


Открытое акционерное общество  
«Российский 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  
27.01.2010 г.


ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Система паропроводов высокого давления  
(реакторное отделение)

ТО.1,2,3,4.ТХ.ОИТПЭ/17

РАЗРАБОТАНО

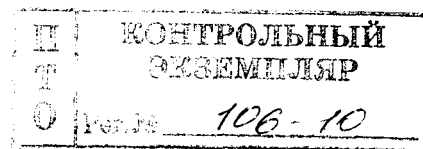
Начальник ОИТПЭ

 А.В. Атаманов  
11.01.2010 г.

Дата введения в действие  
10.02.2010 г.

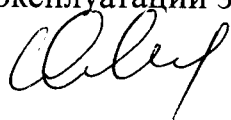
Срок действия до  
27.01.2015 г.

Балаково  
2010

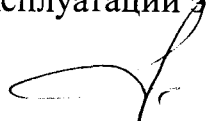


**Лист согласования**

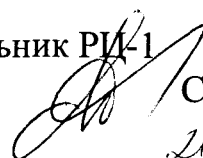
Зам. главного инженера по  
эксплуатации энергоблоков 1,2

 Ю.М. Марков  
20.01.2010 г.


Зам. главного инженера по  
эксплуатации энергоблоков 3,4

 О.Е. Романенко  
2010 г.


Начальник РЦ-1

 С.Д. Шевченко  
21.01.2010 г.


Начальник РЦ-2

 С.А. Дорофеев  
21.01.2010 г.

Начальник ЦТАИ

 А.Н. Морев  
21.01.2010 г.

Начальник ПТО

 М.В. Швецов  
24.01.2010 г.

## Содержание

|   |     |
|---|-----|
| 1. Общие положения  | 4   |
| 2. Назначение системы   | 6   |
| 2.1. Проектные требования и принципы построения системы       | 6   |
| 3. Описание системы   | 10  |
| 3.1. Описание технологической схемы                           | 10  |
| 3.2. Связь с другими системами                                | 12  |
| 3.3. Размещение оборудования системы                          | 12  |
| 4. Элементы системы   | 13  |
| 4.1. ИПУ ПГ ТХ50-80S03,04                                     | 13  |
| 4.2. БРУ-А ТХ50-80S05   | 22  |
| 4.3. БЗОК ТХ50-80S06 блоков 1,2,3                             | 28  |
| 4.4. БЗОК ТХ50-80S06 блока 4                                  | 33  |
| 4.5. Клапан обратный ТХ50-80S07                               | 51  |
| 4.6. Паропроводы  | 53  |
| 4.7. Перечень арматуры системы паропроводов высокого давления | 63  |
| 4.8. Технологические ограничения                              | 64  |
| 4.9. Нарушения в работе                                       | 65  |
| 5. Системы контроля, управления и регулирования               | 67  |
| 5.1. Общие представления                                      | 67  |
| 5.2. Контроль за состоянием оборудования                      | 70  |
| 5.3. Размещение ключей управления ИПК ПГ, БЗОК, БРУ-А         | 71  |
| 5.4. Блокировки   | 72  |
| 5.5. Регулирование  | 76  |
| 5.6. Сигнализация   | 77  |
| 6. Контрольно-измерительные приборы                           | 80  |
| 6.1. Общие представления                                      | 80  |
| 6.2. Перечень позиций отборов и датчиков                      | 80  |
| 7. Режимы эксплуатации системы                                | 92  |
| 7.1. Подготовка системы к работе                              | 92  |
| 7.2. Ввод системы в работу                                    | 92  |
| 7.3. Останов системы  | 92  |
| 7.4. Дренирование системы                                     | 92  |
| 8. Функциональное опробование и техническое обслуживание      | 93  |
| 8.1. Функциональное опробование                               | 93  |
| 8.2. Техническое обслуживание                                 | 93  |
| 9. Технические данные   | 95  |
| Перечень принятых сокращений                                  | 100 |

## 1. Общие положения

1.1. Настоящий документ представляет собой техническое описание (далее по тексту - техописание) системы паропроводов высокого давления (реакторное отделение) (далее по тексту - система ТХ).

1.2. Техописание распространяется на блоки 1,2,3,4. Отличия для каждого блока указаны в соответствующих разделах.

1.3. В техописании содержится подробная информация о назначении и принципах работы системы, конструкции оборудования системы, особенностях эксплуатации.

1.4. В соответствии с классификацией оборудования реакторной установки по «Общим положениям обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97» (НП-001-97, ПНАЭ Г-01-011-97) система ТХ относится к системам, важным для безопасности и совмещает функции защитного устройства и устройства нормальной эксплуатации. К защитным устройствам относятся быстрозапорные отсечные клапаны, БРУ-А, ИПУ ПГ, обратные клапаны.

К устройствам нормальной эксплуатации, важным для безопасности, относятся все остальные трубопроводы, оборудование и арматура.

1.5. При разработке техописания использована следующая документация:

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

2) «Технический паспорт на клапан главный предохранительный» (969-250/300-0-ПС);

3) «Технический паспорт на клапан запорно-дроссельный» (960-300/350-Э-ПС);

4) «Технический паспорт на дросселирующее устройство. 960-350/500-Э-ПС»;

5) «Электромагниты тормозные постоянного тока» (ОТУ.463.001 ТО);

6) «Технический паспорт на клапан запорно-дроссельный» (1115-300/350-Э-ПС);

7) «Клапаны запорно-дроссельные. Техническое описание и инструкция по эксплуатации» (960-300/350-Э-ТО);

8) «Клапаны главные предохранительные и импульсные. Техническое описание и инструкция по эксплуатации» (960-300/350-0-ТО);

9) «Клапан импульсный 25ИКЭМ.4002А-0РЭ. Руководство по эксплуатации»;

10) «Техническая документация на быстрозапорную задвижку фирмы «Babcock»»;

11) «Задвижка быстродействующая Ду 600. Технический паспорт» (1058-600-СП);

12) «Задвижка быстродействующая Ду 600. Техническое описание системы управления паровым приводом» (1058-600-СП ТО1);

13) «Задвижка быстродействующая Ду 600. Техническое описание и инструкция по эксплуатации» (1058-600-СП ТО);

14) «Клапан обратный. Технический паспорт» (904-600-0<sup>б</sup>);

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

16) математическая запись «Алгоритмы технологических защит и блокировок реакторного отделения» (МЗ.1(2,3,4).ТЗБ.ЦТАИ/01);

17) «Инструкция по проведению периодических испытаний и проверок систем реакторного отделения нормальной эксплуатации, важных для безопасности» (И.1,2,3,4.ОТ/01);

18) «Перечень ядерно-опасных работ на реакторных установках Балаковской АЭС» (ПР.1,2,3,4.ОЯБ/10);

19) «Реакторная установка В-320. Техническое обоснование безопасности реакторной установки» (320.00.00.00.000 Д61);

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

21) *технические условия «Импульсно-предохранительное устройство парогенератора» (ТУ 37-068-70262486);*

22) *руководство по эксплуатации «Клапан главный предохранительный» (NM.001).*

## 2. Назначение системы

### 2.1. Проектные требования и принципы построения системы

2.1.1. Система паропроводов высокого давления предназначена для транспортировки пара, генерируемого в парогенераторах реакторной установки, к турбине, для регулирования давления во втором контуре в режимах нормальной эксплуатации и в режимах нарушения нормальных условий эксплуатации, для отвода остаточных тепловыделений реактора и расхолаживания блока в режимах нормальной эксплуатации, в режимах нарушения нормальных условий эксплуатации, для защиты второго контура от превышения давления, а также для снабжения паром потребителей собственных нужд.

В режимах нормальной эксплуатации, при выполнении системой функции транспортировки «свежего» пара в турбину предохранительные клапаны закрыты, БРУ-А и БРУ-К закрыты, БЗОК открыты, главные паровые задвижки открыты. В различных режимах работы блока, при достижении давления во втором контуре уставки открытия, БРУ-К открываются. Если дальнейший рост давления прекратился и давление снизилось до уставки закрытия, то БРУ-К закрываются. Если рост давления не прекратился, не сработали БРУ-К или есть запрет на их открытие, то вступает в работу БРУ-А. Если открытие БРУ-А не повлекло за собой снижения параметров во втором контуре, срабатывают предохранительные клапаны парогенераторов.

БЗОК закрываются автоматически по сигналам разрыва паропровода.

При разработке системы паропроводов высокого давления учитывались следующие основные требования, предъявляемые к этой системе:

- 1) обеспечить плановое и аварийное расхолаживание реактора и отвод остаточных тепловыделений;
- 2) обеспечить защиту парогенераторов от превышения давления;
- 3) быстрое действие БРУ-А, БРУ-К выбрано таким, чтобы к 15-ой секунде иметь пропускную способность по пару не менее 900 т/ч (расход выбран для режима закрытия стопорных клапанов турбины со 100 % мощности реактора и полной потере электропитания АЭС при условии однократного срабатывания ПК ПГ);
- 4) обеспечить быстрое (не более 10 секунд) и надежное отсечение парогенераторов от течи при разрывах паропроводов таким образом, чтобы истечение происходило не более, чем из одного парогенератора.

Часть трубопроводов свежего пара, расположенная в герметичной оболочке, рассчитана на аварийные параметры, возникающие в гермооболочке при авариях с разуплотнением трубопроводов 1-го контура.

Система функционирует во всех режимах нормальной эксплуатации блока, включая переходные режимы, в режимах нарушения нормальных условий эксплуатации и в аварийных режимах.

В номинальном режиме, режимах частичных нагрузок система транспортирует «свежий» пар к турбине. В режимах изменения нагрузки, а также в режимах

пуска или останова блока, в режимах нарушения нормальных условий эксплуатации система позволяет регулировать давление во втором контуре путем сброса избыточного пара, образующегося в парогенераторах, в пароприемные устройства (конденсатор турбины, технологический конденсатор), либо в определенных условиях в атмосферу. Система предусматривает подачу «свежего» пара на дроссельную установку (БРУ-СН) для питания коллектора собственных нужд.

#### 2.1.2. БРУ-А предназначены:

1) для отвода остаточных тепловыделений реактора и расхолаживания 1-го контура в режимах нарушения нормальных условий эксплуатации, включая обесточивание, и в аварийных режимах (малых течах 1-го контура, течах паропроводов или питательных трубопроводов и т.д.);

2) для предотвращения срабатывания ИПУ ПГ в режимах, связанных с повышением давления во 2-ом контуре.

БРУ-А эксплуатируется в режиме ожидания, режиме работы во время аварии.

В режиме ожидания система находится в состоянии готовности к работе.

При возникновении ИС осуществляется автоматическое включение БРУ-А в работу в режиме поддержания давления. Перевод БРУ-А в режим расхолаживания осуществляется оператором.

Система должна функционировать в течение всего времени аварии. Длительность функционирования системы при аварии составляет приблизительно 6-7 часов.

Отказ всей системы может иметь место в случае отказа всех четырех БРУ-А.

Отказом БРУ-А является событие, когда при возникновении ИС БРУ-А не сбрасывает пар и не обеспечивает заданную скорость расхолаживания.

ИПУ ПГ предназначены для защиты ПГ и паропроводов от превышения давления.

2.1.3. БЗОК предназначены для быстрого (4-10 секунд) и надежного отсечения аварийного парогенератора при разрывах паропроводов ПГ в «неотсекаемой» части, для отсечения всех ПГ от течи при разрывах паропроводов за обратным клапаном (по ходу пара из ПГ), а также для отсечения общего парового коллектора от аварийного ПГ при разрыве трубопровода питательной воды на неотсекаемом участке. Кроме этого БЗОК ограничивает попадание активности во второй контур в случае разгерметизации труб теплообмена в ПГ.

В режимах нормальной эксплуатации БЗОК может быть использован для отключения парогенератора.

При возникновении ИС осуществляется автоматическое включение БЗОК в работу. Система должна функционировать в течение всего времени аварийной ситуации.

При течи из первого контура во второй БЗОК отключает аварийный ПГ от общего парового коллектора.

При данном ИС БЗОК не резервируются установленными за ними обратными клапанами.

При разрыве паропровода в неотсекаемой от ПГ части БЗОК выполняет функцию отсечения аварийного ПГ от главных паропроводов. При данном ИС БЗОК резервируется установленным за ним обратным клапаном.

При течах паропроводов в отсекаемой от ПГ части БЗОК служит для изоляции течи от ПГ.

Отказом БЗОК является событие, когда при возникновении ИС БЗОК не выполняет свои функции.

Обратные клапаны предназначены для исключения перетоков пара из одних ПГ в другой в режимах снижения давления пара в одном из ПГ (течь паропровода на участке от ПГ до обратного клапана, непосадка ИПУ ПГ).

Расчетные параметры системы (давление и температура) приведены в табл. 2.1.1.

Таблица 2.1.1

| Наименование   | Расчётное давление,<br>кгс/см <sup>2</sup> | Расчётная температура,<br>°C |
|--|--|------------------------------|
| 1. Герметичная часть:                                  |  |                              |
| 1.1. Паропроводы                                       | 80   | 300                          |
| 2. Негерметичная часть:                                |  |                              |
| 2.1. Паропроводы                                       | 80   | 300                          |
| 2.2. Клапан запорно-<br>дроссельный БРУ-А              | 80   | 300                          |
| 2.3. Дросселирующее устройст-<br>во 1-ой ступени БРУ-А | 45   | 260                          |
| 2.4. Дросселирующее устройст-<br>во 2-ой ступени БРУ-А | 26   | 225                          |
| 2.5. Быстрозапорный отсечной<br>клапан БЗОК            | 80   | 300                          |

Перечень оборудования с указанием категории питания, сейсмостойкости, классификации по безопасности приведён в табл. 2.1.2.



Таблица 2.1.2

| Наименование                                  | Маркировка    | Категория питания | Категория сейсмостойкости | Классификация по безопасности | Подведомственность Правилам |
|---|---------------|-------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. Паропровод высокого давления               | TX50-80Z01    | -                 | 1                         | СВБ                           | Правила АС                  |
| 2. Предохранительные клапаны                  | TX50-80S03,04 | 1                 | 1                         | ЗСБ                           | Правила АС                  |
| 3. БРУ-А                                      | TX50-80S05    | 1                 | 1                         | ЗСБ                           | Правила АС                  |
| 4. БЗОК                                       | TX50-80S06    | 1                 | 1                         | ЗСБ                           |                             |
| 5. Информационно-управляющие каналы БЗОК и ПК |               | 1                 | 1                         | УСБ                           |                             |
| 6. Информационно-управляющие каналы БРУ-А     |               | 1                 | 1                         | УСБ                           | Правила АС                  |
| 7. Управление и контроль (кроме пп. 5 и 6)    |               |                   |                           | НЭ                            |                             |
| 8. Обратный клапан                            | TX50-80S07    | -                 | 1                         | НЭ                            | Правила АС                  |

2.1.4. Для защиты второго контура от превышения давления на паропроводах предусмотрена установка предохранительных клапанов, для предотвращения срабатывания ИПУ ПГ в режимах, связанных с повышением давления во втором контуре, используются БРУ-А и БРУ-К.

На паропроводах от каждого парогенератора установлено по два предохранительных клапана - один контрольный и один рабочий- защищающих корпус парогенератора и паропроводы от чрезмерного повышения давления в аварийных режимах. Максимальная паропроизводительность каждого парогенератора - 1600 т/ч. Контрольный клапан срабатывает при повышении давления пара в паропроводе выше 84 кгс/см<sup>2</sup>, рабочий клапан при 86,0 кгс/см<sup>2</sup>; производительность каждого клапана 800 т/ч, что обеспечивает динамический рост давления в паропроводах в аварийных режимах не выше 88 кгс/см<sup>2</sup>. Клапаны могут срабатывать и при отсутствии электропитания.

При повышении давления до 80 кгс/см<sup>2</sup> в паропроводе от парогенератора подается импульс на срабатывание аварийной защиты реактора. С учетом опережающего срабатывания аварийной защиты для предотвращения опасного роста

давления в парогенераторе достаточно одного предохранительного клапана, второй клапан является резервным.

Уставки срабатывания БРУ-А (открытие при  $P > 73 \text{ кгс/см}^2$ ) при работе БРУ-А в защитном режиме) и БРУ-К (открытие  $68 \text{ кгс/см}^2$ ) при работе БРУ-К в защитном режиме ниже уставок срабатывания ИПУ ПГ. Опережающее срабатывание БРУ-А и БРУ-К в переходных режимах предотвращает срабатывание ИПУ ПГ.

Критерием выполнения системой своих функций является обеспечение следующего требования: не допускать роста давления в парогенераторах в аварийных режимах выше  $88 \text{ кгс/см}^2$ .

### 3. Описание системы

#### 3.1. Описание технологической схемы

3.1.1. Принципиальная технологическая схема системы приведена на рис. 3.1.1 для блока 3, на рис. 3.1.2 для блока 2.

3.1.2. В состав системы входят: паропроводы высокого давления, предохранительные клапаны, БРУ-А, БЗОК и его управляющая арматура, обратные клапаны, запорная арматура.

3.1.3. От каждого парогенератора паропроводы  $630 \times 25 \text{ мм}$  самостоятельно выходят из реакторного отделения и идут к главным паровым задвижкам и стопорно-регулирующим клапанам турбины. На каждом паропроводе в гермозоне врезан трубопровод  $28 \times 3$  с установленными на нём двумя последовательными арматурами для проведения воздухоудаления. На каждом паропроводе в пределах обстройки реакторного отделения устанавливается (по ходу пара) по два предохранительных клапана, по одной БРУ-А, БЗОК и обратный клапан. Для контроля влажности пара на каждом паропроводе в помещении А820 врезан трубопровод  $18 \times 2,5$  с установленной на нём отсечной арматурой (на блоках 1,2- врезка до ПК ПГ, на блоках 3,4- врезка после ОК). Для выравнивания давления в ПГ и ГПК перед открытием БЗОК, прогрева паропровода при закрытом БЗОК выполнен байпас БЗОК:

1) врезка трубопровода  $28 \times 3$  до БЗОК и после ОК с установленной на нём арматурой для блока 1,3,4 (см. рис.3.1.1);

2) врезка трубопровода  $28 \times 3$  до БЗОК, между БЗОК и ОК, после ОК с установленными на нём тремя арматурами для блока 2 (см. рис. 3.1.2).

