль на напорной магистрали или за обмотками турбогенератора	Проверьте и приведите вентиль в положение, соответствующее номинальному расходу
6. Превышение температуры дистиллята на входе в турбогенератор при неизменном расходе охлаждающей воды	Загрязнены трубки теплообменника	Включите в работу резервный теплообменник и поочередно произведите чистку трубок теплообменников, находившихся в работе
7. Наличие водорода в потоке дистиллята, выходящего из коллекторов обмотки статора	Проникновение водорода в дистиллят за счет нарушения герметичности обмотки статора	Примите меры, оговоренные в инструкции по эксплуатации генератора
8. Резкое понижение давления дистиллята перед генератором	Повреждение трубки ТОС. Прикрытие запорной арматуры по тракту	Перейти на резервный ТОС, а поврежденный вывести в ремонт. Проверить положение арматуры по тракту
9. Вода в корпусе генератора	Попадание воды из системы охлаждения статора	С помощью дренажных отводов определить источник попадания воды из системы охлаждения обмотки статора генератора

4.12.2. Нарушения и неполадки, возникающие при эксплуатации насосных агрегатов SS11,12,13D01 системы SS, а также вероятные причины, вызвавшие их, приведены в таблице 4.12.2.

Таблица 4.12.2

Симптомы	Вероятные причины	Действия
Насос не создает напора при пуске	1. Насос недостаточно заполнен водой. 2. Понижился уровень дистиллята в емкости на всасывании ниже допустимого. 3. На всасывающем трубопроводе имеется подсос воздуха	1. Полностью заполнить насос. 2. Проверить уровень дистиллята в емкости. 3. Найти и устранить нарушение герметичности.
Насос не обеспечивает напор при работе	1. Износ уплотнительных поверхностей и увеличение радиального щелевого зазора выше допустимого. 2. Засорение каналов проточной части. 3. Подача больше допустимой величины	1. Произвести ремонт для восстановления зазоров (максимальный зазор в уплотнениях 1,5 мм). 2. Очистить каналы. 3. Уменьшить открытие задвижки на линии нагнетания
Насос не обеспечивает подачу в рабочей части характеристики	1. Большое сопротивление в напорном трубопроводе.	1. Увеличить открытие задвижки на линии нагнетания.
Увеличение утечки жидкости через уплотнение сверх допустимой	1. Завышение давления затворной жидкости.	1. Проверить и отрегулировать давление.
Перегрев подшипника	1. Недостаточная или чрезмерная смазка подшипника. 2. Нарушение центровки вала насоса. 3. Износ подшипника	1. Проверить наличие и качество смазки. 2. Проверить и исправить центровку. 3. Заменить подшипник
Повышенный шум и вибрация	1. Ослабли крепления насоса, двигателя, трубопроводов. 2. Нарушение центровки валов. 3. Механические повреждения в насосе, задевание вращающихся деталей о неподвижные, износ подшипников	1. Произвести подтяжку крепежа. 2. Проверить и исправить центровку. 3. Устранить механические повреждения, заменить подшипник
Перегрузка электродвигателя	1. Подача выше расчетной и напор ниже расчетного. 2. Механические трения или повреждения в насосе	1. Уменьшить открытие задвижки на линии нагнетания. 2. Проверить состояние подшипников, уплотнительных колец, устранить повреждения

4.12.3. Характерные инциденты, происходившие при эксплуатации системы СС на АС России, приведены в приложении 2.



## 5. Система контроля, управления и защиты

### 5.1. Общие представления

5.1.1. Система автоматического управления обеспечивает реализацию защит и блокировок, необходимых для работы системы SS во всех предусмотренных проектом режимах.

5.1.2. Основными параметрами, характеризующими нормальное функционирование системы SS, является давление в напорном коллекторе насосных агрегатов SS11,12,13D01, расход и температура дистиллята в напорном коллекторе перед обмоткой статора генератора.

5.1.3. Для измерения указанных параметров и вывода информации на РМОТ и на средства УКТС используются:

- 1) измерительные преобразователи давления типа «Сапфир-22»;
- 2) расходомерная шайба (диафрагма) измерения расхода с первичными преобразователями «Сапфир-22»;
- 3) термометры сопротивления с первичными преобразователями «Сапфир-22».

5.1.4. Срабатывание защит сопровождается световым и звуковым сигналом на БЩУ с фиксацией в УВС первопричины срабатывания, автоматической регистрацией основных параметров работы турбоустановки.

5.1.5. Кроме автоматического управления предусмотрено индивидуальное управление насосами SS11,12,13D01 непосредственно с БЩУ.

5.1.6. Дополнительно давление контролируется по манометрам по месту во время плановых обходов оборудования системы SS, при осуществлении переключений и в аварийных режимах.

5.1.7. Аппаратура управления, средства сигнализации состояния оборудования, индивидуальные приборы контроля параметров системы SS, а также табло аварийной, предупредительной сигнализации размещаются на панелях безопасности НУ 25 и НУ 33 БЩУ.

5.1.8. На дисплей рабочего места ВИУТ выведены фрагменты, где представлена в цифровом виде информация по основным технологическим параметрам, а также сигнализация отклонения параметров, аварийного отключения механизмов.

5.1.9. В соответствии с перечнем ТЗиБ система охлаждения обмоток статора генератора имеет следующие защиты и блокировки:

- 1) снижение расхода воды через обмотку статора генератора до  $140 \text{ м}^3/\text{ч}$  с выдержкой времени две минуты SAF23 – защита действует на останов турбины;
- 2) АВР насосов охлаждения статора генератора по снижению давления в напорном коллекторе насосов SS11,12,13D01 менее  $4 \text{ кгс/см}^2$  или отключению электродвигателя насосов.

## 5.2. Блокировки системы

5.2.1 Перечень ТЗиБ системы SS, условия их срабатывания, результат их действия приведен в табл. 5.2.1.

