


Открытое акционерное общество  
«Концерн по производству электрической и тепловой энергии  
на атомных станциях»  
(ОАО «Концерн Росэнергоатом»)  
Филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция»  
(Балаковская АЭС)

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель главного  
инженера по эксплуатации

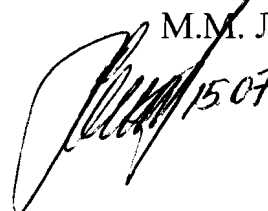
 А.М. Сиротин  
09.08.2010 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Деаэрационная установка  
ТО.1,2,3,4.RQ,RL.ОИТПЭ/120

РАЗРАБОТАНО

Начальник ОИТПЭ

 М.М. Лизунов  
15.07.2010 г.

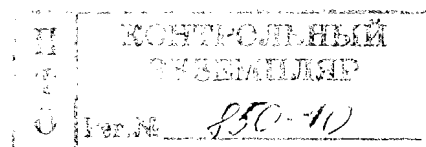
Дата введения в действие

30.08 2010 г.

Срок действия до

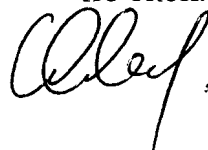
09.08.2015 г.

Балаково  
2010




## Лист согласования


Зам. главного инженера  
по эксплуатации блоков № 1, 2

 Ю.М. Марков  
23.07.2010 г.


Зам. главного инженера  
по эксплуатации блоков № 3, 4

 О.Е. Романенко  
22.07.2010 г.


Начальник ТЦ-1

 Л.Ю. Колпаков  
19.07.2010 г.


Начальник ТЦ-2

 С.А. Елецкий  
19.07.2010 г.

Начальник ЦТАИ

 А.Н. Морев  
20.07.2010 г.

Начальник ПТО

 М.В. Швецов  
03.08.2010 г.

## Содержание

1.	Общие положения .....	5
2.	Назначение системы .....	6
2.1.	Основание для применения деаэрационной установки .....	6
2.2.	Принцип термической деаэрации.....	8
2.3.	Назначение и принцип работы деаэрационной установки .....	9
2.4.	Проектные требования к деаэрационной установке .....	12
2.5.	Принципы построения схемы деаэрационной установки.....	14
3.	Описание системы.....	15
3.1.	Описание технологической схемы .....	15
3.2.	Связь с другими системами .....	22
3.3.	Основные отличия технологических схем .....	22
3.4.	Размещение оборудования системы.....	23
4.	Элементы системы .....	24
4.1.	Бак-аккумулятор.....	24
4.2.	Деаэрационная колонка .....	29
4.3.	Импульсное предохранительное устройство .....	31
4.4.	Регулирующий клапан давления пара (RQ21,22S08).....	36
4.5.	Пусковой регулирующий клапан давления пара (RQ22S09) .....	38
4.6.	Основной регулирующий клапан уровня (RM50S01).....	40
4.7.	Пуско-остановочный регулирующий клапан уровня (RM53S01).....	42
4.8.	Насос подпитки деаэраторов.....	44
4.9.	Арматура деаэрационной установки.....	50
4.10.	Технологические ограничения.....	51
4.11.	Нарушения в работе .....	53
5.	Системы контроля, управления и защиты .....	57
5.1.	Общие представления.....	57
5.2.	Блокировки деаэрационной установки .....	58
5.3.	Регулирование .....	61
5.4.	Сигнализация.....	71
6.	Контрольно-измерительные приборы.....	74
7.	Режимы эксплуатации системы.....	76
8.	Функциональное опробование и техническое обслуживание.....	79
8.1.	Функциональное опробование деаэрационной установки .....	79
8.2.	Техническое обслуживание.....	79
8.3.	Оперативное обслуживание .....	81
9.	Технические данные .....	84
9.1.	Технические данные бака-аккумулятора.....	84
9.2.	Технические данные деаэрационной колонки .....	84
9.3.	Технические данные импульсного клапана .....	85
9.4.	Технические данные главного предохранительного клапана .....	85
9.5.	Технические данные регулирующего клапана давления пара .....	86
9.6.	Технические данные пускового регулирующего клапана давления пара....	86
9.7.	Технические данные основного регулирующего клапана уровня.....	87

9.8. Технические данные пускового регулирующего клапана уровня .....	87
9.9. Технические данные НПД типа Кс 125-140 .....	88
9.10. Технические данные НПД типа КсВ 125-140.....	88
9.11. Расчет пропускной способности главных предохранительных клапанов деаэрационной установки.....	90
Перечень принятых сокращений .....	92

## 1. Общие положения

1.1. Настоящий документ представляет собой техническое описание деаэрационной установки блока 1000 МВт (далее – техническое описание), проектное обозначение деаэрационной установки – RL (далее – деаэрационная установка).

1.2. Данное техническое описание распространяется на оборудование деаэрационных установок энергоблоков 1-4 Балаковской АЭС.

1.3. Отличия для каждого энергоблока указаны по тексту в соответствующих разделах. Состав и границы деаэрационной установки приведены в соответствующих технологических схемах.

1.4. В состав деаэрационной установки входят:

- 1) два бака-аккумулятора;
- 2) четыре деаэрационные колонки;
- 3) 12 предохранительных клапанов;
- 4) регуляторы уровня в баках-аккумуляторах;
- 5) регуляторы давления греющего пара;
- 6) насос подпитки деаэраторов;
- 7) трубопроводы с арматурой;
- 8) КИПиА.

1.5. В техническом описании содержится подробная информация о назначении и принципах работы деаэрационной установки, конструкции оборудования и об особенностях эксплуатации.

1.6. В соответствии с «Общими положениями обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97» (ПНАЭ Г-01-011-97) оборудование деаэрационной установки относится к системам нормальной эксплуатации, важным для безопасности и имеет классификационное обозначение «ЗН».

1.7. При разработке данного технического описания была использована следующая документация:

- 1) инструкция по эксплуатации «Деаэрационная установка ТА К-1000-60/1500-2» (ИЭ.1.RQ,RL.ТЦ-1/19);
- 2) инструкция по эксплуатации «Деаэрационная установка ТА К-1000-60/1500-2» (ИЭ.2.RQ,RL.ТЦ-1/14);
- 3) инструкция по эксплуатации «Деаэрационная установка» (ИЭ.3.RL.ТЦ-2/08);
- 4) инструкция по эксплуатации «Деаэрационная установка» (ИЭ.4.RL.ТЦ-2/08);
- 5) альбом схем «Схемы технологических систем ТО» (АС.1.ТЦ-1/01);
- 6) альбом схем «Схемы технологических систем ТО» (АС.2.ТЦ-1/01);
- 7) альбом схем «Технологические схемы машзала турбинного цеха № 2» (АС.3.ТЦ-2/01);
- 8) альбом схем «Технологические схемы машзала турбинного цеха № 2» (АС.4.ТЦ-2/02);
- 9) паспорт «Деаэрационная колонка ДП-1600-2 и деаэраторный бак»;
- 10) «Деаэраторы. Инструкция по эксплуатации» (ИЭ-02-320-73);

- 11) паспорт «Агрегаты электронасосные Кс 125-140 и КсВ 125-140»;
- 12) паспорт «Агрегаты конденсатные насосные типа КС и КСД» (В-27626ПС);
- 13) технический паспорт «Клапан регулирующий» (1046-250-Э);
- 14) паспорт на арматуру «Клапан предохранительный» (7с-5-1);
- 15) инструкция по эксплуатации «Импульсно-предохранительное устройство» (ИЭ-02-162-72Э);
- 16) паспорт «Клапан импульсный» (ИК.0030.061-0-01ПС);
- 17) техническое описание и инструкция по эксплуатации «Клапан регулирующий» (И68051-500ТО);
- 18) паспорт «Клапаны регулирующие» (6с-9-1);
- 19) паспорт «Клапан регулирующий» (810-250-Э);
- 20) чертеж «Клапан регулятора уровня» (Б-528-08);
- 21) математическая запись «Алгоритмы технологических защит и блокировок турбинного отделения» (МЗ.1.ТЗБ.ЦТАИ/02);
- 22) математическая запись «Алгоритмы технологических защит и блокировок турбинного отделения» (МЗ.2.ТЗБ.ЦТАИ/02);
- 23) математическая запись «Алгоритмы технологических защит и блокировок турбинного отделения» (МЗ.3.ТЗБ.ЦТАИ/02);
- 24) математическая запись «Алгоритмы технологических защит и блокировок турбинного отделения» (МЗ.4.ТЗБ.ЦТАИ/02);
- 25) «Инструкция по оформлению производственно-технических документов Балаковской АЭС» (И.ПТО/01);
- 26) «Инструкция по построению, оформлению и содержанию технического описания системы (оборудования)» (И.ОТ/08).

## **2. Назначение системы**

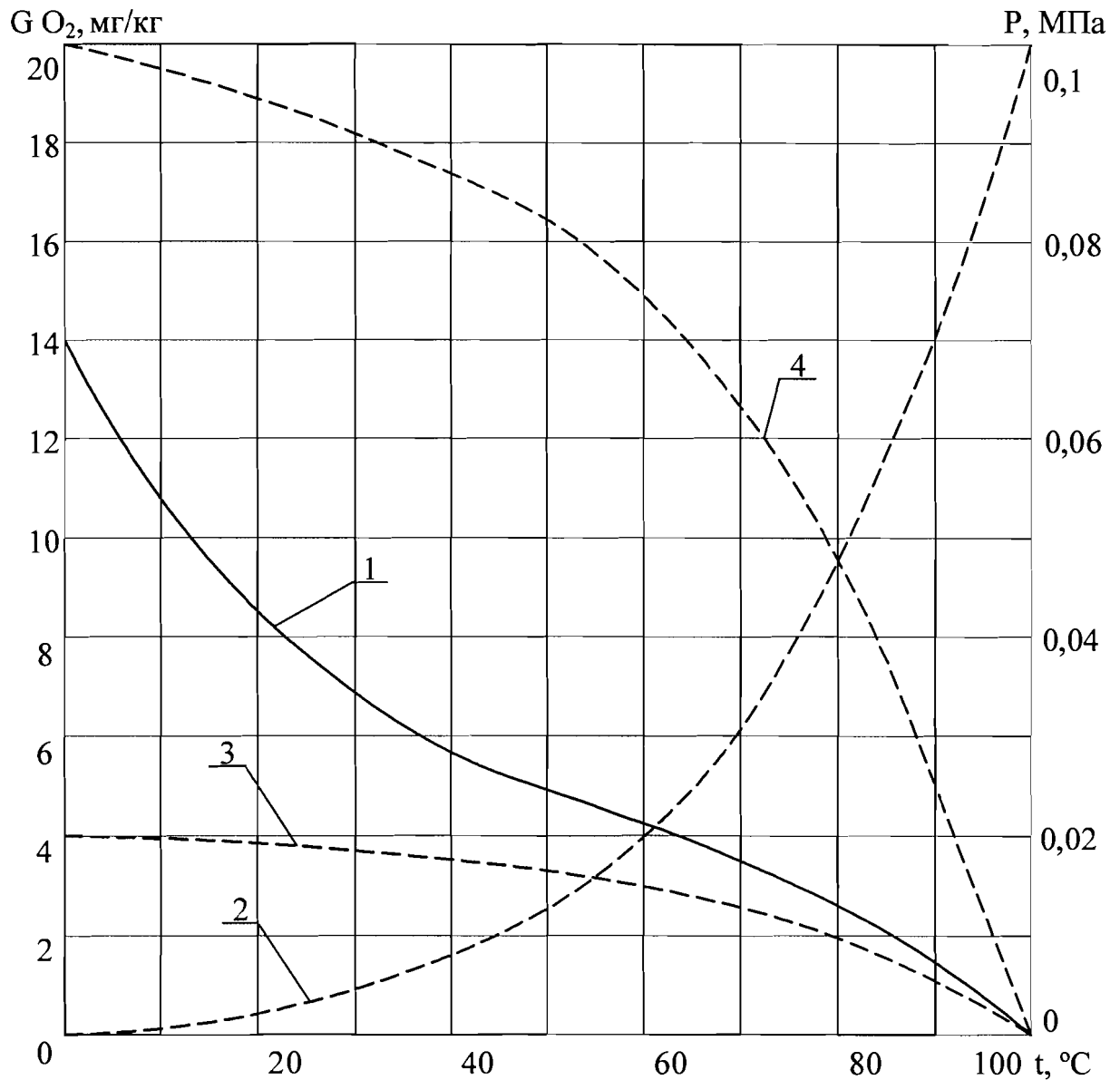
### **2.1. Основание для применения деаэрационной установки**

2.1.1. В тракте второго контура АС от конденсаторов турбины К-1000-60/1500-2 до парогенераторов происходят не только теплофизические, но и физико-химические преобразования теплоносителя (основного конденсата и питательной воды).

2.1.2. Вакуум, поддерживаемый в конденсаторах турбины, способствует проникновению в его паровой объем (межтрубное пространство) воздуха через неплотности в оборудовании (концевые уплотнения турбин, насосов, штоки арматуры, фланцевые соединения и люки) систем, работающих под вакуумом.

2.1.3. Воздух из межтрубного пространства конденсаторов удаляется эжекторами, однако часть его остается, и содержащийся в нем кислород растворяется в конденсате пара турбины, так как при низкой температуре растворимость кислорода в воде достаточно высока.

2.1.4. Зависимость парциальных давлений и растворимости кислорода от температуры воды при атмосферном давлении представлена на рис. 2.1.1.



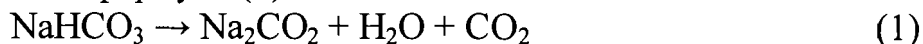
1 – содержание кислорода в воде; 2 – парциальное давление водяных паров; 3 – парциальное давление кислорода; 4 – парциальное давление воздуха;  $G$  – растворимость,  $P$  – парциальное давление кислорода,  $t$  – температура воды.

Рисунок 2.1.1 – Зависимость парциальных давлений и растворимости кислорода от температуры воды при атмосферном давлении

2.1.5. Теплообменная поверхность конденсаторов турбины работает в условиях перепада давления – по паровой стороне поддерживается вакуум, а давление охлаждающей воды выше атмосферного.

2.1.6. При нарушении плотности теплообменных трубок конденсаторов охлаждающая вода поступает в паровую часть конденсаторов, вследствие чего ухудшается качество конденсата за счет появления в нем хлоридов, бикарбонатов, карбонатов и кремниевой кислоты.

2.1.7. Кроме того, примеси, поступающие с присосом охлаждающей воды в конденсатор, способны подвергаться разложению в условиях повышенной температуры в ПВД. Так, бикарбонаты разлагаются с образованием карбонатов и свободной углекислоты, согласно формуле (1):



2.1.8. Углекислота является коррозионно-агрессивным агентом, особенно по отношению к углеродистым сталям, из которых изготовлены ПВД. Поэтому важным является ее удаление до поступления в ПВД.

2.1.9. Для удаления из основного конденсата растворенных газов на энергоблоках Балаковской АЭС применяется термическая деаэрация.

## 2.2. Принцип термической деаэрации

2.2.1. Термическая деаэрация является основным способом удаления из воды растворенных газов. Это обусловлено тем, что данный способ технологически вписывается в тепловую схему второго контура как ступень подогрева питательной воды.

2.2.2. Процесс термической обработки воды идет в основном в деаэрационных колонках.

2.2.3. Относительное содержание газов при растворении воздуха в воде отличается от их содержания в воздухе. Так, при температуре 0 °С и атмосферном давлении вода содержит по объему кислорода – 34,9 % (в воздухе – 21 %), углекислого газа – 2,5 % (в воздухе – 0,04 %), азота и других газов – 62,6 % (в воздухе – 78,96 %).

2.2.4. Принцип термической деаэрации воды основан на уменьшении растворимости газов в воде при уменьшении парциального давления данного газа над поверхностью воды.

2.2.5. Для снижения парциального давления газов вода в деаэрационной колонке должна быть нагрета до температуры насыщения.

2.2.6. При наличии в воде неконденсирующихся газов полное давление над кипящей водой можно выразить следующей формулой (2):

$$P = P_{\text{H}_2\text{O}} + \Sigma P_{\Gamma} \quad (2)$$

где  $P_{\text{H}_2\text{O}}$  – парциальное давление водяных паров,

$\Sigma P_{\Gamma}$  – парциальные давления неконденсирующихся газов.

2.2.7. Очевидно, что чем больше будет парциальное давление водяных паров  $P_{\text{H}_2\text{O}}$ , тем меньше парциальные давления неконденсирующихся газов  $\Sigma P_{\Gamma}$  и соответственно их содержание в деаэрируемой воде.

2.2.8. Если  $P \approx P_{\text{H}_2\text{O}}$ , то  $\Sigma P_{\Gamma} \approx 0$ , т.е. сущность термической деаэрации заключается в подогреве воды до кипения и создания над ней возможно большего парциального давления водяных паров.

## 2.3. Назначение и принцип работы деаэрационной установки

### 2.3.1. Деаэрационная установка предназначена:

- 1) для удаления из основного конденсата турбины коррозионно-активных газов (кислород, двуокись углерода) и образовавшихся при термическом разложении бикарбонатов и карбонатов;
- 2) для создания рабочего резерва питательной воды в баках-аккумуляторах, которые используются для компенсации небаланса между расходом питательной воды, подаваемой питательными насосами в ПП, и количеством основного конденсата турбины, подаваемого в деаэраторы;
- 3) для подогрева питательной воды в регенеративном цикле турбоустановки;
- 4) для приема и охлаждения (конденсации) перегретых конденсатов пара, дренажей и паровоздушных смесей;
- 5) для приема ХОВ с целью восполнения потерь теплоносителя второго контура при пуско-остановочных операциях на энергоблоке;
- 6) подачи пара на уплотнения и эжектора турбоустановки и ТПН при работе на номинальных параметрах;
- 7) создания подпора на всасе ТПН и ВПЭН.

2.3.2. Нагрев деаэрируемой воды до температуры насыщения еще не является достаточным условием для качественной деаэрации. Не менее важной задачей является создание условий для быстрого удаления выделившихся из воды растворенных газов.

2.3.3. В деаэрационных колонках газы удаляются паровой продувкой колонки снизу вверх навстречу потоку падающей воды, после чего парогазовая смесь удаляется в атмосферу или используется для собственных нужд второго контура. Этот поток называется выпаром.

2.3.4. Эффективность работы деаэратора в значительной степени зависит от количества выпара. Для деаэраторов повышенного давления выпар не должен быть ниже 1,5-2 кг пара на тонну воды.

2.3.5. На эффективность деаэрации влияет также температура поступающей в деаэратор воды. С повышением температуры воды, подводимой к деаэратору, вязкость и поверхностное натяжение воды уменьшаются, скорость диффузии кислорода в слое воды возрастает, и эффективность деаэрации улучшается.

2.3.6. Однако подавать в колонку воду с температурой, близкой к температуре насыщения, тоже не рекомендуется, поскольку это сокращает расход греющего пара и ухудшает условия вентиляции колонки. Минимальный нагрев воды в деаэраторе должен быть не ниже 5-6 градусов. Нагрев на 10-15 градусов считается оптимальным.

2.3.7. Поскольку в термическом деаэраторе одновременно с удалением газов ведется подогрев воды, то он служит в качестве одного из элементов регенеративной схемы второго контура.

2.3.8. «Холодные» потоки (основной конденсат, ХОВ), имеющие температуру меньше температуры насыщения, поступают в смесительное устройство деаэрационной колонки, расположенное в ее верхней части.

2.3.9. В смесительном устройстве разные потоки смешиваются, и по всему сечению деаэрационной колонки вода имеет одинаковую температуру.

2.3.10. Попадая на дырчатую тарелку, деаэрируемая вода разбивается на струи, движущиеся сверху вниз навстречу потоку греющего пара. При этом вода, перемешиваясь с паром, нагревается до температуры кипения (насыщения), все пространство деаэратора заполняется паром, парциальное давление над поверхностью деаэрируемой воды практически снижается до нуля, и из нее выделяются растворенные газы.

2.3.11. Далее деаэрируемая вода попадает на барботажное устройство, где она опять перемешивается с греющим паром, за счет чего поддерживается ее кипение.

2.3.12. Углекислый газ проникает в образовавшиеся в толще воды пузырьки пара и удаляется вместе с ними.

2.3.13. Чтобы выделившиеся из воды газы не скапливались в паровом пространстве и не снижали разность парциальных давлений в водяной и паровой фазе, они удаляются из деаэрационных колонок вместе с частью греющего пара.

2.3.14. Греющий пар подается через парораспределительный коллектор в нижнюю часть деаэрационной колонки.

2.3.15. Пар движется вверх, и основная его часть конденсируется при нагревании воды, а избыток вместе с выделившимися из воды газами отводится из верхней части колонки.

2.3.16. Далее деаэрированная вода поступает в бак-аккумулятор, где происходит дополнительное выделение газов, которые не успели выделиться в деаэрационной колонке или были захвачены струями воды.

2.3.17. Выделение оставшихся газов в баке-аккумуляторе происходит за счет нахождения над поверхностью воды греющего пара при этом вода в баке-аккумуляторе имеет температуру насыщения, т.е. сохраняются условия дегазации.

2.3.18. Принципиальное устройство деаэрационной колонки показано на рис. 2.3.1.

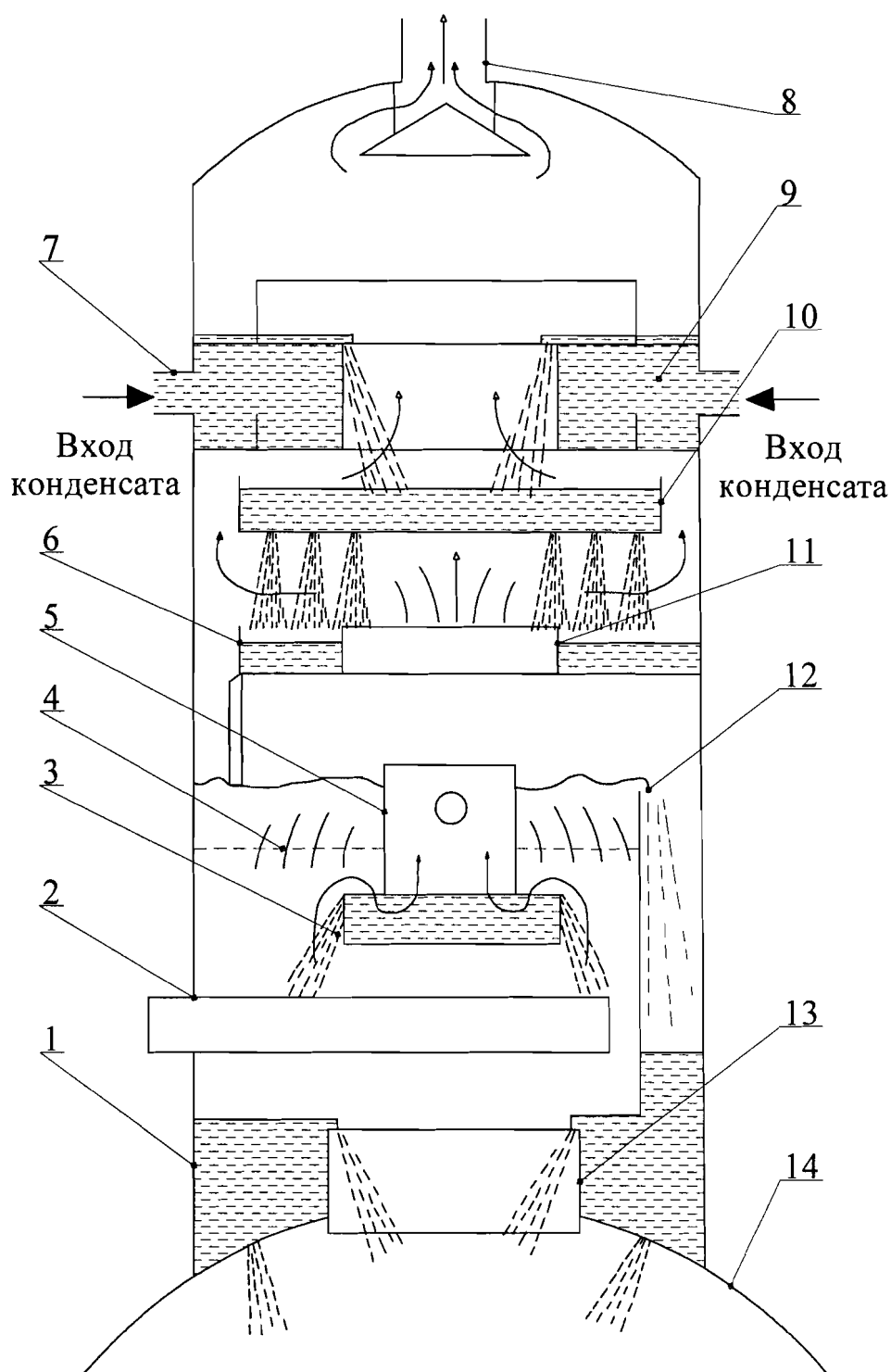
2.3.19. В цилиндрическом корпусе (1) установлены горизонтальные тарелки (перегородки) 6, 10.

2.3.20. При малых нагрузках (расходах питательной воды) поступающий через штуцеры (7) основной конденсат проходит последовательно через отверстия в тарелках и попадает на барботажный лист (4).

2.3.21. При больших нагрузках, когда уровень конденсата на тарелке (10) повышается, конденсат переливается через края и поступает в тарелку (6).

2.3.22. Греющий пар поступает в коллектор (2) под барботажный лист (4) к его отверстиям и проходит через них, создавая под листом устойчивый паровой слой.

2.3.23. Избыток греющего пара поступает в пространство между тарелками, отделенное от греющего пара гидрозатвором и омывает стекающие вниз струйки конденсата. Тепло от пара передается конденсату. Пар, достигнув температуры насыщения, конденсируется.



1 – корпус; 2 – коллектор греющего пара; 3 – поддон; 4 – барботажный лист; 5 – короб; 6 – перепускная тарелка; 7 – штуцер подвода основного конденсата; 8 – штуцер выпара; 9 – смешительная камера; 10 – дырчатая тарелка; 11 – парораспределительная решетка; 12 – порог барботажного листа; 13 – горловина; 14 – бак-аккумулятор.

Рисунок 2.3.1 – Принципиальное устройство деаэрационной колонки

2.3.24. Выпар удаляется через штуцер (8). Деаэрированная питательная вода переливается через порог (12) барботажного листа и по горловине (13) направляется в бак-аккумулятор (14).

2.3.25. Также для нагрева конденсата используются высокопотенциальные потоки – КГП ПВД, КС 1-ой ступени, КС 2-ой ступени СПП.

2.3.26. Кроме основного конденсата в колонке деаэрируется питательная вода, поступающая в деаэратор из линии рециркуляции ВПЭН и ХОВ от НВД.

2.3.27. Питание паром деаэрационных колонок осуществляется от КСН. В КСН пар может подаваться от трех источников:

- 1) 3-го отбора турбины (при нагрузке ТГ более 80 %  $N_{ном}$ );
- 2) БРУ-СН (при разогреве перед вводом в работу деаэрационной установки для предпусковой деаэрации воды);
- 3) общестанционного КСН.