3.1.4. Полные технологические схемы системы паропроводов, БЗОК блоков 1-4, представлены в альбомах технологических схем реакторных цехов 1,2 (АС.1,2.РЦ-1/01, АС.3,4.РЦ-2/01):

С.1.ТХ.РЦ-1/12 л.1,2 - для блока 1;

С.2.ТХ.РЦ-1/12 л.1,2 - для блока 2;

С.3.ТХ.РЦ-2/10, С.3.ТХ.РЦ-2/40 - для блока 3;

С.4.ТХ.РЦ-2/10, С.4.ТХ.РЦ-2/40 - для блока 4.

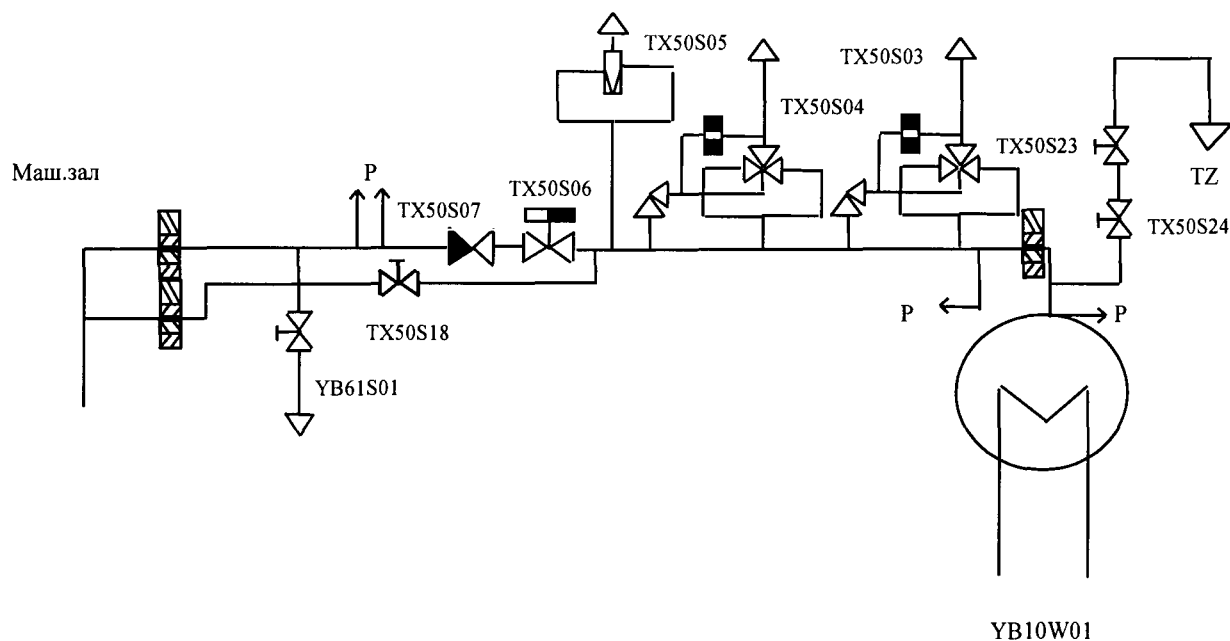


Рис. 3.1.1. Упрощённая схема паропровода TX50 блока 3

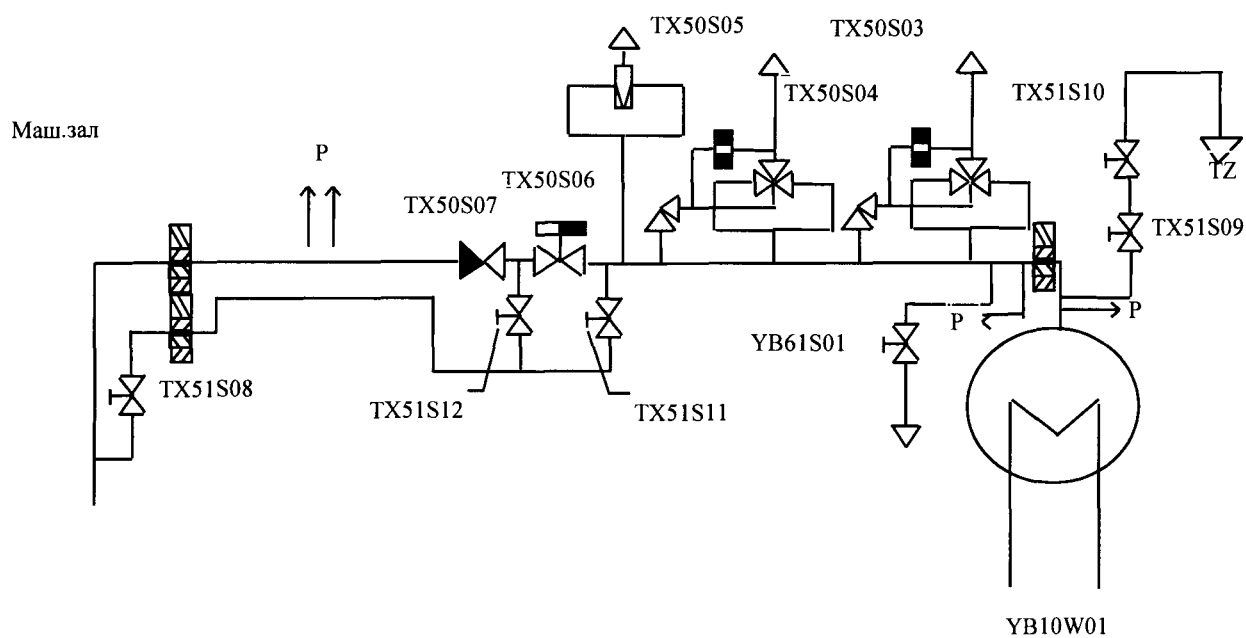


Рис. 3.1.2. Упрощённая схема паропровода TX50 блока 2

### 3.2. Связь с другими системами

3.2.1. Воздушники на паропроводах используются для проведения воздухоудаления при заполнении ПГ. Также эти воздушники используются при дренировании ПГ.

Граничная арматура:

- 1) ТХ51-81S09,10 для блока 1,2;
- 2) ТХ50-80S23,24 для блока 3,4.

3.2.2. Система КВПП используется для контроля влажности пара ПГ.

Граничная арматура YB61-64S01.

3.2.3. Пар из коллектора собственных нужд используется для открытия, закрытия БЗОК при давлении в ПГ менее  $10 \text{ кгс/см}^2$ .

Граничная арматура:

- 1) ТХ50-80S08,16 для блока 1,2,3;
- 2) ТХ50-80S08- для блока 4.

### 3.3. Размещение оборудования системы

3.3.1. Паропроводы высокого давления в герметичной части расположены в помещениях ГА-506/1,2.

3.3.2. Паропроводы высокого давления в негерметичной части, предохранительные клапаны, БРУ-А, БЗОК и его управляющая арматура, обратные клапаны расположены в помещении А820.

## 4. Элементы системы

### 4.1. ИПУ ПГ ТХ50-80S03,04 энергоблоков №1-4 (см. рис. 4.1.1-4.1.6)

4.1.1. На паропроводах от каждого парогенератора установлено по два ИПУ - один контрольный и один рабочий. Каждое ИПУ состоит из главного и импульсного клапанов. При строительстве энергоблоков 1-4 на главных паропроводах монтировались ИПУ ПГ, изготовленные на Чеховском заводе энергетического машиностроения (ЧЗЭМ), г. Чехов, Московской области.

ИПУ производства ЧЗЭМ состоят из главного клапана типа 969-250/300-0-01 с сервоприводом, управляемым рабочей средой посредством импульсного клапана типа 586-20-ЭМФ-02. ИК типа 586-20-ЭМФ-02 настраивается путем передвижения груза по рычагу. При отсутствии электрического тока на соленоидах ИК удерживается от срабатывания рычажно-грузовой системой и срабатывает от действия рабочей среды при повышении давления пара до величины настройки клапана.

Применение ИК рычажно-грузового типа является отступлением от требований «Правил устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (ПН АЭ Г-7-008-89) – по этой причине производится плановое приведение конструкции ИПУ в соответствие с требованиями правил. В 2003 г. по программе «ТАСИС» заменены ИПУ ПГ энергоблока 4 на ИПУ ПГ французской фирмы «Себим». На энергоблоках 1, 2 в 2010 и 2011 гг., соответственно, проведена замена ИК рычажно-грузового типа на пружинные с электромагнитным приводом типа 25ИКЭМ.4002А-0 – ГПК не менялся.

*За время эксплуатации ИПУ ПГ «Себим» выявлена низкая надежность импульсных трубопроводов в обвязке, из-за чего произошло два случая самопроизвольного открытия ИПУ ПГ при работе энергоблока на мощности. По этой причине на энергоблоке 4 в 2011 г. ИПУ ПГ «Себим» заменены на ИПУ ПГ разработки ЗАО «ЦКТИА», состоящие из ИК типа 25ИКЭМ.4002А-0, уже эксплуатирующихся на Балаковской АЭС и ГПК типа NM.001, эксплуатирующихся на энергоблоке 2 Ростовской АЭС с 2009 г.*

Технические данные ИК, ГПК приведены в разделе 9.

4.1.2. Состав импульсных клапанов типа 586-20-ЭМФ-02 представлен на рис. 4.1.1.

Импульсный клапан состоит из корпуса 1, крышки 2, штока (шпинделя) 3, тарелки 4 с конусной уплотнительной поверхностью, корпуса фильтра 5, крышки фильтра 6, составляющей вместе с сеткой 7 и воронкой 8 фильтрующее устройство, предназначенное для улавливания твёрдых частиц (окалины, песка, сварочного грата и др.), груза 9, рычага 10, электромагнитов 11,12.

4.1.3. Состав главных предохранительных клапанов типа 969-250/300-0-01 представлен на рис. 4.1.2.

Клапан главный предохранительный состоит из корпуса 1, крышки 2, тарелки 3, седла 4, поршня 5, пружины 6, рубашки поршня 7, гайки 8, кольца упорного 9, грундебуксы 10, сальниковых камер 11,12,13 и др.

4.1.3а. Состав главных предохранительных клапанов типа NM.001 представлен на рис. 4.1.6.

Клапан главный предохранительный состоит из следующих основных частей: корпуса 1, крышки 2, тарелки 3, седла 4, поршня 5, пружины 6, штанги 7, кожуха 8 с концевыми выключателями.

4.1.4. Устройство и работа импульсного клапана типа 586-20-ЭМФ-02 приведена ниже.

В нормальном режиме работы импульсный клапан находится в закрытом состоянии. Рычажно-грузовая система, состоящая из груза 9 и рычага 10, прижимает тарелку к корпусу клапана. Электромагнит «закрыто» 12, обеспечивающий закрытие импульсного клапана, включён, и тяговым усилием дополнительно к рычажно-грузовой системе тоже прижимает тарелку к уплотнительной поверхности корпуса, обеспечивая тем самым герметичность затвора клапана. Электромагнит «открыто» 11, обеспечивающий открытие клапана, обесточен. При повышении давления в парогенераторе  $84 \text{ кгс/см}^2$  для ТХ50(60,70,80)S03 или  $86 \text{ кгс/см}^2$  для ТХ50(60,70,80)S04 сигнал от датчиков через АДП обесточивает цепь электромагнита «закрыто» и замыкает цепь электромагнита «открыто», импульсный клапан открывается. Через открытый импульсный клапан пар поступает в поршневую камеру главного предохранительного клапана. Благодаря разности площадей седла и поршня возникает усилие, отжимающее тарелку. Пар из паропровода поступает в ПК по двум боковым патрубкам и сбрасывается через нижний патрубок в атмосферу. После снижения давления до  $70 \text{ кгс/см}^2$  сигнал от датчиков через АДП поступает на размыкание цепи электромагнита «открыто» и замыкание цепи электромагнита «закрыто», клапан закрывается. За счёт выхода пара через дроссель на линии между ПК и ИК давление в поршневой камере ПК падает до давления, близкого к атмосферному и ПК закрывается под действием пружины. В случае отсутствия электрического тока импульсный клапан срабатывает как грузовой.

4.1.5. В качестве электромагнитного привода импульсного клапана используются электромагниты постоянного тока серии КМП-4АУЗ.

Технические данные электромагнитов, применяемых к импульсным клапанам, приведены в разделе 9.

Электромагниты рассчитаны для работы при температуре окружающей среды от  $-50^\circ\text{C}$  до  $+50^\circ\text{C}$ ; относительная влажность воздуха до 93 %.

Оснащение импульсных клапанов электромагнитным приводом позволяет обеспечить точное срабатывание импульсно-предохранительного устройства, производить дистанционную проверку его работоспособности включением со щита управления. Кроме того, электромагнитный привод обеспечивает создание повышенных контактных давлений на уплотнительные поверхности тарелки и корпуса, необходимых для более плотного закрытия клапана после его срабатывания.

4.1.6. Устройство и работа ГПК типа 969-250/300-0-01 показаны на рис. 4.1.2.

Корпус 1 имеет два входных и один выхлопной патрубки. Для защиты трубопровода от воздействия реактивных усилий, возникающих при срабатывании

клапана, к корпусу приварены опорные лапы 20, при помощи которых клапан крепится к жёсткой металлической конструкции.

При нормальном рабочем режиме защищаемого объекта ГПК находится в закрытом состоянии, т.е. тарелка 3 давлением среды прижимается к седлу 4. Герметичность соединения корпуса с крышкой 2 обеспечивается сальниковым самоуплотняющимся узлом. Для увеличения усилия прижатия тарелки при отсутствии давления или при пусковых режимах и для исключения повреждения уплотнительной поверхности при транспортировке между крышкой 2 и грундебуксой 10 установлена пружина 6. По оси ГПК проходит штанга 23 с внутренним отверстием, приваренная к выхлопному патрубку, имеющему отверстие для подвода среды от импульсного клапана. На штанге установлен поршень 5. В тарелке установлена рубашка поршня 7. Поршень и рубашка поршня уплотнены сальниковой набивкой.

Работа ГПК осуществляется по команде от импульсного клапана следующим образом. При увеличении давления в ПГ выше допустимого, открывается импульсный клапан и пар через отверстие в штанге поступает в поршневую камеру ГПК. Усилие, действующее на плавающую крышку, значительно превышает усилие, прижимающее тарелку, последняя поднимается, т.е. срабатывает ГПК. Пар через выхлопной патрубок сбрасывается в атмосферу. При снижении давления в защищаемом объёме до рабочего ИК закрывается прекращая допуск пара в поршневую камеру ГПК. Последний закрывается. Пар из поршневой камеры ГПК сбрасывается через дроссель, расположенный на трубопроводе между ГПК и ИК (см. рис. 4.1.3)

*4.1.7. Устройство и работа ГПК типа NM.001 показаны на рис. 4.1.6.*

*Принцип работы ГПК типа NM.001 одинаков с ГПК типа 969-250/300-0-01 и описан в предыдущем пункте. Конструктивно новый клапан имеет следующие особенности, отличные от ГПК типа 969-250/300-0-01:*

- 1) имеются сигнализаторы конечных положений;*
- 2) крышка клапана крепится к корпусу посредством фланцевого соединения;*
- 3) разгрузочный дроссель на трубопроводе подачи пара от ИК установлен во фланцевом соединении 9, непосредственно около корпуса ГПК;*
- 4) поршень уплотняется внутри цилиндра (рубашки 10) при помощи металлических уплотнительных колец 11.*

4.1.8. На энергоблоках 1,2,4 установлены импульсные клапаны с электромагнитным приводом (ИКЭМ) типа 25ИКЭМ.4002А-0. В состав ИКЭМ (см. рис. 4.1.4.) входят: клапан исполнительный, клапан электромагнитный, клапан предохранительный, сменный фильтр, дроссель и соединительные трубопроводы. Проверка срабатывания ИКЭМ производится с использованием переносного устройства ПУ4002А-0. Проверка срабатывания может производиться как при наличии давления во втором контуре (не менее  $30 \text{ кгс/см}^2$ ) со срабатыванием ГПК, так и при отсутствии давления во втором контуре.

На рис. 4.1.5. представлен общий вид ИКЭМ, на котором поз. 1,2,3 обозначены заглушки, в резьбовые отверстия которых при необходимости устанавливаются специальные болты для заклинивания тарелок соответственно исполнительного,

предохранительного и электромагнитного клапана. Поз. А,Б обозначены штуцеры для присоединения переносного устройства ПУ4002А-0.

#### 4.1.8.1. Работа ИКЭМ в автоматическом режиме (см. рис. 4.1.4.).

При повышении давления до  $P_0(\text{ЭМП})=84 \text{ кгс/см}^2$  – для контрольного ИПУ и  $P_0(\text{ЭМП})=86$  – для контрольного ИПУ, система управления (СУ) подает команду на электромагнитный привод (ЭМП) 1 клапана электромагнитного. Клапан электромагнитный открывается, сообщая полости А и Б. Давление в полости Б клапана исполнительного преодолевает усилие пружины 2 и усилие от давления в полости А на площадь тарели 3 и перемещает тарель 3, сообщая полости А,В и далее надпоршневую полость ГПК. ГПК открывается, сбрасывая пар из защищаемого объема в атмосферу.

Давление в защищаемом объеме начинает снижаться и при достижении  $P_3(\text{ЭМП})=70 \text{ кгс/см}^2$  СУ подает команду на ЭМП на закрытие (питание с ЭМП снимается). Электромагнитный клапан закрывается разобщая полости А и Б. Давление в полости Б начинает снижаться за счет сброса рабочей среды из полости Б через дроссель в дренаж и пружина 2 клапана исполнительного закрывает его. Давление в полости В падает за счет сброса рабочей среды через дроссель ГПК и ГПК закрывается.

#### 4.1.8.2. Работа ИКЭМ в режиме предохранительного клапана (см. рис. 4.1.4.).

В режиме предохранительного клапана ИКЭМ работает в случае отказа СУ, ЭМП или при обесточивании ЭМП.