Таблица 5.2.1

Оперативное наименование	Условия срабатывания	Позиция датчиков	Воздействие
SS10ABP	1. Насос SS11D01 включен, ключ находится в положении «работа». 2. Давление в напорном коллекторе насосов SS11,12,13D01 более 4,5 кгс/см <sup>2</sup> . 3. Насос SS12,13D01 отключен, ключ находится в положении «резерв»	SS50P01B2 Бл. № 1, 2 SS60P03B2 Бл. № 3, 4 22ДИ 0-10 кгс/см <sup>2</sup>	Взводится ABP насоса SS12,13D01
SS10ABP	1. Насос SS11D01 включен, ключ находится в положении «работа». 2. Насос SS12,13D01 отключен, ключ находится в положении «резерв». 3. Давление в напорном коллекторе насосов SS11,12,13D01 менее 4,0 кгс/см <sup>2</sup> или отключился электродвигатель работающего насоса	SS50P01B2 Бл. № 1, 2 SS60P03B2 Бл. № 3, 4 22ДИ 0-10 кгс/см <sup>2</sup>	Включается резервный насос SS12(13)D01
SS10ABP	1. Насос SS12D01 включен, ключ находится в положении «работа». 2. Давление в напорном коллекторе насосов SS11,12,13D01 более 4,5 кгс/см <sup>2</sup> . 3. Насос SS11,13D01 отключен, ключ находится в положении «резерв»	SS50P01B2 Бл. № 1, 2 SS60P03B2 Бл. № 3, 4 22ДИ 0-10 кгс/см <sup>2</sup>	Взводится ABP насоса SS11,13D01
SS10ABP	1. Насос SS12D01 включен, ключ находится в положении «работа». 2. Насос SS11,13D01 отключен, ключ находится в положении «резерв». 3. Давление в напорном коллекторе насосов SS11,12,13D01 менее 4,0 кгс/см <sup>2</sup> или отключился электродвигатель работающего насоса	SS50P01B2 Бл. № 1, 2 SS60P03B2 Бл. № 3, 4 22ДИ 0-10 кгс/см <sup>2</sup>	Включается резервный насос SS11(13)D01

Оперативное наименование	Условия срабатывания	Позиция датчиков	Воздействие
SS10ABP	1. Насос SS13D01 включен, ключ находится в положении «работа». 2. Давление в напорном коллекторе насосов SS11,12,13D01 более 4,5 кгс/см <sup>2</sup> . 3. Насос SS11,12D01 отключен, ключ находится в положении «резерв»	SS50P01B2 Бл. № 1, 2 SS60P03B2 Бл. № 3, 4 22ДИ 0-10 кгс/см <sup>2</sup>	Взводится АБР насоса SS11,12D01
SS10ABP	1. Насос SS13D01 включен, ключ находится в положении «работа». 2. Насос SS11,12D01 отключен, ключ находится в положении «резерв». 3. Давление в напорном коллекторе насосов SS11,12,13D01 менее 4,0 кгс/см <sup>2</sup> или отключился электродвигатель работающего насоса	SS50P01B2 Бл. № 1, 2 SS60P03B2 Бл. № 3, 4 22ДИ 0-10 кгс/см <sup>2</sup>	Включается резервный насос SS11(12)D01
SAF23	Снижение расхода дистиллята через обмотку статора генератора менее 140 м <sup>3</sup> /ч по показаниям двух из трех датчиков в течении времени более двух минут	SS60F01B1 SS60F01B2 SS60F01B3 22ДД 0-250 м <sup>3</sup> /ч	ТГ отключается от сети действием защиты

### 5.3. Регулирование

5.3.1. В составе системы SS регулируется уровень в баке запаса дистиллята при помощи поплавкового регулятора уровня, который вмонтирован во внутреннюю часть бака на трубопроводе подачи ХОВ.

### 5.4. Сигнализация

5.4.1. На панелях НУ-33 БЩУ расположены сигнализационные световые табло системы SS, которые при достижении значений уставок срабатывания высвечиваются со звуковым сигналом. Перечень табло БалАЭС представлен в табл. 5.4.1.

Таблица 5.4.1

Наименование и номер табло	Уставка срабатывания	Панель БЩУ
Давление дистиллята на выходе МФ низко, табло 22 (Р дистиллята ↓)	4,5 кгс/см <sup>2</sup>	НУ33
Расход дистиллята на выходе из МФ, табло 7 (F SS ↓)	170 м <sup>3</sup> /ч	То же

Наименование и номер табло	Уставка срабатывания	Панель БЩУ
Удельное сопротивление дистиллята, табло 21 (уд. сопротивление SS ↓)	200	«»
Уровень в баке дистиллята, табло 20 (L SS10B01 ↓)	Min	«»
Уровень в баке дистиллята, табло 19 (L SS10B01 ↑)	Max	«»
Содержание водорода в газовой ловушке, табло 29 (H <sub>2</sub> газовой ловушке ↑)	3 %	«»
Отказ работы АБР насоса, табло 23 (отказ АБР SS11D01)	4 кгс/см <sup>2</sup>	«»
Отказ работы АБР насоса, табло 24 (отказ АБР SS12D01)	4 кгс/см <sup>2</sup>	«»
Отказ работы АБР насоса, табло 26 (отказ АБР SS13D01)	4 кгс/см <sup>2</sup>	4 кгс/см <sup>2</sup>

## 6. Контрольно-измерительные приборы

### 6.1. Общие представления

6.1.1. Для обеспечения и контроля постоянной эксплуатационной готовности системы SS проектом предусмотрены точки измерения расхода, давления, температуры, уровня, процентной концентрации водорода в газовой ловушке, показателя pH и удельного электрического сопротивления дистиллята. Вывод данных осуществляется на РМОТ и на приборы панелей БЩУ.

### 6.2. Перечень позиций отборов и датчиков

6.2.1. Перечень позиций отборов и датчиков представлен в табл. 6.2.1.

6.2.2. В графе 4 таблицы указаны буквенные обозначения функционального признака:

- 1) J – показания на стрелочных приборах;
- 2) A – сигнализация;
- 3) B – блокировка.