## 2.4. Проектные требования к деаэрационной установке

### 2.4.1. Основные требования к деаэрационной установке:

- 1) скорость изменения давления пара в деаэраторах не должна превышать  $0,1 \text{ кгс/см}^2$  в минуту;
- 2) скорость прогрева и охлаждения стенок деаэратора должна быть не более  $60 \text{ }^\circ\text{C/ч}$  ( $1 \text{ }^\circ\text{C/мин}$ );
- 3) температура питательной воды после деаэраторов при заполнении расхолаженного и опорожненного ПГ по второму контуру должна отличаться от температуры металла ПГ не более чем на  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- 4) при подпитке неработающего, разогретого ПГ по второму контуру, разность между температурой теплоносителя первого контура и температурой питательной воды не должна превышать  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- 5) при работе реакторной установки на мощности давление пара в деаэраторах должно поддерживаться в пределах  $5,65\text{--}6,35 \text{ кгс/см}^2$ ;
- 6) при работающих ТПН или при работающих на сеть ВПЭН уровень воды в баках-аккумуляторах должен поддерживаться не менее 1500 мм;
- 7) при работе реакторной установки на мощности уровень воды в деаэраторах должен поддерживаться в пределах 2400-2600 мм;
- 8) расхолаживание Д-7 вести таким образом, чтобы скорость расхолаживания теплоносителя первого контура не превышала  $30^\circ\text{/ч}$ , начало расхолаживания, при температуре первого контура, не более  $220 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- 9) во избежание режима тепловой перегрузки деаэратора, сопровождающегося появлением гидроударов, тепловая мощность реакторной установки до включения турбогенератора в сеть не должна превышать более 40 % номинальной мощности;
- 10) температура основного конденсата, поступающего в колонки деаэраторов, всегда должна быть ниже температуры насыщения в деаэраторах (при  $R_d=6,0 \text{ кгс/см}^2$ ,  $T_s=164 \text{ }^\circ\text{C}$ ) не менее чем на  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

2.4.2. Нормы качества питательной воды парогенераторов при эксплуатации энергоблока на энергетических уровнях мощности не более 50 %  $N_{ном}$  должны соответствовать данным, приведенным в табл. 2.4.1.

Таблица 2.4.1

Нормируемые показатели			
Наименование показателя	Допустимые значения	Уровни отклонения от допустимых значений	
		1-ый уровень (15 суток → МКУ)	2-ой уровень (24 ч → «холодное» состояние)
Удельная электропроводимость Н-катионированной пробы, мкСм/см	Не более 0,5	0,5-1,0	Более 1,0
Концентрация кислорода, %	Не более 10	10-50	Более 50
Величина рН при 25 °С, ед. рН	8,8-9,2		
Концентрация железа, мкг/дм <sup>3</sup> , не более	15		
Концентрация меди, мкг/дм <sup>3</sup> , не более	2,5		
Контрольные уровни			
Концентрация гидразина, мкг/дм <sup>3</sup> , более	10		
Концентрация масел и тяжелых нефтепродуктов, мкг/дм <sup>3</sup> , не более	100		
Концентрация этаноламина, мг/дм <sup>3</sup>	0,7-1,2		

2.4.3. Нормы качества питательной воды парогенераторов при эксплуатации энергоблока на энергетических уровнях мощности более 50 %  $N_{ном}$  должны соответствовать данным, приведенным в табл. 2.4.2.

Таблица 2.4.2

Нормируемые показатели				
Наименование показателя	Допустимые значения	Уровни отклонения от допустимых значений		
		1-ый уровень (7 суток → ≤ 50 % $N_{ном}$ )	2-ой уровень (24 часа → МКУ)	3-й уровень (24 ч → «холодное» состояние)
Удельная электропроводимость Н-катионированной пробы, мкСм/см	Не более 0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	свыше 1,0

Нормируемые показатели				
Наименование показателя	Допустимые значения	Уровни отклонения от допустимых значений		
		1-ый уровень (7 суток → ≤ 50 % N <sub>ном</sub> )	2-ой уровень (24 часа → МКУ)	3-й уровень (24 ч → «холодное» состояние)
Концентрация кислорода, мкг/кг	Не более 10	10-30	30-50	свыше 50
Величина pH при 25 °С, ед. pH	9,0-9,2			
Концентрация железа, мкг/дм <sup>3</sup> , не более	10			
Концентрация меди, мкг/дм <sup>3</sup> , не более	2,5			
Концентрация гидразина, мкг/дм <sup>3</sup> , более	10			
Концентрация масел и тяжелых нефтепродуктов, мкг/дм <sup>3</sup> , не более	100			
Концентрация этаноламина, мг/дм <sup>3</sup>	0,8-1,2			

## 2.5. Принципы построения схемы деаэрационной установки

2.5.1. Системы и оборудование, обеспечивающие проведение термической деаэрации воды второго контура, объединены в деаэрационную установку.

2.5.2. Деаэраторы являются ключевым оборудованием деаэрационной установки и состоят из двух баков-аккумуляторов с установленными на каждом по две деаэрационные колонки.

2.5.3. Деаэраторы расположены в специальной выгородке турбинного отделения – деаэраторной этажерке. Для создания дополнительного давления (подпора) на входе в бустерные насосы и ВПЭН они установлены на отм. 27.

2.5.4. Основной конденсат после КЭН 2-ой ступени после прохождения регенеративной установки низкого давления (ПНД-1-4) с температурой 150 °С (расчетная при номинальной мощности турбоустановки) и расходом 4527 т/ч направляется в верхнюю часть деаэрационных колонок.

2.5.5. Для осуществления процесса деаэрации снизу в деаэрационные колонки подается греющий пар от коллектора собственных нужд, а сверху удаляется выпар (пар, газы) с расчетным расходом 8,74 т/ч.

2.5.6. Деаэраторы связаны между собой по воде и по пару уравнительными линиями для исключения разницы давлений и температур в баках-аккумуляторах.

2.5.7. Из баков-аккумуляторов питательная вода после очистки в механических фильтрах поступает на вход питательных насосов с температурой 164 °С.

2.5.8. Подпитка деаэраторов ХОВ осуществляется от НПД в пуско-остановочных режимах.

2.5.9. На трубопроводах подачи греющего пара и основного конденсата установлены регулирующие клапаны.

2.5.10. Регулирующие клапаны поддержания уровня в деаэраторе относятся к системе RM и расположены на напоре КЭН 2-ой ступени перед ПНД-1. По назначению клапаны подразделяются на пусковой регулирующий клапан и основной регулирующий клапан.

2.5.11. Регулирующие клапаны подачи греющего пара в деаэрационные колонки относятся к системе RQ и расположены на трубопроводах подачи греющего пара. По назначению клапаны подразделяются:

- 1) один – для прогрева и расхолаживания деаэраторов в переходных режимах;
- 2) два – для подачи греющего пара и поддержания давления во время работы (один – в работе, второй – в резерве).

### **3. Описание системы**

#### **3.1. Описание технологической схемы**

3.1.1. Деаэрационная установка включает в себя несколько систем и подсистем.

3.1.2. Деаэрационная установка представлена в альбомах технологических схем турбинных цехов АС.1.ТЦ-1/01, АС.2.ТЦ-1/01, АС.3.ТЦ-2/01, АС.4.ТЦ-2/02, в технологических схемах «Деаэрационно-питательная установка» (С.1.ТЦ-1/25, С.2.ТЦ-1/06, С.3.ТЦ-2/25, С.4.ТЦ-2/06), «Система основного конденсата турбины» (С.1.ТЦ-1/02, С.2.ТЦ-1/07, С.3.ТЦ-2/02, С.4.ТЦ-2/07), «Система химвосстановленной воды машзала» (С.1.ТЦ-1/36, С.2.ТЦ-1/14, С.3.ТЦ-2/36, С.4.ТЦ-2/02).

3.1.3. Основной конденсат после КЭН 2-ой ступени поступает к регулирующим клапанам (RM50S01, RM53S01) уровня в деаэраторах, далее последовательно проходит ПНД-1 (RH71,72,73W01), ПНД-2 (RH61,62W01), ПНД-3 (RH50W01), ПНД-4 (RH40W01).

3.1.4. После ПНД-4 основной конденсат направляется в четыре деаэрационные колонки (RL21W01, RL21W02, RL22W01, RL22W02), попарно расположенные на баках-аккумуляторах (RL21B01, RL22B01).

3.1.5. Из баков-аккумуляторов питательная вода, пройдя механическую очистку в фильтрах (RL31N01,02, RL32N01,02), поступает на вход бустерных насосов (RL31,32D01) и ВПЭН (RL51,52D01).

3.1.6. Для выравнивания температур и давлений питательной воды на выходе из баков-аккумуляторов последние соединены между собой уравнивательными линиями (трубопроводами) по пару и воде, а питательная вода после баков-аккумуляторов поступает в общий коллектор.

3.1.7. Греющий пар поступает из КСН в парораспределительный коллектор деаэраторов. Коллектор защищен от повышения давления ИПУ (RQ20S01-12).

3.1.8. Количество ИПУ для защиты от превышения давления в деаэрационной установке выбрано по пропускной способности предохранительных устройств, где учитывается суммарная производительность всех возможных источников давления с учетом анализа проектных аварий, способных привести к повышению давления.

3.1.9. Расчет пропускной способности главных предохранительных клапанов деаэрационной установки RQ20S01-12 приведен в подразделе 9.11.

3.1.10. Расход пара в деаэраторы определяется пропускной способностью следующими источниками давления:

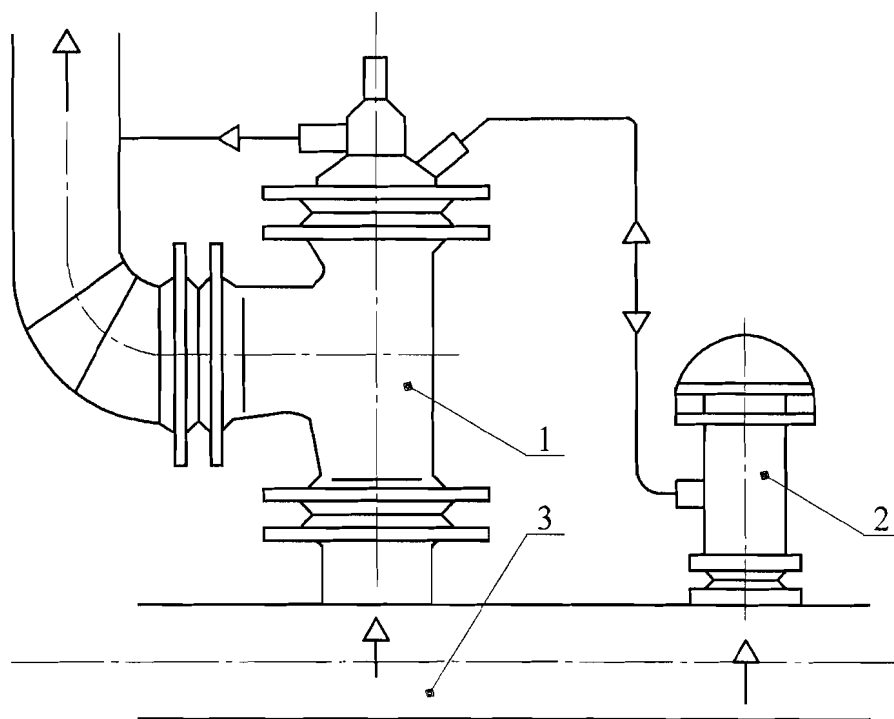
- 1) БРУ-СН RQ11S01, RQ12S01 с максимальной пропускной способностью  $400 \times 2 = 800$  т/ч;
- 2) регуляторами давления в деаэраторах RQ21S08, RQ22S08 с максимальной пропускной способностью  $300 \times 2 = 600$  т/ч

3.1.11. По результатам расчета суммарная пропускная способность предохранительных клапанов RQ20S01-12 составляет 949,1 т/ч и превышает максимальную пропускную способность регуляторов давления деаэраторах (600 т/ч) и одновременно превышает максимальную пропускную способность БРУ-СН (800 т/ч). Условие выбора количества ИПУ для защиты от превышения давления в деаэрационной установке соблюдено.

3.1.12. Подключение ИПУ к трубопроводу представлено на рис. 3.1.1.

3.1.13. Для осуществления деаэрации воды при пуске энергоблока трубопроводы рециркуляции ВПЭН заведены в деаэрационные колонки. Рециркуляция ТПН поступает в баки-аккумуляторы.

3.1.14. Для заполнения деаэратора и его подпитки ХОВ в системе УА установлен НПД.



1 — главный предохранительный клапан; 2 — импульсный клапан; 3 — паропровод.

Рисунок 3.1.1 – Подключение ИПУ к трубопроводу

3.1.15. В деаэрационные колонки заведены следующие потоки:

- 1) основной конденсат;
- 2) ХОВ;
- 3) рециркуляция ВПЭН;
- 4) греющий пар из КСН;
- 5) выпар из расширителя продувки ПГ;
- 6) отсос паровоздушной смеси из ПВД-6,7;
- 7) очищенная продувка ПГ.

3.1.16. В баки-аккумуляторы заведены следующие потоки:

- 1) деаэрированная вода из деаэрационных колонок;
- 2) рециркуляция ТПН;
- 3) КГП из ПВД-6;
- 4) КГП КС 1-ой ступени СПП;
- 5) КГП КС 2-ой ступени СПП.

3.1.17. Из баков-аккумуляторов отводятся следующие потоки:

- 1) питательная вода на всас ТПН и ВПЭН;
- 2) опорожнение баков в РДМ;
- 3) пар на эжектора и уплотнения турбины и ТПН.

3.1.18. Схемы обвязки деаэраторов энергоблоков 1-4 представлены на рис. 3.1.2-3.1.5.

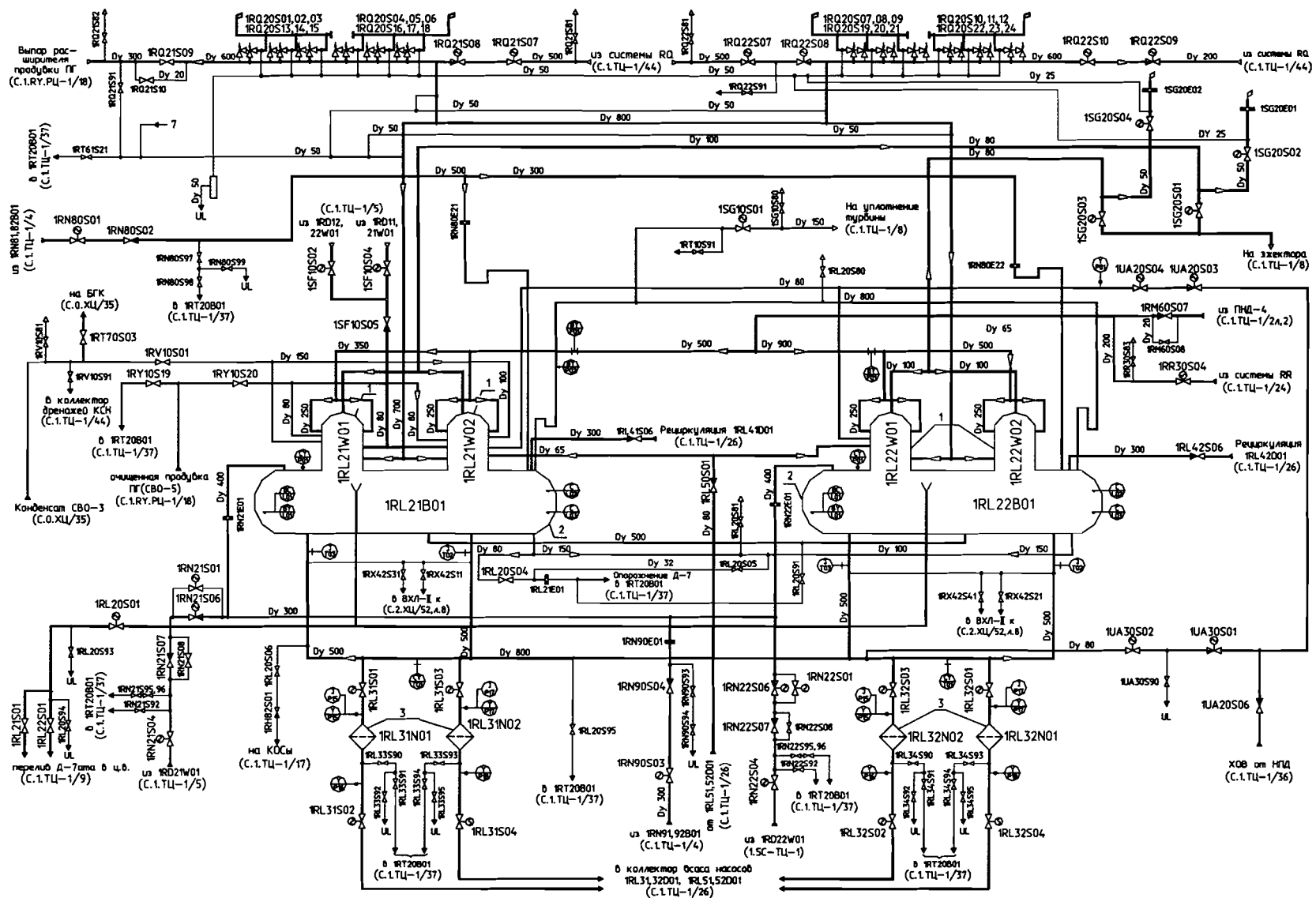


Рисунок 3.1.2 – Схема обвязки деаэраторов, энергоблок 1

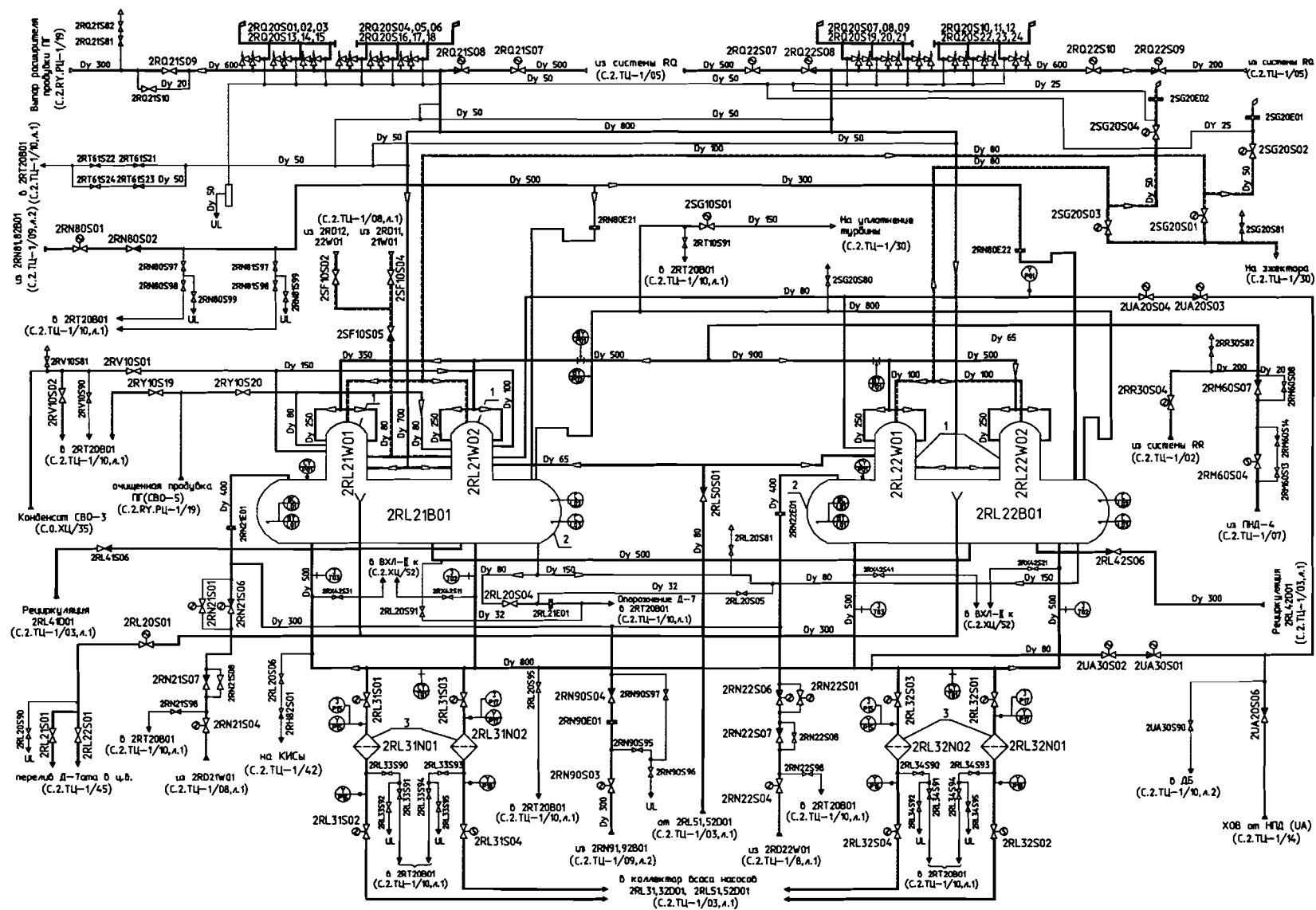


Рисунок 3.1.3 – Схема обвязки деаэраторов, энергоблок 2

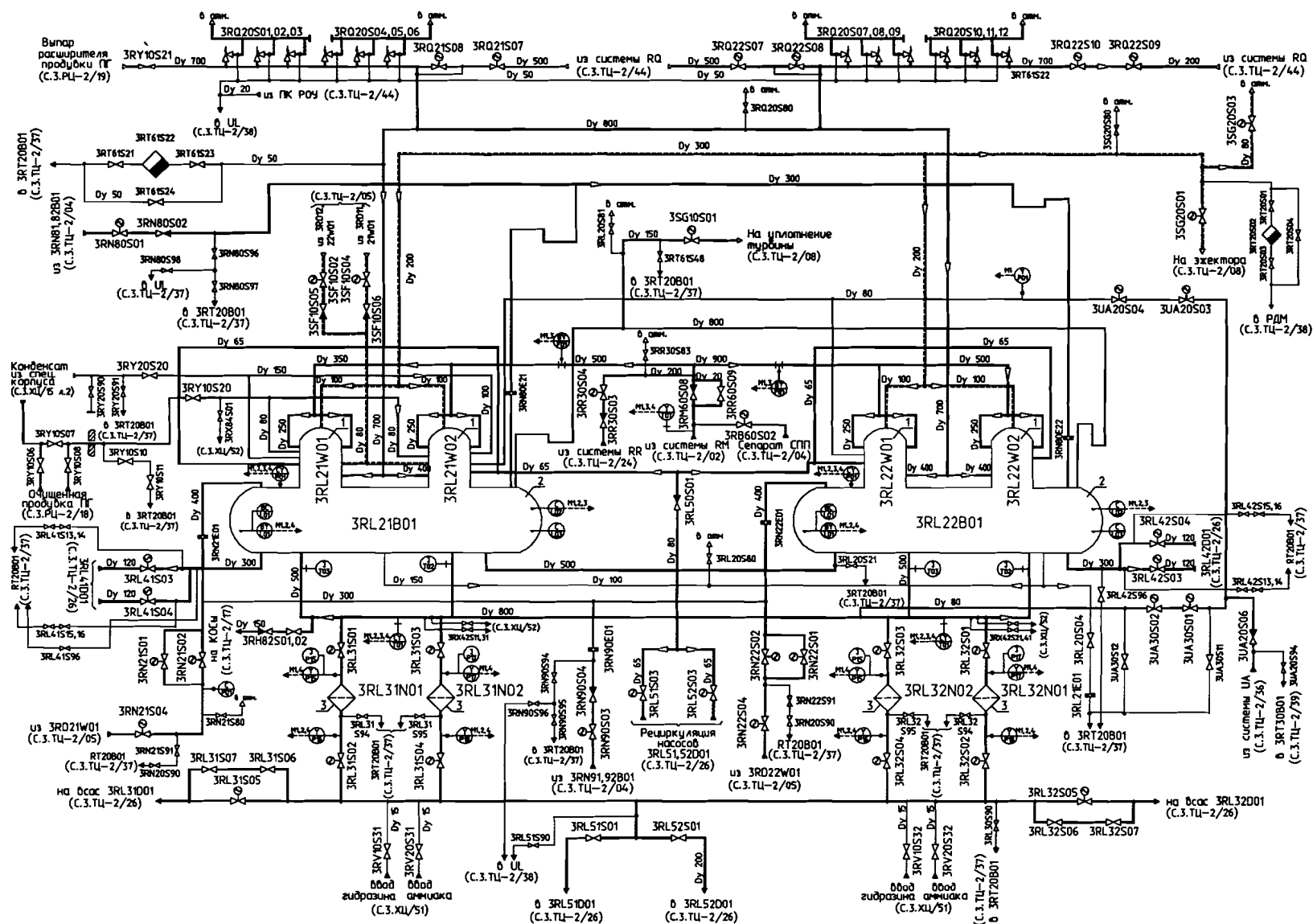
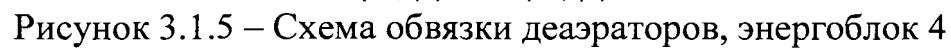


Рисунок 3.1.4 – Схема обвязки деаэраторов, энергоблок 3



### 3.2. Связь с другими системами

#### 3.2.1. Деаэрационная установка технологически связана с:

- 1) системой основного конденсата турбины (RM) и обеспечивает его нагрев до температуры насыщения при рабочем давлении в деаэраторах и термическую деаэрацию, граничная арматура с системой RM – RM60S04, RM61S02;
- 2) системой трубопроводов питательной воды (RL) и обеспечивает аккумуляцию питательной воды в баках-аккумуляторах, прием питательной воды по трубопроводам рециркуляции ТПН и ВПЭН, граничная арматура с системой трубопроводов питательной воды – RL31S01, RL31S03, RL32S01, RL32S03, RL41S03, RL41S04, RL42S03, RL42S04, RL51S03, RL52S03;
- 3) коллектором собственных нужд (RQ), который обеспечивает подачу греющего пара в деаэрационные колонки, граничная арматура с системой RQ – RQ21S07, RQ22S07, RQ22S10;
- 4) системой регенерации высокого давления (RN, SF) и обеспечивает прием КГП и ПВС ПВД для нагрева основного конденсата и повышения КПД цикла, граничная арматура – RN21S04, RN22S04, SF10S02, SF10S04;
- 5) системой сепарации и конденсата греющего пара СПП (RN, RB) и обеспечивает прием КГП СПП от КС 1-ой и КС 2-ой ступени, граничная арматура – RN80S01, RN90S03; RB60S02 – только для блока 4;
- 6) системой циркуляции турбины (VC) (для блоков 1, 2), которая обеспечивает прием воды из трубопроводов перелива деаэраторов, граничная арматура с системой (VC) – RL20S01;
- 7) системой продувки парогенераторов (RY) и обеспечивает прием выпара расширителя продувки ПГ и очищенной продувки ПГ (СВО-5), граничная арматура с системой RY – RY10S20, RY20S20, RY10S21; для блока 2 RQ21S09,10.
- 8) системой подачи пара на эжекторы и уплотнения (SG) и обеспечивает подачу пара на уплотнения турбины и ТПН и эжекторы, граничная арматура с системой SG – SG20S01, SG20S03, SG10S01;
- 9) системой расхолаживания через технологический конденсатор (RR) и обеспечивает прием конденсата пара RR20W01 в трубопровод основного конденсата перед деаэрационными колонками, граничная арматура – RR30S04;
- 10) системой ХОВ машзала (UA) и обеспечивает прием ХОВ для заполнения деаэраторов и поддержания уровня, граничная арматура – UA20S02, UA20S04;
- 11) системой откачки дренажных вод машинного зала (UL), которая обеспечивает прием и откачку дренажей деаэрационной установки;
- 12) системой дренажей машзала (RT), которая обеспечивает прием дренажей деаэрационной установки;
- 13) системой СВО-3, граничная арматура RV10S01.

### 3.3. Основные отличия технологических схем

3.3.1. Схемы деаэрационных установок блоков 1, 2, 3, 4 принципиально не различаются.

3.3.2. Исключение составляет трубопровод перелива деаэраторов. На блоках № 1, 2 перелив заведен в сливные циркуловоды конденсатора SD11.

3.3.3. На блоках 3, 4 трубопроводы перелива из деаэраторов отсутствуют.

### 3.4. Размещение оборудования системы

3.4.1. Оборудование деаэрационной установки размещено в машзале турбинного отделения. Перечень основного оборудования приведен в табл. 3.4.1.