При повышении давления в защищаемом объеме до  $P_0(\text{ЭМП})$  усилие от воздействия в полости А на площадь тарели 4 клапана предохранительного превышает давление регулировочной пружины 5, дальнейший рост давления приводит к открытию клапана предохранительного – давление из полости А начинает поступать в полость Б. Далее открытие ИКЭМ и ГПК происходит в той же последовательности, что и при срабатывании электромагнитного клапана.

При снижении давления в защищаемом объеме до  $P_{\text{оп}}=70 \text{ кгс/см}^2$ , усилие пружины 5 преодолевает усилие воздействия давления на площадь тарели 4 и клапан предохранительный закрывается, разобщая полости А и Б. Далее закрытие ИКЭМ и ГПК происходит в той же последовательности, что и при срабатывании электромагнитного клапана.



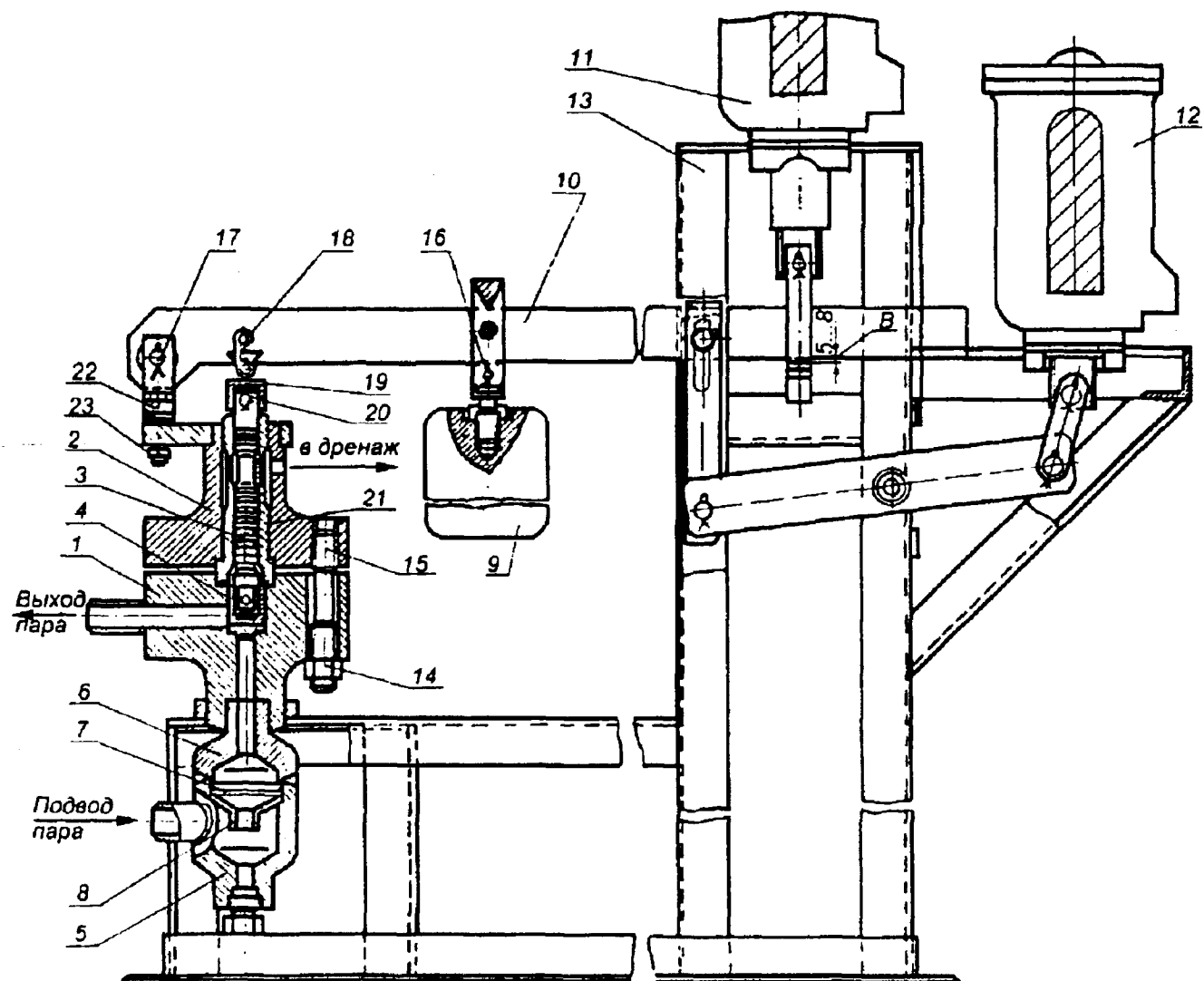


Рис. 4.1.1- Клапан импульсный 586-20-ЭМФ-02 Ду 20

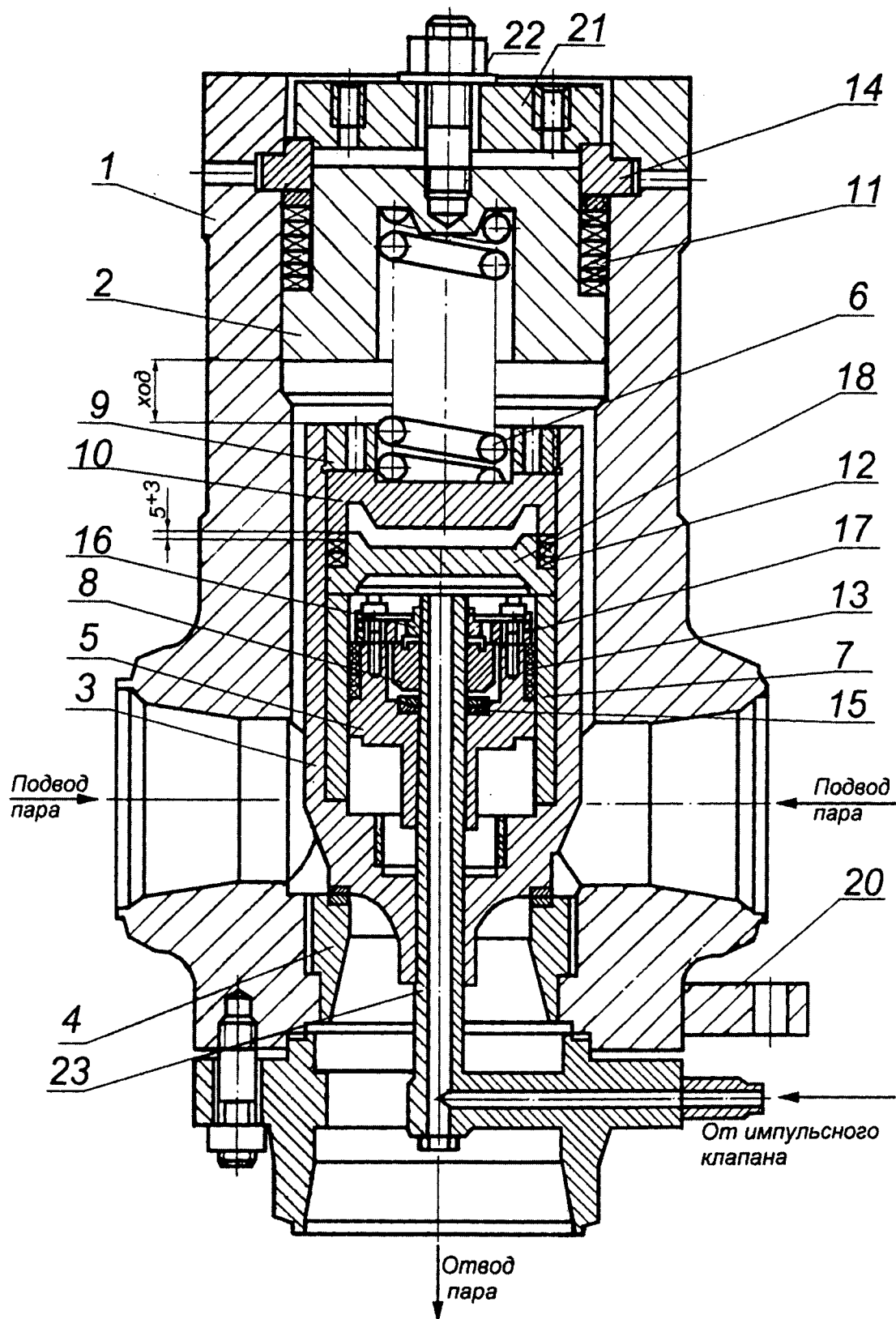
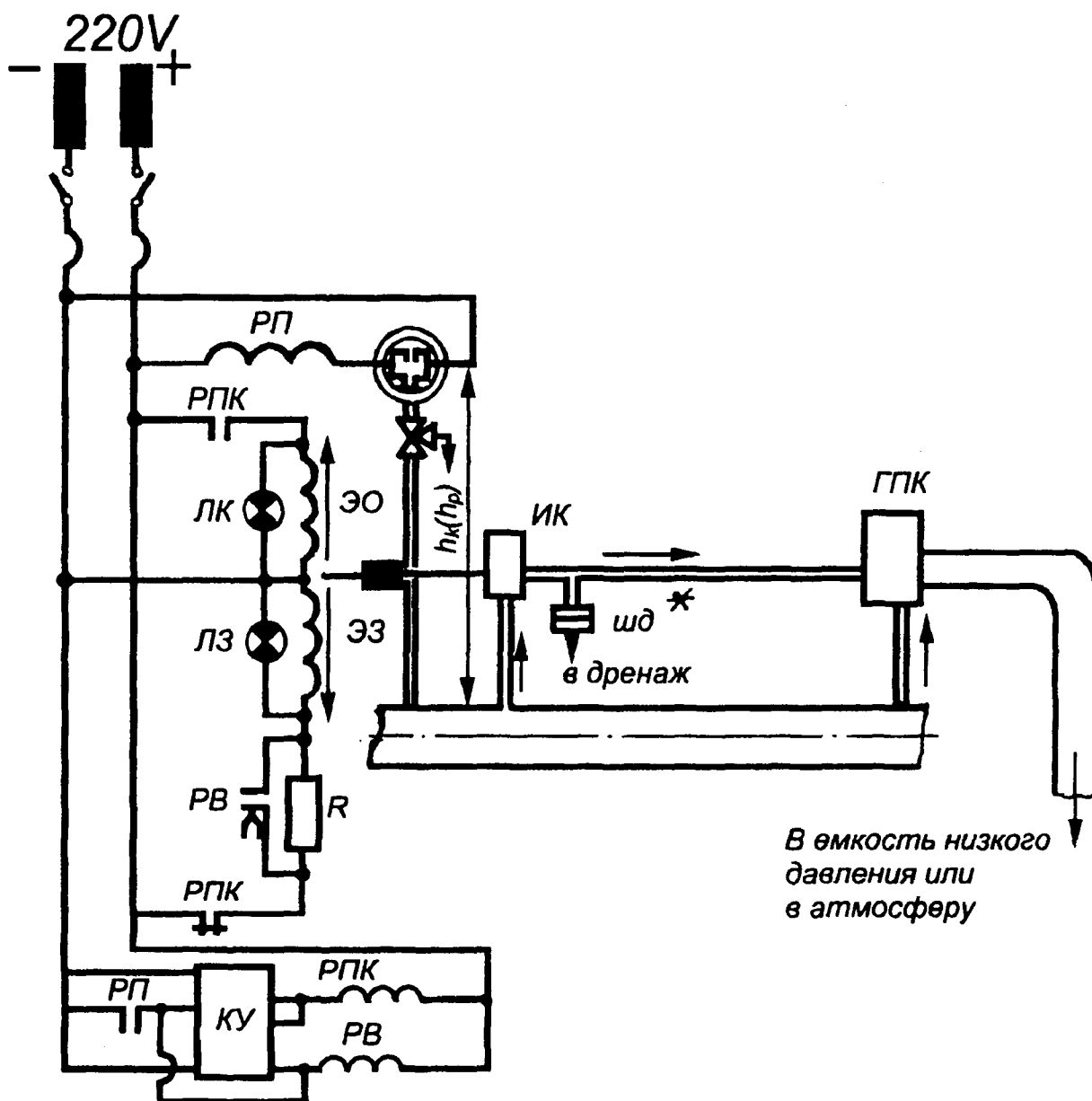


Рис. 4.1.2- Клапан главный предохранительный 969-250/300-0-01



ЭО и ЭЗ- электромагниты «открыто» и «закрыто»  
 ШД- шайба дроссельная  
 КУ- ключ управления  
 R- резистор  
 ЛЗ и ЛК- лампы сигнальные зелёная и красная  
 РВ- реле времени  
 РП и РПК- реле промежуточные