Таблица 6.2.1

Позиция и место отбора	Позиция датчика	Функциональное назначение		Уставка	Номинальное значение
		Показание	Функциональный признак		
1. Давление дистиллята на всасе насоса SS11D01, кгс/см <sup>2</sup>	SS11P01B1	По месту	J		0,2–0,4

Позиция и место отбора	Позиция датчика	Функциональное назначение		Уставка	Номинальное значение
		Показание	Функциональный признак		
2. Давление дистилята на всасе насоса SS12D01, кгс/см <sup>2</sup>	SS12P01B1	По месту	J		0,2–0,4
3. Давление дистилята на всасе насоса SS13D01, кгс/см <sup>2</sup>	SS13P01B1	По месту	J		0,2–0,4
4. Давление дистилята на напоре насоса SS11D01, кгс/см <sup>2</sup>	SS11P02B1	По месту	J		7,8–8,0
5. Давление дистилята на напоре насоса SS12D01, кгс/см <sup>2</sup>	SS12P02B1	по месту	J		7,8–8,0
6. Давление дистилята на напоре насоса SS13D01, кгс/см <sup>2</sup>	SS13P02B1	По месту	J		7,8–8,0
7. Давление дистилята на выходе из теплообменников SS21,22,23W01, кгс/см <sup>2</sup>	SS21P01B1	По месту	J		7,2–7,7
8. Давление дистилята на выходе из МФ, кгс/см <sup>2</sup>	SS60P01B1	По месту	J A	↓7-Бл. №1 ↓4-Бл. №2 ↓4,3-Бл. №3,4	4,5
9. Расход дистилята на выходе из МФ, м <sup>3</sup> /ч	SS60F01B3	БЦУ УВС	J A B	Менее 170 Менее 140	225
	SS60F01B2	УВС	B	Менее 140	225
	SS60F01B1	БЦУ УВС	J B	Менее 140	225
10. Температура дистилята на выходе из МФ, °C	SS60T01 SS60T02	БЦУ УВС	-		40
11. Температура дистилята после статора, °C	SS60T04	УВС	-	Более 75 Более 85	60

Позиция и место отбора	Позиция датчика	Функциональное назначение		Уставка	Номинальное значение
		Показание	Функциональный признак		
12. Давление дистиллята после обмотки статора. кгс/см <sup>2</sup>	SS60P03B1 SS60P03B2 Бл. № 3, 4 SS50P01B1 SS50P01B2 Бл. №1, 2		В	Менее 4 Более 4,5	1,0-1,5
	SS60P03B1 Бл. № 3, 4 SS50P01B1 Бл. №1, 2	По месту	Ј		1,0-1,5
13. pH дистиллята при охлаждении обмотки статора	RX51W01	По месту	Ј А		5±0,5
14. Удельное электрическое сопротивление дистиллята, кОм·см	SS40Q01	БЦУ по месту	Ј А В	Менее 100 Менее 50	200
15. Давление азота в баке 1SS10B01. кгс/см <sup>2</sup>	SS10P01	По месту	Ј		0,1-0,2
16. Давление дистиллята на уплотнения насосов. кгс/см <sup>2</sup>	SS13P01 SS13P02 SS13P03	По месту	Ј		0,5-1,0

## 7. Режимы эксплуатации системы

### 7.1. Режим готовности к работе системы SS

7.1.1. Подготовка к вводу системы SS в режим готовности к работе производится согласно ИЭ.1.SS.ТЦ–1/23, ИЭ.2.SS.ТЦ–1/17, ИЭ.3.SS.ТЦ–2/05, ИЭ.4.SS.ТЦ–2/21.

7.1.2. Наличие записи в журнале проверок ТЗиБ и об окончании проверки АВР насосных агрегатов в соответствии с программами ТО-9 «Комплексная проверка технологических защит и блокировок (ТО-9) турбинного отделения (в 2-х частях)» (РП.1.ТЗиБ.ТЦ-1(1)/181, РП.1.ТЗиБ.ТЦ-1(2)/182, РП.2.ТЗиБ.ТЦ-1(1)/161, РП.2.ТЗиБ.ТЦ-1(2)/162, РП.3.ТЗиБ.ТЦ-2(1)/230, РП.3.ТЗиБ.ТЦ-2(2)/231, РП.4.ТЗиБ.ТЦ-2(1)/114, РП.4.ТЗиБ.ТЦ-2(2)/115).

7.1.3. Состояние готовности к работе системы SS характеризуется следующим состоянием оборудования:

1) весь контур системы водяного охлаждения обмотки статора и элементов системы SS заполнен дистиллятом;

2) уровень в баке дистиллята SS10B01 номинальный, при отклонении уровня от номинального дозаполнить бак системы водяного охлаждения обмотки статора генератора ХОВ, гидрозатвор заполнен и включен в работу;

3) электросхема электродвигателей насосных агрегатов SS11,12,13D01 собрана, произведена проверка АРП насосов;

4) насос введен в резерв, проточная часть заполнена дистиллятом, проверено наличие смазки в подшипниках, арматура SS11,12,13S01 на всасе насосных агрегатов открыта;

5) арматура SS11,12,13S03 на напоре насосных агрегатов закрыта;

6) включен в работу по тех. воде системы ST и дистилляту один из теплообменников;

7) закрыта арматура SS24S01 помимо теплообменников;

8) включены в работу два из трех водяных фильтра ВФ-100;

9) ионообменные фильтры, заполненные дистиллятом, находятся в резерве;

10) приборы КИПиА установлены на штатных местах, коренные вентили на импульсных линиях к датчикам КИПиА открыты;

11) задвижка SS60S01 закрыта;

12) задвижка SS60S04 в открытом положении;

13) вентили SS60S81,82 воздушников входного и выходного коллекторов генератора закрыты.

7.1.4. Введены в работу вспомогательные системы:

1) контроля и отображения информации (УВС);

2) ХОВ (UA);

3) дренажей пола машзала (RT);

4) подачи азота в бак (UG);

5) охлаждения (ST) дистиллята в теплообменниках.

7.1.5. После вывода турбоустановки из ремонта пуск оборудования системы SS производит оперативный персонал ТЦ по разрешению начальника и/или заместителя начальника ТЦ и НСБ с обязательным уведомлением НС ЭЦ.

## 7.2. Работа системы SS по прямому назначению

7.2.1. При работе турбоустановки на мощности механическая энергия передается от вала турбины на вал ротора генератора, где преобразуется в электрическую энергию электромагнитным путем. В обмотке ротора генератора под действием электрического тока возбуждается магнитный поток, под воздействием которого в обмотке статора наводится электродвижущая сила и электрический ток.

7.2.2. Тепловая энергия, выделяющиеся в обмотках ротора и статора, в магнитопроводах (сердечнике статора), отводятся дистиллированной водой системы SS.