Таблица 3.4.1

Наименование	Оперативное обозначение	Ряд	Ось	Отметка, м
Бак-аккумулятор	RL21B01	Б-В	3	27
Бак-аккумулятор	RL22B01	Б-В	6	27
Деаэрационная колонка	RL21W01	Б-В	3	27
Деаэрационная колонка	RL21W02	Б-В	3	27
Деаэрационная колонка	RL22W01	Б-В	6	27
Деаэрационная колонка	RL22W02	Б-В	6	27
НПД блоков 1,3,4	UA20D01	Б-В	8	- 3,6
НПД блока 2	UA20D01	Б-В	8	0,0
РУД	RM50S01	Б-В	6	5,6
Пуско-остановочный РУД	RM53S01	Б-В	6	5,6
Регулирующий клапан на подаче греющего пара в деаэратор № 1	RQ21S08	В	4-5	27
Регулирующий клапан на подаче греющего пара в деаэратор № 2	RQ22S08	В	4-5	27
Пусковой регулирующий клапан на подаче греющего пара	RQ22S09	В	6	27
Регулирующий клапан на подаче ХОВ в деаэрационные колонки	UA20S03	Б-В	6	27

## 4. Элементы системы

### 4.1. Бак-аккумулятор

4.1.1. Бак-аккумулятор представляет собой горизонтальный цилиндрический сосуд длиной 23415 мм. Для компенсации температурных расширений бак установлен на опоры-катки. Средний упор выполнен неподвижным. Расширение бака идет вправо и влево от средней опоры.

4.1.2. Корпус бака внутренним диаметром 3442 мм выполнен из сварных листов с толщиной стенки крайних обечаек 16 мм.

4.1.3. Сверху к корпусу бака приварены две горловины деаэрационных колонок, а по всей длине сверху и снизу приварены штуцеры технологических трубопроводов и КИП.

4.1.4. Для осмотра внутренней поверхности и выполнения ремонта бака-аккумулятора смонтирован ремонтный люк. К нижней образующей люка приварена скоба с наклонной металлической лестницей, лучи которой снизу приварены к баку.

4.1.5. Уровень в баке-аккумуляторе контролируется при помощи датчиков уровня и двух ВУС.

4.1.6. Тарировка бака-аккумулятора представлена в табл. 4.1.1.

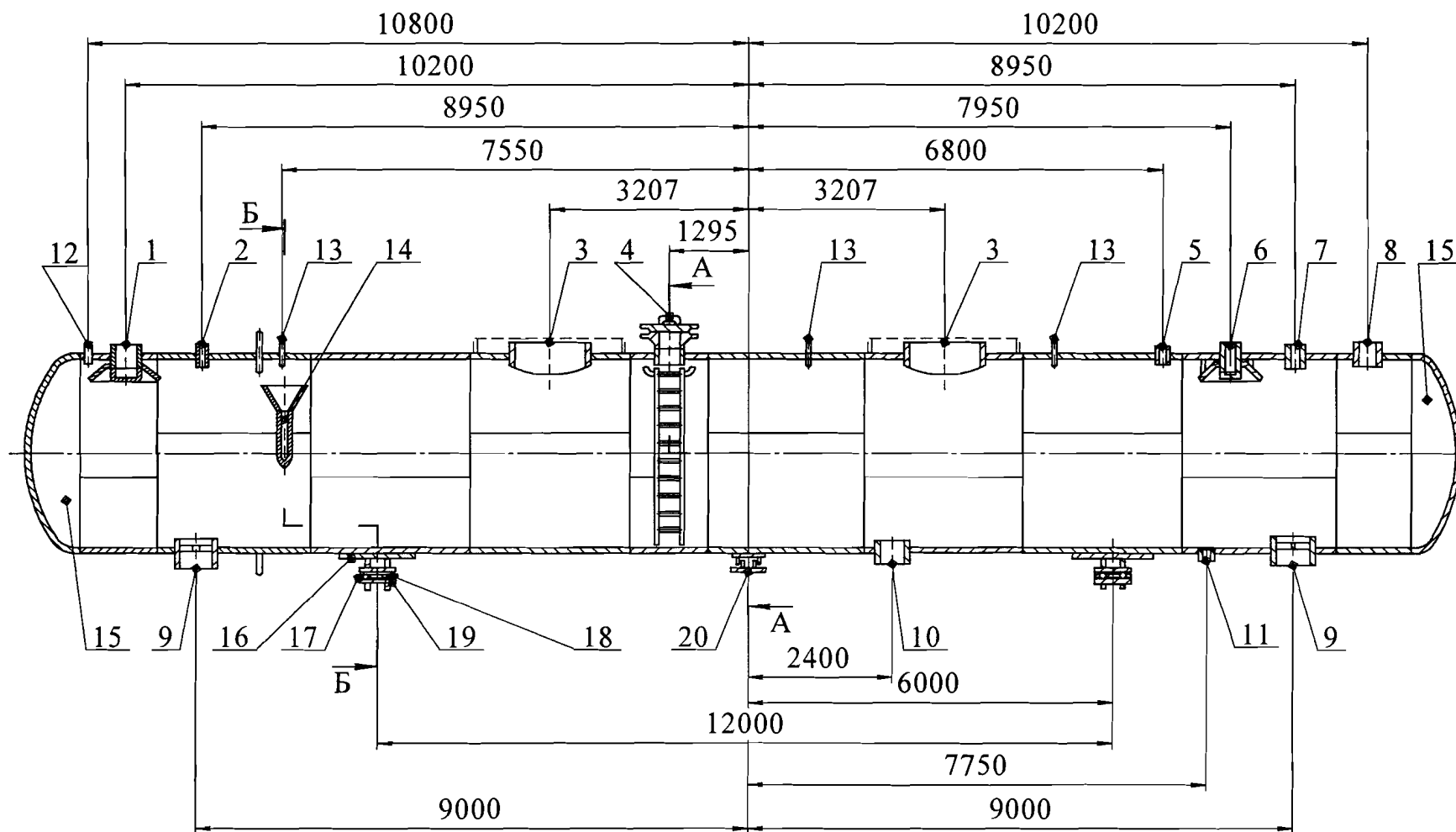
Таблица 4.1.1

Уровень Н, см	Объем V, м <sup>3</sup>	Уровень Н, см	Объем V, м <sup>3</sup>	Уровень Н, см	Объем V, м <sup>3</sup>
0	0	120	56,1	240	135,2
5	0,5	125	59,3	245	138,3
10	1,5	130	62,6	250	141,4
15	2,8	135	65,8	255	144,4
20	4,2	140	69,1	260	147,4
25	5,9	145	72,4	265	150,3
30	7,7	150	75,7	270	153,1
35	9,6	155	79,1	275	155,9
40	11,7	160	82,4	280	158,7
45	13,9	165	85,8	285	161,3
50	16,2	170	89,5	290	163,9
55	18,6	175	92,5	295	166,4
60	21,1	180	95,9	300	168,8
65	23,7	185	99,2	305	171,1
70	26,3	190	102,6	310	173,3
75	29,1	195	105,9	315	175,4
80	31,9	200	109,3	320	177,3
85	34,7	205	112,6	325	179,1

Уровень Н, см	Объем V, м <sup>3</sup>	Уровень Н, см	Объем V, м <sup>3</sup>	Уровень Н, см	Объем V, м <sup>3</sup>
90	37,6	210	115,9	330	180,8
95	40,6	215	119,2	335	182,2
100	43,6	220	122,4	340	183,5
105	46,7	225	125,7		
110	49,8	230	128,9		
115	52,9	235	132,1		

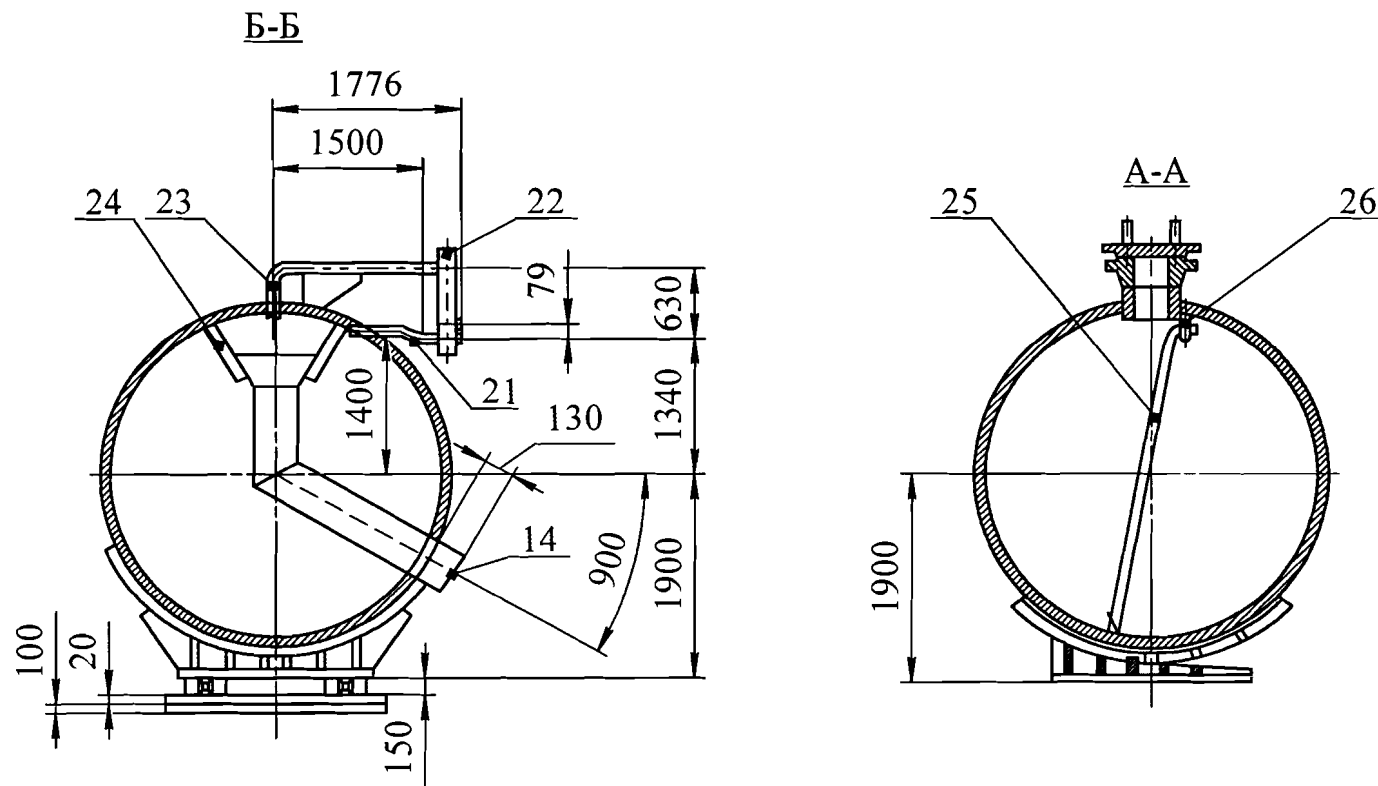
4.1.7. Чертеж бака-аккумулятора представлен на рис. 4.1.1, части 1, 2, 3.

4.1.8. Технические данные бака-аккумулятора приведены в подразделе 9.1.



1 – штуцер КГП ПВД-6; 2, 6 – штуцер КГП СПП; 3 – горловина; 4 – люк; 5 – штуцер резервный; 7 – штуцер рециркуляции ТПН; 8 – штуцер уравнительного трубопровода по пару; 9 – штуцер на выходе питательной воды; 10 – штуцер уравнительного трубопровода по воде; 11 – штуцер опорожнения бака; 12 – штуцер для импульсного клапана; 13 – штуцер КИП; 14 – труба перелива (на блоках № 3, 4 отсутствует); 15 – днище; 16 – лист подкладной; 17 – опора, 18 – плита; 19 – тележка; 20 – упор средний.

Рисунок 4.1.1 – Бак-аккумулятор. Часть 1



21 – штуцер нижний бака забора импульса; 22 – бачок для забора импульса; 23 – труба; 24 – ребро; 25 – лестница; 26 – скоба.

Рисунок 4.1.1 – Бак-аккумулятор (разрезы). Часть 2



#### 4.2. Деаэрационная колонка

4.2.1. Деаэрационная колонка ДП-1600-2 – струйно-барботажного типа.

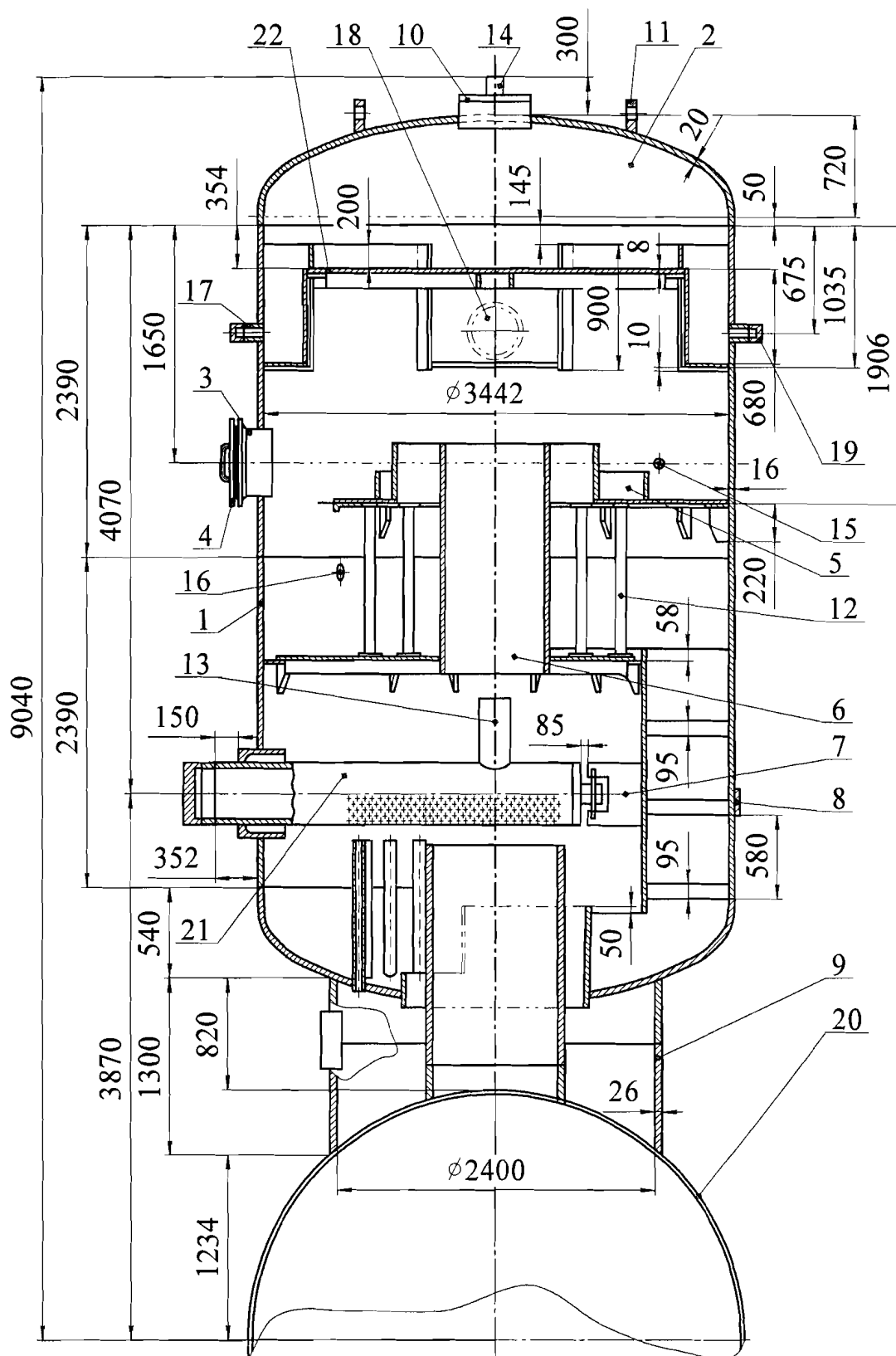
4.2.2. Чертеж деаэрационной колонки представлен на рис. 4.2.1.

4.2.3. Деаэрационная колонка состоит из:

- 1) цилиндрического корпуса (1) с приваренным к нему верхним днищем (2);
- 2) горловины (9), которая соединяет деаэрационную колонку с баком-аккумулятором (20);
- 3) люка (3) с крышкой (4);
- 4) коллектора подвода пара (21);
- 5) штуцеров технологических трубопроводов и КИП (14-19);
- 6) внутрикорпусных деталей (5, 6, 7, 12, 13, 22).

4.2.4. Для монтажа и демонтажа колонки к верхнему ее днищу приварены проушины (11).

4.2.5. Технические данные деаэрационной колонки приведены в подразделе 9.2.



1 – корпус; 2 – днище верхнее; 3 – люк; 4 – крышка люка; 5 – тарелка пере-  
ливная; 6 – барботаж; 7 – опора; 8 – заводская табличка; 9 – горловина;  
10 – доньшко; 11 – проушина; 12 – уголок 100x100x10 мм; 13 – труба; 14 – шту-  
цер выпара деаэратора; 15 – штуцер КИП; 16 – штуцер ПВС из ПВД; 17 – штуцер  
СВО; 18 – штуцер основного конденсата; 19 – штуцер ХОВ; 20 – бак-  
аккумулятор; 21 – паровой коллектор; 22 – смесительное устройство (камера).

Рисунок 4.2.1 – Чертеж деаэрационной колонки

### 4.3. Импульсное предохранительное устройство

4.3.1. Главный предохранительный клапан совместно с ИК представляют собой ИПУ, которое предназначено для предохранения трубопроводов и сосудов от повышения давления пара в них выше допустимого.

4.3.2. Основными компонентами ИПУ являются:

- 1) главный предохранительный клапан;
- 2) импульсный предохранительный клапан.

4.3.3. На коллекторе греющего пара деаэраторов установлены главные предохранительные клапаны, аналогичные установленным на КСН.

4.3.4. Импульсный клапан предназначен для автоматического управления главным предохранительным клапаном.

4.3.5. Чертеж импульсного клапана представлен на рис. 4.3.1.

4.3.6. Импульсный клапан состоит из:

- 1) сильфонного узла (1);
- 2) седла (2) с конической уплотнительной поверхностью;
- 3) тарели (3) с прямоугольной уплотнительной кромкой;
- 4) корпуса (4);
- 5) направляющей (6) с расположенным внутри штоком (9);
- 6) опоры (7), на которую воздействует пружина (8);
- 7) крышки (10).

4.3.7. Клапаны ИПУ устанавливаются только на горизонтальных участках трубопроводов в строго вертикальном положении.

4.3.8. В нормальном режиме работы ИК находится в закрытом положении. Пружина (8) прижимает тарель (3) к седлу (2), обеспечивая герметичность.

4.3.9. При повышении давления в деаэраторах и достижении давления настройки (открытия) пружина под действием давления пара на тарель сжимается и клапан открывается.

4.3.10. Пар от ИК по трубопроводу поступает в поршневую камеру главного предохранительного клапана, который открывается и выпускает пар в атмосферу.

4.3.11. Происходит снижение давления пара в деаэраторах до рабочего – под действием пружины (8) тарель (3) садится на седло (2) и подача пара в главный предохранительный клапан прекращается.

4.3.12. Для согласованной работы ИК и ГПК в линии сброса давления из рабочей камеры ГПК установлена дроссельная шайба диаметром 8 мм.

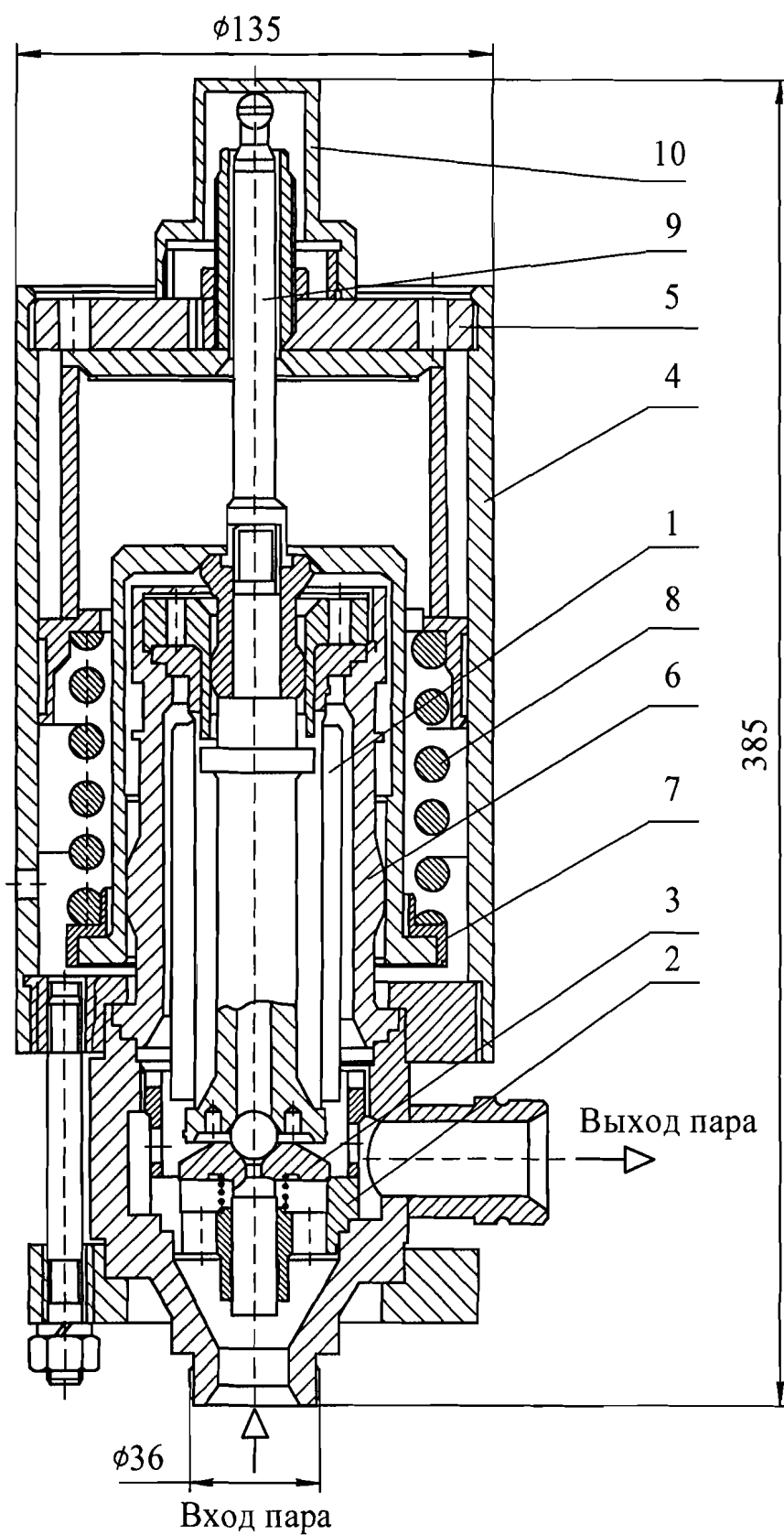
4.3.13. С помощью приспособления, которое устанавливается на ИК, выполняется принудительное открытие или закрытие ИК.

4.3.14. Чертеж приспособления для принудительного открытия импульсного клапана представлен на рис. 4.3.2.

4.3.15. Для принудительного открытия или закрытия ИК снимается крышка (10) и приспособление наворачивается на резьбу фланца ИК до упора.

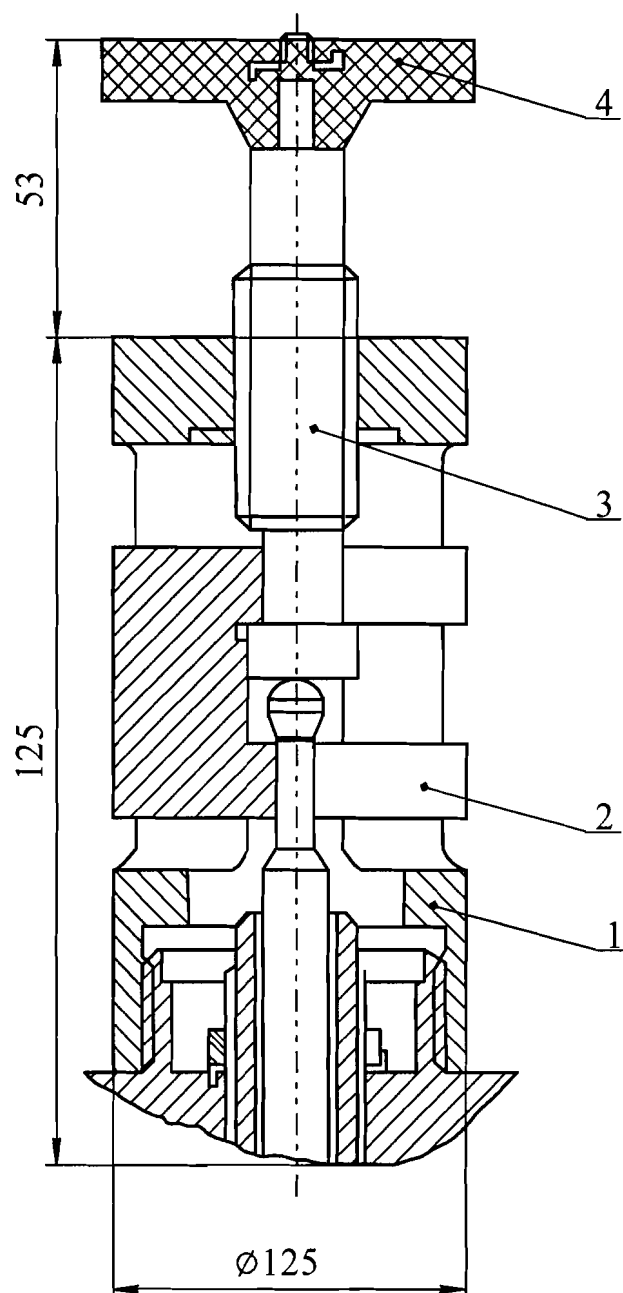
4.3.16. Скоба (2) вставляется в паз стакана (1), охватывая одновременно шток ИК и шток (3) приспособления.

4.3.17. Для открытия ИК маховик (4) необходимо вращать по направлению стрелки «Откр», для закрытия – по направлению стрелки «Закр».



1 – сильфонный узел; 2 – седло; 3 – тарель; 4 – корпус; 5 – крышка; 6 – направляющая; 7 – опора; 8 – пружина; 9 – шток; 10 – крышка регулировочного винта.

Рисунок 4.3.1 – Чертеж импульсного клапана



1 – стакан; 2 – скоба; 3 – шток; 4 – маховик.

Рисунок 4.3.2 – Чертеж приспособления для принудительного открытия импульсного клапана

4.3.18. Чертеж главного предохранительного клапана представлен на рис. 4.3.3.

4.3.19. Главный предохранительный клапан состоит из:

- 1) литого корпуса (1) с крышкой (5);
- 2) штока, разделенного на верхний (6) и нижний (3);
- 3) поршня (4);
- 4) спиральной пружины (7).

4.3.20. Корпус и крышка предохранительного клапана изготавливаются из литой углеродистой или легированной стали, а уплотнительные поверхности корпуса и золотника наплавляются нержавеющей сталью.