Рис. 4.1.3- Принципиальная электрическая схема работы клапанов  
 586-20-ЭМФ-02

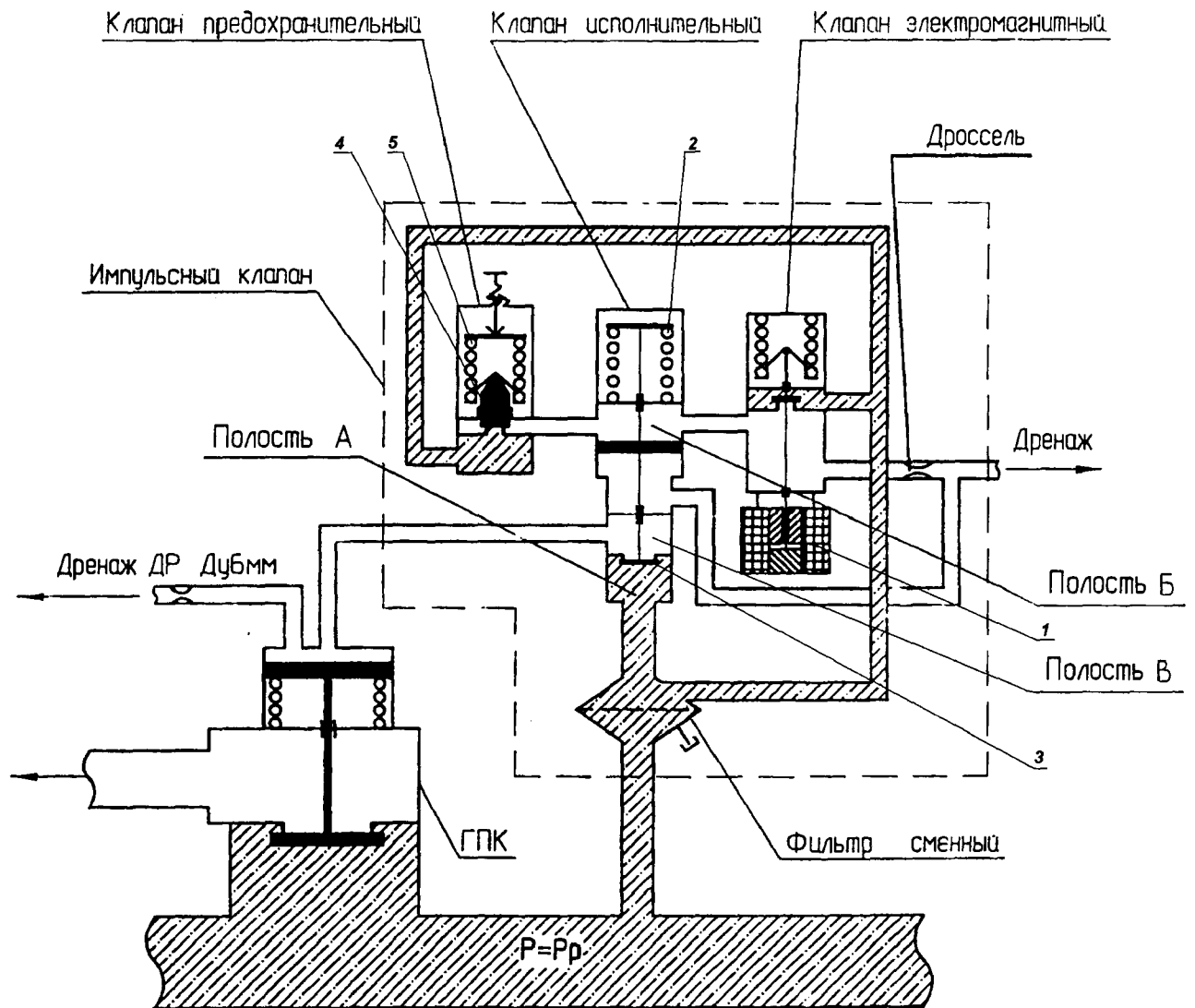


Рис. 4.1.4- Схема ИКЭМ

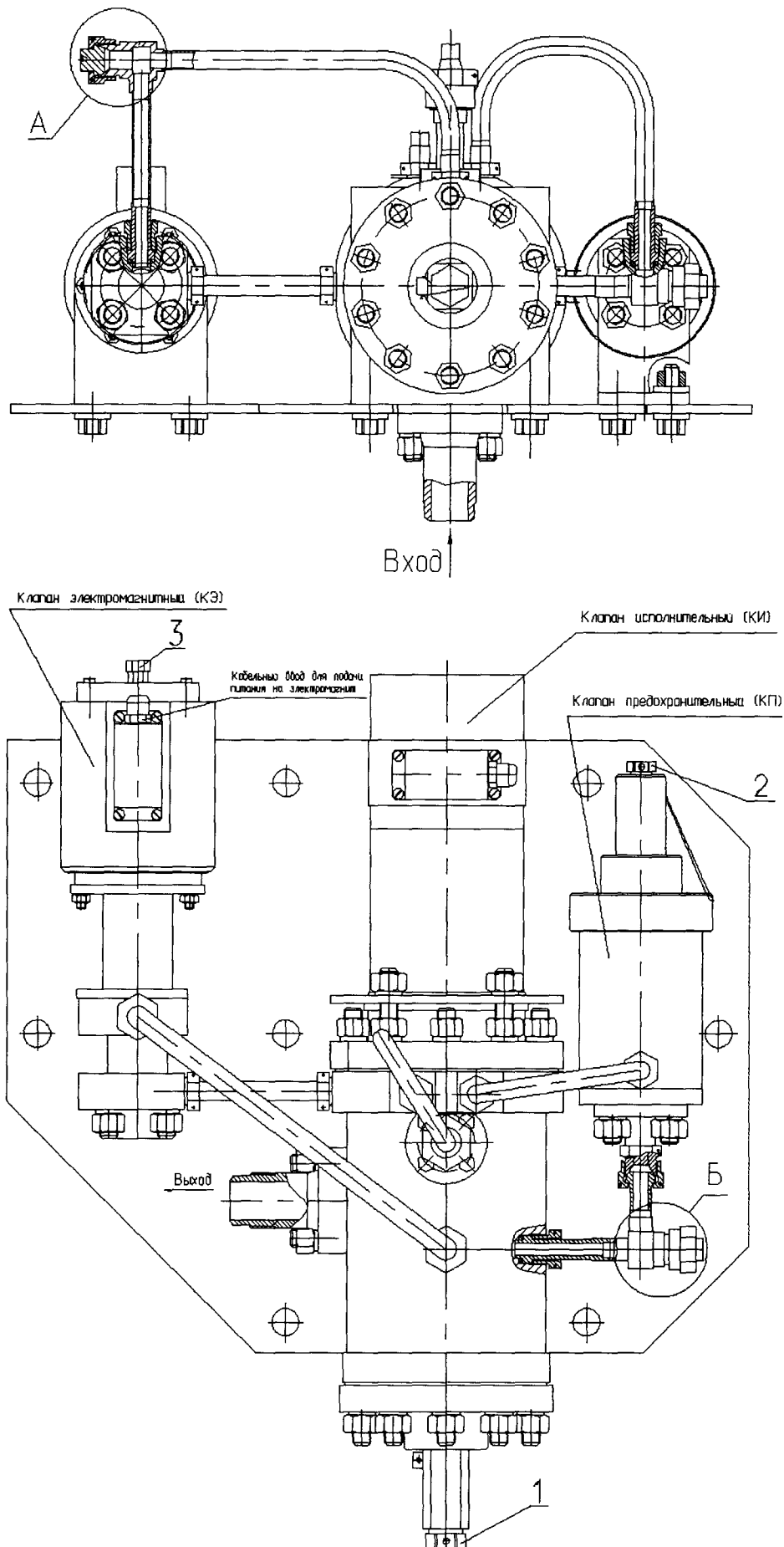


Рис. 4.1.5- Общий вид ИКЭМ

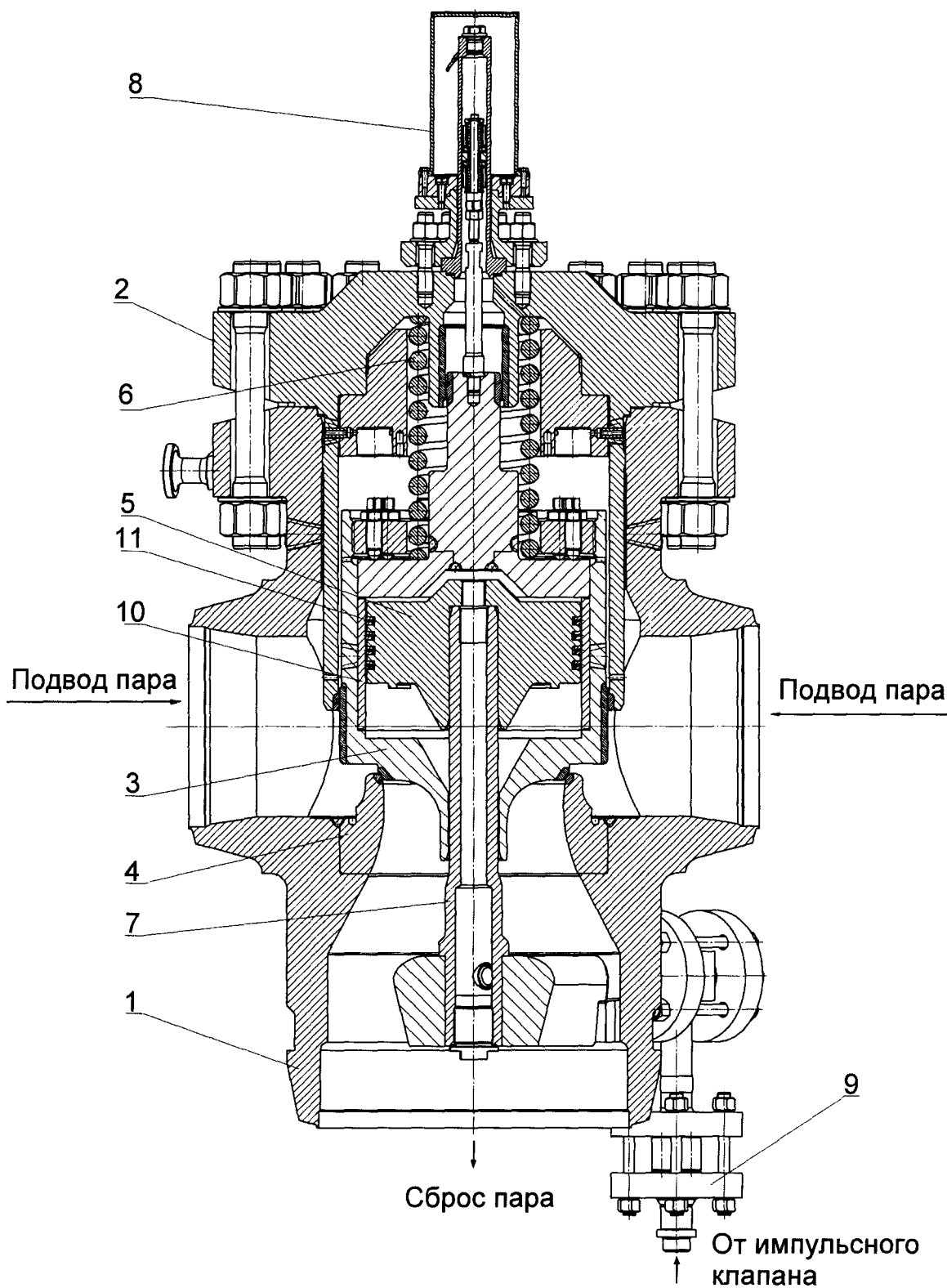


Рис. 4.1.6 – Клапан главный предохранительный NM.001

## 4.2. БРУ-А ТХ50-80S05 (см. рис. 4.2.1-4.2.2)

4.2.1. БРУ-А изготовлены на Чеховском заводе энергетического машиностроения, г.Чехов, Московской области.

На блоке 1,2 установлены БРУ-А серии 960 (960-300/350-Э), на блоке 3,4 серии 1115 (1115-300/350-Э).

БРУ-А служат в качестве управляемых дросселирующих органов быстродействующих редуccionных установок, осуществляющих дросселирование давления пропускаемой среды совместно с дроссельными устройствами, устанавливаемыми последовательно за клапаном.

БРУ-А (ТУ 108.985-80) состоят из запорно-дроссельного клапана и двух ступеней дросселирующих устройств 960-350/500-Ш-02, 960-500/800-Ш-02, расположенных на горизонтальном участке отводящего патрубка. Клапан устанавливается вертикально и имеет два входных патрубка Ду 300 мм. Сдросселированный пар выходит через один отводящий патрубок Ду 350 мм. Для защиты трубопровода от воздействия реактивных усилий, возникающих при срабатывании клапана, к корпусу приварены опорные лапы, при помощи которых клапан крепится к жёсткой металлической конструкции.

Технические данные БРУ-А, дросселирующих устройств приведены в разделе 9.

4.2.2. Клапан 1115-300/350-Э (рис. 4.2.2) состоит из следующих основных частей:

1) корпуса поз.1, в который вварено седло поз.2. имеющее наплавленную уплотнительную поверхность конусной формы;

2) крышки поз.6, устанавливаемой в горловине корпуса:

а) внутри крышки помещена набивка сальниковая, состоящая из прессованных асбографитовых колец поз.8, уплотняемая через грундбусу поз.19 и планку нажимную поз.21 двумя шпильками поз.53, оснащёнными гайками поз.52;

б) уплотнение разъёма крышки с корпусом обеспечивается прокладкой зубчатой поз.57;

в) уплотнение осуществляется через крышку поз.6 и шайбы поз.12 шпильками поз.11, оснащёнными гайками поз.14;

г) внутри крышки установлена втулка поз.5, обеспечивающая совместно с набивкой сальниковой соосность штока поз.3 с седлом поз.2;

3) штока поз.3 с наплавленным профилированным концом:

а) в средней части штока закреплён ползун, состоящий из двух планок опорных поз.22 и 49, скреплённых двумя шпильками поз.51 при помощи гаек поз.50;

б) против проворачивания штока относительно ползуна, последний закреплён на штоке при помощи шпонки поз.23;

в) ползун препятствует вращательному движению штока, обеспечивая его поступательное движение и одновременно является указателем положения дросселирующего органа, передвигаясь во время работы вдоль шкалы, нанесённой на бугеле поз.31;

г) верхний конец штока сопрягается ходовой резьбой со втулкой резьбовой поз.48;

4) бугеля поз.31, закреплённого на крышке:

а) к верхней части бугеля при помощи шпилек поз.45 и гаек поз.46 крепится крышка бугеля поз.41, на наружной поверхности которой монтируется встроенный электропривод;

б) у клапанов серии 960 в верхней части бугеля, а у клапанов серии 1115 в крышке бугеля размещена маслёнка поз.47 для подачи смазки в узел перемещения штока;

5) узла перемещения штока, состоящего из втулки резьбовой поз.48, ввёрнутой во втулку шпинделя поз.34 и застопорённой против самоотвинчивания тремя винтами поз.33:

а) втулка шпинделя размещена между двумя упорными подшипниками поз.32 и радиальным шарикоподшипником поз.36, помещённом в ползуне поз.35;

б) подшипники совместно со втулкой шпинделя зажимаются пакетом, состоящим из пружин тарельчатых поз.38, кольца промежуточного поз.39 у клапанов серии 960, колец поз.37 и прокладки регулировочной поз.40;

в) полость, в которой размещён узел перемещения штока, заполняется смазкой для предотвращения вытекания смазки предусмотрена сальниковая набивка поз.28, помещённая во вставку поз.30 и уплотняемая через грундбуксу поз.27, гайкой поз.26.

4.2.3. Управление клапаном 1155-300/350-Э осуществляется при помощи встроенного электропривода: вращение втулки шпинделя преобразуется в поступательное движение штока; за счёт изменения площади проходного сечения для пропуска рабочей среды, получаемого при перемещении профилированного окончания штока относительно седла, обеспечивается процесс дросселирования и регулирования расхода.

Наличие притёртых уплотнительных поверхностей на седле и штоке позволяет осуществлять плотное закрытие проходного сечения.

4.2.4. Клапан 1465-300/350-Э (рис. 4.2.1) состоит из следующих основных частей:

1) корпуса поз.1 углового типа, с двумя симметрично расположенными подводящими патрубками и одним отводящим патрубком в который вварено седло поз.2, имеющее наплавленную уплотнительную поверхность конусной формы;

2) крышки поз.6, внутри которой размещается комплект уплотнительных колец поз. 8:

а) фланцевое уплотнение крышки с корпусом осуществляется при помощи шпилек поз.11 и гаек поз. 14, с установленными под них шайбами поз. 12;

б) уплотнение разъема «корпус-цилиндр-крышка» обеспечивается при помощи прокладок поз. 60;

в) обжатие уплотнения поз. 8 осуществляется при помощи двух шпилек поз. 53, оснащенных гайками поз. 52 через планку нажимную поз. 21 и грундбуксу поз. 19;



3) бугеля поз. 31 закрепляемого на крышке клапана при помощи крепежных деталей поз. 55 и поз. 56, на верхний фланец бугеля устанавливается электропривод предварительно собранный с крышкой бугеля поз. 41;

4) соединенного с разгрузочно-дроссельным узлом при помощи кольца специального поз. 61 через пакет тарельчатых пружин поз. 62:

а) от самоотвинчивания кольцо специальное поз. 61 стопорится фланцем поз.64, закрепляемым на золотнике поз. 65 при помощи болтов поз. 66;

б) в средней части штока поз. 3 закреплен ползун, состоящий из двух планок поз. 22 и 49, скрепленных двумя шпильками поз. 51 при помощи гаек поз. 50;

в) против проворачивания штока относительно ползуна, последний закреплен на штоке при помощи шпонки поз.23;

г) к планке поз. 22 ползуна крепится указатель положения поз. 67 дросселирующего узла, который передвигается во время работы вдоль шкалы, нанесенной на бугеле поз. 31;

д) в верхней части шток ходовой трапецеидальной резьбой сопрягается со втулкой резьбовой поз. 48;

5) разгрузочно-дроссельного узла клапана, состоящего из цилиндра поз. 68 и основного золотника поз. 65, седла разгрузочного поз. 69, предварительно нагруженного пакета тарельчатых пружин поз. 62, колец поз. 70, колец опорных поз. 71 и кольца регулировочного поз. 72;

а) в нижней части цилиндра на величине рабочего хода золотника выполнено проходное сечение в виде прямоугольных отверстий;

б) разгрузочно-дроссельный узел клапана стопорится относительно штока при помощи шпонок поз. 73;

б) узла перемещения штока, состоящего из втулки резьбовой поз. 48, ввинченной во втулку шпинделя поз. 34 и застопоренной против самоотвинчивания винтами поз. 33:

а) втулка шпинделя размещена между двумя упорными подшипниками поз. 32, верхний подшипник через кольцо поз. 74 опирается на пакет тарельчатых пружин поз. 38;

б) полость, в которой размещен узел перемещения штока заполняется смазкой, запрессовываемой через масленки, для предотвращения вытекания смазки предусмотрен уплотнительный узел, состоящий из кольца поз. 75, уплотнения поз. 28, грундбуксы малой поз. 27 и гайки специальной поз. 26.

4.2.5. В клапане 1465-300/350-Э (энергоблоки № 1,2) вращательное движение выходного органа электропривода передаётся на втулку штока и в узле перемещения штока преобразуется в поступательное перемещение штока. При управлении клапаном в ручном режиме вращательное движение с маховика передаётся на втулку штока напрямую, без редуктора. Вращательный момент на маховике при закрытии (для сжатия тарельчатых пружин поз. 62) или в начальный момент открытия может достигать максимального 625 н·м. Такой момент на маховике могут создать вручную три человека или один с рычагом длиной 1,5 м.

При перемещении штока вверх происходит открытие проходного сечения в седле разгрузочном. За время перемещения штока на величину  $h=5$  мм происходит сброс пара из верхней части цилиндра, давление среды в ней снижается до значений близких к давлению среды за клапаном. В результате этого происходит разгрузка от перепада давления основного золотника. При этом бурт штока приходит в соприкосновение с кольцом специальным, соединенным резьбой с основным золотником, а пакет тарельчатых пружин разгрузочно-дрессельного узла разгружается до величины его предварительного сжатия. При дальнейшем перемещении шток приводит в перемещение разгруженный основной золотник. Основной золотник при своем перемещении открывает или закрывает проходное сечение, регулируя этим количество протекаемой через клапан рабочей среды.

4.2.6. Основные детали клапанов выполнены из следующих материалов: корпуса выполнены из стали 20 ГСП для клапанов серии 960, стали 20Ш для клапанов серий 1115 и 1465; седло из стали 20 для клапанов серий 960 и 1115, из стали 08X18H10T для клапанов серии 1465; штоки всех клапанов из стали 14X17H2.