7.2.3. Обмотка статора – трехфазная, двухслойная, стержневая. Стержни обмотки сплетены из сплошных и полых элементарных проводников. Для подвода и слива охлаждающего дистиллята в генераторе имеются кольцевые коллекторы, соединение которых со стержнями обмотки осуществляется

шлангами из фторопласта. Для подвода дистиллята к полым проводникам на концах стержней припаяны медные наконечники. Дистиллят в обмотке проходит параллельно, по всем стержням. Вход дистиллята осуществляется со стороны возбuditеля, выход – со стороны турбины.

### 7.3. Особенности работы системы SS

7.3.1. Система охлаждения статора генератора в процессе эксплуатации работает при:

- 1) номинальном давлении водорода в корпусе генератора при работе блока под нагрузкой и нахождении блока в резерве с номинальным давлением водорода в корпусе генератора;
- 2) переменном давлении газа в корпусе генератора при пуске и останове системы.

### 7.4. Вывод в ремонт системы (элементов системы) SS

7.4.1. Вывод в ремонт системы SS осуществляется при отключенном генераторе от сети и остановленном турбогенераторе согласно ИЭ.1.SS.ТЦ–1/23, ИЭ.2.SS.ТЦ–1/17, ИЭ.3.SS.ТЦ–2/05, ИЭ.4.SS.ТЦ–2/21.

7.4.2. Распоряжение о снижении давления дистиллята на входе в обмотку статора генератора дает НСБ при начале операции по снижению давления газа в корпусе генератора.

7.4.3. Порядок вывода системы SS производится в следующем порядке:

- 1) снижется давление газа в корпусе генератора;
- 2) прикрывается задвижка SS60S01 на входе дистиллята в обмотку статора генератора для восстановления перепада давления «водород-вода»  $0,3 \text{ кгс/см}^2$ ;
- 3) при достижении давления газа в корпусе генератора менее  $1 \text{ кгс/см}^2$  закрыть задвижку на входе дистиллята в обмотку статора;
- 4) ключи АВР насосов SS11,12,13D01 перевести в положение «Отключено» (погасла лампочка взвода АВР на БЦУ);
- 5) воздействием на КУ насоса отключается рабочий насос SS11(12,13)D01 системы SS;
- 6) подается заявка СЭМ на разборку электрических схем электродвигателей насосов SS11,12,13D01;
- 7) отключаются по охлаждающей воде теплообменники SS21,22,23W01;
- 8) отключается подача азота на бак.

7.4.4. Перед выводом в ремонт любого насоса SS11,12,13D01 необходимо вывести из работы в резерв тот насос, на котором будет производиться ремонт. Выполнять переход в соответствии с требованиями «Рабочей программы. Выполнение переходов по насосам SS11,12,13D01 с проверкой АВР» (РП.1.SS.ТЦ-1/98, РП.2.SS.ТЦ1/178, РП.3,4.SS.ТЦ-2/29).



7.4.5. При выводе насоса SS11,12,13D01 в ремонт должны быть соблюдены следующие условия:

- 1) ключ АВР насоса SS11(12,13)D01 установить в положение «Отключено»;
- 2) разобрать электрическую схему электродвигателя насоса SS11(12,13)D01, заземлить питающий кабель;
- 3) закрыть арматуру на напорном SS11(12,13)S03 и всасывающем SS11(12,13)S01 трубопроводе насоса;
- 4) вывесить знаки ПТБ на ключах управления и на штурвалах арматуры.

7.4.6. При выводе в ремонт теплообменника типа BBT-100:

- 1) отключить задвижками по охлаждающей воде системы ST;
- 2) закрыть задвижки на входе и выходе дистиллята в теплообменник;
- 3) опорожнить по охлаждающей воде системы ST и по дистилляту системы SS;
- 4) открыть вентили воздушников систем SS ST теплообменника;
- 5) вывесить плакаты ПТБ на арматуру теплообменника.

7.4.7. При выводе в ремонт водяного фильтра ФВ-100:

- 1) закрыть арматуру на входе и выходе фильтра;
- 2) вывернуть сливную пробку фильтра;
- 3) вывернуть воздушную пробку фильтра;
- 4) вывесить на арматуре фильтра плакаты ПТБ.

## **8. Обслуживание системы**

### **8.1. Функциональное опробование системы**

8.1.1. В соответствии с «Инструкцией по проведению периодических испытаний и проверок систем турбинного отделения нормальной эксплуатации, важных для безопасности» (И.1,2,3,4.ТЦ-1,2/26) на системе SS выполняются испытания насосных агрегатов SS11,12,13D01 на соответствие проектным характеристикам до и после проведения ППР.

8.1.2. В соответствии с графиком регламентных проверок ТЦ Балаковской АЭС на системе SS выполняется опрессовка теплообменников типа BBT-100.

8.1.3. Опробование защит и блокировок системы SS производится в соответствии с программами «Комплексная проверка технологических защит и блокировок (ТО-9) турбинного отделения (в 2-х частях)» (РП.1.ТЗиБ.ТЦ-1(1)/181, РП.1.ТЗиБ.ТЦ-1(2)/182, РП.2.ТЗиБ.ТЦ-1(1)/161, РП.2.ТЗиБ.ТЦ-1(2)/162, РП.3.ТЗиБ.ТЦ-2(1)/230, РП.3.ТЗиБ.ТЦ-2(2)/231, РП.4.ТЗиБ.ТЦ-2(1)/114, РП.4.ТЗиБ.ТЦ-2(2)/115) перед пуском энергоблока после ППР продолжительностью более 10 суток.

8.1.4. Проверка АВР насосных агрегатов SS11,12,13D01 осуществляется один раз в месяц по графику, утвержденному ГИС.

## 8.2. Техническое обслуживание системы

8.2.1. Техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС входят в систему организационно-технических мер по обеспечению безопасности, подлежащих реализации на этапе эксплуатации АЭС.

8.2.2. Техническое обслуживание и ремонт оборудования и систем состоит в выполнении комплекса работ по поддержанию их исправного (работоспособного) состояния, которые предусмотрены нормативной документацией.

8.2.3. Проверка исправности, техническое обслуживание и ремонт оборудования турбинного отделения выполняется при следующих основных состояниях энергоблока:

- 1) работа на мощности;
- 2) при пуске;
- 3) при «холодном» останове;
- 4) при «горячем» останове.

8.2.4. Работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования должны производиться аттестованными специалистами, изучившими НТД по ТОиР и знающими конструкцию оборудования.