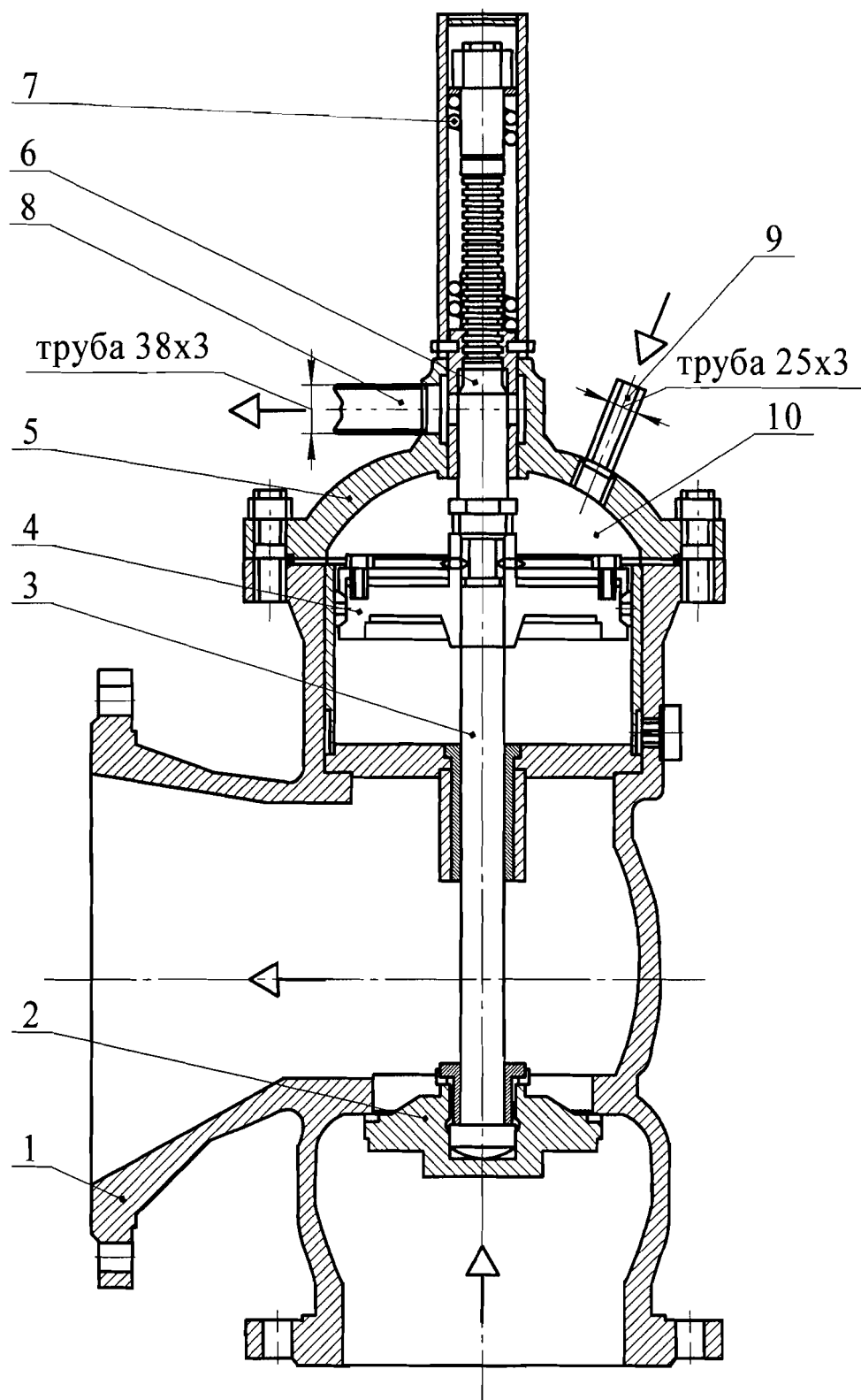
4.3.21. Присоединение предохранительных клапанов к защищаемому трубопроводу и трубопроводу выхлопа – фланцевые.

4.3.22. Пар от ИК (9) поступает в поршневую камеру (10).

4.3.23. Давление пара, поступающего от ИК, и давление в защищаемом трубопроводе равны, но за счет разницы площадей поршня (4) и золотника (2) шток клапана, сжимая пружину (7), перемещается вниз и клапан открывается.

4.3.24. Пар из клапана поступает в трубопровод выхлопа и отводится за пределы машзала в атмосферу.

4.3.25. Технические данные ИПУ приведены в подразделах 9.3, 9.4.



1 – корпус; 2 – золотник; 3 – нижний шток; 4 – поршень; 5 – крышка;  
 6 – верхний шток; 7 – спиральная пружина, 8 – выход пара из рабочей камеры;  
 9 – вход пара от ИК, 10 – поршневая камера.

Рисунок 4.3.3 – Главный предохранительный клапан

#### 4.4. Регулирующий клапан давления пара (RQ21,22S08)

4.4.1. Регулирующий клапан типа И68051-500 двухседельный предназначен для регулирования расхода и давления пара в деаэраторах.

4.4.2. Двухседельные регулирующие клапаны, несмотря на некоторое усложнение конструкции, имеют в полтора раза большую пропускную способность, чем односедельные.

4.4.3. Благодаря уравновешенной конструкции плунжера значительно снижается перестановочное усилие, а следовательно, уменьшается мощность и габариты привода.

4.4.4. Установочное положение клапанов на трубопроводах – любое, рекомендуемое крышкой вверх. В случае установки клапанов в наклонном положении следует обеспечить их дополнительное крепление.

4.4.5. Управление клапаном осуществляется с помощью механизма электрического многооборотного. Крутящий момент привода через шарнирную муфту передаётся на втулку резьбовую, которая преобразовывает движение привода в поступательное движение штока и жёстко связанного с ним плунжера.

4.4.6. При этом изменяется площадь проходных отверстий в затворе и регулируется расход рабочей среды. При посадке плунжера на седла происходит перекрытие потока рабочей среды.

4.4.7. Муфта предельного момента МЭМ должна быть настроена на крутящий момент, обеспечивающий на шарнирной опоре клапана момент 12 кгс/м.

4.4.8. Полный ход клапана обеспечивается вращением выходного вала МЭМ на семь полных оборотов.

4.4.9. Корпус клапана имеет сферическую форму, которая позволяет получить высокую пропускную способность в сочетании с минимальной массой.

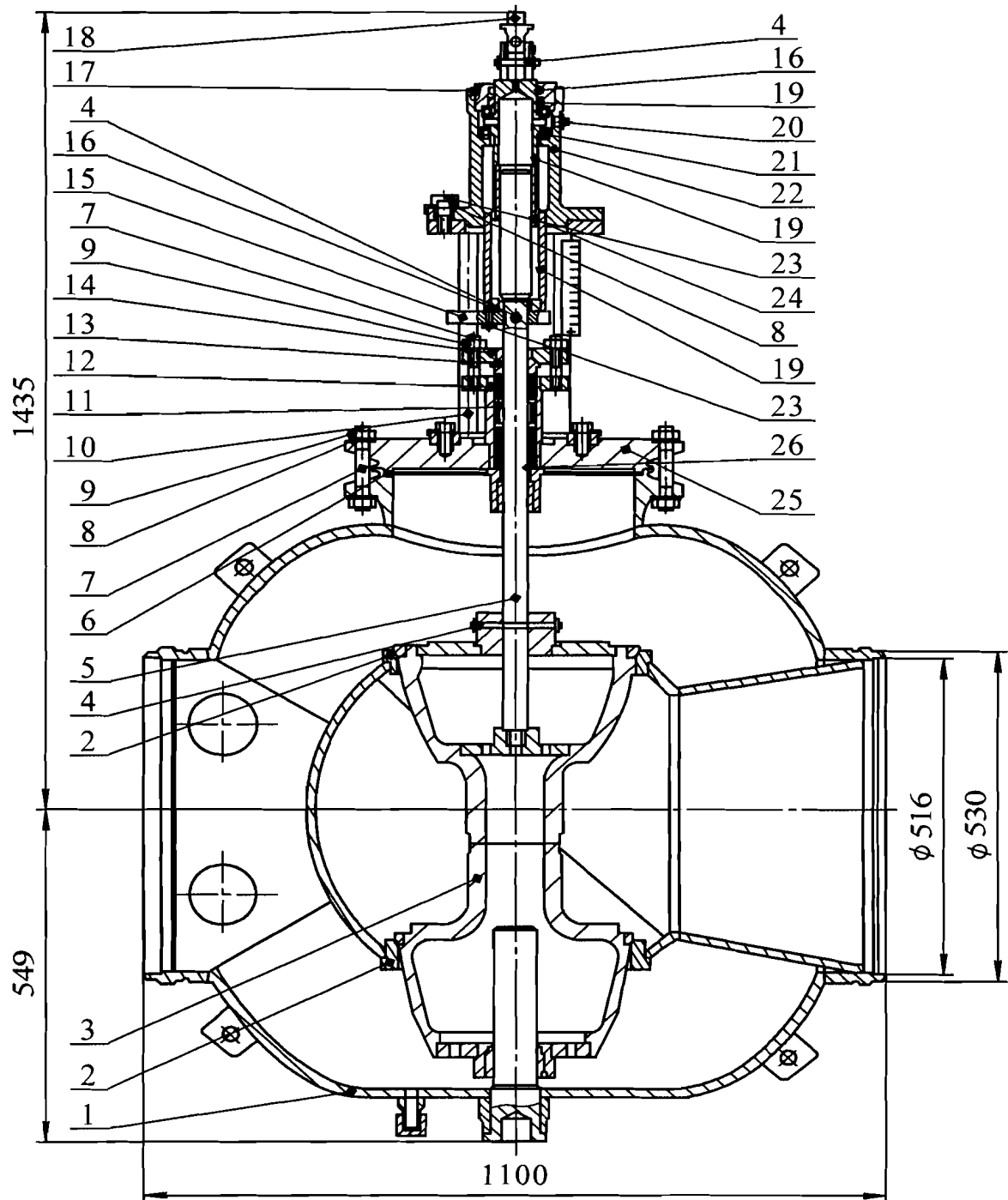
4.4.10. Основные детали корпуса выполнены из углеродистой стали, седла приварены к корпусу. На уплотнительные поверхности седел и плунжера сделана наплавка.

4.4.11. Сварной плунжер для облегчения выполнен полым и при помощи отверстий разгружен от рабочего давления.

4.4.12. Чертеж регулирующего клапана давления пара представлен на рис. 4.4.1.

4.4.13. Клапан состоит из следующих основных деталей и узлов:

- 1) корпус (1), через который при открытом затворе проходит рабочая среда;
- 2) затвор, состоящий из седла (2) и профилированного плунжера (3), предназначенный для регулирования расхода и перекрытия потока рабочей среды;
- 3) прокладка (6);
- 4) крышка (25);
- 5) шток плунжера (5), осуществляющий связь плунжера с приводным устройством – МЭМ;
- 6) узел сальника, осуществляющий герметизацию штока по отношению к внешней среде, состоящий из втулки промежуточной (11), втулки сальника (13), колец набивочных (12), гаек (9), шпилек (7), кольца сальника (26);
- 7) стойка (10).



1 – корпус; 2 – седло; 3 – плунжер; 4 – штифт; 5 – шток плунжера; 6 – прокладка; 7 – шпильки; 8 – шайба; 9 – гайка; 10 – стойка; 11 – втулка промежуточная; 12 – кольцо набивочное; 13 – втулка сальника; 14 – фланец сальника; 15 – ограничитель; 16 – кольца; 17 – винт; 18 – муфта шарнирная; 19 – втулка; 20 – масленка; 21 – подшипник; 22 – стакан; 23 – болт; 24 – втулка резьбовая; 25 – крышка; 26 – кольцо сальника.

Рисунок 4.4.1 – Чертеж регулирующего клапана давления пара

4.4.14. Зависимость площади проходного сечения от угла поворота рычага клапана линейная.

4.4.15. Технические данные регулирующего клапана давления пара приведены в подразделе 9.5.

#### 4.5. Пусковой регулирующий клапан давления пара (RQ22S09)

4.5.1. Регулирующий клапан типа 6с-8-2 поворотно-золотниковый предназначен для регулирования расхода и давления пара при разогреве деаэраторов.

4.5.2. Клапан устанавливается как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопроводов.

4.5.3. Управление клапана осуществляется от механизма электрического одностороннего, установленного рядом с клапаном.

4.5.4. Направление среды в трубопроводе должно соответствовать направлению стрелки на корпусе клапана.

4.5.5. Чертеж пускового регулирующего клапана давления пара представлен на рис. 4.5.1.

4.5.6. Клапан состоит из следующих основных деталей:

- 1) корпус клапана (1) с вваренным в литую перемычку седлом (3);
- 2) крышка (2);
- 3) затвор, состоящий из стакана золотника (4) и шпинделя (7);
- 4) узел сальника.

4.5.7. Регулирование давления среды достигается поворотом золотника, перекрывающего проход в корпусе клапана. Поворот осуществляется рычагом (5), укрепленным на шпинделе золотника.

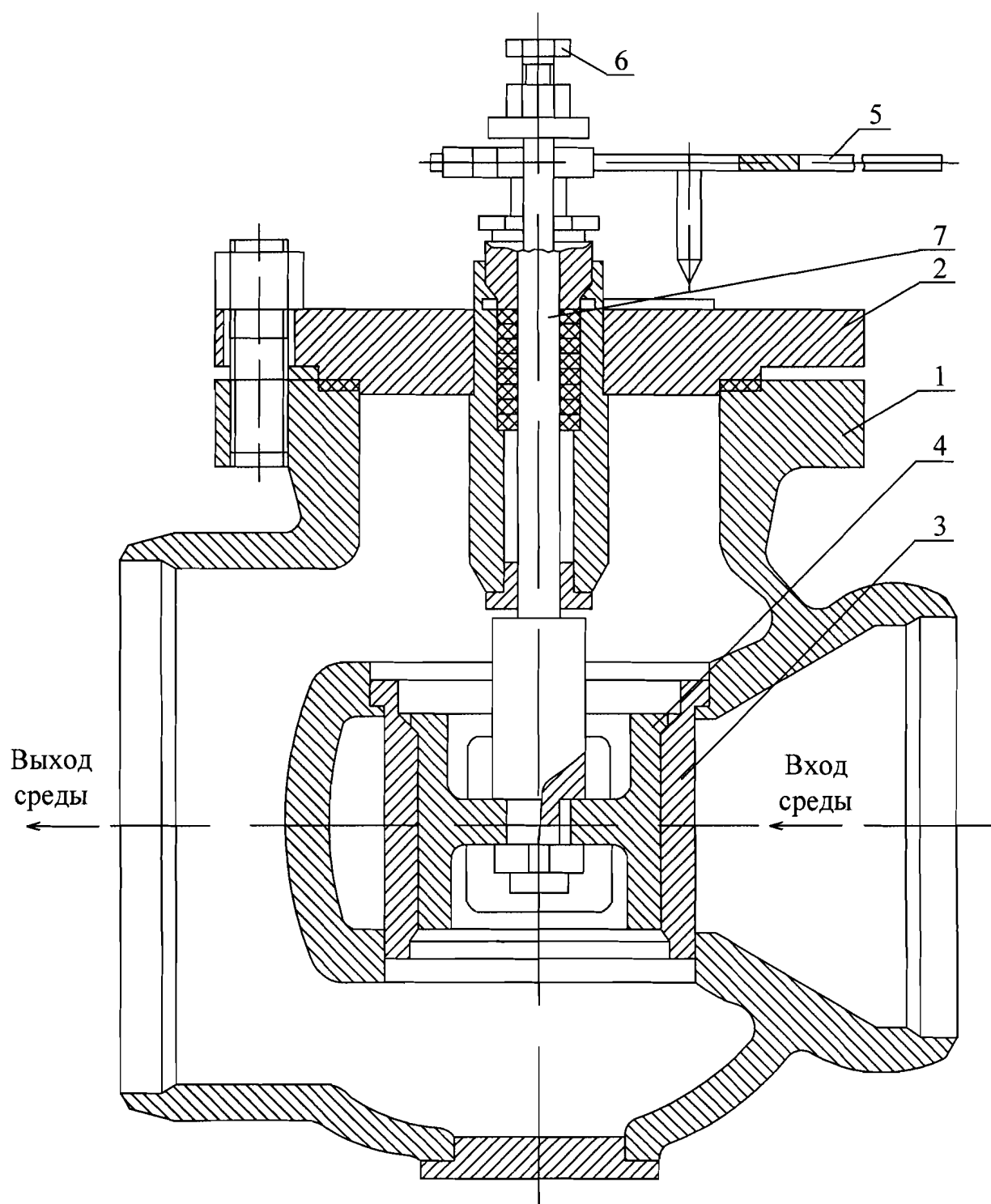
4.5.8. Регулируемые проходные сечения выполнены в виде прямоугольных окон в золотнике и гильзе.

4.5.9. Клапан снабжен указателями открытия. Полное открытие клапана происходит при повороте золотника на угол 90 градусов от положения указателя на отметке «Закрыто».

4.5.10. Зависимость площади проходного сечения от угла поворота рычага клапана линейная.

4.5.11. Технические данные пускового регулирующего клапана давления пара приведены в подразделе 9.6.

4.5.12. Конструкция регулирующего клапана типа 6с-9-1 подачи ХОВ UA20S03 в деаэраторы аналогична типу 6с-8-2.



1 – корпус; 2 – крышка; 3 – седло; 4 – стакан золотника; 5 – рычаг; 6 – винт упорный; 7 – шпindel золотника.

Рисунок 4.5.1 – Чертеж пускового регулирующего клапана давления пара

#### 4.6. Основной регулирующий клапан уровня (RM50S01)

4.6.1. Регулирующий клапан типа Б528-08 двухседельный предназначен для регулирования расхода основного конденсата и поддержания уровня в деаэраторах.

4.6.2. Преимущества двухседельных регулирующих клапанов описаны в разделе 4.4 настоящего технического описания.

4.6.3. Управление клапана осуществляется от механизма электрического однооборотного, установленного рядом с клапаном.

4.6.4. При перемещении штока с верхним и нижним клапаном изменяется площадь проходных отверстий (окон) и регулируется расход рабочей среды. При посадке клапанов на седла происходит перекрытие потока рабочей среды.

4.6.5. Направление среды в трубопроводе должно соответствовать направлению стрелки на корпусе клапана.

4.6.6. Чертеж основного регулирующего клапана уровня представлен на рис. 4.6.1.

4.6.7. Клапан состоит из следующих основных деталей:

- 1) корпус (1);
- 2) верхний и нижний клапаны (4, 8);
- 3) штуцер (2) и фонарик (15) для отвода среды от сальника штока (3);
- 4) шпонки (5), фиксирующие верхний и нижний клапаны на штоке (3);
- 5) кронштейн (20) с расположенным на нем редуктором в кожухе (18);
- 6) зубчатая рейка (17), через которую передается поступательное движение от редуктора к клапану;
- 7) сальниковая набивка (14) для предотвращения выхода среды через крышку (9) и уплотнения штока (3).

4.6.8. Зависимость площади проходного сечения от угла поворота рычага клапана линейная.

4.6.9. Теоретическое изменение расхода среды через клапан определяется по формуле:

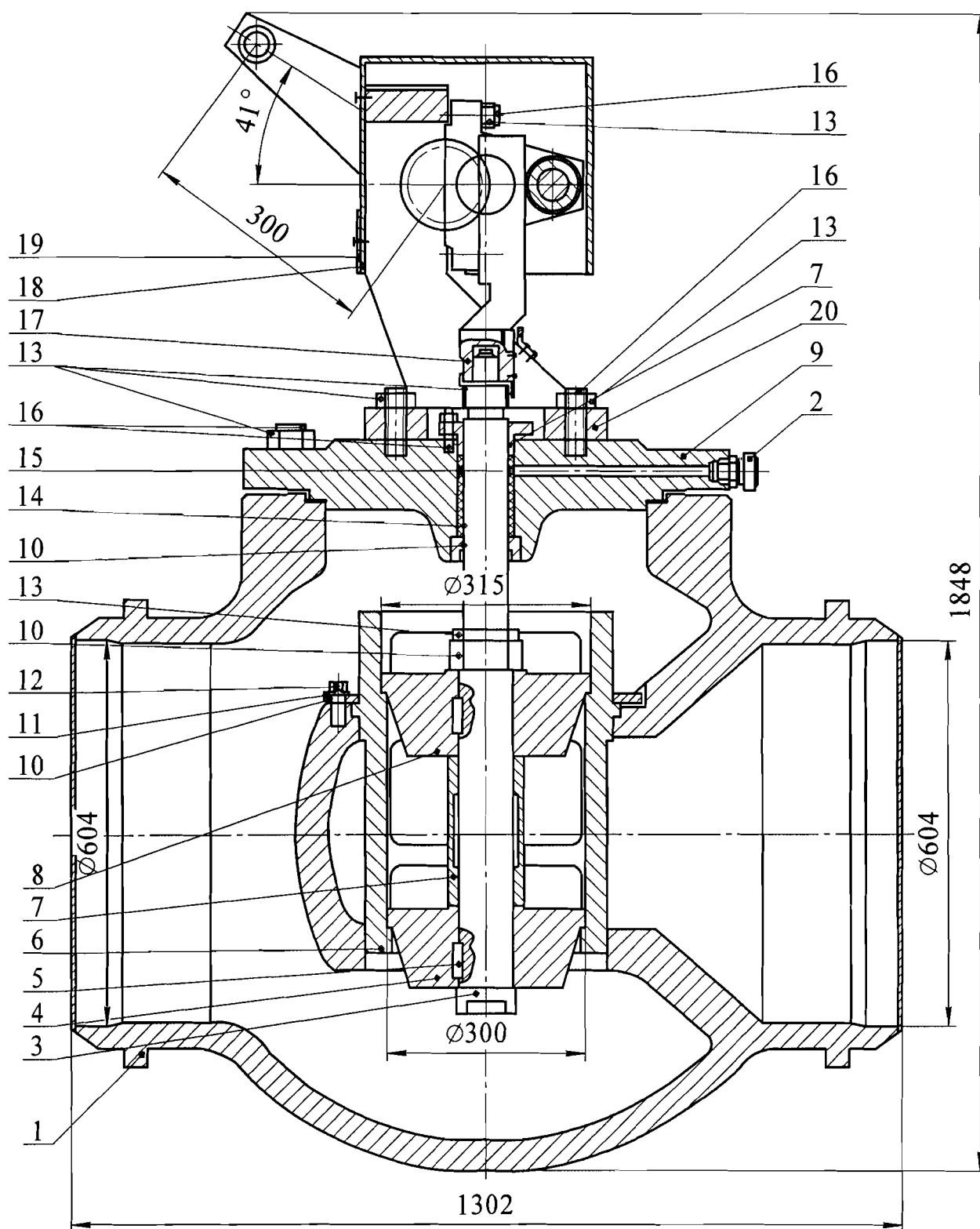
$$Q = 5,04 \cdot \mu \cdot F \cdot \sqrt{\Delta P \cdot \gamma} \quad (3)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода (0,8),

$\Delta P$  – перепад давления на клапане (кгс/см<sup>2</sup>),

$\gamma$  – плотность среды при рабочих параметрах (г/см<sup>3</sup>).

4.6.10. Технические данные основного регулирующего клапана уровня приведены в подразделе 9.6.



1 – корпус; 2 – штуцер; 3 – шток; 4 – клапан нижний; 5 – шпонка; 6 – седло; 7 – втулка; 8 – клапан верхний; 9 – крышка; 10 – кольцо; 11 – шайба; 12 – болт; 13 – гайка; 14 – набивка сквозного плетения ХБП; 15 – фонарик; 16 – шпилька; 17 – рейка зубчатая; 18 – кожух редуктора; 19 – табличка; 20 – кронштейн.

Рисунок 4.6.1 – Чертеж основного регулирующего клапана уровня

#### 4.7. Пуско-остановочный регулирующий клапан уровня (RM53S01)

4.7.1. Регулирующий клапан типа 1046-250-Э дроссельно-регулирующий, шиберный предназначен для регулирования расхода основного конденсата и поддержания уровня в деаэраторах при пуско-остановочных режимах работы энергоблока.

4.7.2. Соединение корпуса клапана с крышкой фланцевое и имеет отвод из промежуточной полости сальника штока.

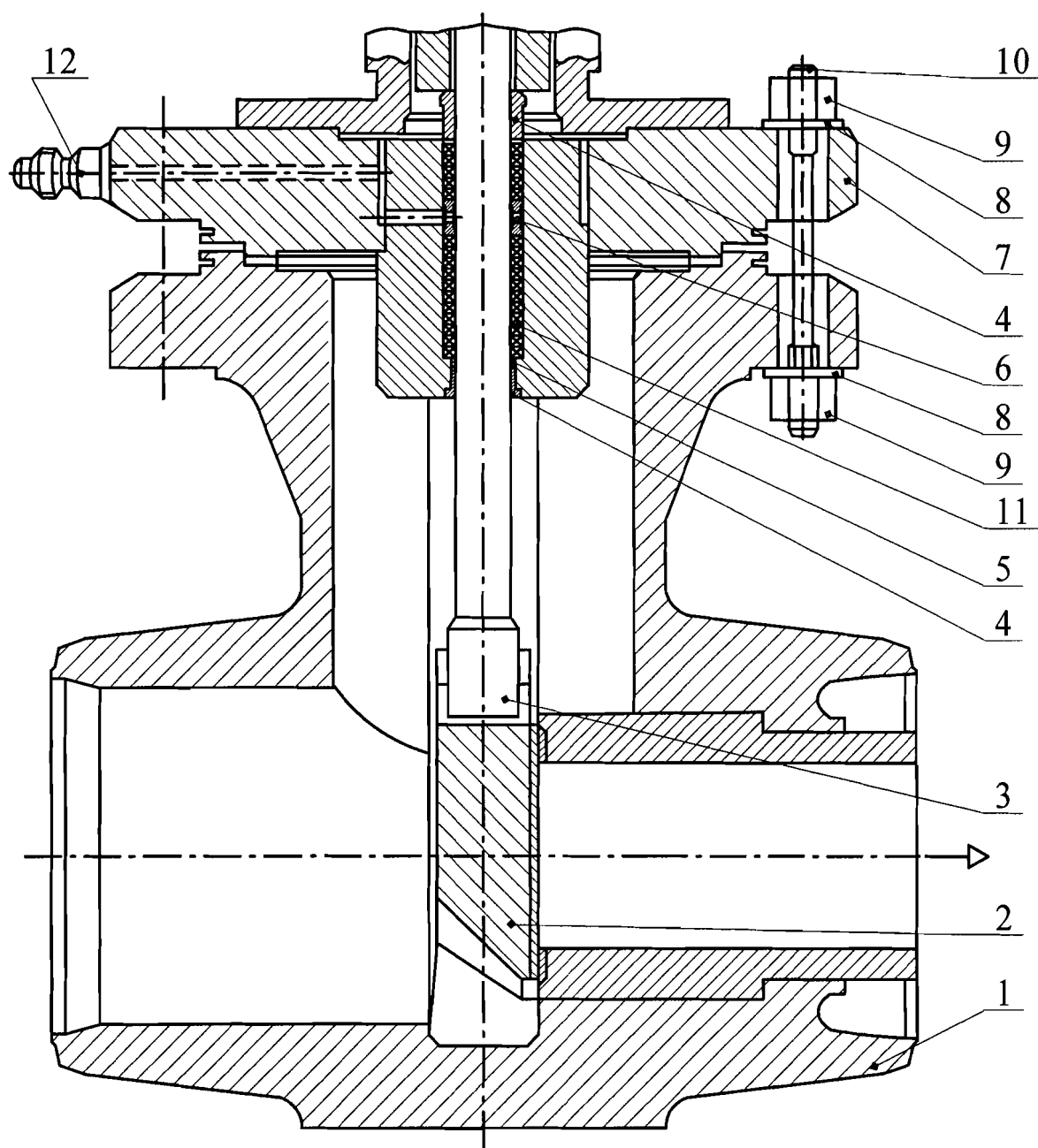
4.7.3. Направление среды в трубопроводе должно соответствовать направлению стрелки на корпусе клапана.

4.7.4. Чертеж пускового регулирующего клапана уровня представлен на рис. 4.7.1.

4.7.5. Клапан состоит из следующих основных деталей:

- 1) корпус (1);
- 2) шибер (2) соединенный со штоком (3);
- 3) сальниковый узел (4, 5, 6) с установленной набивкой (11).

4.7.6. Технические данные пускового регулирующего клапана уровня приведены в подразделе 9.7.



1 – корпус; 2 – шибер; 3 – шток; 4 – втулки; 5 – кольцо; 6 – фонарик; 7 – крышка; 8 – шайбы; 9 – гайки; 10 – шпилька; 11 – набивка сквозного плетения; 12 – штуцер.

Рисунок 4.7.1 – Чертеж пускового регулирующего клапана уровня

#### 4.8. Насос подпитки деаэраторов

4.8.1. На блоке 1 установлен насос типа Кс 125-140. На блоках 2, 3, 4 установлены насосы типа КсВ 125-140.

4.8.2. Насос типа Кс – центробежный, горизонтальный, спирального типа с колёсами 1-ой ступени двустороннего входа.

4.8.3. Корпус насоса литой, чугунный с пулуспиральными подводами и спиральными отводами, имеет горизонтальный разъём.

4.8.4. Патрубки насоса расположены в нижней части корпуса: входной – вертикально, напорный – горизонтально.

4.8.5. Такое расположение патрубков обеспечивает возможность разборки насоса без демонтажа трубопроводов.

4.8.6. Горизонтальный разъём корпуса уплотняется картонной или паронитовой прокладкой. Патрубки насоса с трубопроводами соединяются при помощи фланцевых соединений.