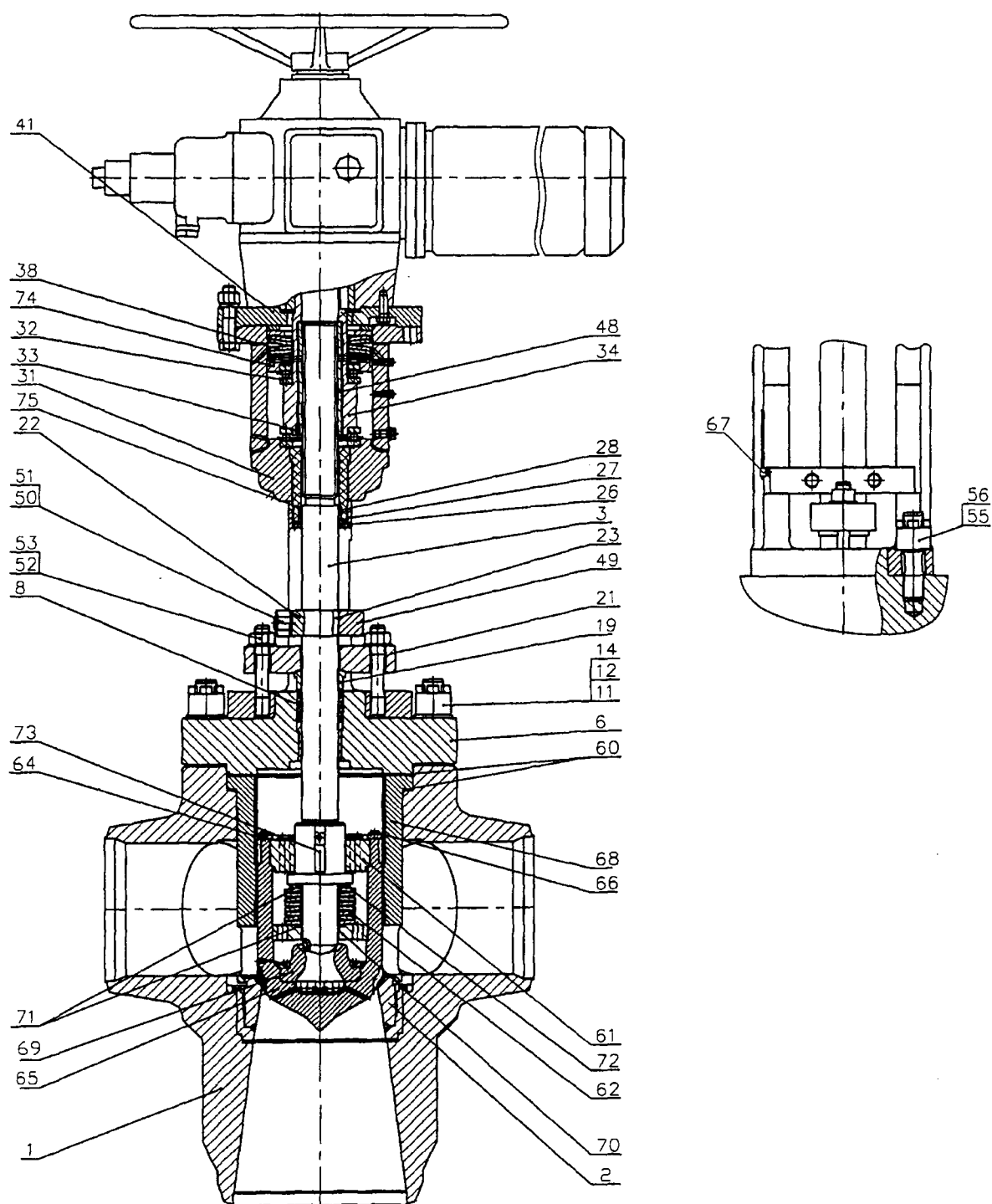


Рис. 4.2.1 - БРУ-А 960-300/350-Э

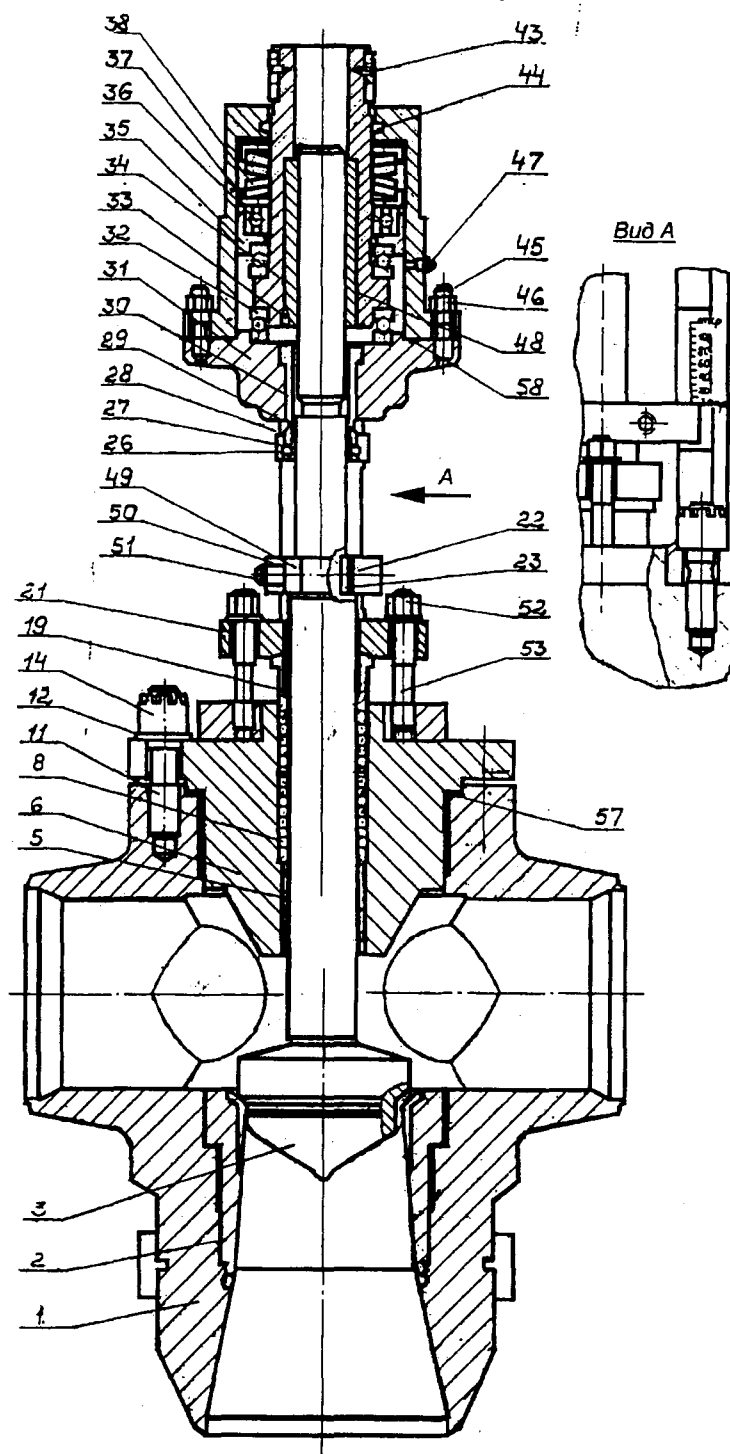


Рис. 4.2.2 - БРУ-А 1115-300/350-Э

### 4.3. БЗОК ТХ50-80S06 блоков 1,2,3 (см. рис. 4.3.1, 4.3.2)

4.3.1. Быстродействующий отсечной клапан Ду 600/500 типа Эльдидор изготовлен фирмой Babcock. БЗОК состоит из корпуса с перемещающимися внутри него поршнем, который приводится в движение системой управления паровым приводом. В качестве рабочего тела используется собственная среда.

4.3.2. Для управления клапаном при давлении рабочей среды менее 10 кгс/см<sup>2</sup> в режимах пуска, останова и проведения технического обслуживания предусматривается подвод насыщенного пара от постороннего источника. В этом режиме БЗОК не осуществляет функцию безопасности.

4.3.3. Система управления паровым приводом состоит из четырех пар вентилялей. Каждая из трех пар вентилялей ТХ50S09,S13, ТХ50S10,S14, ТХ50S11,S15 осуществляет управление БЗОК в аварийных режимах. Питание каждой пары вентилялей осуществляется от 1 категории надежного питания с учетом разделения каналов систем безопасности. Четвёртая пара вентилялей ТХ50S12 и ТХ50S19 предназначена для управления БЗОК в условиях нормальной эксплуатации.

4.3.4. Рабочее положение БЗОК - открытое положение. При этом корпус 1 и рабочий цилиндр 26 находятся под давлением среды.

При возникновении сигнала течи второго контура автоматически открываются блоки распределительных вентилялей ТХ50S13,14,15 и ТХ50S09,10,11 нижней и верхней полостей цилиндра, вследствие чего происходит сброс среды из-под поршня в атмосферу, а полость над поршнем соединяется с паропроводом. Вследствие этого под влиянием возникающей разницы давлений на поршне 33 создаёт усилие, которое перемещает запорную задвижку в положение закрытия. При этом в нижнем диапазоне хода действует, так называемое, демпфирование конечного положения. Для быстрого закрытия БЗОК достаточно срабатывания одной пары вентилялей. Обратные клапаны на трубопроводах подвода управляющего пара предназначены для предотвращения утечки пара из полости над поршнем в случае разрыва паропровода. Обратные клапаны состоят из шарика 84 и корзины 88,108,110 и размещены в рабочем цилиндре 26.

4.3.5. Автоматическая муфта с пружиной (позиции 53-60) держит запорную задвижку в открытом положении даже при отсутствии давления. Силы предварительного напряжения находящихся в муфте тарельчатых пружин обеспечивают во всех описанных случаях управления автоматическое срабатывание муфты в конечном открытом положении. Это касается и быстрого закрытия. Размеры линий управления (Ду 32) обеспечивают надёжное быстрое закрытие и при ошибочном открытом положении одного из вентилялей, предусмотренных для открытия запорной задвижки (Ду 15). Линии управления установлены под наклоном к рабочему цилиндру 26 во избежание осаждения конденсата.

4.3.6. Корпус 1 выполнен из литой стали. Соединительные части 2 и 102, а также кольца седла корпуса 3 и 101 изготовлены из ковальной стали и сварены с корпусом 1. Направляющие кольца 5 и 99 вместе с кольцами седла 3 и 101 представляют собой одно целое, вследствие чего запорная гарнитура, состоящая из позиций 4,6,7,8,10,12,13,14,96, всегда сохраняет своё прилегание. Поверхности сед-

ла и направляющих (позиции 502,504,507,524,525,528) наплавлены и обработаны тонким шлифованием.

4.3.7. Эластическая параллельная запорная система состоит из осевого компенсатора 4, резьбового элемента 7, тарельчатой пружины 6, уплотнительного кольца 98, уплотнительного диска 8, подвески шпинделя 10 и 96, и из болтового соединения 12,13,14. Осевого компенсатор 4 сваривается с уплотнительным кольцом 98 и уплотнительным диском 8. Осевого компенсатор 4 и тарельчатая пружина 6 обеспечивают, что запорная система остаётся под предварительным напряжением между поверхностями седла колец и седла корпуса 3 и 101, а также между направляющими кольцами 5 и 99.

4.3.9. Уплотнительный диск 8 даёт уплотнительному кольцу 98 центральную направляющую, благодаря чему предотвращается радиальное усилие осевого компенсатора 4 под влиянием механических усилий. Подвеска 10 и 93 шпинделя 93 состоит из двух частей, она сварена с уплотнительным кольцом 98 и уплотнительным диском 8, благодаря чему обеспечивается подвижность (осевая) компенсатора 4.

4.3.10. Шпиндель 93 изготовлен из износостойкой и коррозиестойкой хромистой стали, обработан накатным полированием и канигено-никелированием. Головка шпинделя, свободная от усилий загиба и кручения, обеспечивает подвижное перемещение запорной системы.

4.3.11. Крышка 22 изготовлена из стального литья и с корпусом 1 соединена шпильками 11 и 97. Запорная задвижка имеет уплотнение с гребневидным профилем из аустенитного материала со слоем графита на обеих сторонах (позиция 9). Дополнительно предусмотрено дублирующее уплотнение на «Ус» (позиция 1 и 22).

4.3.12. Рабочий цилиндр 26 изготовлен из литого материала. Рабочая поверхность обработана хонингованием и твёрдым хромированием. Рабочий цилиндр 26 болтами 20 соединён с крышкой 22. Для верхнего соединения предусмотрены шпильки 79 через крышку цилиндра 41. В нижнем диапазоне хода цилиндра 26 действует «демпфирование конечного положения». Для верхнего и нижнего уплотнения цилиндра предусмотрены уплотнения с гребневидным профилем из аустенитного материала со слоем графита по обеим сторонам (позиции 18 и 40). Дополнительно предусмотрено дублирующее уплотнение на «Ус».

Все части, находящиеся внутри цилиндра 26 защищены от коррозии или же изготовлены из коррозиестойкого материала.

4.3.13. Набивка сальника 81 состоит из не менее 8 набивочных колец. Предварительно прессованные набивные кольца обеспечивают надёжное уплотнение. С помощью нажимной втулки 70 и болтов 45 сальник 77 прижимается к набивке. Дополнительно предусмотрено «отсасывание» сальника (позиции 43 и 80). Колпакообразная верхняя часть (позиции 16,27,42,92,105,106) соосно расположена, внизу она болтами 11 соединена с крышкой 22, а в верхней части - болтами 75 с трубообразной надставкой (позиции 61,69,75).

4.3.14. Для медленного закрытия БЗОК собственным паром (из паропровода от ПГ) открываются вентили ТХ50S20,22 и остальные вентили закрыты.

4.3.15. Для открытия БЗОК собственным паром открываются задвижки ТХ50S19,12 и остальные вентили закрыты.

4.3.16. В режимах нормальной эксплуатации при давлении пара в парогенераторах менее  $10 \text{ кгс/см}^2$  для управления БЗОК в качестве рабочей среды используется пар из коллектора собственных нужд, питание которого используется от постороннего источника (от другого блока).

4.3.17. Конструкция сбросных трубопроводов выполнена так, чтобы не допускать мест скопления влаги.

Сбросные трубопроводы с БЗОК соединяются в общий трубопровод, который врезается в сбросной трубопровод БРУ-А ТХ80S05.

4.3.18. В обвязке БЗОК применены вентили высокого давления НИКО 3000 со штампованным корпусом (см. рис. 4.3.2).

Сильфон 27 соединён с верхним приварным кольцом 26 или со шпинделем 2. Колпакообразная часть 42 с помощью четырёх болтов растяжения 23 соединена с корпусом 1. Уплотнение с гребневидным профилем 24, расположенное между корпусом 1 и верхним приварным кольцом 26, с помощью болтового соединения обеспечивает надёжную герметичность наружу.

Шпиндель 2 арматуры Ду 32 имеет твёрдую наплавку в пределах седла, а игольчатый подшипник 12,13 резьбовой втулки 11 обеспечивает лёгкий ход.

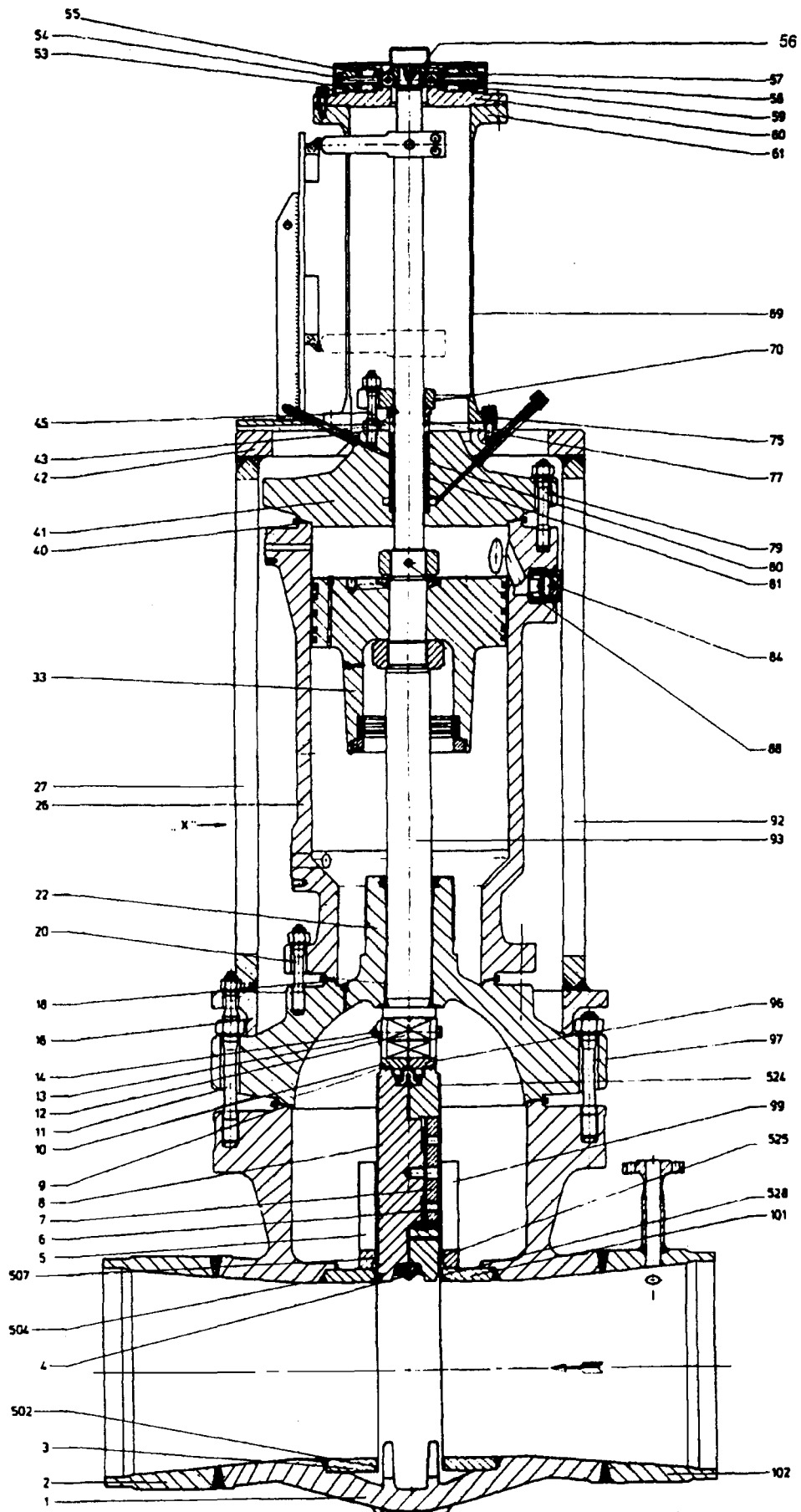


Рис. 4.3.1 - БЗОК типа Эльдидор



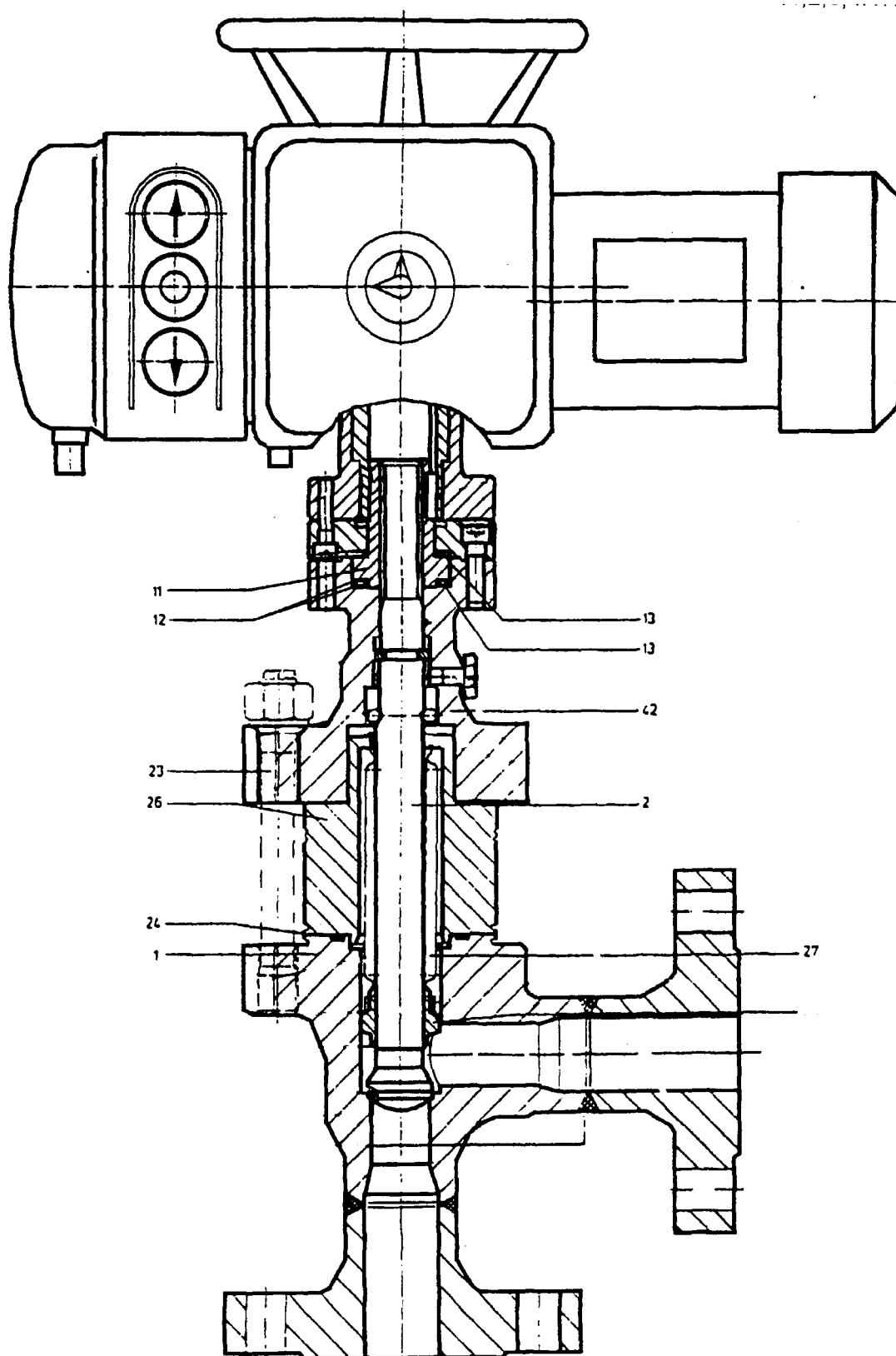


Рис. 4.3.2 - Вентиль НИКО 3000 Ду 32

#### 4.4. БЗОК ТХ50-80S06 блока 4 (см. рис. 4.4.1-4.4.3)

4.4.1. БЗОК блока 4 Ду 600 1058-600-СП изготовлены на Чеховском заводе энергетического машиностроения, г.Чехов, Московской области.