8.2.5. Техническое обслуживание насосов Х-200-150-500 и Х-280/72 включает в себя:

- 1) виброобследование - выполняется по графику, утвержденному ГИС, персоналом ЛТД\*;
- 2) пополнение смазки подшипников - выполняется через 500 часов работы персоналом ЦЦР;
- 3) замена смазки подшипников - выполняется через 2000 часов работы, но не реже одного раз в год, а также при повреждении подшипника, при неудовлетворительном химическом анализе масла, при капитальном и среднем ремонте персоналом ЦЦР;
- 4) проверка состояния резиновых колец упругой муфты - выполняется через 2000 часов работы и в период ППР персоналом ЦЦР.

8.2.6. В соответствии с регламентом ТОиР насосного оборудования турбинного отделения насосы типа Х-280/72 и Х-250-150-500 имеют шестилетний цикл (С-С-С-С-С-К), где С - средний ремонт, К - капитальный ремонт.

8.2.7. Объем среднего ремонта определяется регламентом ремонта и техобслуживания насосного оборудования турбинного отделения и включает в себя следующие работы:

- 1) разборка и ремонт муфты;
- 2) разборка фланцев, снятие корпуса насоса;
- 3) разборка и ремонт концевых уплотнений;
- 4) снятие и ремонт рабочего колеса;
- 5) разборка и ремонт подшипников;
- 6) осмотр, замеры и ремонт деталей ротора;
- 7) сборка насоса;
- 8) центровка электродвигателя с насосом;
- 9) сборка муфты.

\* С 01.01.2010 название ЛТД изменено на ОТД. Далее по тексту ЛТД соответствует ОТД.

8.2.8. Объем капитального ремонта определяется регламентом ремонта и техобслуживания насосного оборудования турбинного отделения и включает в себя работы, выполняемые в средний ремонт, и дополнительно производится ремонт корпусных деталей.

8.2.9. Один раз в месяц производится внешний осмотр оборудования теплообменника типа ВВТ-100 на предмет:

- 1) отсутствия свищей и других видимых дефектов на теплообменнике и арматуре обвязки;
- 2) наличия в помещении штатного и аварийного освещения.

8.2.10. Ежемесячно производится внешний осмотр механических и магнитных фильтров на предмет пропуска среды фланцевых разъемов, корпуса и сварных соединений, при достижении предельного перепада давления (более 1 кгс/см<sup>2</sup>) производится отмывка фильтра.

8.2.11. Ежемесячный осмотр баков SS10B01 определяется проверкой целостности фланцевых разъемов, корпуса и сварных соединений на предмет пропуска среды, проверкой работоспособности водоуказательных приборов.

8.2.12. В соответствии с регламентом ТОиР на теплообменнике типа ВВТ-100 во время текущего ремонта производятся следующие виды работ:

- 1) внешний осмотр теплообменника на предмет отсутствия дефектов (в доступных местах);
- 2) проверка на плотность трубной системы;
- 3) внутренний осмотр теплообменника в доступных местах;
- 4) устранение дефектов, обнаруженных в результате эксплуатации, проверки на плотность, внутреннего и внешнего осмотра;
- 5) текущий ремонт арматуры обвязки (дренажей, воздушников, импульсных линий КИП);
- 6) чистка теплообменных трубок;
- 7) проверка на плотность теплообменника после ремонта.

8.2.13. Объем капитального ремонта на теплообменнике включает в себя все виды работ при текущем ремонте, а также:

- 1) разуплотнение фланцевых разъемов, очистка уплотнительных поверхностей;
- 2) дефектация корпуса, уплотнительных поверхностей, крепежа, отбойных щитов, теплообменных поверхностей (замена теплообменных трубок);
- 3) эксплуатационный контроль металла согласно программы контроля;
- 4) проведение технического освидетельствования.

8.2.14. В объем регламентных работ во время текущего ремонта на фильтрах включены следующие виды работ:

- 1) разборка;
- 2) чистка внутренней полости корпуса и ВКУ;
- 3) дефектация внутренней полости корпуса и ВКУ;
- 4) устранение дефектов;
- 5) проверка на плотность.

8.2.15. В период капитального ремонта на фильтрах дополнительно к работам производимых во время текущего ремонта добавляются работы по замене фильтрующих элементов, замене крепежа, эксплуатационный контроль металла.

8.2.16. Во время текущего ремонта на баках запаса дистиллята производятся следующие виды работ:

- 1) вскрытие;
- 2) разуплотнение фланцевых разъемов;
- 3) чистка бака и патрубков;
- 4) ремонт встроенных регуляторов уровня;
- 5) ремонт арматуры на дренажах, воздушниках и указателях уровня;
- 6) проверка на плотность бака после ремонта.

8.2.17. В период капитального ремонта на баке выполняются работы, производимые в период текущего ремонта, и дополнительно работы по замене крепежа, эксплуатационный контроль металла, проведение технического освидетельствования.

8.2.18. Согласно программе ТОиР теплообменного оборудования турбинного отделения теплообменники ВВТ-100 системы водяного охлаждения статора генератора имеют четырехлетний цикл (К-Т-Т-Т), фильтр ионообменный ФИ-2 и фильтр механический водяной ВФ-4 (К-Т-Т-Т-Т-Т-Т-Т), фильтр механический водяной ФВ-100 (К-Т-Т-Т-Т-Т-Т), фильтр магнитный водяной УФ-36 (К-Т-Т-Т-Т-Т-Т-Т-Т-Т), бак запаса дистиллята (К-Т-Т-Т-Т-Т-Т-Т), где К – капитальный ремонт, Т – текущий ремонт.

8.2.19. Техническое обслуживание арматуры системы SS производится во время регламентных обходов и включает в себя:

1) проверку плотности к внешней среде через уплотнения фланцевых соединений, через сальниковое уплотнение шпинделя (штока), крышки металла корпусных деталей и сварных швов;

2) проверку плотности в запорном органе (отсутствует пропуск среды при закрытом положении запорного органа) выполняется при технологической возможности;

3) проверка надежности крепления фланцевых соединений (комплект крепежных деталей полный, одинаковые размерные стандарты шпилек, гаек, болтов, резьбовая часть шпильки выходит из гайки, гайки завинчены до упора в шайбы);

4) проверка отсутствия вибрации и посторонних шумов, стуков в арматуре и приводе.