4.8.7. В верхней части корпуса насоса имеется отверстие для выпуска воздуха, которое заглушено пробкой.

4.8.8. Для удаления пара, накапливающегося в подводящем канале 1-ой ступени, в верхней части всасывающей полости имеются отверстия, соединённые трубопроводами с паровым пространством конденсатора.

4.8.9. Для транспортировки крышки имеются приливы.

4.8.10. В нижней части корпуса в корытах сальников имеются отверстия для отвода утечек.

4.8.11. В местах уплотнения рабочих колёс в корпусе насоса установлены уплотнительные кольца.

4.8.12. Направление вращения насоса – против часовой стрелки, если смотреть со стороны двигателя.

4.8.13. Ротор насоса представляет собой самостоятельную сборочную единицу и состоит из вала, рабочих колёс, защитных втулок, шарикоподшипников и крепёжных деталей.

4.8.14. Опорами ротора служат два подшипника качения с консистентной смазкой. Один из подшипников является опорным, другой – опорно-упорным. Опорно-упорный подшипник служит для восприятия осевых усилий ротора.

4.8.15. Подшипники имеют водяное охлаждение.

4.8.16. Насосы поставляются на общей фундаментной плите, насос и двигатель соединяются с помощью упругой втулочно-пальцевой муфты.

4.8.17. Расходно-напорная характеристика НПД типа Кс 125-140 представлена на рис. 4.8.1.

4.8.18. Чертеж НПД типа Кс 215-140 представлен на рис. 4.8.2.

4.8.19. Технические данные НПД типа Кс 125-140 приведены в подразделе 9.8.

4.8.20. Насос конденсатный типа КсВ 125-140 – вертикальный, центробежный, двухступенчатый с наружным корпусом, состоящим из приёмной и напорной полостей.

4.8.21. Опорная плита насоса, для установки агрегата на фундамент, выполнена совместно с корпусом.

4.8.22. Внутренний корпус (выемная часть насоса) состоит из ротора, статорных деталей (направляющие аппараты, секция, крышка секции, крышка напорная, фонарь и т.д.), сборочных единиц сальникового уплотнения и верхнего подшипника насоса.

4.8.23. Ротор насоса разгружен от осевых сил с помощью уплотнения, расположенного на ведущем диске рабочего колеса 2-ой ступени. Камера, расположенная перед сальником, соединена посредством отверстий в напорной крышке и разгрузочной трубы с приёмной полостью корпуса насоса.

4.8.24. Опорные подшипники ротора размещены в общем корпусе, закреплённом на фланце фонаря.

4.8.25. Смазка подшипников – консистентная. Заполнение осуществляется через пресс-масленки, установленные в корпусе и крышке подшипника.

4.8.26. Концевое уплотнение насоса – сальникового типа. Для отвода тепла и создания гидрозатвора в камеру концевого уплотнения подводится вода под давлением, превышающим давление в приёмной полости насоса на 0,098-0,147 МПа (1-1,5 кгс/см<sup>2</sup>).

4.8.27. Для выпуска воздуха из насоса в крышке напорной предусмотрены отверстия с присоединёнными трубопроводами и запорной арматурой.

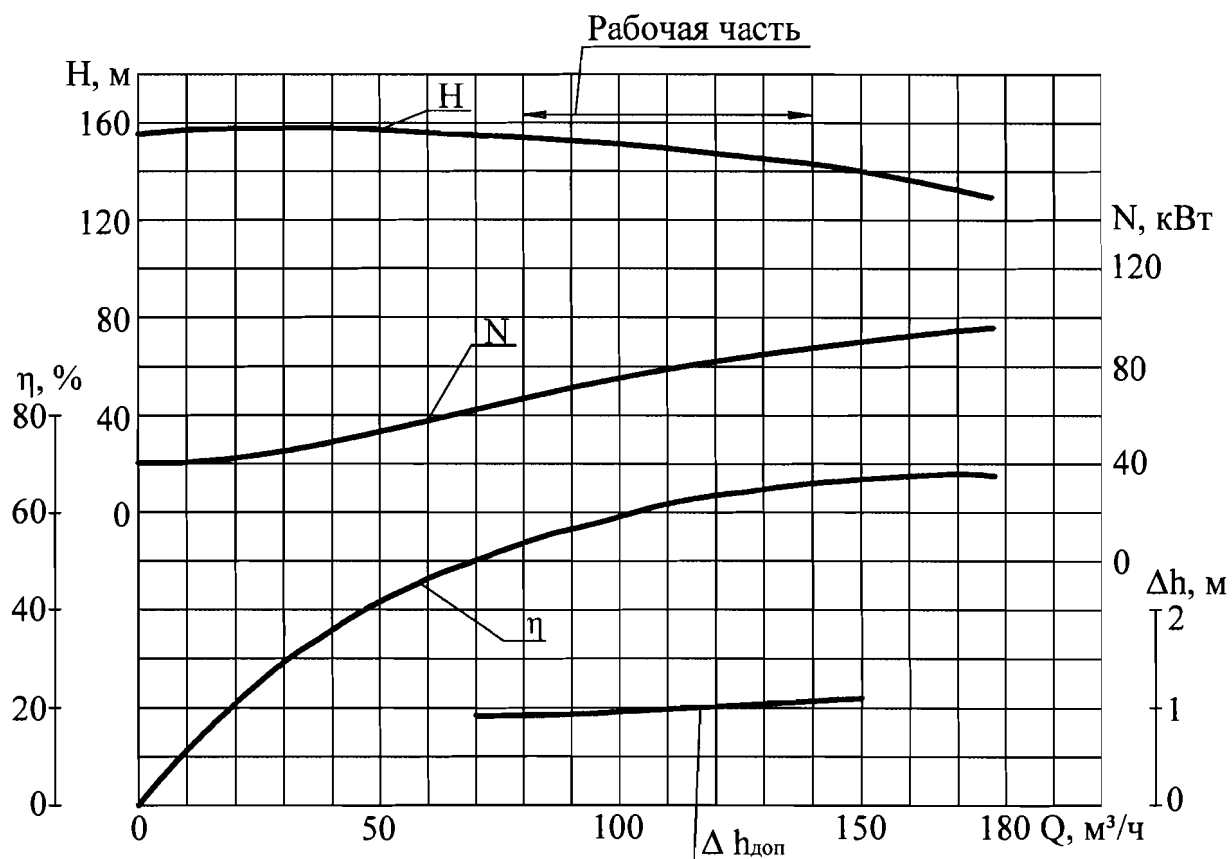
4.8.28. В конструкции насоса предусмотрен организованный отвод утечек.

4.8.29. Насос и двигатель соединяются с помощью упругой втулочно-пальцевой муфты.

4.8.30. Расходно-напорная характеристика НПД типа КсВ 125-140 представлена на рис. 4.8.3.

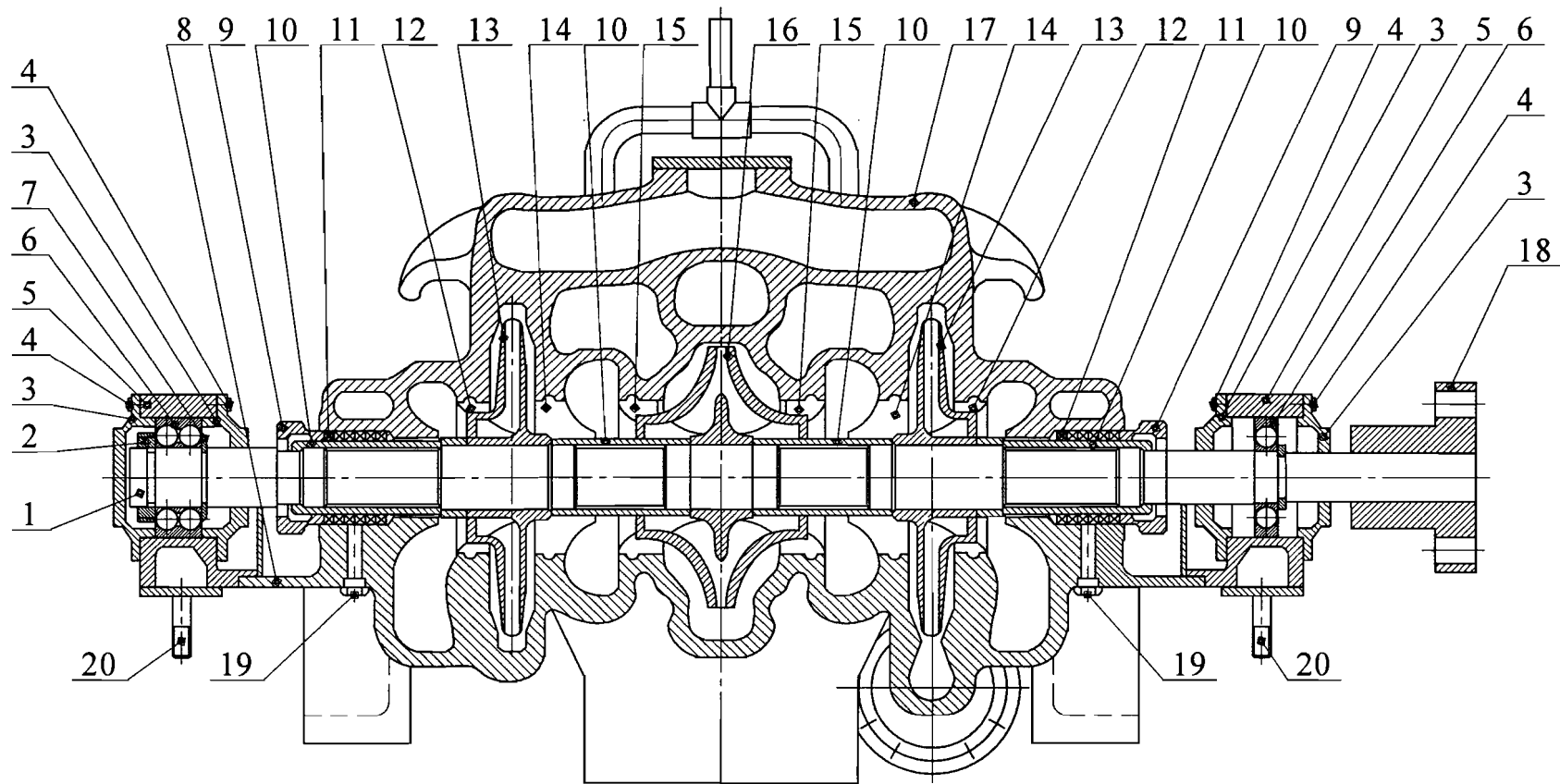
4.8.31. Чертеж НПД типа КсВ 125-140 представлен на рис. 4.8.4.

4.8.32. Технические данные НПД типа КсВ 125-140 приведены в подразделе 9.9.



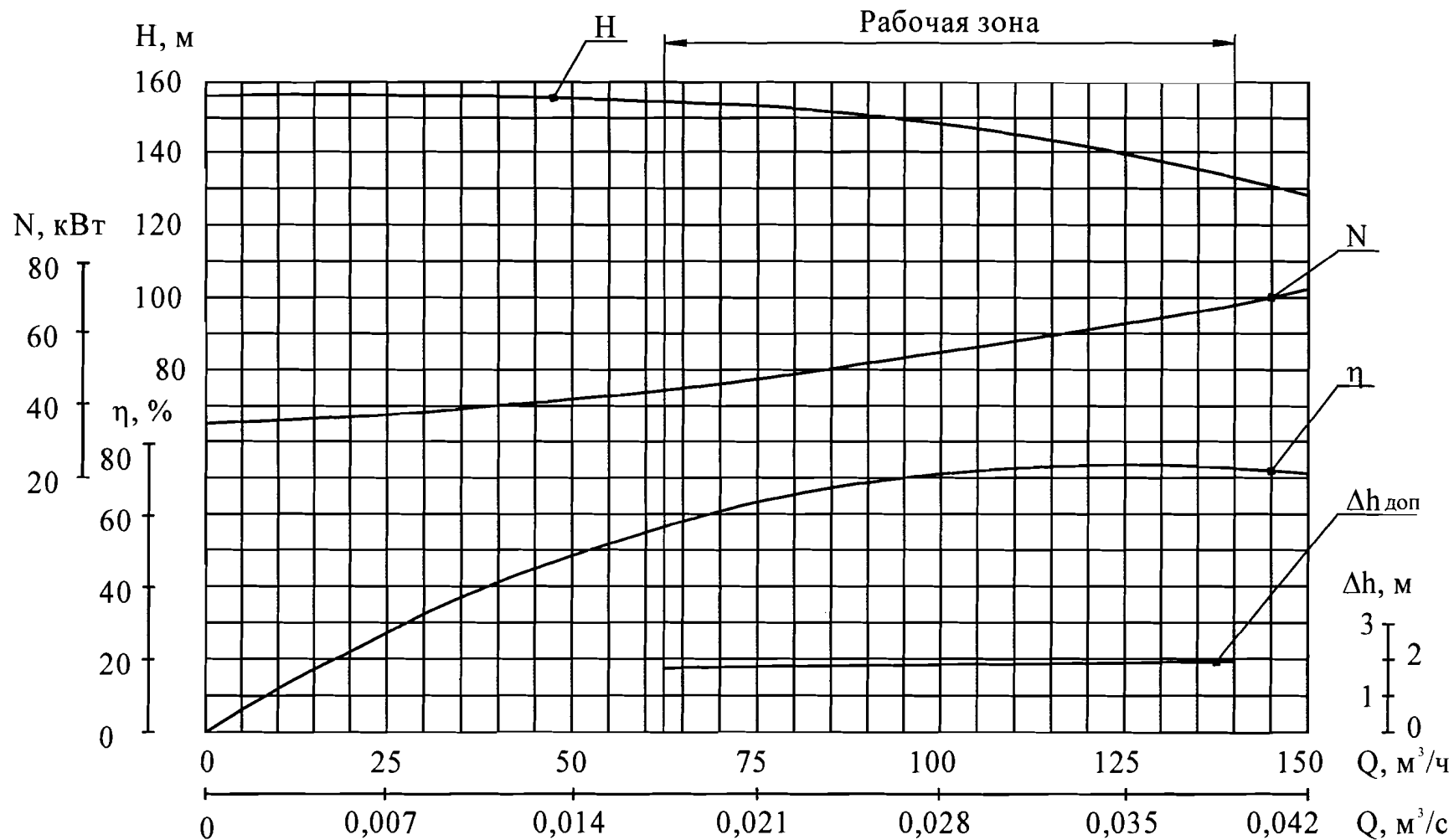
$Q$  – расход;  $N$  – мощность;  $\Delta h$  – кавитационный запас;  $\Delta h_{\text{доп}}$  – допустимый кавитационный запас,  $H$  – напор,  $\eta$  – КПД.

Рисунок 4.8.1 – Расходно-напорная характеристика НПД типа Кс 125-140



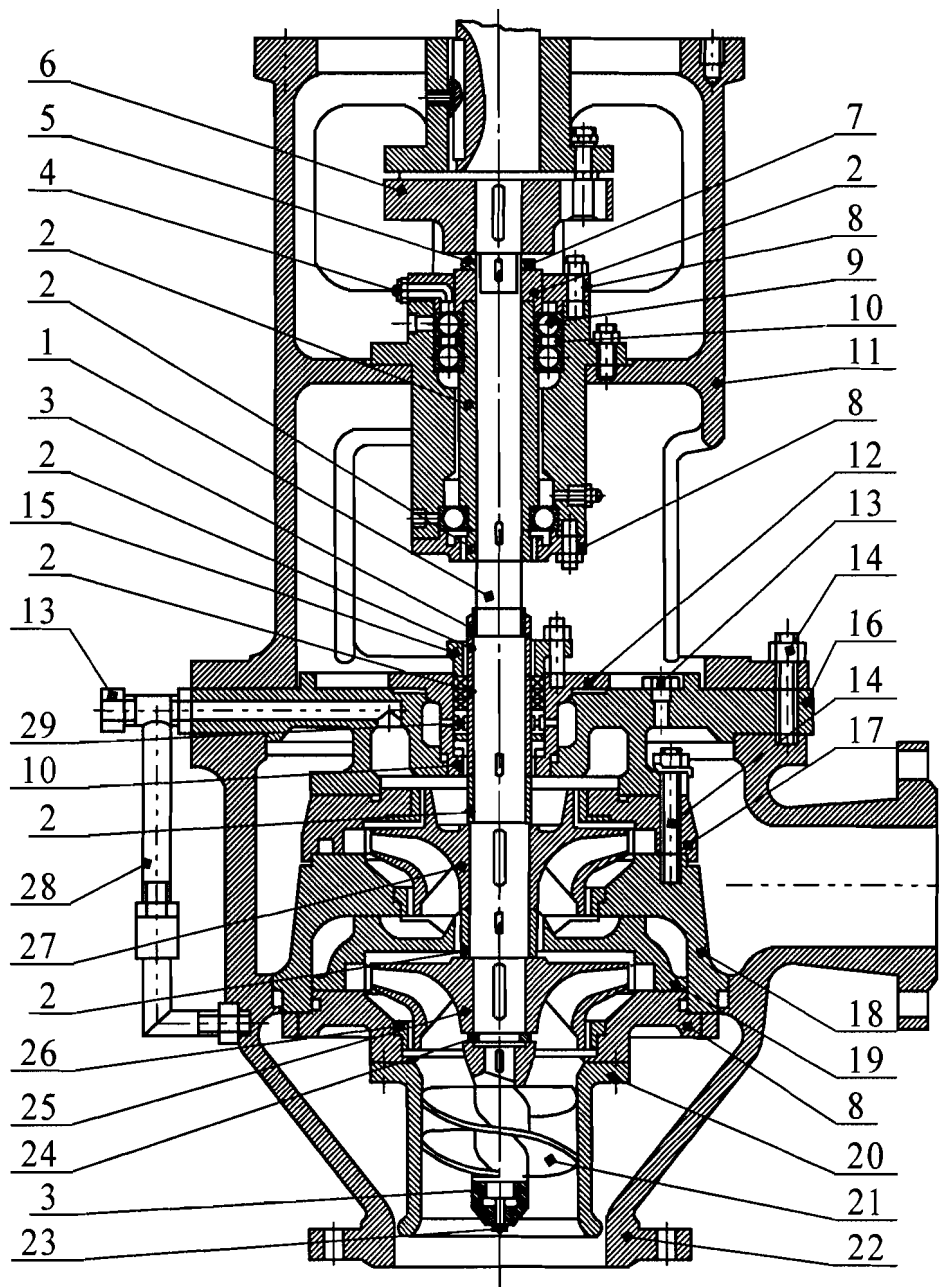
1 – вал; 2 – гайка; 3 – торцевые крышки подшипников; 4 – болты крепления крышки; 5 – корпус подшипников; 6 – подшипники; 7 – стопорное кольцо; 8 – корпус насоса; 9 – буксы сальников; 10 – защитная втулка; 11 – сальниковое уплотнение; 12, 15 – уплотняющие кольца; 13, 16 – рабочие колеса; 14 – диафрагма; 17 – крышка насоса; 18 – полумуфта; 19 – штуцер охлаждения сальникового уплотнения; 20 – штуцеры охлаждения подшипников.

Рисунок 4.8.2 – Чертеж НПД типа Кс 125-140



Q – расход; N – мощность;  $\Delta h_{\text{доп}}$  – допустимый кавитационный запас; H – напор;  $\eta$  – КПД.

Рисунок 4.8.3 – Расходно-напорная характеристика НПД типа КсВ 125-140



1 – вал; 2 – втулка; 3 – гайка; 4 – пресс-масленка; 5 – стопорная шайба; 6 – полумуфта; 7 – круглая гайка; 8 – крышка; 9 – подшипник; 10 – кольцо; 11 – фонарь; 12 – корпус сальника; 13 – воздушник; 14 – шпилька; 15 – букса сальника; 16 – напорная крышка; 17 – направляющий аппарат концевой ступени; 18 – секция; 19 – направляющий аппарат; 20 – корпус подвода; 21 – предвключенное колесо; 22 – корпус наружный; 23 – винт; 24 – кольцо разрезное; 25 – рабочее колесо; 26 – кольцо уплотняющее; 27 – рабочее колесо концевой ступени; 28 – разгрузочная труба; 29 – кольцо гидрозатвора.

Рисунок 4.8.4 – Чертеж НПД типа КсВ 125-140

#### 4.9. Арматура деаэрационной установки

4.9.1. Перечень основной арматуры деаэрационной установки представлен в табл. 4.9.1.

Таблица 4.9.1

Технологический номер	Технологическое наименование
RQ21S07	Запорная арматура на трубопроводе подачи пара в деаэраторы
RQ22S07	Запорная арматура на трубопроводе подачи пара в деаэраторы
RQ22S10	Запорная арматура на трубопроводе подачи пара в деаэраторы
RQ21S08	Регулирующий клапан давления пара в деаэраторе
RQ22S08	Регулирующий клапан давления пара в деаэраторе
RQ22S09	Пуско-остановочный регулирующий клапан деаэраторов
RQ21S09	Задвижка на выпаре с расширителя продувки ПГ в линию подачи пара на деаэратор
RQ21S10	Вентиль на байпасе задвижки RQ21S09
RY10S21	Запорная арматура выпара расширителя продувки ПГ
RY10S27	Запорная арматура выпара расширителя продувки ПГ для блока 3
SG10S01	Запорная арматура на паропроводе от паровой уравнивающей деаэраторов на уплотнения турбины
SG20S02	Запорная арматура на трубопроводе выпара деаэраторов в атмосферу
SG20S01	Запорная арматура на трубопроводе выпара деаэраторов на эжекторы
SG20S03	Запорная арматура на трубопроводе выпара деаэраторов в атмосферу для блока 3
RL20S04	Запорная арматура на трубопроводе опорожнения деаэраторов
RM60S04	Запорная арматура на трубопроводе основного конденсата после ПНД-4
RM61S02	Запорная арматура на байпасе ПНД-4
RN21S04	Запорная арматура на трубопроводе КГП ПВД-6 в деаэраторы
RN22S04	Запорная арматура на трубопроводе КГП ПВД-6 в деаэраторы
RN21S02	Регулирующий клапан на трубопроводе КГП ПВД-6 в деаэраторы
RN22S02	Регулирующий клапан на трубопроводе КГП ПВД-6 в деаэраторы
RN90S03	Запорная арматура на трубопроводе КГП 2-ой ступени СПП в деаэраторы
RB60S02	Запорная арматура на трубопроводе сепарата СПП в деаэраторы
RY10S20	Запорная арматура на трубопроводе конденсата от СВО

Технологический номер	Технологическое наименование
UA20S04	Запорная арматура на трубопроводе подачи ХОВ
UA20S03	Регулирующий клапан на трубопроводе подачи ХОВ
RL21S01	Задвижка на линии перелива деаэратора в сливной циркуловод
RL31S01	Запорная арматура на трубопроводе перед фильтром питательных насосов
RL31S03	Запорная арматура на трубопроводе перед фильтром питательных насосов
RL32S01	Запорная арматура на трубопроводе перед фильтром питательных насосов
RL32S03	Запорная арматура на трубопроводе перед фильтром питательных насосов
RL41S03	Запорная арматура на трубопроводе рециркуляции ТПН
RL41S04	Запорная арматура на трубопроводе рециркуляции ТПН
RL42S03	Запорная арматура на трубопроводе рециркуляции ТПН
RL42S04	Запорная арматура на трубопроводе рециркуляции ТПН
RL51S03	Запорная арматура на трубопроводе рециркуляции ВПЭН
RL52S03	Запорная арматура на трубопроводе рециркуляции ВПЭН
SF10S02	Запорная арматура на трубопроводе отсоса воздуха из ПВД
SF10S04	Запорная арматура на трубопроводе отсоса воздуха из ПВД
RV10S01	Задвижка на линии СВО-3 на деаэратор

#### 4.10. Технологические ограничения

4.10.1. Температура воды при заполнении расхолаженного и опорожненного ПГ по второму контуру может отличаться от температуры металла ПГ не более чем на 60 °С.

4.10.2. При подпитке неработающего, разогретого ПГ по второму контуру разность между температурой теплоносителя первого контура и питательной водой не должна превышать 120 °С.

4.10.3. Скорость при расхолаживании теплоносителя первого контура не должна превышать 30 °С/ч.

4.10.4. Скорость прогрева и охлаждения стенок деаэратора (нагрева и охлаждения воды) должна быть не более 60 °С/ч (1 °С/мин).

4.10.5. Скорость изменения давления в деаэраторах при разогреве и расхолаживании не должна превышать 0,1 кгс/см<sup>2</sup> в минуту.

4.10.6. Нагрев основного конденсата в деаэрационных колонках в номинальном режиме должен составлять 10-40 °С.

4.10.7. Проверка функциональной работоспособности ИПУ должна проводиться перед включением в работу деаэрационной установки после плановых ремонтов, после устранения выявленных дефектов, потребовавших проведения ремонта ИПУ, но не реже одного раза в 12 месяцев.

4.10.8. Запрещается производить ремонтные работы на работающем или находящемся в резерве оборудовании деаэрационной установки.

4.10.9. Деаэрационная установка должна быть немедленно остановлена:

- 1) при обнаружении трещин или свищей в основном металле и сварных соединениях деаэраторов и трубопроводах обвязки;
- 2) при появлении шумов, вибрации, гидроударов в деаэраторах и трубопроводах обвязки;
- 3) при повышении давления сверх рабочего более чем на 15 % и дальнейшем его повышении, несмотря на соблюдение всех требований, указанных в инструкции по эксплуатации;
- 4) при неисправности 50 % импульсных предохранительных устройств;
- 5) при неисправности устройств измерения давления или уровня в деаэраторах;
- 6) при разрушении опор и подвесок трубопроводов.

4.10.10. Во время работы НПД типа КС 125-140:

- 1) температура подшипников должна находиться в пределах 30-65 °С;
- 2) утечки через сальники должны быть частыми каплями или тонкой струйкой, малые утечки могут привести к быстрому износу защитных втулок;
- 3) виброскорость, замеренная на корпусах подшипников, не должна превышать 11 мм/с.

4.10.11. Запрещается продолжительная работа НПД типа Кс 125-140 на малых подачах, возникающая при этом радиальная сила на ротор может явиться причиной преждевременного выхода насоса из строя.

4.10.12. Во время работы НПД типа КсВ 125-140:

- 1) среднеквадратичное значение виброскорости, замеренной на корпусах подшипников, не должна превышать 4,5 мм/с;
- 2) подпор во входном патрубке насоса должен быть не менее 1,8 м;
- 3) давление конденсата на концевое уплотнение должно быть на 1-1,5 кгс/см<sup>2</sup> больше давления на входе в насос.

4.10.13. Допускается работа НПД типа КсВ 125-140 на закрытую арматуру на напоре не более двух минут.

4.10.14. Не допускается пуск и работа НПД при закрытой арматуре на входе и выходе насоса.

4.10.15. Насосный агрегат должен быть немедленно остановлен при:

- 1) появлении дыма из подшипников насоса;
- 2) появлении дыма, искр, запаха горящей изоляции из электродвигателя;
- 3) возникновении аварийной ситуации, угрожающей жизни людей и целостности оборудования.

#### 4.11. Нарушения в работе

4.11.1. Перечень основных неисправностей деаэрационной установки и способы их устранения приведены в табл. 4.11.1.