На корпусе 1 через прокладку зубчатую 62 шпильками 23 и гайками 15 крепится крышка корпуса 2, которая выполнена как силовой цилиндр сервопривода задвижки. Внутри силового цилиндра запрессована гильза 32, в которой перемещается поршень 27, соединённый жёстко со штоком 25. К нижней части штока крепятся две тарелки 4, которые четырьмя пружинами поджимаются к сёдлам корпуса. Верхняя часть тарелок имеет совместно обработанную коническую поверхность. В крышке корпуса 2 установлена деталь 43 с отверстием конической формы для захода верхней части тарелок.

На верхней части штока 25 смонтирован демпферный узел, детали 33-37,39, включающий упругие элементы-компенсаторы 60. Назначение узла: воспринимать инерционные ударные нагрузки при перемещениях поршня со штоком в крайние верхнее и нижнее положения. Крышка цилиндра 3 через прокладку зубчатую 9 крепится к верхнему фланцу крышки 2 шпильками 30 и гайками 51. Крышка цилиндра 3 выполняет также функцию стойки, внутри которой перемещается шток с демпферным узлом, а снаружи размещены панели 14, с которыми взаимодействует при перемещении штока кольцо ударное 39. Между штоком 25 и крышкой корпуса 2 смонтировано лабиринтовое уплотнение 44. Выход штока 25 через крышку цилиндра 3 герметизируется сальниковым уплотнением 19.

4.4.2. Система управления монтируется на крышке корпуса задвижки (см. рис. 4.4.4-4.4.6) и включает в себя трубопроводы и следующие сборочные единицы:

- 1) три механизма привода вентилей управления аварийной системы (см. рис. 4.4.7, 4.4.8);
- 2) один механизм привода вентилей управления технологической системы (см. рис. 4.4.9, 4.4.10);
- 3) три клапана обратных (см. рис. 4.4.11)
- 4) 5 выключателей ВК 300Н, ход влево;
- 5) 7 выключателей ВК 300Н, ход вправо;
- 6) два выключателя ВК 300Н, ход влево;
- 7) два электромагнита КМП-4А;
- 8) 4 электропривода.

В зависимости от срабатывания системы управления, давление от собственной среды или от постороннего источника подаётся в полость крышки корпуса 2 над поршнем 27 или под поршнем, одновременно соединяется с атмосферой полость крышки корпуса с противоположной стороны. За счёт перепада давлений над и под поршнем поршень со штоком перемещается вверх или вниз.

Открытие и закрытие БЗОК, а также расхаживание БЗОК при наличии расхода пара через неё производится сервоприводом. Сервопривод имеет систему управления, которая функционирует с помощью четырёх электроприводов и двух электромагнитов.

4.4.3. В состав системы управления входят (см. рис. 4.4.12):

1) три пары вентилях Ду 22 ТХ50(60,70,80)S09,13; 10,14; 11,15 с электроприводами (по одному электроприводу на два вентиля) для управления в аварийных режимах;

2) вентиль Ду 22 ТХ50(60,70,80)S22 с двумя электромагнитами и вентили Ду 22 ТХ50(60,70,80)S12, ТХ50(60,70,80)S19 с одним общим электроприводом для управления задвижкой на технологических режимах;

3) дроссели ДР1-ДР6;

4) обратные клапаны КО1-3.

5) конечные и путевые выключатели:

а) для определения верхнего положения затвора используются конечные выключатели SQС1- SQС4 (SQС1, SQС2, SQС3- ход вправо, SQС4-ход влево);

б) для определения положения затвора при расхаживании привода используются путевые выключатели SQL1, SQL2 (ход влево; в режиме закрытия путевые выключатели SQL1, SQL2 должны быть электрически отключены);

в) для определения нижнего положения затвора используются конечные выключатели SQT1- SQT8 (SQT1, SQT3, SQT5, SQT7-ход влево, SQT2, SQT4, SQT6, SQT8-ход вправо).

Каждая пара вентилях ТХ50(60,70,80)S09,13; 10,14; 11,15 объединена специальным механизмом на один электропривод. Конструкция обеспечивает одновременное закрытие (открытие) двух вентилях.

Обратные клапаны КО1 предназначены для предотвращения утечки пара из полости над поршнем в случае разрыва трубопровода.

Вентиль ТХ50(60,70,80)S22 имеет привод от двух механически соединённых электромагнитов. Управляющий сигнал подаётся одновременно на каждый электромагнит. Их якоря через систему рычагов и тяги осуществляют открытие вентиля.

Вентили ТХ50(60,70,80)S12, ТХ50(60,70,80)S19 имеют привод от одного электропривода. Конструктивно вентили ТХ50(60,70,80)S22, ТХ50(60,70,80)S12, ТХ50(60,70,80)S19 объединены в один блок.

Полость под поршнем соединена с полостью корпуса задвижки через дроссель ДР1 и лабиринтные уплотнения.

Сбросные трубопроводы с БЗОК соединяются в общий трубопровод Ду 50, который врезается в сбросной трубопровод БРУ-А ТХ80S05.

4.4.4. Открытие и закрытие БЗОК от постороннего источника и от собственной среды.

4.4.4.1. Медленное открытие собственной средой выполняется следующим образом: для создания перестановочного усилия необходимо полость над поршнем соединить с выхлопом в атмосферу с помощью открытия вентиля TX50(60,70,80)S12, при этом полость под поршнем соединяется (открытием вентиля TX50(60,70,80)S19 и через лабиринтные уплотнения и дроссель ДР1) с полостью задвижки.

4.4.4.2. Медленное открытие средой от постороннего источника выполняется следующим образом: полость под поршнем соединяется (открытием вентиля TX50(60,70,80)S19, TX50(60,70,80)S08) с посторонним источником пара, полость над поршнем соединяется с атмосферой (открытием вентиля TX50(60,70,80)S12).

4.4.4.3. Медленное закрытие собственной средой выполняется следующим образом: перестановочное усилие создаётся соединением полости под поршнем с атмосферой открытием вентиля TX50(60,70,80)S22 и подачей пара из полости задвижки в полость над поршнем через дроссели ДР3 и ДР4.

4.4.4.4. Медленное закрытие средой от постороннего источника выполняется следующим образом: при открытии вентиля TX50(60,70,80)S22 полость под поршнем соединяется с выхлопом в атмосферу, полость над поршнем соединяется с посторонним источником пара открытием вентиля TX50(60,70,80)S08.

4.4.4.5. Быстрое закрытие во время открывания собственной средой (вентили TX50(60,70,80)S12, TX50(60,70,80)S19 открыты) выполняется следующим образом: перестановочное усилие обеспечивается подачей пара из полости задвижки в полость над поршнем (открытие вентиля TX50(60,70,80)S09...11) и сбросом пара из-под поршня в атмосферу (открытие вентиля TX50(60,70,80)S13...15). Время быстрого закрытия определяется разностью площадей проходного сечения дросселя ДР3 и трубопроводов аварийной системы.

4.4.4.6. Быстрое закрытие во время открывания от постороннего источника (вентили TX50(60,70,80)S12, TX50(60,70,80)S19, TX50(60,70,80)S08 открыты) аналогично п. 4.4.4.4

4.4.4.7. Быстрое закрытие собственной средой выполняется следующим образом: открытием вентиля TX50(60,70,80)S09...11, TX50(60,70,80)S013...15 обеспечивается сброс пара из-под поршня и подача пара из полости задвижки в полость над поршнем.

4.4.4.8. Быстрое закрытие во время медленного закрывания собственной средой (вентиль TX50(60,70,80)S22 открыт) аналогично п. 4.4.4.7.

4.4.4.9. Быстрое закрытие во время медленного закрывания от постороннего источника (вентили TX50(60,70,80)S22, TX50(60,70,80)S08 открыты) аналогично п. 4.4.4.7.

4.4.4.10. Расхаживание выполняется следующим образом: перестановочное усилие создаётся (открытие вентиля ТХ50(60,70,80)S22) подачей пара из полости задвижки в полость над поршнем через дроссели ДР3, ДР4 и сбросом пара из-под поршня в атмосферу, последующее автоматическое закрытие вентиля ТХ50(60,70,80)S22 пружиной и подъём затвора в верхнее положение осуществляется открытием вентилей ТХ50(60,70,80)S12, ТХ50(60,70,80)S19. Полость под поршнем соединяется с полостью задвижки, а полость над поршнем с атмосферой.

4.4.5. Корпус БЗОК выполнен из стали 22 КВД, горловина, крышка корпуса, фланец, обечайка из стали 22 К, крышка цилиндра и штуцера из стали 20, шток, шпильки М52×352, М48×320, и гайки к ним из стали 25Х1МФ, труба 32×3,5 из стали 08Х18Н10Т. Вентили (9 штук на одну задвижку) и обратные клапана (5 штук на одну задвижку) выполнены из стали 12Х1МФ.

4.4.6. Механизм привода вентилей управления аварийной системы показан на рис. 4.4.7, 4.4.8. Он состоит из корпуса поз.1,2, штока поз.3, втулки шпинделя поз.4.

В состав механизма входят: кольцо поз.7, шпилька поз.8, крышка направляющая поз.9, шток поз.10, втулка поз.11, палец поз.12, втулка опорная поз.13, втулка поз.14, опора пружинная поз.15, втулка нажимная поз.16, втулка промежуточная поз.17, втулка направляющая поз.18, ось поз.19, траверса поз.20, втулка штока поз.21, штифты поз.22, прокладка поз.23, винт поз.26, шпилька поз.27, кольцо асбографитовое поз.58, набивка поз.59.

4.4.7. Механизм привода вентилей управления технологической системы показан на рис. 4.4.9, 4.4.10. Он состоит из корпуса поз.1,4, штока поз.2, втулки шпинделя поз.3, кронштейна поз.5, рычага поз.6.

В состав механизма входят: кольцо поз.9, шпилька поз.10, прокладка поз.11, крышка направляющая поз.13, шток поз.14, втулка поз.15, палец поз.16, втулка опорная поз.17, втулка поз.18, опора пружинная поз.19, втулка нажимная поз.20, втулка промежуточная поз.21, втулка направляющая поз.22, ось поз.23, траверса поз.24, втулка штока поз.25, штифты поз.33,43,46,47, прокладка поз.27,29, винт поз.30, втулка присоединительная поз.34,39, шток поз.35, серьга поз.36, планка поз.37, коромысло поз.38, тяга поз.41, серьга поз.42, винт установочный поз.44, гайка поз.45, шпилька поз.51, кольцо асбографитовое поз.93, набивка поз.95.

4.4.8. Клапан обратный в обвязке БЗОК показан на рис. 4.4.11. Он состоит из корпуса поз.1, тарелки поз.2.

В состав клапана входят: втулка поз.4, крышка поз.5, кольцо поз.6, гайка накидная поз.7, кольцо асбографитовое поз.9.

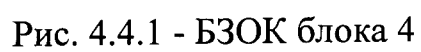


Рис. 4.4.1 - БЗОК блока 4

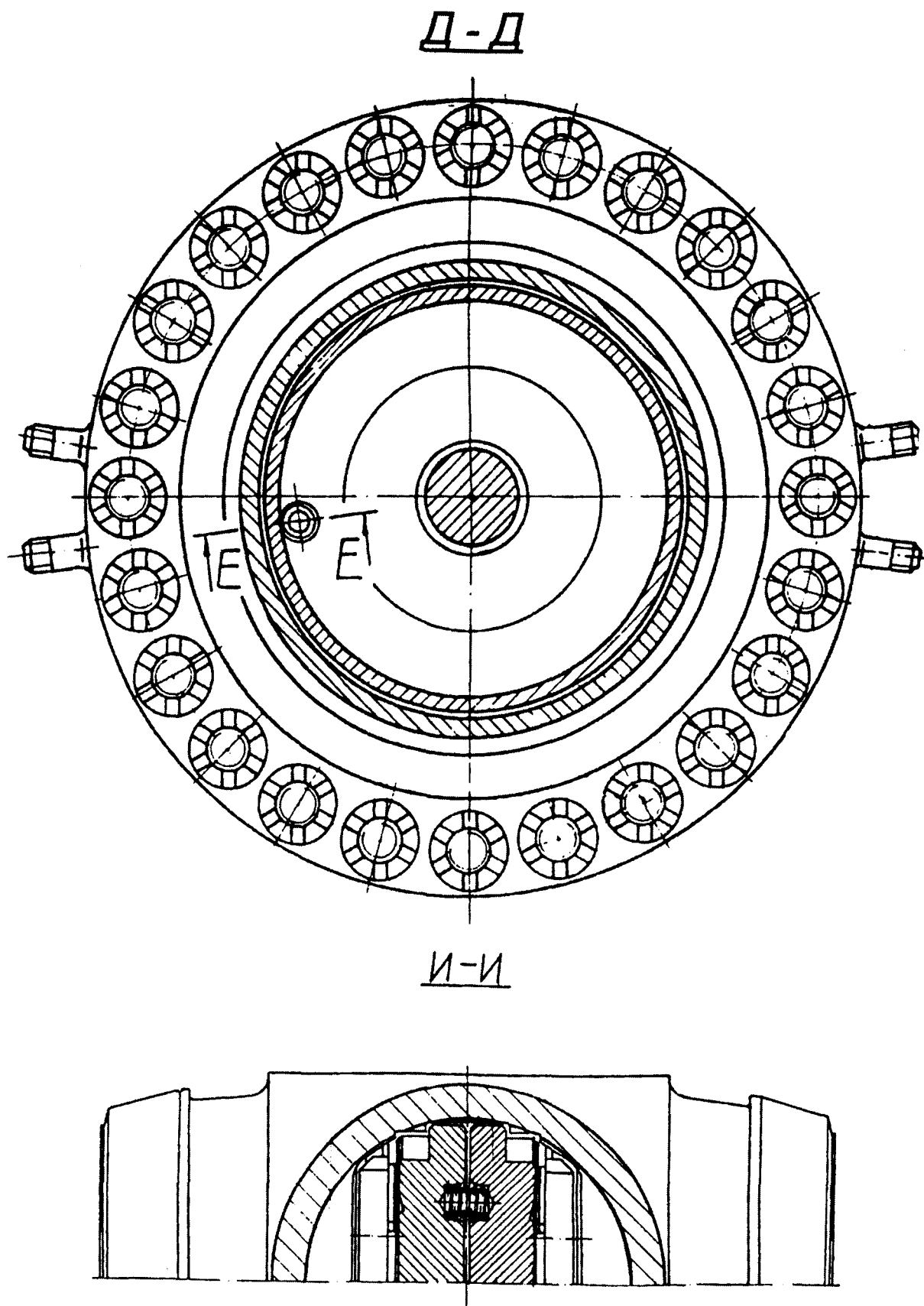


Рис. 4.4.2 - Разрезы Д-Д, И-И (см. рис. 4.4.1)