8.2.20. Ремонтный цикл запорной арматуры типа 30с941нж, 30нж20бк, 15нж65вп, установленной на трубопроводах системы водяного охлаждения статора генератора, восьмилетний (К-Т-Т-Т-С-Т-Т-Т), где Т – текущий ремонт, К – капитальный ремонт, С – средний ремонт.

8.2.21. Текущий ремонт запорной арматуры включает в себя:

1) проверку работоспособности арматуры открытием-закрытием с контролем по месту (ход подвижных частей, плавный, без заклинивания, стуков, посторонних шумов);

2) устранение дефектов, выявленных при проведении технического обслуживания, и проверка работоспособности арматуры (дефекты устранены, ремонт ходового узла бугеля арматуры, редуктора);

3) проверку затяжки крепежа моментным ключом (в доступных местах).

8.2.22. Средний ремонт запорной арматуры включает в себя:

1) разборку арматуры;

2) очистку внутренней полости корпуса и деталей от продуктов коррозии, смазки и других загрязнений;

3) дефектацию (визуальный и измерительный контроль деталей, изнашиваемых в процессе работы, проверка соответствия контролируемых параметров деталей требованиям конструкторской и ремонтной документации, отбраковка дефектных деталей);

4) устранение дефектов, выявленных в процессе дефектации, притирка уплотнительных поверхностей, замена дефектных деталей;

5) сборка арматуры, замена уплотнений, смазки;

6) проверка работоспособности арматуры открытием-закрытием с контролем по месту (ход подвижных частей плавный, без заклиниваний, стуков, посторонних шумов).

8.2.23. Капитальный ремонт запорной арматуры включает в себя:

1) разборку арматуры;

2) очистку внутренней и наружной поверхностей корпуса и деталей от коррозии, смазки и загрязнений;

3) дефектацию (соответствие рабочих поверхностей деталей требованиям ремонтной и конструкторской документации, отсутствие дефектов в сварных соединениях и проточной части корпуса, в наплавленных уплотнительных поверхностях запорного органа, в деталях, изнашиваемых в процессе работы);

4) устранение дефектов, выявленных в процессе дефектации;

5) ремонт уплотнительных поверхностей запорного органа и фланцевых разъемов (в том числе с применением сварки);

6) замена дефектных и выработавших ресурс деталей;

7) сборка арматуры;

8) замену уплотнений, смазки.

### 8.3. Оперативное обслуживание системы

8.3.1. Оперативное обслуживание системы водяного охлаждения обмотки статора генератора в период нормальной эксплуатации состоит в контроле и поддержании номинальных технологических параметров.

8.3.2. Система водяного охлаждения обмотки статора генератора находится в оперативном ведении НСБ, в оперативном управлении НС ТЦ.

8.3.3. Система водяного охлаждения обмотки статора генератора относится к системе нормальной эксплуатации, важной для безопасности. Класс безопасности – «ЗН», категория переключений – 2-ая.

8.3.4. При эксплуатации системы SS должны быть включены в полном объеме защиты, блокировки, сигнализация.

8.3.5. Постоянно вести наблюдение за работой оборудования по приборам и фрагментам РМОТ, следить за табло предупредительной сигнализации.

8.3.6. При эксплуатации системы SS производятся осмотры оборудования и арматуры на предмет выявления дефектов и своевременного их устранения в соответствии с регламентом работ, выполняемых эксплуатационным персоналом на оборудовании и системах ТЦ-1,2, утвержденным ГИС, с оформлением записей в оперативных журналах.

8.3.7. Во время осмотра оборудования системы SS особое внимание необходимо обращать на:

- 1) давление дистиллята на входе в обмотку статора генератора составляет 4,0–4,5 кг/см<sup>2</sup>, но ниже давления водорода в корпусе генератора на 0,3 кг/см<sup>2</sup>;
- 2) расход дистиллята 210–220 м<sup>3</sup>/ч;
- 3) температура дистиллята перед генератором 30–40 °С;
- 4) температура дистиллята после генератора не выше 85 °С;
- 5) уровень в баке запаса дистиллята 2/3 высоты бака;
- 6) содержание водорода в газовой ловушке не должно превышать 3 %;
- 7) контроль за температурой подшипников работающего насоса, наличие смазки;
- 8) давление воды на всасе и напоре насоса;
- 9) контроль вибрации подшипников насоса и электродвигателя;
- 10) работу сальниковых уплотнений;
- 11) контроль перепада давления на механических фильтрах (не более 1 кгс/см<sup>2</sup>).

8.3.8. Производить плановые переходы по насосам с проверкой АВР при работе энергоблока на мощности в соответствии с «Графиком работы оборудования ТЦ-1,2».

8.3.9. Дефекты, выявленные в период проведения оперативного обслуживания, заносить в журнал АСУ - дефект.

8.3.10. НС ТЦ совместно с ВИУТ должен производить анализ:

- 1) распечаток важнейших параметров машзала (протоколов РВП) два раза в смену;
- 2) распечаток протоколов регистрации аналоговых сигналов в случае отклонения параметров системы от номинальных;
- 3) распечаток протоколов регистрации аналоговых и дискретных сигналов в случае проведения работ по отдельным программам (в объеме, указанном в данных программах).

## 9. Технические данные

9.1. В настоящем разделе приведены паспортные данные оборудования системы SS.

9.2. Технические характеристики бака SS10B01 приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Параметры	Величина
Тип	БВВ – 6 м
Объем бака, м <sup>3</sup>	6
Давление, кгс/см <sup>2</sup>	0,2

9.3. Технические характеристики насосов X 200-150-500 и X 280/72 приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Параметры	Величина	
Тип насосов	X 200-150-500	X 280/72
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	315	280
Напор, м	80	72
Частота вращения, об/мин	1450	1450
Давление на входе в насос, кгс/см <sup>2</sup> , не более	3,5	3,0
Температура перекачиваемой среды, °С, не более	120	120
Утечка через уплотнения, м <sup>3</sup> /ч, не более	5,0	10
Мощность, кВт	95	90
Допускаемый кавитационный запас, м, не более	6	
Коэффициент полезного действия, %, не менее	70	70
Среднее квадратическое значение виброскорости, мм/с	7,1	7,1
Тип электродвигателя	5AM315S4eY3 3/6	АО101 – 4му2
Мощность, кВт	160	125
Напряжение, V	380/660	220/380
Ток статора, А	287/165	396/229
Частота вращения, об/мин	1470	1470

9.4. Технические характеристики водяного теплообменника типа ВВТ-100 приведены в табл. 9.3.