Таблица 4.11.1

Симптомы	Вероятные причины	Действия
Повышение давления в деаэраторах сверх номинального (более 6,35 кгс/см <sup>2</sup> )	1. Неисправность в цепях управления регулятора давления RQ21(22)C08	1. Персоналу ЦТАИ проверить электрическую схему управления 2. Перевести регулятор RQ21(22)C08 на дистанционное управление по согласованию с НСБ и поддерживать номинальное давление. Сообщить НС ТЦ. Через НС ЦТАИ вызвать ремонтный персонал для устранения неисправности
	2. Заедание регулирующего клапана RQ21(22)S08 в промежуточном положении, механическое повреждение	Перейти на резервный клапан поддержания давления в деаэраторе RQ21(22)S08
	3. Пропуск пара при закрытом положении регулирующего клапана RQ21(22)S08	Перейти на резервный клапан поддержания давления в деаэраторе RQ21(22)S08
	4. Попадание в деаэраторы греющего пара через трубопроводы сброса КПП из ПВД-6 или из СПП КС 1-ой и 2-ой ступеней при отсутствии уровня в RN91,92B01, (RN81,82B01)	Снизить температуру основного конденсата после ПНД-4 частичным открытием задвижки на байпасе ПНД-4 RM61S02 вручную по месту и восстановить номинальные уровни в ПВД-6 и КС 1-ой и 2-ой ступенях СПП RN91,92B01 (2RN81,82B01)
Снижение давления в Д-7ата ниже 5,65 кгс/см <sup>2</sup>	1. Снижение давления пара в КСН ниже 8,0 кгс/см <sup>2</sup>	Перейти на резервный источник подачи пара в КСН в зависимости от режима работы энергоблока
	2. Неисправность в цепях управления регулятора давления RQ21(22)C08	1. Перевести регулятор на дистанционное управление и поддерживать номинальное давление деаэраторах 2. Через НС ЦТАИ вызвать ремонтный персонал для устранения дефекта
		Перейти на резервный клапан поддержания давления в деаэраторах RQ22(21)S08
	3. Заедание регулирующего клапана RQ21(22)S08 в промежуточном положении, механическое повреждение	Перейти на резервный клапан поддержания давления в деаэраторах RQ22(21)S08
	4. Резкое понижение температуры основного конденсата на входе в деаэраторы	1. Проверить работу системы регенерации низкого давления, выявленные замечания устранить 2. Проверить положение арматуры RM61S01,02 (байпас ПНД-3, 4), RM54S01 (байпас РУК), выявленные замечания устранить

Симптомы	Вероятные причины	Действия
Снижение давления в Д-7ата ниже 5,65 кгс/см <sup>2</sup>	5. Резкое увеличение расхода основного конденсата, поступающего в деаэраторы	1. Проверить работу регулятора уровня деаэраторов RM50,53C01, при необходимости перейти на ДУ клапаном RM50S01 (RM53S01)
		2. Сообщить НС ТЦ, через НС ЦТАИ вызвать ремонтный персонал для устранения замечаний
Понижение уровня в баках-аккумуляторах	1. Неисправность в цепях управления регулятора уровня деаэраторов RM50(53)C01	1. Перейти на ДУ клапаном RM50S01 (RM53S01)
	2. Самопроизвольное открытие арматуры опорожнения деаэраторов RL20S01 для блоков №1,2	2. Сообщить НС ТЦ, через НС ЦТАИ вызвать ремонтный персонал для устранения замечаний
		1. Закрыть арматуру RL20S01, сообщить НС ТЦ
	3. Нарушение в работе конденсатных насосов 1-ой или 2-ой ступени, БОУ	2. Через НС ЦТАИ устранить неисправность цепей управления арматурой RL20S01
		1. Устранить неполадки в работе конденсатных насосов, при необходимости включить в работу резервный КЭН 1-ой или 2-ой ступени
4. Резкое увеличение расхода питательной воды	2. Проконтролировать режим работы БОУ с привлечением НС ХЦ	
Повышение уровня в баках-аккумуляторах	Неисправность в цепях управления регулятора уровня деаэраторов RM50(53)C01	Выявить причины резкого роста расхода питательной воды, принять меры по их устранению
		1. Перейти на ДУ клапаном RM50S01 (RM53S01)
Повышение содержания кислорода в питательной воде более 10 мкг/кг	2. Сообщить НС ТЦ, через НС ЦТАИ вызвать ремонтный персонал для устранения замечаний	2. Сообщить НС ТЦ, через НС ЦТАИ вызвать ремонтный персонал для устранения замечаний
		Увеличить расход выпара, для чего открыть арматуру SG20S02,03,04 (в атмосферу) и (или) включить в работу эжекторы цирксистемы
	2. Высокое содержание кислорода в основном конденсате перед деаэраторами	Выявить и устранить места присосов воздуха в вакуумную систему турбины
	3. Пониженное давление пара в деаэраторах	1. Перейти на резервный источник подачи пара в КСН в зависимости от режима работы энергоблока
		2. Перевести регулятор RQ21(22)C08 на дистанционное управление и поддерживать номинальное давление в деаэраторах

Симптомы	Вероятные причины	Действия
Повышение содержания кислорода в питательной воде более 10 мкг/кг	4. Тепловая перегрузка деаэратора (разность температур насыщения в деаэраторах и поступающего конденсата более 40 °С)	1. Проконтролировать работу ПНД и восстановить номинальный режим 2. Проверить закрытое положение задвижки RM61S01,02 при работающих ПНД-3,4 3. При отключении ПНД энергоблок необходимо разгрузить
	5. Неисправность деаэрационной колонки	Если режимными мероприятиями не удастся снизить содержание кислорода в питательной воде, то необходимо произвести экспресс-испытания деаэраторов для выявления неисправности колонок
Гидравлические удары в деаэраторах	1. Тепловая перегрузка деаэраторов вследствие низкой температуры конденсата, поступающего в колонки	1. Проконтролировать работу ПНД и восстановить номинальный режим 2. Проверить закрытое положение арматуры RM61S01,02 при работающих ПНД-3,4 3. При отключении ПНД энергоблок необходимо разгрузить
	2. Резкое изменение давления пара в деаэраторах	1. Восстановить номинальный режим работы деаэраторов 2. Проконтролировать исправность работы регулирующих клапанов RQ21(22)S08, RQ22S09 и положение арматуры RQ21(22)S07, RQ22S10
	3. Повреждение внутренних устройств деаэрационной колонки	При невозможности устранить гидроудары режимными мероприятиями, энергоблок необходимо остановить, деаэраторы вывести в ремонт
	4. Перевод потоков конденсата в деаэраторы при заполненном паром трубопроводе	Проверить открытие дренажей на подводящем трубопроводе, проверить плотность обратного клапана на подводящем трубопроводе
Насос UA20D01 не развивает достаточного давления	1. Повреждены уплотнительные кольца вала рабочего колеса	Вывести в ремонт и заменить уплотнительные кольца вала рабочего колеса
	2. Повреждение проточной части насоса	Вывести в ремонт и заменить поврежденные детали проточной части насоса
	3. Наличие воздуха в корпусе насоса	Удалить воздух через воздушник на корпусе
	4. Обратное вращение вала насоса	Дать заявку НС ЭЦ на изменение направления вращения электродвигателя насоса
Насос UA20D01 потребляет большую мощность	Сильно затянута бокса сальника насоса	Отрегулировать затяжку боксы сальника насоса

Симптомы	Вероятные причины	Действия
Греется сальник насоса UA20D01	Сильно затянута букса сальника насоса	Отрегулировать затяжку буксы сальника насоса
Греется подшипник насоса или электродвигателя UA20D01	1. Недостаточное количество смазки в подшипниках	Добавить смазку в подшипники
	2. Нарушена центровка насоса	Вывести в ремонт и выполнить центровку насоса
	3. Дефект подшипника насоса или электродвигателя	Вывести в ремонт для замены подшипника
Повышенная вибрация насосного агрегата UA20D01	1. Ослаблены болты крепления насоса или электродвигателя к фундаментной раме	Затянуть болты крепления насосного агрегата к фундаментной раме
	2. Нарушена центровка насоса	Вывести в ремонт и выполнить центровку насоса
	3. Поврежден подшипник насоса или электродвигателя	Вывести в ремонт для замены подшипника

4.11.2. Аварийные режимы работы деаэрационной установки и действия персонала приведены в инструкциях по эксплуатации ИЭ.1.RQ,RL.ТЦ-1/19, ИЭ.2.RQ,RL.ТЦ-1/14, ИЭ.3.RL.ТЦ-2/08, ИЭ.4.RL.ТЦ-2/08.

## 5. Системы контроля, управления и защиты

### 5.1. Общие представления

5.1.1. Для деаэрационной установки предусмотрено управление и контроль в объеме, необходимом для ее функционирования во всех режимах, предусмотренных проектом.

5.1.2. Автоматическое управление обеспечивает реализацию защит и блокировок, необходимых для работы деаэрационной установки. Предусмотрено дистанционное индивидуальное управление НПД и электрифицированной арматурой с БЩУ.

5.1.3. Расположение органов управления НПД и электрифицированной арматуры представлено в табл. 5.1.1

Таблица 5.1.1

Маркировка оборудования	Расположение органов управления (панель)	Вид органа управления
RM60S04 – арматура на выходе основного конденсата из ПНД-4	НУ29	КУ
RD34S03 – арматура от 3-го отбора турбины к КСН	НУ68	КУ
RL41S03,S04 – арматура на рециркуляции ТПН-1	НУ34	КУ
RL42S03,S04 – арматура на рециркуляции ТПН-2	НУ35	КУ
RL51S03 – арматура на рециркуляции ВПЭН-1	НУ34	КУ
RL52S03 – арматура на рециркуляции ВПЭН-2	НУ35	КУ
RM61S02 – арматура на байпасе ПНД-4	НУ29	КУ
RN21,22S02 – регулирующие клапаны уровня в ПВД-6 на трубопроводе КГП ПВД-6 в деаэраторы	НУ36	БРУ-32
RN21,22S04 – арматура на сливе КГП из ПВД-6 в деаэратор	НУ36	КУ
RN80S01 – арматура по КГП КС 2-ой ступени СПП в деаэратор	НУ27	КУ
RN90S03 – арматура по КГП КС 1-ой ступени СПП в деаэратор	НУ27	КУ
RQ21S07 – арматура подачи пара от КСН в деаэратор № 1	НУ68	КУ
RQ21S08 – регулирующий клапан подачи пара от КСН в деаэратор № 1	НУ68	БРУ-32
RQ22S07 – арматура подачи пара от КСН в деаэратор № 2	НУ68	КУ
RQ22S08 – регулирующий клапан подачи пара от КСН в деаэратор № 2	НУ68	БРУ-32
RQ22S09 – пуско-остановочный регулирующий клапан подачи пара на прогрев деаэратора	НУ30	БРУ-32
RQ22S10 – арматура подачи пара на прогрев деаэратора	НУ30	КУ

Маркировка оборудования	Расположение органов управления (панель)	Вид органа управления
RR30S04 – арматура на сливе конденсата ТК в линию основного конденсата перед деаэраторами	НУ30	КУ
SF10S02,S04 – арматура на отводе паровоздушной смеси из ПВД в деаэратор	НУ36	КУ
SG10S01 – арматура от паровой уравнильной по пару на уплотнения турбины	НУ30	КУ
SG20S01 – арматура на выпаре из деаэраторов к эжекторам	НУ30	КУ
SG20S02,03 – арматура на выпаре из деаэраторов в атмосферу	НУ30	БРУ-32
UA20S03 – регулирующий клапан ХОВ от НПД на подпитку деаэраторов	НУ30	БРУ-32
UA20S04 – арматура подачи ХОВ от НПД на подпитку деаэраторов	НУ30	КУ
UA20D01 – НПД	НУ30	КУ

## 5.2. Блокировки деаэрационной установки

5.2.1. Перечень блокировок деаэрационной установки представлен в табл. 5.2.1.

Таблица 5.2.1

Шифр УВС, условия срабатывания блокировки	Позиция датчика	Действие защиты, блокировки
RLB01 (для блоков 1, 2), при повышении уровня в любом деаэраторе RL21,22B01 до 310 см	RL21,22L01B1	Открывается задвижка RL20S01 на аварийном переливе деаэраторов
RLB02 (для блоков 1, 2), при понижении уровня в обоих деаэраторах RL21,22B01 до 295 см	RL21,22L01B1	Закрывается задвижка RL20S01 на аварийном переливе деаэраторов
SAF29 (для блоков 3, 4), при повышении уровня в любом деаэраторе RL21,22B01 до 306 см	RL21,22L01B1,B2,B3	Действием защиты отключается турбина, КЭН 2-ой ступени, открываются с запретом закрытия RM52S01,S02 (RMB07)
При неоткрытой задвижке SG10S02 на трубопроводе подачи пара от РОУ 14/6 на уплотнения турбины и турбин ТПН		Выдается запрет на закрытие задвижки SG10S01 на трубопроводе от паровой уравнильной деаэраторов на уплотнения турбины и турбин ТПН
При неоткрытой задвижке SG10S01 на паровой уравнильной деаэраторов на уплотнения турбины и турбин ТПН		Выдается запрет на закрытие задвижки SG10S02 на трубопроводе подачи пара от РОУ 14/6 на уплотнения турбины и турбин ТПН

Шифр УВС, условия срабатывания блоки- ровки	Позиция датчика	Действие защиты, блокировки
При положении «Не закрыто» задвижки RR30S04 на трубопроводе конденсата от ТК в деаэраторы		Запрет открытия задвижки RM60S04 на выходе конденсата из ПНД-4
При незакрытой задвижке RM60S04 на выходе конденсата из ПНД-4		Запрет открытия задвижки RR30S04 на трубопроводе подвода конденсата от технологического конденсатора в деаэраторы
RNB47, при срабатывании защит ПВД-6,7 (А,Б) по повышению уровня КГП до 1-го или 2-го предела		1. Закрываются задвижки RN90S01,02 на трубопроводе слива КГП КС 1-ой ступени в ПВД-6 (А,Б). 2. Открывается задвижка RN90S03 слива КГП КС 1-ой ступени в деаэраторы
RNB47, при любом из условий: 1) срабатывание защит ПВД-6,7 (А,Б) по повышению уровня КГП ПВД до 1-го или 2-го предела; 2) совпадение условий: а) давление в ПВД-6 А(Б) меньше 10,0 кгс/см <sup>2</sup> ; б) не закрыта задвижка RL61(62)S01- для блока 1 (RL61(62)S01,S06 – для блоков 2,3,4)	RD21(22)P01B1	1. Закрываются (с запретом открытия от ключа) задвижки RN80S03,04 на сливе КГП КС 2-ой ступени в ПВД-7. 2. Открывается (с запретом закрытия от ключа) задвижка RN80S01 на сливе КГП из КС 2-ой ступени СПП в деаэратор
RNB47, при понижении давления пара в 1-м отборе менее 9,5 кгс/см <sup>2</sup> и открыта RN91S03 – для блоков 1,2,3 (RN91(92)S03, – для блока 4)	RD10P01B1	1. Закрывается задвижка RN90S03 на сливе конденсата из КС 1-ой ступени СПП в деаэратор. 2. Закрываются задвижки RN90S01,02 на трубопроводе слива КГП КС-I ст. в ПВД-6А,Б
RNB47, турбина отключена		1. Закрывается задвижка (для блоков 3,4 с запретом открытия от ключа) RN91S03 на сливе конденсата из КС 1-ой ступени СПП в конденсатор. На блоке 4 дополнительно закрывается задвижка (с запретом открытия от ключа) RN92S03 на сливе конденсата из КС 1-ой ступени СПП в конденсатор. 2. Закрывается задвижка (с запретом открытия от ключа) RN90S03 на сливе конденсата из КС 1-ой ступени СПП в деаэратор

Шифр УВС, условия срабатывания блоки- ровки	Позиция датчика	Действие защиты, блокировки
		<p>4. Закрывается задвижка (с запре- том открытия от ключа) RN80S01 на сливе конденсата из КС 2-ой ступени СПП в деаэратора.</p> <p>5. Закрываются задвижки (с запре- том открытия от ключа) RN90S01,S02 на сливе конденсата из КС-I ст. в ПВД-6А,Б</p>
<p>RDF01(02) (в части деаэрационной уста- новки) при повышении уровня конден- сата в корпусе любого ПВД группы А(Б) до 1-го предела – 539 см. ПВД-6 1RD21(22)W01, ПВД-7 1RD11(12)W01</p>	<p>RD21L01B1 RD21L02B1 RD21L04B1 RD22L01B1 RD22L02B1 RD22L04B1 RD11L01B1 RD11L02B1 RD11L04B1 RD12L01B1 RD12L02B1 RD12L04B1</p>	<p>1. Открывается задвижка (с запре- том закрытия от ключа) RN21(22)S05</p> <p>2. После открытия RN21(22)S05 закрывается задвижка RN21(22)S04 на трубопроводе слива конденсата греющего пара из ПВД-6 группы А(Б) в деаэратор.</p> <p>3. Открывается задвижка (с запре- том закрытия от ключа)RN80S01 на сливе КГП из КС 2-ой ступени СПП в деаэратор.</p> <p>4. Открывается задвижка RN90S03 на сливе КГП из КС 1-ой ступени СПП в деаэратор.</p> <p>5. Закрываются задвижки (с запре- том открытия от ключа) RN90S01,S02 на сливе конденсата из КС 1-ой ступени СПП в ПВД-6А,Б.</p> <p>6. Закрываются задвижки (с запре- том открытия от ключа) RN80S03,S04 на сливе конденсата из КС 2-ой ступени СПП в ПВД 6А,Б</p>

### 5.3. Регулирование

5.3.1. В деаэрационной установке для поддержания заданных технологических параметров и ведения технологического режима предусмотрены регуляторы с регулирующими клапанами.

5.3.2. Регуляторы уровня в деаэраторах RM50C01 и RM53C01 с регулирующими клапанами RM50S01 и RM53S01 предназначены для:

- 1) поддержания уровней в баках-аккумуляторах RL21,22B01 во всех режимах работы энергоблока;
- 2) поддержания давления основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени;
- 3) поддержания уровней конденсата в конденсаторах;
- 4) реализации блокировок с воздействием на запорную арматуру.

5.3.3. Регуляторы давления в деаэраторах RQ21C08 и RQ22C08 предназначены для поддержания в номинальном режиме давление в деаэраторах 6 кгс/см<sup>2</sup> с точностью  $\pm 0,35$  кгс/см<sup>2</sup>.

5.3.4. Пуско-остановочный регулятор давления в деаэраторах RQ22C09 предназначен для повышения давления в деаэраторе при разогреве и для снижения давления при расхолаживании.

5.3.5. Регулятор UA20C03 с регулирующим клапаном UA20S03 предназначен для подачи ХОВ в деаэраторы для их заполнения и подпитки.

5.3.6. Уровень в деаэраторах поддерживается двумя регуляторами:

- 1) основным RM50C01 (ОРУД);
- 2) пуско-остановочным RM53C01 (ПОРУД).

5.3.7. ОРУД RM50C01 воздействует на основной регулирующий клапан RM50S01, расположенный на линии подачи основного конденсата в деаэраторы.

5.3.8. ПОРУД RM53C01 воздействует на регулирующий клапан RM53S01, расположенный на байпасе основного регулирующего клапана RM50S01.

5.3.9. В регулировании уровня питательной воды в деаэраторах реализованы блокировки управления задвижкой RM50S02.

5.3.10. Для реализации регулирования уровня питательной воды в деаэраторах используется следующая аналоговая информация:

- 1) уровень в баках-аккумуляторах RL21,22B01 (датчики RL21,22L01B1,B2,B3);
- 2) давление основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени (датчики RM50P03B1,B2,B3);
- 3) расход основного конденсата в деаэраторы (датчики RM60F01,F02B1);
- 4) расход питательной воды за деаэраторами (датчики RL61,62F01B1);
- 5) уровень конденсата в конденсаторах (датчики SD11,12,13L01B1);
- 6) сигналы по положению регулирующих клапанов RM50,53S01.

5.3.11. Регулятор RM50C01 имеет следующие режимы работы:

- 1) режим поддержания уровня в деаэраторах;
- 2) режим поддержания уровня в конденсаторах;
- 3) режим поддержания давления на напоре КЭН-2-ой ступени;
- 4) стерегущий режим.

5.3.12. Регулятор RM53C01 имеет следующие режимы работы:

- 1) режим поддержания уровня в деаэраторах;
- 2) стерегущий режим.

5.3.13. В стерегущем режиме регулятор RM50C01 контролирует положение клапана RM53S01; при выходе РК RM53S01 за пределы 25-75 % регулятор RM50C01 формирует импульсное воздействие на РК RM50S01 в направлении обеспечивающем ввод РК RM53S01 в диапазон регулирования.

5.3.14. В стационарном режиме работы энергоблока уровень в деаэраторах поддерживается ОРУД RM50C01, регулятор RM53C01 при этом находится в стерегущем режиме и байпасный регулирующий клапан RM53S01 открыт на 50 %.

5.3.15. Регулятор RM50(53)C01 включается в режим автоматического управления «АУ» переводом переключателя БРУ-32 регулирующего клапана RM50(53)S01 на панели НУ68 БЩУ в положение «АВТ».

5.3.16. При включении RM50C01 в режим «АУ»:

- 1) над БРУ-32 регулирующего клапана RM50(53)S01 на панели НУ68 БЩУ загорается красная лампочка;
- 2) на видеокadre ПЭВМ появляется индикация сообщения «RM50C01 АВТ» («RM53C01 АВТ»).

5.3.17. Регулятор RM50C01 отключается из режима «АУ» в режим «ДУ»:

- 1) вручную переводом переключателя БРУ-32 регулирующего клапана RM50S01 на панели НУ68 БЩУ в положение «ДИСТ»;
- 2) автоматически:
  - а) при отказе датчиков уровней в деаэраторах RL21,22L01B1,B2,B3;
  - б) при отсутствии электропитания регулирующего клапана RM50S01 в течение трёх секунд;
  - в) при отказе датчиков расхода основного конденсата RM60F01,F02B1;
  - г) при отказе датчиков расхода питательной воды RL61,62F01B1;
  - д) при отказе стойки В234, для блока № 3 отказе шкафа управления ШУ-203-3.

5.3.18. Регулятор RM53C01 отключается из режима «АУ» в режим «ДУ»:

- 1) вручную переводом переключателя БРУ-32 регулирующего клапана RM53S01 на панели НУ68 БЩУ в положение «ДИСТ»;
- 2) автоматически:
  - а) при отказе датчиков уровней в деаэраторах RL21,22L01B1,B2,B3;
  - б) при отсутствии электропитания регулирующего клапана RM53S01 в течение трёх секунд;
  - в) при отказе стойки В234, для блока № 3 отказе шкафа управления ШУ-203-3.

5.3.19. Автоматическое отключение регулятора RM50(53)C01 сопровождается:

- 1) срабатыванием звуковой сигнализации и индикацией на соответствующем табло панели НУ31 БЩУ для блоков 1,2,4 (НУ26 БЩУ для блока 3);
- 2) срабатыванием звуковой сигнализации на БЩУ;

3) погасанием красной и загоранием зеленой лампочки мигающим светом над переключателем БРУ-32 соответствующего регулирующего клапана RM50(53)S01 на панели НУ68 БЩУ;

4) исчезновением сообщения «ВКЛ» справа от идентификатора наименования регулятора на видеокадре ПЭВМ.

5.3.20. Для регулирования уровня в деаэраторах реализованы следующие режимы работы ОРУД RM50C01:

- 1) режим поддержания уровней в деаэраторах «РПУД50»;
- 2) режим поддержания уровней конденсата в конденсаторах «РПУК»;
- 3) режим поддержания давления основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени «РПД»;
- 4) стерегущий режим.

5.3.21. Режим поддержания уровней в деаэраторах «РПУД50» является базовым режимом работы регулятора RM50C01.

5.3.22. Режимы «РПУК» и «РПД» включаются только при наличии условий включения режима «РПУД50».

5.3.23. В режиме «РПУД50» регулятор поддерживает заданное значение уровней в деаэраторах равным 2650 мм  $\pm$  100 мм для блоков №1,2; для блоков № 3,4 2500 мм  $\pm$  100 мм .

5.3.24. Режим «РПУД50» включается с выдержкой 3 минуты при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) пуско-остановочный регулятор RM53C01 включен в режим автоматического управления;
- 2) основной регулятор RM50C01 включен в режим автоматического управления;
- 3) расход питательной воды по каждому из датчиков RL61F01, RL62F01 более 1000 т/ч;
- 4) незакрытое положение РК RM50S01 и незакрытое положение задвижки RM50S02;
- 5) отсутствие условий включения стерегущего режима регулятора RM50C01.

5.3.25. В стерегущем режиме регулятор RM50C01 при включении режима «РПУД53» контролирует положение RM53S01.

5.3.26. При выходе RM53S01 за диапазон регулирования (от 25 до 75 % по УП) ввод его в диапазон осуществляется автоматически импульсным открытием или закрытием РК RM50S01. Импульсное открытие или закрытие клапана сопровождается появлением сообщений на ВК.

5.3.27. При появлении сигнала «Не закрыт» от РК RM50S01 при включенном регуляторе RM50C01 открывается задвижка RM50S02.

5.3.28. При увеличении расхода питательной воды больше 1000 т/ч через каждое расходомерное устройство RL61,62F01B1 с выдержкой времени 3 минуты ОРУД RM50C01 переключится в режим поддержания уровня в деаэраторах, а пусковой RM53C01 - в стерегущий режим.

5.3.29. В стерегущем режиме RM53C01 импульсно выводит РК RM53S01 в положение  $45 \div 55$  % полного хода. Импульсное открытие или закрытие клапана сопровождается появлением сообщений на ВК.

5.3.30. Расход основного конденсата определяется как среднеарифметическое значение демпфированных сигналов датчиков RM60F01, RM60F02 (постоянная времени демпфирования показаний датчиков составляет 3 с).

5.3.31. Включение ОРУД RM50C01 в режиме «РПУД50» производится на текущее значение уровней в деаэраторах с учетом разности расходов основного конденсата в деаэраторы и питательной воды за деаэраторами.

5.3.32. Регулирование уровней в деаэраторах в режиме «РПУД50» осуществляется непосредственно в зависимости от знака рассогласования регулятора. При положительном или отрицательном рассогласовании выдаются импульсные команды на открытие или закрытие регулирующего клапана RM50S01.

5.3.33. В режиме «РПУД50» при наличии сигнала «Снижение давления пара в деаэраторах» по факту снижения давления в деаэраторных баках менее  $5 \text{ кгс/см}^2$  и текущем значении уровней в деаэраторах более 2000 мм формируется запрет открытия регулирующего клапана RM50S01.

5.3.34. Запрет открытия регулирующего клапана RM50S01 снимается при выполнении одного из следующих условий:

- 1) повышение давления пара в деаэраторах более  $5,5 \text{ кгс/см}^2$  (отсутствие сигнала «Снижение давления пара в деаэраторах»);
- 2) снижение текущего значения уровней в деаэраторах менее 2000 мм.

5.3.35. Режим поддержания уровней конденсата в конденсаторах основным регулятором RM50C01 «РПУК» предназначен для поддержания заданного значения уровней конденсата в конденсаторах с точностью  $\pm 100$  мм.

5.3.36. Заданному значению уровней в режиме «РПУК» присваивается значение, равное 1400 мм.

5.3.37. Режим «РПУК» включается при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) режим «РПУД50» включен;
- 2) снижение уровней конденсата в конденсаторах менее 1200 мм;
- 3) уровень в деаэраторах в диапазоне 1500-2750 мм;
- 4) отсутствие условий включения режима «РПД»;
- 5) отсутствие отказа датчиков уровней конденсата в конденсаторах SD11,12,13L01B1.

5.3.38. В режиме «РПУК» регулирование уровней конденсата в конденсаторах осуществляется регулятором RM50C01 воздействием на регулирующий клапан RM50S01.

5.3.39. При включении режима «РПУК» режим «РПУД50» поддержания уровней в деаэраторах отключается.

5.3.40. При 1-ом включении режима «РПУК» ОРУД RM50C01 вступает в работу безударно на заданное значение уровней конденсата в конденсаторах (1400 мм).

5.3.41. ОРУД RM50C01 в режиме «РПУК» работает по следующим входным сигналам:

- 1) текущее значение уровней конденсата в конденсаторах (по показаниям датчиков SD11,12,13L01B1);
- 2) демпфированное текущее значение расхода основного конденсата в деаэраторы (по показаниям датчиков RM60F01,F02B1).

5.3.42. Регулирование уровней конденсата в конденсаторах в режиме «РПУК» осуществляется непосредственно в зависимости от знака рассогласования регулятора. При положительном или отрицательном рассогласовании выдаются импульсные команды на открытие или закрытие регулирующего клапана RM50S01.

5.3.43. Режим «РПУК» отключается при выполнении одного из следующих условий:

- 1) наличие условий включения режима «РПД» поддержания давления основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени;
- 2) повышение текущего значения уровней конденсата в конденсаторах более 1300 мм;
- 3) снижение уровней в деаэраторах менее 1500 мм, или повышение более 2750 мм;
- 4) отказ датчиков уровней конденсата в конденсаторах SD11,12,13L01B1.