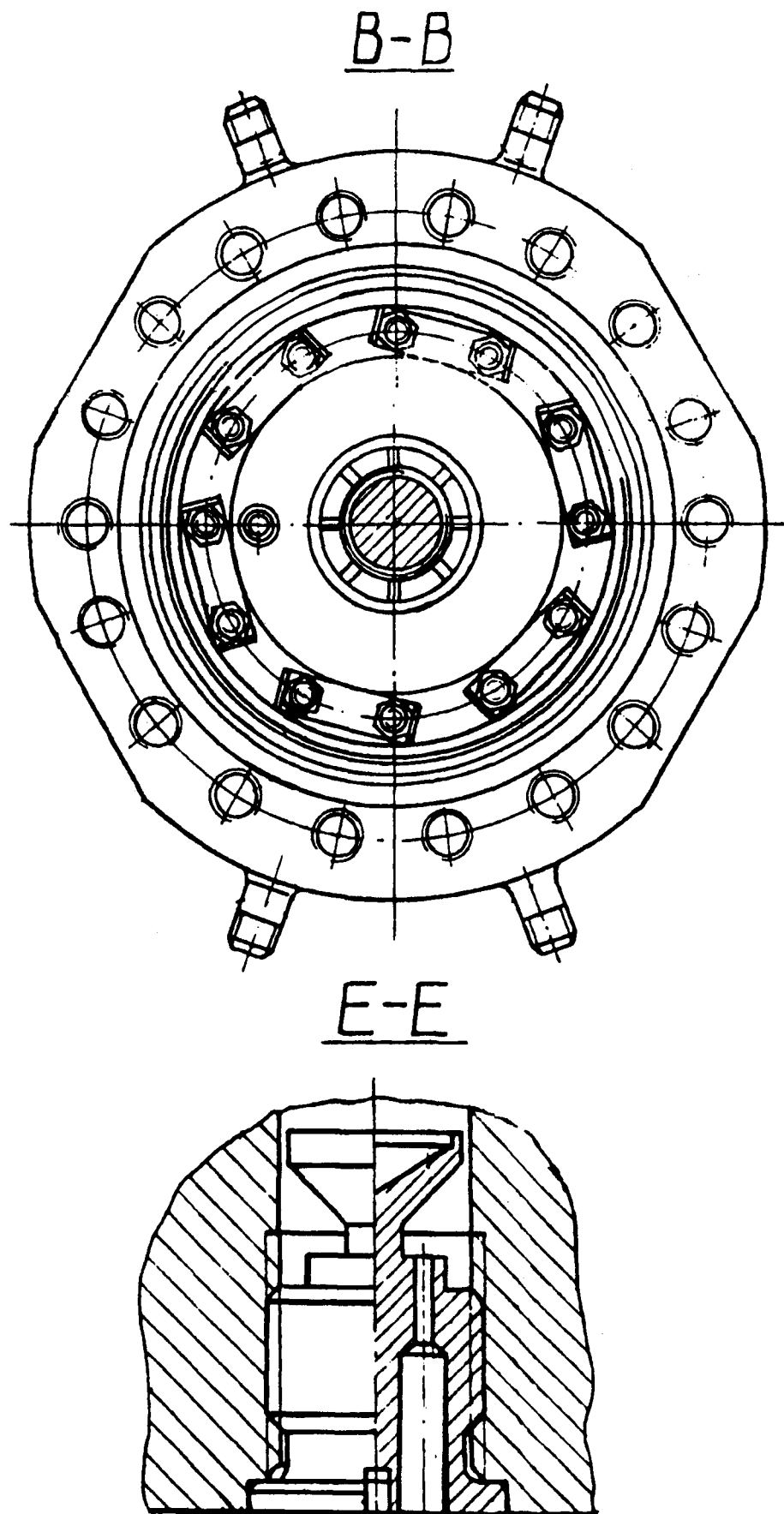


Рис. 4.4.3 - Разрезы В-В, Е-Е (см. рис. 4.4.1, 4.4.2)



A↓

Привод монтажный  
1058-600-171

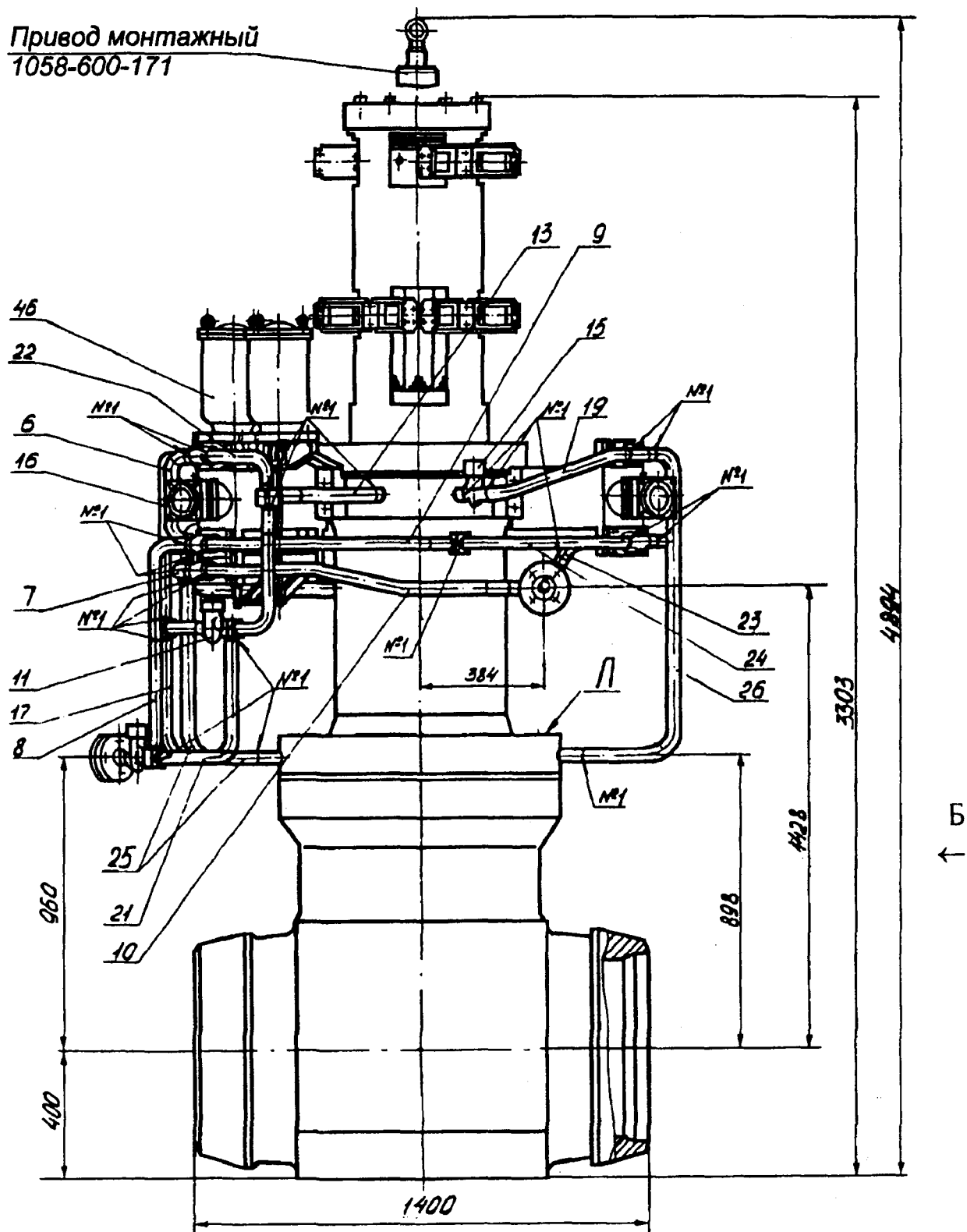


Рис. 4.4.4 - Общий вид системы управления БЗОК

Вид А

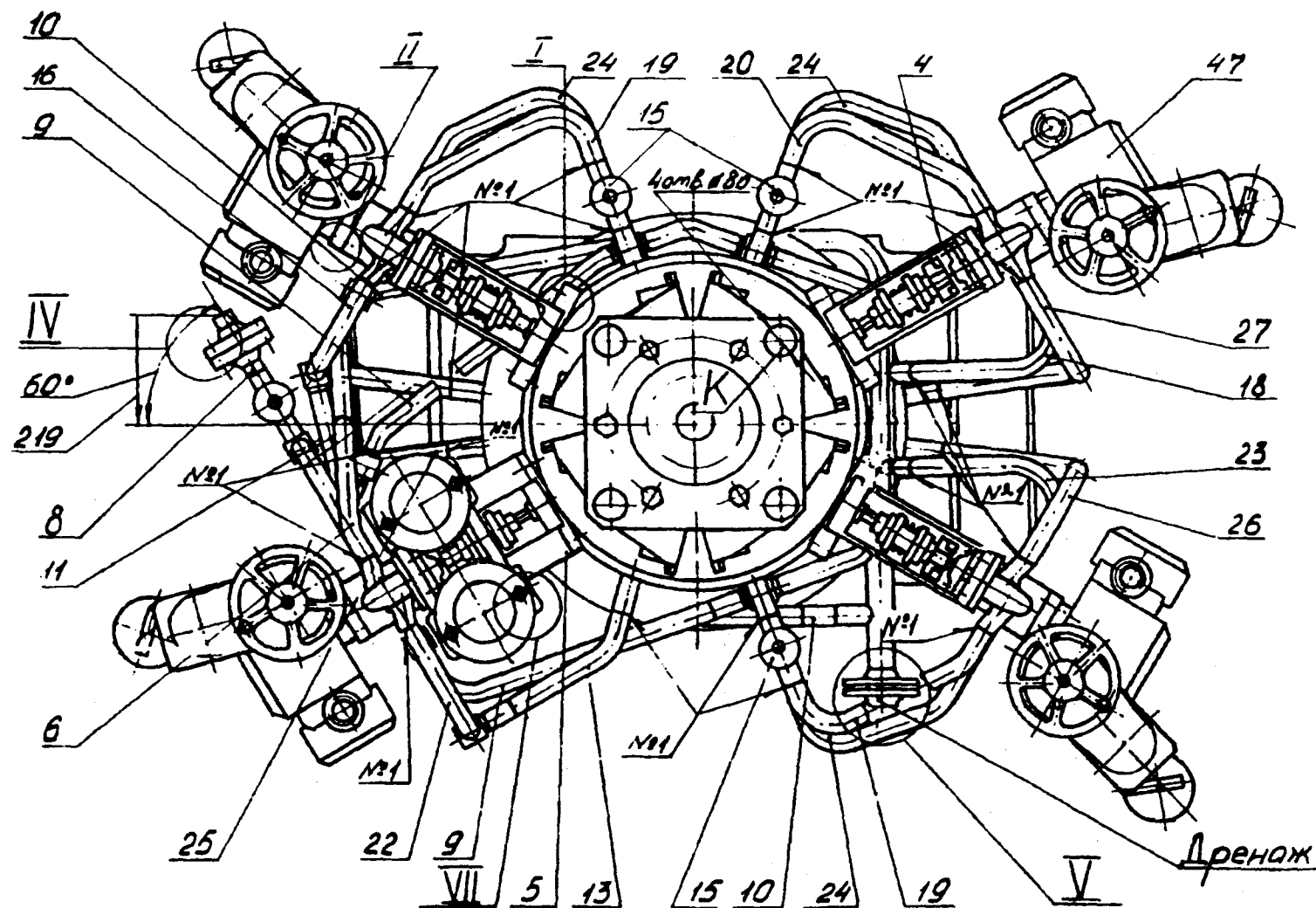


Рис. 4.4.5 - Вид А системы управления БЗОК (см. рис. 4.4.4)

Вид Б

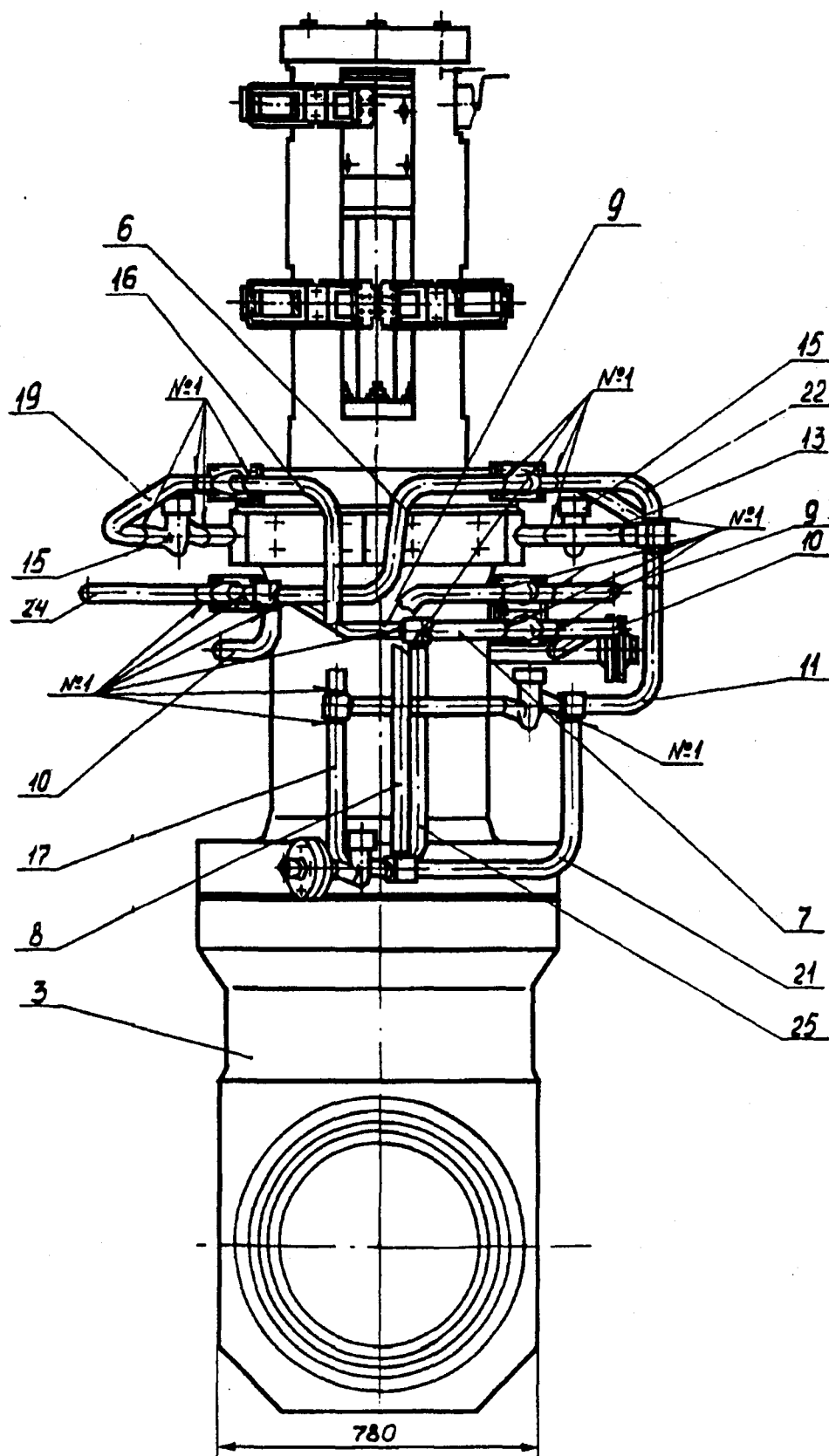


Рис. 4.4.6 - Вид Б системы управления БЗОК (см. рис. 4.4.4)