Таблица 9.3

Параметры	Величина
Тип	BBT-100
Поверхность охлаждения, м <sup>2</sup>	100
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	400
Давление в трубной системе, кгс/см <sup>2</sup>	5,0
Расчетная температура охлаждающей воды, °C	33
Потери отводимые теплообменником, кВт	3000
Гидравлическое сопротивление по охлаждающей воде, кг/см <sup>2</sup>	0,03

9.5. Технические характеристики механических фильтров ФВ-100 и ФВ-4 приведены в табл. 9.4.

Таблица 9.4

Параметры	Величина	
Тип фильтра	ВФ-100	ВФ-4
Пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч	100	4
Размер улавливаемых механических частиц, мм	0,14	
Фильтруемая жидкость	Дистиллят	Дистиллят

9.6. Технические характеристики магнитных фильтров SS61 – 66N01 приведены в табл. 9.5.

Таблица 9.5

Параметры	Величина
Тип	5БС.433.039.
Фильтруемая жидкость	Дистиллят
Пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч	36
Максимально допустимое давление, МПа	1,0

9.7. Технические характеристики ионообменных фильтров приведены в табл. 9.6.

Таблица 9.6

Параметры	Величина
Пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч	0,4-2
Рабочее давление, МПа, не более	0,8
Гидравлическое сопротивление фильтра с	0,1



Параметры	Величина
фильтрующей загрузкой, МПа, не более	
Высота фильтра, м	1,57
Внутренний диаметр фильтра, м	0,3
Высота загрузки, м	0,885
Давление гидроиспытаний, МПа	1,0

9.8. Технические характеристики расходомерных шайб для блоков № 1, 2, 3, 4 приведены в табл. 9.7.

Таблица 9.7

Параметры	Блок № 1	Блок № 2	Блок № 3	Блок № 4
Позиция	1SS60F01	2SS60F01	3SS60F01	4SS60F01
Место установки	ТО, маш. зал, отм. 5,1	ТО, маш. зал, отм. 5,1	ТО, маш. зал, отм. 5,1	ТО, маш. зал, отм. 5,1
Тип	ДКС	ДКС	ДКС	ДКС
Заводской номер	5135	31050	31088	б/н
Внутренний диаметр корпуса, $D_{20}$	197	197	197	197
Материал	08X18H10T	08X18H10T	08X18H10T	08X18H10T
Диаметр отверстия диафрагмы, $d_{20}$	135,66	135,69	111,98	122,89
Расход, м <sup>3</sup> /ч	250	250	250	250
Перепад, кгс/см <sup>2</sup>	0,25	0,25	0,63	0,63
Температура рабочей среды, °С	50	50	50	50
Давление, кгс/см <sup>2</sup>	5	5	5	5

## Приложение 1

**Выписки из технических решений  
Балаковской АЭС****1.1. Техническое решение от 07.03.2006 № 50-06**

1.1.1. Для увеличения значения водородного показателя рН в системе водяного охлаждения обмотки статора генератора на энергоблоке № 2 решили выполнить резервный подвод конденсата с коллектора ФСД БОУ (после ЭМФ) на подпитку бака системы SS.

**1.2. Техническое решение от 06.07.2006 № 135-06**

1.2.1. В связи с реконструкцией системы охлаждения обмотки статора генератора (SS), согласно проекту 210015.0971527.50001–4.601TM.01, на энергоблоках № 1, 2, 3, 4 устанавливается дополнительный насос SS13D01, решено внести следующие дополнения и изменения в нижеперечисленные фрагменты БЩУ турбинного отделения энергоблоков № 1, 2, 3, 4:

- 1) на фрагменты SS-ST вывести изображение дополнительного насоса SS13D01 с сигналами SS13D01B01,B03 и показания SS13E01 токовой нагрузки;
- 2) на фрагментах AVR1T и FVR2T по позиции насосов вместо «SS11,12D01» указать «SS11-13D01».

**1.3. Техническое решение от 05.07.2006 № 131-06**

1.3.1. В период ППР–2006 на энергоблоках № 1, 2, 3, 4 по плану модернизации устанавливаются 3-ьи насосы в системе охлаждения обмотки статора генератора чертеж 2100015.0971527.50001.601TM.01, решили выполнить расположение ключей управления и ключей АВР на панели НУ31 БЩУ энергоблоков № 1, 2, 3, 4.

**1.4. Техническое решение от 08.01.2001 № 4238**

1.4.1. В системах водяного охлаждения статора генератора и замкнутого контура ОГЦ установлено по два насоса (SS11,12D01 и ST11,12D01). При работе систем один насос находится в работе, а другой в резерве.

1.4.2. При необходимости вывода в ремонт одного из насосов при работе блока системы остаются без резерва и отказ работающего насоса приводит к отключению блока от сети.

1.4.3. Для повышения надежности работы энергоблоков было принято решение установить дополнительно по одному насосу в системах водяного охлаждения статора генератора и замкнутого контура ОГЦ.

## Приложение 2

## **Характерные инциденты, происходившие при эксплуатации системы**

### **2.1. Событие, произошедшее в 2001 г. на Нововоронежской АЭС**

2.1.1. В сентябре 2001 года на Нововоронежской АЭС турбогенератор № 14 был отключен от сети из-за появления водорода в газовой ловушке. После перевода генератора на воздух были вскрыты нижние люки со стороны турбины и со стороны возбuditеля и произведен осмотр системы охлаждения обмотки статора.

2.1.2. В результате осмотра обнаружена игольчатая течь с выделением дистиллята в виде небольшого облачка тумана по дренажной трубке (медная трубка Ду 8 мм, проектная, идущая с верхней точки коллектора к проходному изолятору водоподвода) в месте ее перехода с вертикального участка коллектора на горизонтальный участок трубопровода, в камере концевых выводов. Ниже места течи на дренажной трубке находился кусок резинового шланга.

2.1.3. Место течи органолептическое, как овал, длиной 8 мм и шириной 4 мм, образованный в месте касания дренажной трубки о трубку коллектора, при трении ее вследствие вибрации.