5.3.44. При отключении режима «РПУК» регулятор RM50C01 переключается в режим «РПУД50» или в режим «РПД» (если созданы все условия включения этого режима).

5.3.45. Режим «РПД» поддержания давления основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени основного регулятора RM50C01 предназначен для поддержания заданного значения давления основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени с точностью  $\pm 0,5$  кгс/см<sup>2</sup>.

5.3.46. В режиме «РПД» регулирование давления основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени осуществляется регулятором RM50C01 воздействием на регулирующий клапан RM50S01.

5.3.47. При включении режима «РПД» режим «РПУД50» или «РПУК» отключается.

5.3.48. Режим «РПД» включается при включенных режимах «РПУД50» или «РПУК» при снижении давления на напоре КЭН-2-ой ступени менее 16 кгс/см<sup>2</sup>.

5.3.49. В режиме «РПД» регулятор RM50C01 поддерживает давление на напоре КЭН 2-ой ступени на 0,5 кгс/см<sup>2</sup> выше уставки включения режима «РПД» (задание устанавливается равным 16,5 кгс/см<sup>2</sup>).

5.3.50. Режим «РПД» включается при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) включен режим «РПУД50» или «РПУК»;
- 2) снижение давления основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени менее 16 кгс/см<sup>2</sup>;
- 3) отсутствие запрета включения режима «РПД».

5.3.51. Запрет включения режима «РПД» формируется при отказе датчиков давления основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени RM50P03B1,B2,B3.

5.3.52. Регулирование давления основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени в режиме «РПД» осуществляется непосредственно в зависимости от знака рассогласования регулятора. При положительном или отрицательном рассогласовании выдаются импульсные команды на открытие или закрытие регулирующего клапана RM50S01.

5.3.53. Режим «РПД» отключается при выполнении одного из следующих условий:

- 1) отказ датчиков давления основного конденсата на напоре КЭН 2-ой ступени RM50P03B1,B2,B3;
- 2) давление на напоре КЭН 2-ой ступени более 16 кгс/см<sup>2</sup> и функции поддержания уровня в деаэраторных баках требует закрытие регулирующего клапана (при отрицательном разбалансе регулятора уровня в деаэраторах RM50C01, направленным на прикрытие РК RM50S01).

5.3.54. При отключении режима «РПД» ОРУД RM50C01 переключается в режим «РПУД50».

5.3.55. Стерегающий режим ОРУД RM50C01 включается при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) регулятор RM50C01 включен в режим «АУ»;
- 2) включен режим «РПУД53» ПОРУД RM53C01.

5.3.56. В стерегающем режиме регулятор RM50C01 контролирует положение регулирующего клапана RM53S01.

5.3.57. При выходе регулирующего клапана RM53S01 за пределы диапазона 25-75 % по УП ОРУД RM50C01 осуществляет импульсное воздействие (1 с – импульс, 30 с – пауза) на регулирующий клапан RM50S01 в направлении, обеспечивающем ввод регулирующего клапана RM53S01 в диапазон регулирования:

- 3) клапан RM50S01 импульсно открывается при положении по УП RM53S01 более 75 %;
- 4) клапан RM50S01 импульсно закрывается при положении по УП RM53S01 менее 25 %.

5.3.58. Импульсное воздействие на регулирующий клапан RM50S01 не формируется при наличии одного из условий:

- 1) положение RM53S01 менее 25 % по УП и клапан RM50S01 закрыт;
- 2) положение RM53S01 более 75 % по УП и клапан RM50S01 открыт.

5.3.59. Если положение клапана RM53S01 находится в диапазоне регулирования 25-75 % по УП, ОРУД RM50C01 формирует запрет выходных команд на клапан RM50S01.

5.3.60. Стерегающий режим ОРУД RM50C01 отключается при наличии условий включения режима «РПУД50».

5.3.61. Основные режимы работы пуско-остановочного регулятора RM53C01 уровней питательной воды в деаэраторах

5.3.62. ПОРУД RM53C01 предназначен для поддержания уровней питательной воды в деаэраторах в режимах пуска и останова турбоустановки.

5.3.63. В СЦАР уровней в деаэраторах и конденсаторах реализованы следующие режимы работы ПОРУД RM53C01:

- 1) режим поддержания уровней в деаэраторах «РПУД53»;
- 2) стерегущий режим.

5.3.64. В режиме «РПУД53» поддержания уровней питательной воды в деаэраторах пуско-остановочным регулятором RM53C01 регулятор RM53C01 предназначен для поддержания заданного значения уровней в деаэраторах с точностью  $\pm 100$  мм.

5.3.65. Если пусковой регулятор RM53C01 включен в режим «АУ» при отключенном основном регуляторе RM50C01, то режим «РПУД53» включается в работу при открытой задвижке RM53S02 после регулирующего клапана RM53S01.

5.3.66. Автоматическое управление задвижкой RM53S02 после РК RM53S01 не предусмотрено. Открытие - закрытие задвижки RM53S02 осуществляется дистанционно воздействием на ключ управления задвижкой, расположенный на панели НУ68.

5.3.67. ПОРУД RM53C01 работает по входным сигналам:

- 1) текущее значение уровней в деаэраторах (по показаниям датчиков RL21,22L01B1,B2,B3);
- 2) сигнал по положению регулирующего клапана RM53S01.

5.3.68. Регулирование уровней питательной воды в деаэраторах в режиме «РПУД53» осуществляется непосредственно в зависимости от знака рассогласования регулятора. При положительном или отрицательном рассогласовании выдаются импульсные команды на открытие или закрытие регулирующего клапана RM53S01.

5.3.69. Режим «РПУД53» отключается при наличии условий включения режима «РПУД50» ОРУД RM50C01.

5.3.70. Стерегущий режим ПОРУД RM53C01 включается при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) регулятор RM53C01 включен в режим «АУ»;
- 2) включен режим «РПУД50» («РПУК», «РПД») ОРУД RM50C01.

5.3.71. Включение стерегущего режима ПОРУД RM53C01 сопровождается индикацией на видеокадре ПЭВМ.

5.3.72. В стерегущем режиме регулятор RM53C01 переводит регулирующий клапан RM53S01 импульсными командами (импульс – 1 с, пауза – 20 с) в диапазон 45-55 % по УП:

- 1) клапан RM53S01 импульсно открывается при положении по УП RM53S01 менее 45 %;
- 2) клапан RM53S01 импульсно закрывается при положении по УП RM53S01 более 55 %.

5.3.73. Если положение клапана RM53S01 находится в диапазоне 45-55 % по УП, ПОРУД RM53C01 формирует запрет выходных команд на клапан RM53S01.

5.3.74. Стерегающий режим регулятора RM53C01 отключается при наличии условий включения режима «РПУД53» регулятора RM53C01.

5.3.75. В СЦАР уровней в деаэраторах реализованы блокировки по управлению задвижкой RM50S02 на линии основного конденсата после регулирующего клапана RM50S01.

5.3.76. Задвижка RM50S02 автоматически открывается при включенном регуляторе RM50C01 и незакрытом положении клапана RM50S01.

5.3.77. Задвижки, управляемые по входам защит и блокировок, управляются с «самоподхватом», т.е. команды запоминаются в логических блоках БУЗ в шкафах УКТС.

5.3.78. Неисправность задвижки RM50S02 формируется при отсутствии электропитания привода задвижки.

5.3.79. В СЦАР уровней в деаэраторах осуществляется контроль исправности исполнительных механизмов (клапаны RM50,53S01, задвижки RM50,53S02).

5.3.80. Сигнал об обесточении исполнительных механизмов формируется при одновременном отсутствии сигналов «Не закрыто» и «Не открыто».

5.3.81. При отсутствии электропитания клапана RM50(53)S01 в течение трёх секунд регулятор RM50(53)C01 автоматически отключается.

5.3.82. Информация об отсутствии электропитания исполнительных механизмов RM50,53S01,S02 выводится на ПУИ БЩУ.

5.3.83. При отсутствии электропитания запорной арматуры RM50,53S02 на видеокадре ПЭВМ индицируется красным цветом идентификатор наименования неисправной задвижки.

5.3.84. При отсутствии электропитания клапанов RM50,53S01 на видеокадрах индицируются показания положения и идентификатор наименования неисправного клапана.

5.3.85. Неисправность регулирующего клапана RM50,53S01 с формированием сигнала «Несоответствие РК» определяется при выполнении одного из следующих условий:

- 1) нет КВ «Закрыто» и положение РК менее 1 % по УП для блоков 1,2; наличие сигнала «Закрыто», но положение клапана более 5 % по УП для блоков 3,4;
- 2) нет КВ «Открыто» и положение РК более 99 % по УП для блоков 1,2; наличие сигнала «Открыто», но положение клапана менее 95 % по УП для блоков 3,4;
- 3) отклонение моделируемого положения регулирующего клапана от реального положения по УП более 15 % в течение 20 секунд.

5.3.86. В режиме дистанционного управления контроль исправности регулирующего клапана не производится, моделируемому положению клапана присваиваются реальные показания датчика положения клапана.

5.3.87. Контроль исправности датчиков положения регулирующих клапанов RM50,53S01 осуществляется по скорости изменения положения клапана за одну секунду.

5.3.88. Сигналы обнуляются только после снятия соответствующего регулятора с режима «АУ» в режим «ДУ».

5.3.89. Отказ датчиков расхода питательной воды формируется при рассогласовании показаний обоих датчиков более 1500 т/ч.

5.3.90. При отказе датчиков расхода основного конденсата RM60F01,F02B1 на видеокдрах ПЭВМ индицируются показания текущего (среднего) значения датчиков.

5.3.91. При отказе датчиков расхода основного конденсата в деаэраторы ОРУД RM50C01 автоматически отключается.

5.3.92. При отказе датчиков SD11,12,13L01B1 уровней конденсата в конденсаторах не реализуется алгоритм включения режима «РПУК» ОРУД RM50C01 или производится отключение режима «РПУК» в случае отказа датчиков при работе режима.

5.3.93. При отказе датчиков RM50P03B1,B2,B3 формируется запрет включения режима «РПД» ОРУД RM50C01 или производится отключение режима «РПД» в случае отказа датчиков при работе режима.

5.3.94. Сигналы по положению регулирующих клапанов RM50,53S01 поступают от датчиков положения RM50,53S01B1, пределы измерений 0-100 %.

5.3.95. Регуляторы RQ21C08, RQ22C08 с регулируемыми клапанами RQ21S08 и RQ22S08 предназначены для поддержания заданного давления в деаэраторах во всех режимах работы турбоустановки.

5.3.96. Пуско-остановочный регулятор давления в деаэраторах RQ22C09 с регулирующим клапаном RQ22S09 предназначен для поддержания заданного давления в деаэраторах, для повышения давления в деаэраторах при разогреве и для снижения давления при расхолаживании.

5.3.97. В ПОРДД реализованы следующие режимы работы:

- 1) режим поддержания давления в деаэраторах «РПД»;
- 2) режим разогрева деаэраторов;
- 3) режим расхолаживания деаэраторов;
- 4) стерегущий режим.

5.3.98. Режим «РПД» включается при одновременном выполнении условий:

- 1) ПОРДД RQ22C09 включен в режим автоматического управления «АУ» (БРУ-32 РК RQ22S09 установлен в положение «АВТ»);
- 2) ОРДД RQ21,22C08 находятся в режиме дистанционного управления.

5.3.99. Режим «РПД» отключается при включении хотя бы одного ОРДД RQ21,22C08 в режим автоматического управления.

5.3.100. В режиме «РПД» регулятор RQ22C09 предназначен для поддержания заданного значения давления в деаэраторных баках с точностью  $\pm 0,35 \text{ кгс/см}^2$ .

5.3.101. В режимах разогрева и расхолаживания деаэраторов заданное значение давления «Р<sub>Зад</sub>» ограничивается сверху значением 6 кгс/см<sup>2</sup> и снизу значением 0,2 кгс/см<sup>2</sup>. Точность поддержания давления составляет  $\pm 0,35$  кгс/см<sup>2</sup>.

5.3.102. В момент включения ПОРДД заданному значению давления «Р<sub>Зад</sub>» присваивается значение текущего давления в деаэраторах с учетом введенных ограничений.

5.3.103. В режимах разогрева и расхолаживания деаэраторов производится ограничение скорости изменения заданного значения давления в деаэраторах величиной 0,1 (кгс/см<sup>2</sup>)/мин. В случае увеличения скорости процесс изменения давления приостанавливается.

5.3.104. Давление в деаэраторах измеряется двумя датчиками RL21P01B1, RL22P01B1.

5.3.105. В качестве текущего значения выбирается среднее арифметическое из показаний датчиков RL21P01B1, RL22P01B1.

5.3.106. Для энергоблоков 1,2 предусмотрена возможность ручного выбора одного из датчиков.

5.3.107. Полное открытие и закрытие клапана RQ22S09 сигнализируется на пульте управления БЦУ.

5.3.108. В стерегущем режиме ПОРДД RQ22C09 отслеживает текущее значение давления в деаэраторах с целью безударного включения в режим поддержания давления.

5.3.109. Основные регуляторы давления в деаэраторах ОРДД RQ21C08 и RQ22C08 предназначены для поддержания в стационарных режимах работы энергоблока давления в деаэраторах на уровне 6 кгс/см<sup>2</sup> с точностью  $\pm 0,35$  кгс/см<sup>2</sup>.

5.3.110. Управление РК RQ21,22S08 последовательное – «ведомый» клапан открывается только после полного открытия «ведущего» клапана, «ведущий» клапан закрывается только после полного закрытия «ведомого» клапана.

5.3.111. Регулирующий клапан выбирается в качестве «ведущего», если его переключатель БРУ-32 первым установлен в положение «Автомат», а регулятор второго клапана отключен. При установке переключателя БРУ-32 второго РК ОРДД в положение «Автомат» соответствующий клапан выбирается в качестве «ведомого». При отключении регулятора «ведущего» клапана с автоматического управления оставшийся в работе регулятор поддерживает заданное значение давления пара в деаэраторах воздействием на соответствующий РК, который автоматически выбирается «ведущим».

5.3.112. Основные регуляторы РДД RQ21,22C08 включаются переводом БРУ-32 соответствующих РК RQ21,22S08 в положение автоматического управления «АВТОМАТ» на панели НУ68 БЦУ.

5.3.113. ОРДД RQ21,22C08 отключаются вручную переводом БРУ-32 соответствующих РК RQ21,22S08 в положение дистанционного управления «ДИСТ» или автоматически:

- 1) при отказе датчиков давления в деаэраторах RL21,22P01B1;
- 2) при обесточении соответствующего РК RQ21,22S08;
- 3) при отказе стойки И235, для блока 3 отказе шкафа управления ШУ-201-3, для блока №4 отказе шкафа управления ШУ-211-3.

5.3.114. Автоматическое отключение регулятора RQ21(22)C08 сопровождается звуковой сигнализацией и индикацией «табло электродвигателя регуляторов» (панель НУ31) – для энергоблоков 1,2; «Аварийное отключение регуляторов ТСА» (панель НУ26) – для энергоблоков 3,4, миганием зеленой и погасанием красной лампочки над переключателем БРУ-32 РК RQ21(22)S08 на панели НУ68 БЩУ.

5.3.115. При понижении давления в деаэраторах менее 5 кгс/см<sup>2</sup> разрешается одновременное открытие «ведущего» и «ведомого» РК RQ21,22S08.

5.3.116. При повышении давления в деаэраторах более 6,3 кгс/см<sup>2</sup> разрешается одновременное закрытие «ведущего» и «ведомого» РК RQ21,22S08.

5.3.117. Регулятор RQ21(22)C08 переключается в стерегущий режим:

- 1) при включенном регуляторе RQ22(21)C08 при наличии признака «RQ21S08 ведущий» («RQ22S08 ведущий») после полного открытия RQ21(22)S08, если давление в деаэраторах ниже заданного;

- 2) при наличии признака «RQ21S08 ведомый» («RQ22S08 ведомый») после закрытия RQ21(22)S08, если давление в деаэраторах выше заданного.

5.3.118. Закрытие задвижки RQ21(22)S07 после закрытия клапана RQ21(22)S08 осуществляется оператором дистанционно воздействием на ключ управления задвижки на панели НУ68 БЩУ.

## 5.4. Сигнализация

5.4.1. При срабатывании технологической сигнализации на панелях турбинного отделения БЩУ оперативный персонал должен выполнить ряд последовательных действий на приведение технологических параметров и оборудования в состояние, при которых они не имеют превышения от нормальных пределов и/или условий нормальной эксплуатации.

5.4.2. Действия персонала при отключении или разгрузке турбины действием технологических защит со срабатыванием табло аварийной сигнализации, определяют:

- 1) для блока 1 – «Инструкция по ликвидации нарушений нормальной эксплуатации на энергоблоке № 1» (И.1.ИЛН.ОУБ/08), по которой требуется выполнить полностью ряд последовательных действий;

- 2) для блока 2 – «Инструкция по ликвидации нарушений нормальной эксплуатации на энергоблоке № 2» (И.2.ИЛН.ОУБ/08), по которой требуется выполнить полностью ряд последовательных действий;

- 3) для блока 3 – «Инструкция по ликвидации нарушений нормальной эксплуатации на энергоблоке № 3» (И.3.ИЛН.ОУБ/08), по которой требуется выполнить полностью ряд последовательных действий;

- 4) для блока 4 – «Инструкция по ликвидации нарушений нормальной эксплуатации на энергоблоке № 4» (И.4.ИЛН.ОУБ/08), по которой требуется выполнить полностью ряд последовательных действий.

5.4.3. В деаэрационной установке на блоке 1 реализована сигнализация на БЩУ-1, указывающая на:

- 1) повышение давления в деаэраторе до  $6,5 \text{ кгс/см}^2$ ; при достижении значений уставок срабатывания сигнализации на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA3 «Р Д-1(2) ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;
- 2) понижение уровня в деаэраторе до 2-го предела; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\leq 220 \text{ см}$ ) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA6 (7) «L Д-1(2) 2-ой предел ↓», сопровождающееся звуковым сигналом;
- 3) отклонение уровня в деаэраторах; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\leq 250, \geq 285 \text{ см}$ ) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA15(16) «L Д-1(2) ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;
- 4) открытие арматуры 1RL20S01; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\geq 310 \text{ см}$ ) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA17 «Открыт перелив Д-1,2», сопровождающееся звуковым сигналом;
- 5) аварийное отключение электродвигателя регулятора RQ21,22S08, RQ22S09, RM50S01; при отключении электродвигателя регулятора на панели БЩУ № НУ31 высвечивается табло HLA11 «АВ отключ. эл. дв. регулятора», сопровождающееся звуковым сигналом.

5.4.4. В деаэрационной установке на блоке 2 реализована сигнализация на БЩУ-2, указывающая на:

- 1) понижение уровня в деаэраторе до 2-го предела; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\leq 220 \text{ см}$ ) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA6(7) «L Д-1(2) 2-ой предел ↓», сопровождающееся звуковым сигналом;
- 2) отклонение уровня в деаэраторах; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\leq 250, \geq 285 \text{ см}$ ) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA15(16) «L Д-1(2) ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;
- 3) открытие арматуры 2RL20S01; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\geq 310 \text{ см}$ ) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA17 «Открыт перелив Д-1,2», сопровождающееся звуковым сигналом;
- 4) аварийное отключение электродвигателя регулятора 2RQ21,22S08, 2RQ22S09, 2RM50S01; при отключении электродвигателя регулятора на панели БЩУ № НУ31 высвечивается табло HLA11 «АВ отключ. эл. дв. регулятора», сопровождающееся звуковым сигналом.

5.4.5. В деаэрационной установке на блоке 3 реализована сигнализация на БЩУ-3, указывающая на:

- 1) повышение уровня в деаэраторах до 2-го предела; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\geq 287 \text{ см}$ ) на панели БЩУ № НУ25 высвечивается табло HLA62 «L RL21,22B01 2-й предел ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;
- 2) повышение уровня в деаэраторах до 3-го предела; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\geq 306 \text{ см}$ , аварийная) на панели БЩУ № НУ25 высвечивается табло HLA63 «L RL21,22B01 3-й предел ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;

3) повышение уровня в деаэраторах до 1-го предела; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\geq 270$  см) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA06 «L RL21,22B01 1-й предел ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;

4) отклонение уровня в деаэраторах; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\leq 210$  см,  $\geq 270$  см) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA15 «L Д-1,2 ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;

5) снижение уровня в деаэраторе; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\leq 150$  см) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA16 «L Д-1,2  $\leq 1500$  ↓», сопровождающееся звуковым сигналом;

6) снижение уровня в деаэраторе; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\leq 160$  см) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA17 «L Д  $\leq 1600$  ↓», сопровождающееся звуковым сигналом;

7) аварийное отключение электродвигателя регулятора 3RQ21,22S08, 3RQ22S09, 3RM50S01; при отключении электродвигателя регулятора на панели БЩУ № НУ26 высвечивается табло HLA05 «AB Отключ. регуляторов ТСА», сопровождающееся звуковым сигналом.

5.4.6. В деаэрационной установке на блоке 4 реализована сигнализация на БЩУ-4, указывающая на:

1) повышение уровня в деаэраторах до 2-го предела; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\geq 287$  см) на панели БЩУ № НУ25 высвечивается табло HLA62 «L RL21,22B01 2-й предел ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;

2) повышение уровня в деаэраторах до 3-го предела; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\geq 306$  см, аварийная) на панели БЩУ № НУ25 высвечивается табло HLA63 «L RL21,22B01 3-й предел ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;

3) повышение уровня в деаэраторах до 1-го предела; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\geq 270$  см) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA06 «L RL21,22B01 1-й предел ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;

4) отклонение уровня в деаэраторах; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\leq 210$  см,  $\geq 270$  см) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA15 «L Д-1,2 ↑», сопровождающееся звуковым сигналом;

5) снижение уровня в деаэраторе; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\leq 150$  см) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA16 «L Д-1,2  $\leq 1500$  ↓», сопровождающееся звуковым сигналом;

6) снижение уровня в деаэраторе; при достижении уставки срабатывания сигнализации ( $\leq 160$  см) на панели БЩУ № НУ30 высвечивается табло HLA17 «L Д-1,2  $\leq 1600$  ↓», сопровождающееся звуковым сигналом;

7) аварийное отключение электродвигателя регулятора 4RQ21,22S08, 4RQ22S09, 4RM50S01; при отключении электродвигателя регулятора на панели БЩУ № НУ26 высвечивается табло HLA05 «AB Отключ. регуляторов ТСА», сопровождающееся звуковым сигналом.

## 6. Контрольно-измерительные приборы

6.1. Для контроля и обеспечения постоянной эксплуатационной готовности деаэрационной установки, а также для дистанционного управления и контроля с БЦУ установлен ряд измерительных устройств и приборов.

6.2. Измерение эксплуатационных параметров осуществляется соответствующими датчиками и преобразователями. При этом весь необходимый объем сигналов поступает для оценки работоспособности и технического состояния оборудования установки на БЦУ.

6.3. При достижении предельных значений параметров сигналы от датчиков КИП деаэрационной установки выводятся на сигнализацию и блокировки.

6.4. Вывод данных осуществляется на РМОТ и на панели БЦУ. Имеются точки измерения расхода, давления, температуры и уровня.

6.5. Перечень КИП деаэрационной установки представлен в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Наименование параметра	Позиция датчика	Выход замера	Номинальное значение
Уровень питательной воды в баке-аккумуляторе RL21B01, см	RL21L01B1	УВС, ТЗиБ, БЦУ, ЭТУ, сигнализация, регулятор RM50C01, RM53C01	$250 \pm 10$
	RL21L01B2 RL21L01B3	регулятор RM50C01, RM53C01 (блок 3,4 – ТЗиБ)	$250 \pm 10$
Уровень питательной воды в баке-аккумуляторе RL22B01, см	RL22L01B1	УВС, БЦУ, ТЗиБ, сигнализация, регулятор RM50C01, RM53C01	$250 \pm 10$
	RL22L01B2 RL22L01B3	регулятор RM50C01, RM53C01 (блок 3,4 – ТЗиБ)	$250 \pm 10$
Давление пара в деаэраторе RL21B01, кгс/см <sup>2</sup>	1RL21P01B1	ЭТУ, УВС, БЦУ, сигнализация, регуляторы RQ21,22C08, RQ22C09, блокировка РУД	$6,0 \pm 0,35$
	2RL21P01B1	ЭТУ, УВС, БЦУ, регуляторы RQ21,22C08, RQ22C09, блокировка РУД	$6,0 \pm 0,35$

Наименование параметра	Позиция датчика	Выход замера	Номинальное значение
	3,4RL21P01B1	ЭТУ, УВС, БЦУ, регуляторы RQ21,22C08, RQ22C09, блокировка РУД	$6,0 \pm 0,35$
	2,4RL21P01B2	машзал	$6,0 \pm 0,35$
Давление пара в деаэраторе RL22B01, кгс/см <sup>2</sup>	1RL22P01B1	ЭТУ, УВС, сигнализация, регуляторы RQ21,22C08, RQ22C09, блокировка РУД	$6,0 \pm 0,35$
	2RL22P01B1	ЭТУ, УВС, регуляторы RQ21,22C08, RQ22C09, блокировка РУД	$6,0 \pm 0,35$
	3,4RL22P01B1	ЭТУ, УВС, БЦУ, регуляторы RQ21,22C08, RQ22C09, блокировка РУД	$6,0 \pm 0,35$
	2,4RL22P01B2	машзал	$6,0 \pm 0,35$
Расход основного конденсата на деаэратор RL21B01, т/ч	RM60F01B1	УВС, регулятор RM50C01	2500
Расход основного конденсата на деаэратор RL22B01, т/ч	RM60F02B1	УВС, регулятор RM50C01	2500
Давление ХОВ за регулирующим клапаном UA20S03, кгс/см <sup>2</sup> , не менее	UA20P01B1	УВС	6,5
Температура питательной воды после деаэратора RL21B01, °C	RL21T01	УВС, регулятор, RQ22C09	$164 \pm 2$
Температура питательной воды после деаэратора RL22B01, °C	RL22T01	УВС, регулятор, RQ22C09	$164 \pm 2$
Температура основного конденсата перед деаэраторами, °C	RM60T07	УВС	155
Давление на входе в НПД, кгс/см <sup>2</sup>	UA20P03B1	Машзал, отм. 0,0 ряд Б-В, ось 8-9	$3,0 \pm 1,0$
Давление на выходе из НПД, кгс/см <sup>2</sup>	UA20P02B1	Машзал, отм. 0,0 ряд Б-В, ось 8-9	$14,0 \pm 2$

## 7. Режимы эксплуатации системы

7.1. Пуск деаэрационной установки проводится после предварительного заполнения баков-аккумуляторов ХОВ от НПД.

7.2. Разогрев деаэратора ведется после включения на рециркуляцию обоих ВПЭН. Из-за малой пропускной способности трубопроводов рециркуляции ВПЭН этот процесс длится несколько часов (при пусковом уровне в деаэраторах 1 м от днища, или 1,3-1,5 м по датчику с базой измерения 4 м).

7.3. Перед включением ТПН на сеть (т.е. перед переводом питания парогенераторов от ТПН) и дальнейшим набором нагрузки реактора уровень питательной воды в деаэраторе повышается до номинального.

7.4. Повышение уровня в деаэраторах до номинального проводится от НПД в режиме МКУ реактора.

7.5. Обязательным условием устойчивой работы деаэратора в режиме увеличения тепловой мощности реактора является работа в автоматическом режиме регулятора давления в деаэраторе, регулятора уровня в деаэраторе на узле подпитки конденсаторов ХОВ и, что особенно важно, пускового регулятора уровня в конденсаторе турбины.

7.6. Важным условием устойчивости деаэрационной установки в описываемом режиме является работа пусковых регуляторов питания парогенераторов в автоматическом режиме.

7.7. Максимальная производительность двух ВПЭН обеспечивает не более 5 % номинальной тепловой мощности реактора. Однако с точки зрения устойчивости деаэрационной установки она не должна превышать 3 %, что достаточно для пуска и включения в сеть одного ТПН.

7.8. При развороте ТПН оба ВПЭН работают с открытой рециркуляцией.