2.1.4. В период замены статора ТГВ-500-4, при модернизации ТГ-14, во время сборки системы охлаждения, из-за недостаточной длины дренажной трубки прокладка ее, с коллектора на трубопровод, выполнена с некоторым отступлением от чертежа ТХ 112-3773 СБ, а для предупреждения касания дренажной трубки трубы коллектора на трубку в месте перехода ее через коллектор одет резиновый шланг. Причиной появления течи стало касание дренажной трубки о трубку коллектора и истирание ее вследствие вибрации частей генератора при работе, а резиновый шланг, установленный на трубку, для изоляции ее от коллектора, из-за отсутствия дополнительного индивидуального крепления, сдвинулся вниз, что привело к развитию дефекта.

### **2.2. Событие, произошедшее в 2003 г. на Ленинградской АЭС**

2.2.1. 19.12.2003 ТГ-5 Ленинградской АЭС был отключен от сети действием поперечной дифференциальной защиты. В предшествующие дни с 09.12.2003 отмечался рост температуры меди под клином паза статора № 33 до 65 °С и выше. Непосредственно перед отключением ТГ-5 защитой эта температура достигла 96 °С.

2.2.2. При осмотре места повреждения после вывода ротора и снятия верхней половины торцевого щита генератора установлено, что непосредственной причиной отключения ТГ-5 поперечной дифзащитой явилось повреждение обмотки статора с выплавлением меди в месте соединения нижнего стержня № 36 обмотки статора (после пайки) и токоведущей шины нулевого вывода 2С1 генератора.

2.2.3. Вероятной причиной выплавления меди обмотки статора явилось появление термических дефектов из-за ухудшения протока дистиллята при длительной эксплуатации генератора. В силу конструктивных особенностей современных мощных турбогенераторов снижение протока дистиллята возможно за счет частичных или полных закупорок каналов водяного тракта статора вследствие роста отложений в водяных каналах и утечек большого количества водорода в дистиллят.

2.2.4. Анализ данных химического контроля дистиллята ТГ-5, 6 Ленинградской АЭС в 2003 г. свидетельствует о необходимости совершенствования контроля качества дистиллята и ведения водно-химического режима, поскольку отмечаются периодические отклонения от требований «Стандарта предприятия. Водно-химический режим второго контура энергоблоков атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000» (СТП ЭО 0005-01), включая превышение допустимой концентрации меди ( $100 \text{ мкг/дм}^3$ ), снижение водородного показателя pH менее 6,7 ед. pH.

### 2.3. Событие, произошедшее в 2003 г. на Смоленской АЭС

2.3.1. При подъеме мощности реактора на энергоблоке № 2 САЭС 04.01.2003 с 920 МВт до 985 МВт действием защиты от замыкания на землю произошло отключение ТГ-3 энергоблока № 2.

2.3.2. Перед нарушением сработала предупредительная сигнализация (по термопреобразователю, заложенному под клином в пазу № 25) о повышении до  $75^\circ\text{C}$  температуры обмотки статора. Через двадцать минут температура под клином паза № 25 (температура стержня 25В) достигла максимального значения  $87^\circ\text{C}$ . С момента включения генератора в сеть 07.11.2002 температура стержня 25В постепенно увеличивалась от средней по генератору ( $40\text{--}42^\circ\text{C}$ ) до  $53^\circ\text{C}$ . При этом разница значений между температурой другого наиболее нагретого стержня (9В) за период с 20.11.2002 по 03.01.2003 достигла  $15^\circ\text{C}$ . Разница значений между температурой соседних стержней (24В и 26В) к моменту возникновения нарушения достигла  $10\text{--}13^\circ\text{C}$ .

2.3.3. По результатам испытаний и осмотра обмотки статора обнаружены:

1) излом корпусной изоляции на стержне 28Н со стороны возбuditеля по всему периметру стержня на расстоянии 150 мм от края сердечника, следы прохождения разряда от места пробоя в сторону сердечника;

2) нарушение изоляции на конце линейной части стержня 25В в виде излома по широким граням со стороны турбины и со стороны возбuditеля;

3) несоответствие расхода дистиллята по цепи охлаждения «стержень 28Н – шина  $C_4$  с концевым выводом – стержень 25В» ( $0,03 \text{ л/с}$  при норме  $0,153 \text{ л/с}$ );

4) посторонний предмет (кусочек припоя размером –  $35 \times 11 \text{ мм}$ ) в камере штуцера на выходе из стержня 8В.

2.3.4. При проведении в заводских условиях обследования соединительной шины  $C_4$  установлено, что причиной снижения расхода охлаждающей воды стала технологическая медная пробка, ошибочно установленная в ветви шины со

стороны стержня 28Н. Незначительный расход воды по цепи охлаждения «стержень 28Н – шина С<sub>4</sub> с концевым выводом – стержень 25В» существовал вследствие посторонних протечек. Нарушение циркуляции охлаждающего дистиллята по выше указанной цепи привело к повреждению корпусной изоляции стержней 25В и 28Н.

## Перечень принятых сокращений

АВР	автоматическое включение резерва
АЭС	атомная электрическая станция
БОУ	блочная обессоливающая установка
БЩУ	блочный щит управления
ВВТ	водно-водяной теплообменник
ВИУТ	ведущий инженер по управлению турбиной
ВУС	водоуказательное стекло
ГИС	главный инженер станции
ДКС	диафрагма консольная суживающая
Ду	диаметр условный
КИПиА	контрольно-измерительные приборы и автоматика
КУ	ключ управления
МФ	магнитный фильтр
НС	начальник смены
НСБ	начальник смены блока
ОГЦ	охлаждение генератора циркуляционное
Пом.	помещение
ППР	планово-предупредительный ремонт
ПТБ	правила техники безопасности
РВП	регистрация важных параметров
РМОТ	рабочее место оператора технолога
СОСГ	система охлаждения статора генератора
СЭМ	старший электромонтер
т/п	трубопровод
ТГ	турбогенератор
ТЗиБ	технологические защиты, блокировки и сигнализации
ТОиР	техническое обслуживание и ремонт
ТОС	теплообменный сосуд
ТЦ	турбинный цех
УВС	управляющая вычислительная система
УКТС	унифицированный комплекс технологических сигналов
ФВ	фильтр водяной
ФСД	фильтр смешанного действия
ХОВ	химически обессоленная вода

ЦТАИ	цех тепловой автоматике и измерений
ЦЦР	цех централизованного ремонта
ЭЦ	электрический цех

[illegible]