7.9. С включением ТПН на сеть дальнейшее нагружение реактора целесообразно вести до 20 % номинальной тепловой мощности со скоростью не более 1 % в минуту с выдержкой через каждые 10 % в течение 10-15 минут.

7.10. Это мероприятие необходимо для переключения в автоматический режим с пускового на 1-ый, а затем 2-ой основные регуляторы давления в деаэраторах.

7.11. Максимальная тепловая мощность реактора из условий устойчивой работы деаэрационной установки на «холодном» конденсате при сбросе пара через БРУ-К не превышает 40 % номинальной.

7.12. Одной из функций деаэрационной установки является создание на всасе бустерного насоса необходимого подпора, исключающего вскипание питательной воды.

7.13. Режимом, приводящим к работе бустерного насоса ТПН в кавитационном режиме, является режим сброса нагрузки турбиной. Теория режима подтверждена опытом эксплуатации. Согласно этой теории для обеспечения необходимого кавитационного запаса БН ТНП в режиме сброса нагрузки необходимо: быстро переключить деаэраторы на резервный источник пароснабжения (БРУ-СН).

7.14. На блоках 3, 4 предусмотрены защиты по повышению уровня в деаэраторах до 3-го предела, воздействующие на отключение КЭН 2-ой ступени.

7.15. Опыт эксплуатации показывает, что отключение КЭН 2-ой ступени практически неизбежно ведет к отключению блока, так как сопровождается появлением аварийных режимов в значительной части систем турбины.

7.16. Ликвидировать их оператору обычно не удастся (кроме нескольких случаев запуска КЭН 2-ой ступени в течение одной минуты). Так как отключение КЭН 2-ой ступени приводит к запрету работы БРУ-К, можно прогнозировать, что далее аварийная ситуация приведет к срабатыванию БРУ-А, а иногда и к отключению реактора аварийной защитой.

7.17. В режиме нормальной эксплуатации по мере нагружения блока необходимо: контролировать автоматическое открытие:

- 1) контролировать автоматическое открытие задвижки RQ21S07 на паропроводе подачи пара в деаэрационные колонки и переключение воздействия регулятора давления на регулирующий клапан RQ21S08, при условии полного открытия ведущего РК;

- 2) контролировать автоматическое открытие задвижки RB64S02 (для блока № 4) на напорной линии насосов слива сепарата в линию основного конденсата перед деаэраторами после включения насоса.

- 3) открыть задвижку RN90S03 на трубопроводе подачи КГП 1-ой ступени СПП в деаэраторы, а при переводе конденсата в ПВД-6 – ее закрыть;

- 4) открыть задвижку RN80S01 отвода КГП 2-ой ступени СПП в деаэраторы, а при переводе конденсата в ПВД-7 – ее закрыть;

7.18. При автоматическом переключении арматуры, по мере нагружения блока, а также при открытии задвижек RN21,22S04 КГП ПВД-6 в деаэраторы необходимо внимательно контролировать давление в деаэраторах.

7.19. В режиме останова до начала снижения давления в деаэраторах необходимо подать пар на уплотнения и эжекторы из КСН, для чего:

- 1) открыть задвижку SG10S02 на подводе пара из КСН на уплотнения турбины;

- 2) закрыть задвижку SG10S01 на подаче пара на уплотнения турбины из паровой уравнивающей линии деаэраторов;

- 3) открыть задвижку SG20S05 на подводе пара к эжекторам из КСН;

- 4) закрыть задвижки SG20S01 на подводе пара от деаэраторов к эжекторам;

- 5) открыть задвижки на отводе выпара деаэраторов в атмосферу.

7.20. По мере разгрузки блока проконтролировать:

- 1) (для блока 4) при нагрузке 70 % (давление на выхлопе ЦВД менее или равно  $7,2 \text{ кгс/см}^2$ ) отключился насос слива сепарата, открылась задвижка RB64S02 слива сепарата в ПВД-4 и закрылась RB60S02 напорной линии насосов слива сепарата в линию основного конденсата перед деаэраторами;

- 2) после отключения ПВД по пару закрылись задвижки RN21,22S04 отвода КГП в деаэраторы;

3) при снижении давления пара в первом отборе до  $9,5 \text{ кгс/см}^2$  закрылась задвижка RN90S03 на трубопроводе подачи КГП 1-ой ступени СПП в деаэраторы и открылась задвижка RN91S03 подачи КГП 1-ой ступени СПП в конденсатор;

4) работу регуляторов давления и уровня в деаэраторах во время разгрузки турбины.

7.21. При кратковременных остановах блока деаэрационную установку необходимо оставить в работе в атмосферном режиме. При этом должна быть закрыта задвижка RM60S04 на подводе основного конденсата в деаэратор.

7.22. После расхолаживания энергоблока и перевода реактора в «холодное состояние» при необходимости вывода деаэрационной установки в ремонт или для технического освидетельствования необходимо расхолодить деаэраторы, для чего:

1) открыть задвижки на отводе выпара в атмосферу;

2) при необходимости понизить температуру воды в деаэраторах до необходимой температуры – включить НПД и открыть задвижку UA20S04 на подаче ХОВ в деаэрационные колонки;

3) после расхолаживания деаэраторов отключить НПД, закрыть задвижку UA20S04 и слить воду из деаэраторов, для чего открыть задвижку RL20S04 на линии опорожнения деаэраторов в дренажные баки;

4) закрыть арматуру на трубопроводах входящих и выходящих потоков пара и воды, дать указание персоналу ЦТАИ разобрать электросхемы приводов арматуры; вывесить плакаты в соответствии с требованиями техники безопасности, приводы арматуры запереть на цепи и замки.

7.23. Ремонт или осмотр деаэраторов допускается производить по оформленному наряду-допуску при наличии разрешенной заявки.

## **8. Функциональное опробование и техническое обслуживание**

### **8.1. Функциональное опробование деаэрационной установки**

8.1.1. Для обеспечения способности оборудования деаэрационной установки соответствовать проектным требованиям проводятся периодические испытания и проверки, а также испытания и проверки до и после ремонта.

8.1.2. Деаэрационная установка относится к системам нормальной эксплуатации, важным для безопасности.

8.1.3. Испытания и проверки систем нормальной эксплуатации, важных для безопасности, должны выполняться по программам или инструкциям, утвержденным в установленном порядке.

8.1.4. Испытания и проверки осуществляет персонал ТЦ-1,2. Ответственным за безопасное выполнение испытания и проверки является лицо, определенное в программе или инструкции на проведение данного испытания и проверки.

8.1.5. Анализ распечаток РТС, РСА на полноту зафиксированной информации и соответствие зафиксированной информации приёмочным критериям, указанным в программе, проводит персонал, проводивший испытание (проверку). При наличии технического руководителя анализ распечаток проводит технический руководитель. После проведения анализа лицо, его проводившее, делает отметку на бланках распечаток с указанием названия испытания (проверки), должности, фамилии, личной подписи и номера акта (номер акта указывается при наличии замечаний к распечаткам).

8.1.6. Испытание и опробование деаэрационной установки проводится по графику регламентных работ, утвержденному ГИС.

8.1.7. Опробование ИПУ деаэраторов проводится во время ППР, но не реже одного раза в год по утвержденной рабочей программе.

8.1.8. Опробование арматуры проводится во время ППР по утвержденной рабочей программе.

8.1.9. Опробование насоса UA20D01 выполняется один раз в месяц в соответствии с «Графиком работы оборудования ТЦ-1(2) блока № 1(2,3,4)».

### **8.2. Техническое обслуживание**

8.2.1. Техническое обслуживание оборудования АС входит в систему организационно-технических мер по обеспечению безопасности, подлежащих реализации на этапе эксплуатации АС.

8.2.2. Техническое обслуживание оборудования и систем состоит в выполнении комплекса работ по поддержанию их исправного работоспособного состояния, который предусмотрен НД.

8.2.3. Периодичность и глубина воздействий на оборудование АС определены требованиями НД, заводской документации, регламентами технического обслуживания соответствующих видов групп, типов оборудования.

8.2.4. Техническое обслуживание оборудования деаэрационной установки выполняется при работе энергоблока и в ППР.

8.2.5. Работы по техническому обслуживанию оборудования должны производиться аттестованными специалистами, изучившими НД по ТОиР, знающими конструкцию оборудования, приведенного в табл. 8.2.1.

Таблица 8.2.1

Наименование	Технологическое обозначение	Тип	Объем выполняемых работ	Периодичность
НПД	1UA20D01	Кс 125-140	1. Виброобследование. 2. Пополнение смазки подшипников. 3. Замена смазки. 4. Проверка проходности трубопроводов обвязки. 5. Регулировка затяжки сальников. 6. Проверка состояния резиновых колец упругой муфты	До и после ППР. Через 500 часов. Через 2000 часов. 1 раз в квартал.  При отклонении протечки от нормы. Через 2000 часов и в ППР
	2,3,4UA20D01	КсВ 125-140		
Бак-аккумулятор	RL21B01 RL22B01	БД-185-2-А черт.03.8137 036	1. Проверка целостности теплоизоляции и наличия ограждений. 2. Осмотр фланцевых разъемов, корпуса и сварных соединений на предмет пропуска среды. 3. Проверка работоспособности водоуказательных приборов	Ежедневно.  Ежедневно.  Ежедневно
Арматура	RL, RM, RN, UA	Запорная  Регулирующая	Дефекты механической части (отсутствует штурвал, пропуск среды и др.) и системы управления электроприводом. Величина крутящего момента соответствует требованиям КТД, сборочных чертежей, заводской инструкции по тех. обслуживанию и эксплуатации	При технологической возможности во время вывода системы или её участка в ремонт или резерв
		Предохранительная	Выполнена проверка работоспособности арматуры от ручного дублера. Ход подвижных частей плавный, без рывков и заеданий	По цеховым графикам проведения технического обслуживания

### 8.3. Оперативное обслуживание

8.3.1. Деаэрационная установка находится в оперативном ведении НСС и оперативном управлении НСБ-1(2,3,4).

8.3.2. Во время работы деаэрационной установки необходимо контролировать и обеспечивать поддержание параметров работы оборудования в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации ИЭ.1.RQ,RL.ТЦ-1/19, ИЭ.2.RQ,RL.ТЦ-1/14, ИЭ.3.RL.ТЦ-2/08, ИЭ.4.RL.ТЦ-2/08.

8.3.3. При эксплуатации деаэрационной установки производить 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.

8.3.4. Обходы и осмотры производственных помещений, оборудования и трубопроводов регулярно выполняются оперативным персоналом ТЦ-1(2) в целях контроля соответствия технического состояния установленным критериям и соблюдения режимов нормальной эксплуатации.

8.3.5. Обходы оборудования производятся по «Маршрутам обходов оборудования оперативным персоналом ТЦ», предусматривающим охват всей зоны обслуживания, установленной должностной инструкцией для каждой должности оперативного персонала ТЦ-1(2).

8.3.6. При обходах оборудования, производственных помещений проверяются:

- 1) состояние оборудования, трубопроводов, помещений;
- 2) состояние техники безопасности на рабочих местах оперативного и ремонтного персонала;
- 3) противопожарное состояние оборудования и помещений, состояние, комплектность средств пожаротушения, соблюдение требований правил пожарной безопасности при выполнении огневых работ;
- 4) освещенность рабочей зоны, исправность осветительной аппаратуры, наличие аварийного освещения;
- 5) отсутствие посторонних лиц и предметов;
- 6) наличие ограждения опасных зон, знаков безопасности, указателей движения персонала по безопасным маршрутам;
- 7) состояние и чистота территории, оборудования, помещений рабочей зоны;
- 8) температурный режим в рабочей зоне (в период прохождения ОЗМ с ноября по март).

8.3.7. В соответствии с «Регламентными работами, выполняемыми эксплуатационным персоналом на оборудовании и системах ТЦ-1(2)» производить:

- 1) переход по регулирующим клапанам давления в деаэраторах RQ21,22S08 – два раза в месяц;
- 2) продувку деаэраторов в атмосферу четыре раза в месяц в смену с 16 до 23 часов, а также по рекомендациям НС ХЦ, открытием арматуры SG20S02,04 на 30 % – в течение одного часа;

- 3) осмотр трубопроводов деаэрационной установки – один раз в месяц;
- 4) осмотр и контроль пломбировки первичных вентилей импульсных линий измерительных каналов КИП, участвующих в ТЗиБ, – один раз в месяц;
- 5) осмотр импульсных предохранительных устройств деаэраторов – один раз в сутки в смену с 0 до 7 часов;
- 6) осмотр регулирующих клапанов RQ21,22S08, RQ22S09, RM50,53S01 – два раза в смену;
- 7) сверку уровней в деаэраторах по ВУС с приборами на БЦУ – один раз в смену.

8.3.8. Контролировать величины основных параметров работы деаэрационной установки, которые должны соответствовать значениям, указанным в табл. 8.3.1.

Таблица 8.3.1

Наименование параметра	Значение
1. Давление в деаэраторах, кгс/см <sup>2</sup>	$6 \pm 0,35$
2. Температура воды в деаэраторах, °C	$164 \pm 4$
3. Уровень воды в баках, мм	$2500 \pm 100$
4. Содержание кислорода в питательной воде, мкг/кг, не более	10

8.3.9. При осмотре насоса UA20D01 (во время его работы) проверяется:

- 1) работа насоса по показаниям манометров на стенде и прослушиванием;
- 2) крепление насоса и трубопроводов обвязки;
- 3) работа подшипников насоса и двигателя;
- 4) вибрационное состояние насоса, при наличии ощутимой вибрации вызывать персонал лаборатории технической диагностики для точных замеров и выдачи рекомендаций;

5) протечки через сальниковое уплотнение вала насоса, при правильной регулировке через сальник должна просачиваться жидкость отдельными каплями или тонкой струйкой.

8.3.10. При осмотре арматуры проверяется:

- 1) установка переключающего устройства в положение управления от электродвигателя, наличие заземления привода арматуры;
- 2) наличие штурвала;
- 3) для регулирующих клапанов:
  - а) отсутствие люфтов в кинематических связях «арматура-привод»;
  - б) частота срабатывания (не более шести раз в минуту);
- 4) наличие всех крепежных деталей;
- 5) отсутствие пропуска среды через уплотнения (прокладки, сальники) и металл корпусных деталей и сварных швов;
- 6) отсутствие механических повреждений арматуры и привода;
- 7) отсутствие шумов, стуков в корпусе арматуры;
- 8) соответствие положения арматуры инструкциям по эксплуатации и/или условиям нарядов (наличие цепей, замков, плакатов ТБ).

8.3.11. При осмотре трубопроводов проверяется (контролируется):

- 1) отсутствие пропуска среды через уплотнения (прокладки фланцевых соединений), по металлу и сварным швам;
- 2) наличие контргаяк на тягах опор и подвесок;
- 3) состояние и целостность пружинных блоков;
- 4) прилегание скользящих и направляющих опор;
- 5) отсутствие трещин, деформаций несущих металлоконструкций;
- 6) вибрация трубопроводов;
- 7) целостность теплоизоляции.

## 9. Технические данные

### 9.1. Технические данные бака-аккумулятора

Наименование параметра	Величина
Геометрическая емкость, м <sup>3</sup>	203
Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>	6
Рабочая температура, °С	164
Допустимая температура стенок, °С	172
Допустимое повышение давления при работе предохранительных клапанов, кгс/см <sup>2</sup>	6,9
Пробное давление гидроиспытания после монтажа, кгс/см <sup>2</sup>	9,0
Масса, т	45
Внутренний диаметр, мм	3442
Длина, мм	23415
Отметка расположения оси бака, м	31,070
Материал, сталь	20К
Толщина стенки, мм	16

### 9.2. Технические данные деаэрационной колонки

Наименование параметра	Значение
Тип	ДП-1600-2
Масса деаэрационной колонки, заполненной водой, т	78
Геометрическая емкость, м <sup>3</sup>	53
Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>	6
Рабочая температура, °С	164
Допустимая температура стенок, °С	172
Допустимое повышение давления при работе предохранительных клапанов, кгс/см <sup>2</sup>	6,9
Пробное давление гидроиспытания после монтажа, кгс/см <sup>2</sup>	9,0
Масса, т	17
Высота, м	7,5
Материал	Сталь 20

### 9.3. Технические данные импульсного клапана

Наименование параметра	Значение
Тип	0030.0061-0-01
Условный проход, мм	19
Рабочая среда	Водяной пар
Температура рабочей среды, °C	250
Давление полного открытия ( $P_0$ ), МПа	от 0,35 до 0,8
Давление обратной посадки, МПа, не менее	0,8 $P_0$
Допустимое давление испытания на прочность, МПа	1,5 $P_0$
Допустимое давление испытания на герметичность, МПа	1,15 $P_0$
Ресурс работоспособности по количеству срабатываний	200
Материал Корпус Вал Втулка Направляющая Шпилька, гайка	Сталь 20 07X16H6-ВД 12X18H10T-ВД 20X13 10X11H23T3

### 9.4. Технические данные главного предохранительного клапана

Наименование параметра	Значение
Тип	7с-5-1
Условный проход, мм	300
Рабочая среда	Водяной пар
Температура рабочей среды, °C	350
Давление рабочее ( $P_p$ ), МПа	10
Коэффициент расхода	0,41
Расчётная площадь проходного сечения, см <sup>2</sup>	475
Минимальное давление пара для срабатывания, кгс/см <sup>2</sup>	1,8 + 0,2
Материал Корпус Крышка Шпилька Гайка	Сталь 25Л 25Л 35 30

### 9.5. Технические данные регулирующего клапана давления пара

Наименование параметра	Значение
Тип	И68051-500
Проход условный, мм	500
Давление условное, кгс/см <sup>2</sup>	16
Среда рабочая	Вода, водяной пар, конденсат водяного пара
Температура рабочей среды, °С, менее	200
Допустимый перепад давлений на клапане, кгс/см <sup>2</sup> , не более при закрытом затворе	11
при полностью открытом затворе	3
Ход клапана, мм	160
Максимальный крутящий момент на выходном валу шарнирной муфты, кгс·м	12
Температура окружающей среды, °С, менее	100
Внутренняя расходная характеристика	Линейная
Масса, кг	700
Количество оборотов выходного вала МЭМ для полного открытия клапана, оборот	7

### 9.6. Технические данные пускового регулирующего клапана давления пара

Наименование параметра	Значение
Тип	6с-8-2
Проход условный, мм	80
Давление рабочее, МПа	10
Температура рабочей среды, °С	450
Допускаемый перепад давления, кгс/см <sup>2</sup>	20
Рабочая среда	Пар или вода
Масса, кг	98
Материал Корпус Крышка Седло Станок золотника	Сталь 25Л Сталь углеродистая 20Х13Л 20Х13Л

### 9.7. Технические данные основного регулирующего клапана уровня

Наименование параметра	Значение
Тип	Б528-08ПС
Проход условный, мм	500
Давление условное, кгс/см <sup>2</sup>	16
Расчетное давление, МПа	2,65
Рабочая температура, °С	50
Рабочая среда	Вода
Объем корпуса, л	550
Материал корпус крышка шпилька гайка	Сталь 25Л 25Л 35-Н-В 25Х1МФ

### 9.8. Технические данные пускового регулирующего клапана уровня

Наименование параметра	Значение
Тип	1046-250-Э 810-250-Э
Проход условный, мм	250
Номинальный крутящий момент, кгс/м	470
Рабочее давление, МПа	11,8
Рабочая среда	Вода
Масса, кг	663
Материал корпуса	Сталь 20-Ш

### 9.9. Технические данные НПД типа Кс 125-140

Наименование параметра	Значение
Подача, м <sup>3</sup> /ч	125
Напор, м	140
Допускаемый кавитационный запас, м	1,6
Частота вращения, об/мин	1500
КПД, %	62
Мощность двигателя, кВт	100
Наружный диаметр колеса, мм 1-ой ступени последующей	340 400
Вода на охлаждение подшипников давление, кгс/см <sup>2</sup> , не более расход, м <sup>3</sup> /ч, не более	2,5 1
Температура подшипников, °С	30-65
Виброскорость на корпусах подшипников, мм, не более	11
Утечка через уплотнения, вид	Тонкая струйка или частые капли
Материал корпус колесо рабочее вал	Чугун СЧ 18-36 Чугун СЧ 21-40 Сталь 40

### 9.10. Технические данные НПД типа КсВ 125-140

Наименование параметра	Значение
Подача, м <sup>3</sup> /ч	125
Напор, м	140
Допустимое отклонение по напору, %	От 5 до -2
Мощность насоса, кВт	62
Давление на входе в насос, кгс/см <sup>2</sup> , не более	4
Допускаемый кавитационный запас, относительно опорной плоскости насоса, м	1,8
Частота вращения, об/мин	2950
КПД, %	72
Двигатель, тип	4A250S2Y3

Наименование параметра	Значение
Мощность двигателя, кВт	75
Масса двигателя, кг	485
Расход охлаждающего конденсата ( $t \leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $P = P_{\text{вх}} + (1-1,5 \text{ кгс/см}^2)$ ) для запираания концевое уплотнения, м <sup>3</sup> /ч	0,5
Температура подшипников, $^{\circ}\text{C}$	30-65
Виброскорость на корпусах подшипников, мм, не более	4,5
Внешняя утечка через концевое уплотнение, м <sup>3</sup> /ч, не более	0,05
Масса агрегата, кг	1015
Высота агрегата, мм	1790

### 9.11. Расчет пропускной способности главных предохранительных клапанов деаэрационной установки

9.11.1. Расчет пропускной способности предохранительного клапана выполняется в соответствии с документом «Межгосударственный стандарт. Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности. Vessels working under pressure. Safety valves. Safety requirements» (ГОСТ 12.2.085-2002) Приложение А.

9.11.2. При выполнении расчетов приняты следующие обозначения:

$G$  - пропускная способность клапана, кг/ч;

$V_1$  - коэффициент, учитывающий физико-химические свойства водяного пара при рабочих параметрах перед клапаном;

$V_2$  - коэффициент, учитывающий соотношения давлений перед клапаном и за клапаном;

$F$  - площадь сечения клапана, равная наименьшей площади сечения в проточной части седла, мм<sup>2</sup>;

$\alpha_1$  - коэффициент расхода, соответствующий площади  $F$ , для газообразных сред;

$P_1$  - наибольшее избыточное давление перед клапаном (избыточное давление до клапана, равное давлению полного открытия), кгс/см<sup>2</sup>;

$P_2$  - наибольшее избыточное давление за клапаном (избыточное давление за клапаном в положении его полного открытия), кгс/см<sup>2</sup>;

$k$  - показатель адиабаты;

$\beta$  - отношение давлений;

$\beta_{кр}$  - критическое отношение давлений.

9.11.3. Для расчета принимаем следующие исходные данные:

1) рабочая среда – водяной пар;

2)  $F = 475 \text{ см}^2 = 47500 \text{ мм}^2$  (паспортные данные);

3)  $P_1 = 6,9 \text{ кгс/см}^2$  (давление настройки открытия предохранительного клапана);

4)  $P_2 = 0,0 \text{ кгс/см}^2$  (давление за предохранительным клапаном принимаем равным атмосферному);

5)  $\alpha_1 = 0,41$  - коэффициент расхода предохранительного клапана (паспортные данные);

6) количество главных предохранительных клапанов деаэрационной установки - 12 шт;

7) максимальный пропускная способность полностью открытых обоих БРУ-СН RQ11S01, RQ12S01 составляет  $400 \times 2 = 800 \text{ т/ч}$ ;

8) суммарная пропускная способность полностью открытых двух основных регуляторов давления в деаэраторах RQ21S08, RQ22S08 составляет  $300 \times 2 = 600 \text{ т/ч}$ ;

9.11.4. Выполним расчет пропускной способности предохранительного клапана при  $P_1 = 6,9 \text{ кгс/см}^2$ .

$$G_1 = B_1 \cdot B_2 \cdot \alpha_1 \cdot F \cdot (P_1 + 1) = 0,513 \cdot 1 \cdot 0,41 \cdot 47500 \cdot (6,9 + 1) = 79092 \text{ кг/ч} = 79,092 \text{ т/ч};$$

где,

$$B_1 = 0,513 \text{ (таблица А.3 ГОСТ 12.2.085-2002);}$$

$$B_2 = 1 \text{ при условии } \beta = 0,127 \leq \beta_{кр} = 0,577$$

$$\beta = (P_2 + 1)/(P_1 + 1) = (0,0 + 1)/(6,9 + 1) = 1/7,9 = 0,127$$

$$\beta_{кр} = (2/(k+1))^{k/(k-1)} = (2/1,135+1)^{1,135/(1,135-1)} = 0,937^{8,4} = 0,577$$

Показатель адиабаты для насыщенного пара принимаем равным  $k = 1,135$  (ГОСТ 12.2.085-2002)

Суммарная пропускная способность двенадцати предохранительных клапанов составляет:

$$G_{12} = 79,092 \times 12 = 949,1 \text{ т/ч}$$

9.11.5. По результатам расчета суммарная пропускная способность основных предохранительных клапанов деаэраторов (949,1 т/ч) превышает суммарную пропускную способность регуляторов давления пара в деаэраторах (600 т/ч) и кроме того выше суммарной производительности БРУ-СН (800 т/ч). Условие выбора количества ИПУ для защиты от превышения давления в деаэрационной установке выполнено.

## Перечень принятых сокращений

АС	атомная станция
АСУТ	автоматическая система управления турбиной
АУ	автоматическое управление
БН	бустерный насос
БОУ	блочная обессоливающая установка
БРУ-32	блок управления регулятором
БРУ-А	быстродействующая редукционная установка со сбросом пара в атмосферу
БРУ-К	быстродействующая редукционная установка конденсаторов
БРУ-СН	быстродействующая редукционная установка собственных нужд
БУЗ	блок управления задвижкой
БЩУ	блочный щит управления
ВИУТ	ведущий инженер по управлению турбиной
ВПЭН	вспомогательный питательный электронасос
ВУС	водоуказательное стекло
ГПК	главный предохранительный клапан
ДУ	дистанционное управление
ИК	импульсный клапан
ИПУ	импульсное предохранительное устройство
КГП	конденсат греющего пара
КИП	контрольно-измерительные приборы
КИПиА	контрольно-измерительные приборы и автоматика
КТД	комплект технологической документации
КПД	коэффициент полезного действия
КС	конденсатосборник
КСН	коллектор собственных нужд
КУ	ключ управления
КЭН	конденсатный электронасос
МКУ	минимально-контролируемый уровень
МЭМ	механизм электрический многооборотный
МЭО	механизм электрический однооборотный
НД	нормативная документация
НПД	насос подпитки деаэраторов
НС	начальник смены
ОЗМ	осенне-зимний максимум

ОРУД	основной регулятор уровня в деаэраторе
отм.	отметка
ПВД	подогреватель высокого давления
ПВС	паровоздушная смесь
ПГ	парогенератор
ПНД	подогреватель низкого давления
ПОРДД	пуско-остановочный регулятор давления в деаэраторе
ПОРУД	пуско-остановочный регулятор уровня в деаэраторе
ППР	планово-предупредительный ремонт
ПУИ	пульт управления и индикации
ПЭВМ	персональная электронно-вычислительная машина
РДД	регулятор давления в деаэраторе
РДМ	расширитель дренажей машзала
РМОТ	рабочее место оператора-технолога
РОУ	редукционно-охладительная установка
РПД	режим поддержания давления
РПУД	режим поддержания уровня в деаэраторе
РПУК	режим поддержания уровня в конденсаторе
РСА	регистрация событий аналоговых
РТС	регистрация текущих событий
РУД	регулятор уровня в деаэраторе
РУК	регулятор уровня в конденсаторе
СВО	спецводоочистка
СПП	сепаратор-пароперегреватель
СРК	стопорно-регулирующий клапан
СЦАР	система цифрового автоматического регулирования
ТБ	техника безопасности
ТГ	турбогенератор
ТЗиБ	технологические защиты и блокировки
ТК	технологический конденсатор
ТОиР	техническое обслуживание и ремонт
ТПН	турбопитательный насос
УВС	управляющая вычислительная система
УКТС	унифицированный комплекс технических средств
УП	указатель положения

ХОВ	химически обессоленная вода
ЦВД	цилиндр высокого давления
ЭГСР	электро-гидравлическая система регулирования

## Лист ознакомления с документом и изменениями

[illegible]

[illegible]