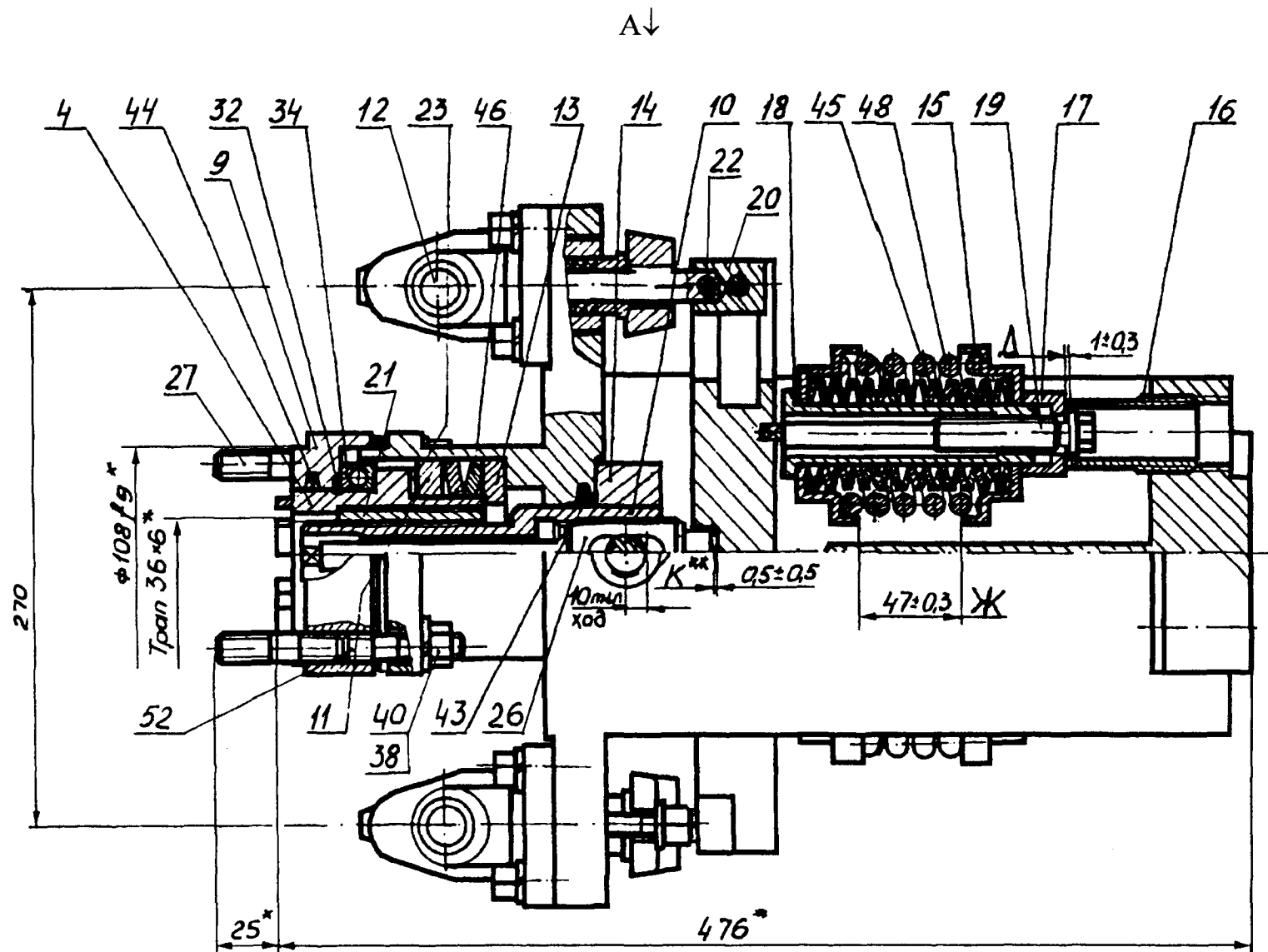


Рис. 4.4.7 - Общий вид механизма привода управления аварийной системы

Вид А

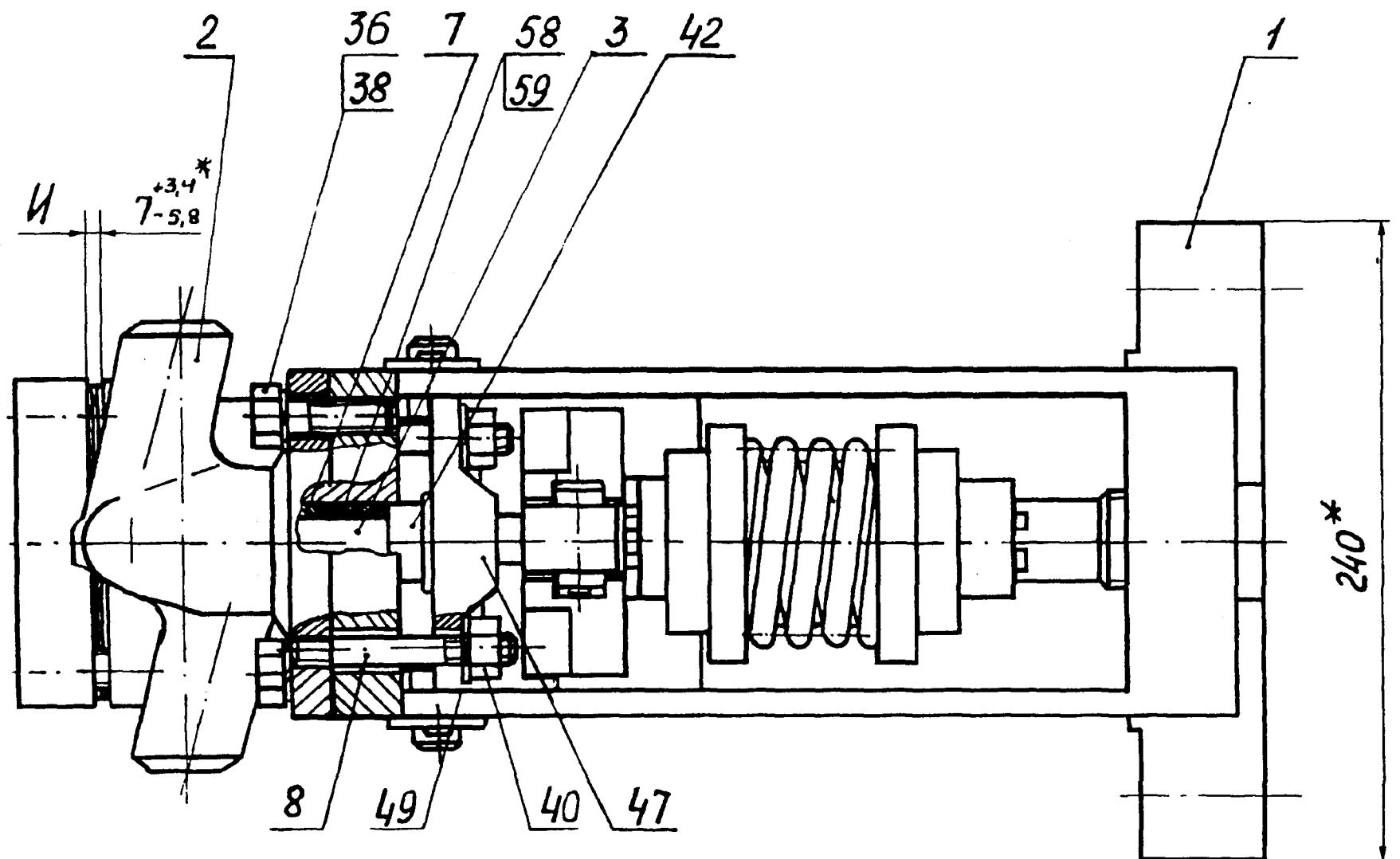


Рис. 4.4.8 - Вид А механизма привода управления аварийной системы (см. рис. 4.4.7)

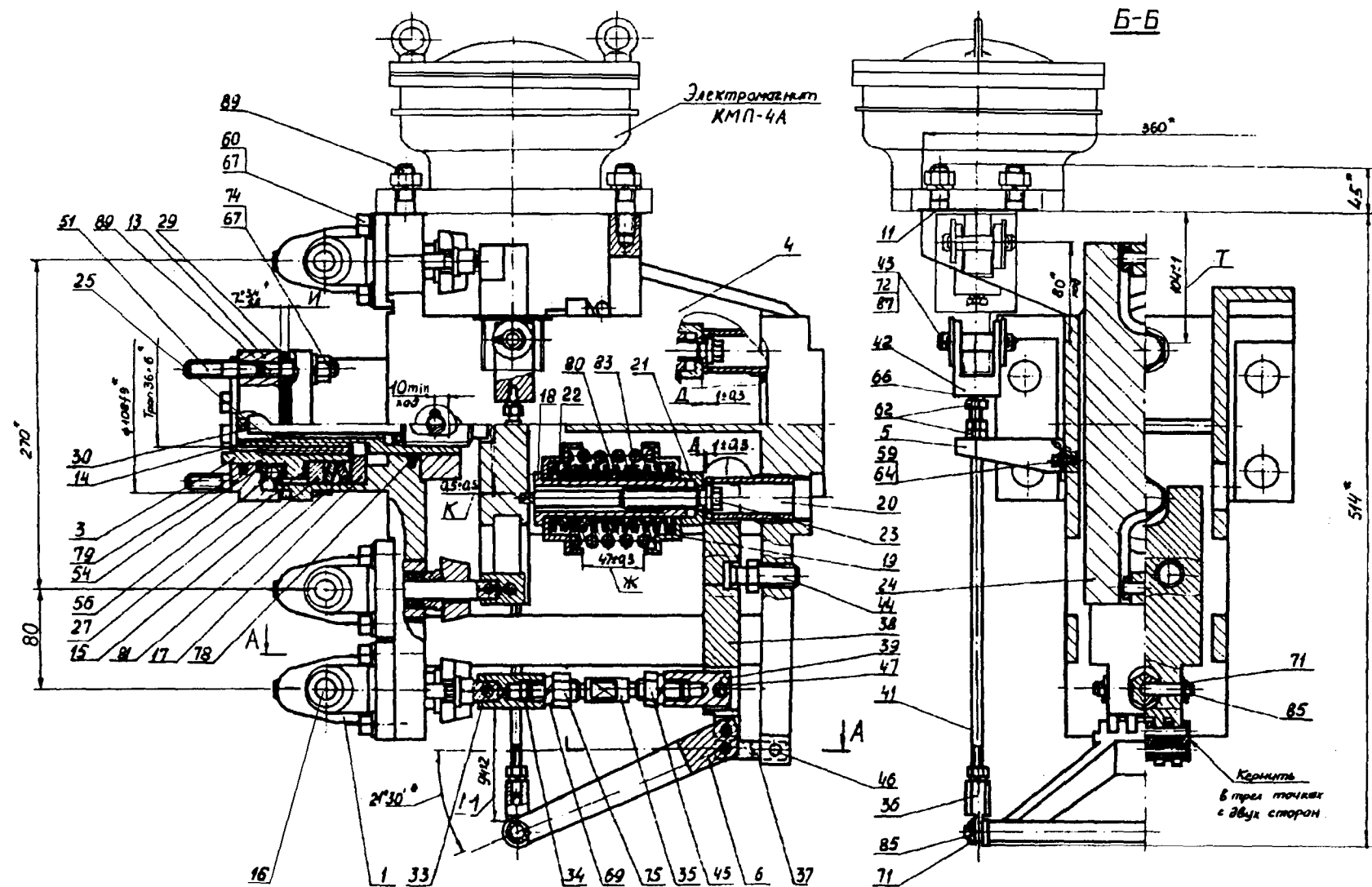


Рис. 4.4.9 - Общий вид и разрез Б-Б механизма управления технологической системы (см. рис. 4.4.10)

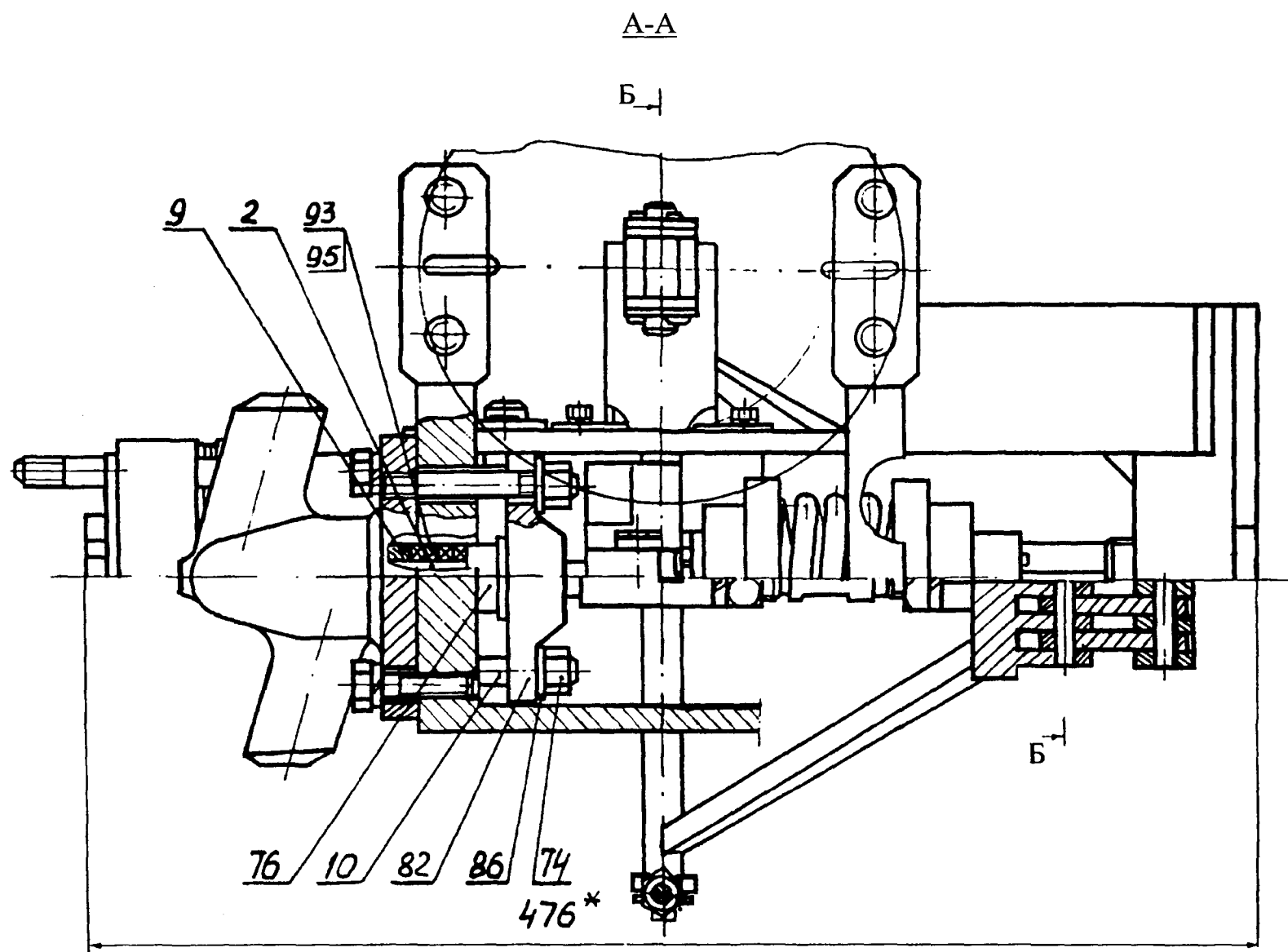
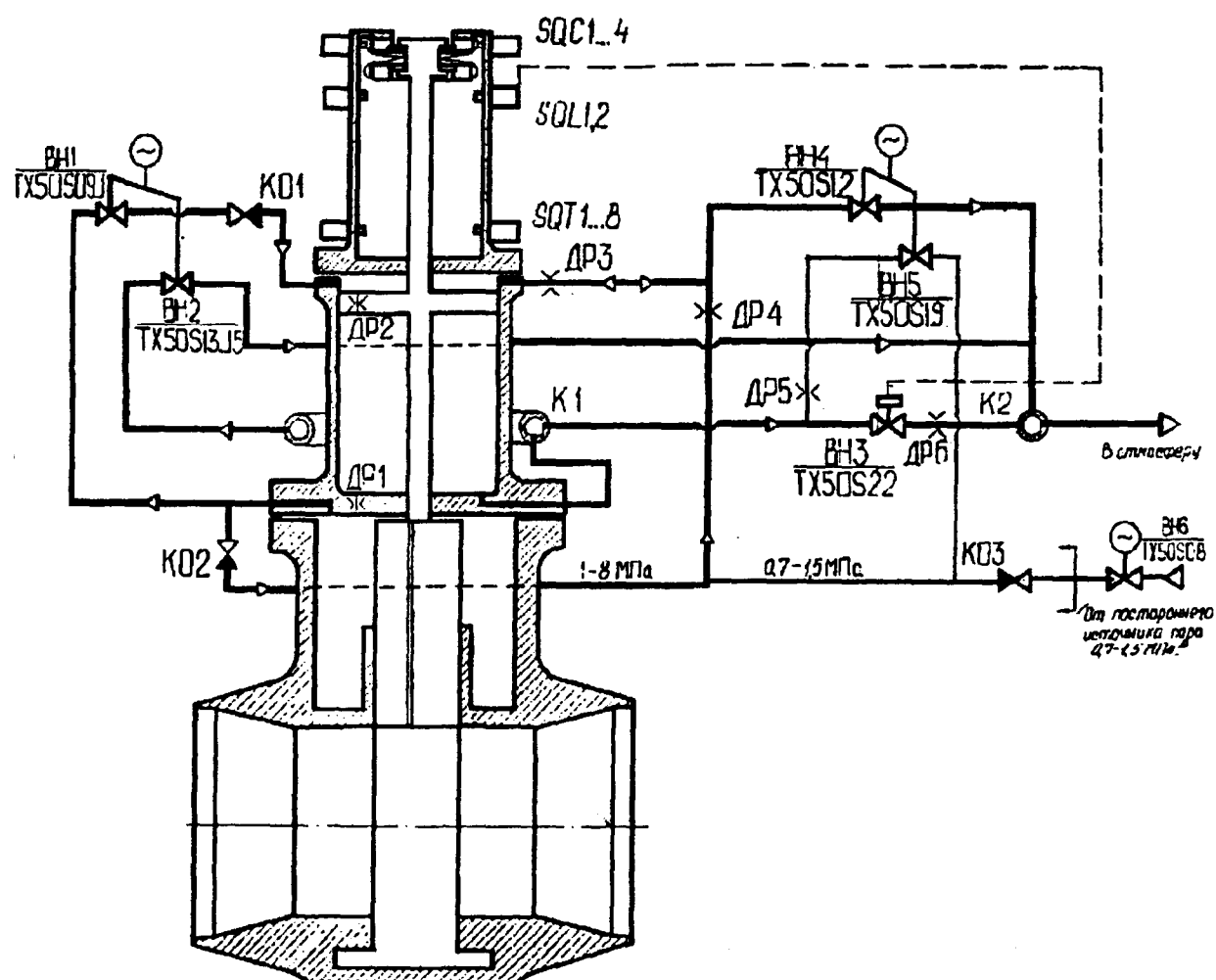


Рис. 4.4.10 - Разрез А-А механизма управления технологической системы (см. рис. 4.4.9)







| Поз. обозн. | Наименование  | Кол. | Примечание  |
|-------------|---|------|-------------|
| BH1         | Вентиль подачи системы аварийного срабатывания Ду 20 мм.                    | 3    | TX50S08...H |
| BH2         | Вентиль дренажа системы аварийного срабатывания Ду 20 мм.                   | 3    | TX50S13J5   |
| K01         | Клапан обратной системы аварийного срабатывания Ду 20 мм.                   | 3    |             |
| ДР7         | Дроссель аварийного срабатывания  | 1    |             |
|             |   |      |             |
| BH3         | Вентиль системы аварийного закрытия задвижки с электромотором герметизации. | 1    | TX50S22     |
| BH4         | Вентиль дренажа системы аварийного закрытия задвижки.                       | 1    | TX50S12     |
| BH5         | Вентиль системы подачи аварийного отжатия задвижки.                         | 1    | TX50S19     |
| ДР6         | Дроссель системы аварийного отжатия задвижки.                               | 1    |             |
| K03         | Клапан обратный   | 1    |             |
|             |   |      |             |
| K1,2        | Коллекторы  |      |             |
| SQC1.4      | Конечные выключатели  | 4    |             |
| SQ1.2       | Путевые выключатели   | 2    |             |
| SQT1.8      | Конечные выключатели  | 8    |             |

Рис. 4.4.12 - Принципиальная схема управления БЗОК

4.4.9. Устройство и работа привода монтажного показаны на рис. 4.4.13.

Привод монтажный 1058-600-171 предназначен для монтажа и демонтажа задвижки в процессе её эксплуатации, а также для открывания и закрывания во время ремонта при отсутствии среды. Привод устанавливается на поверхность С (см. рис. 4.4.1) и крепится винтами поз. 52. Шток привода поз. 6 соединяется со штоком задвижки накидной гайкой поз. 4, для чего шток задвижки приводом опускается в крайнее нижнее положение. Привод монтажный работает от электродвигателя или от рукоятки вручную.

Привод состоит из корпуса поз.1, кольца упорного поз.2, втулки шпинделя поз.3, гайки накидной поз.4, кольца направляющего поз. 5, штока поз.6, маслѐнки поз.8, подшипника поз.9, рым-болта поз.10, втулки резьбовой поз.13, кольца поз.16, шпонки поз.20 и электропривода поз.22.

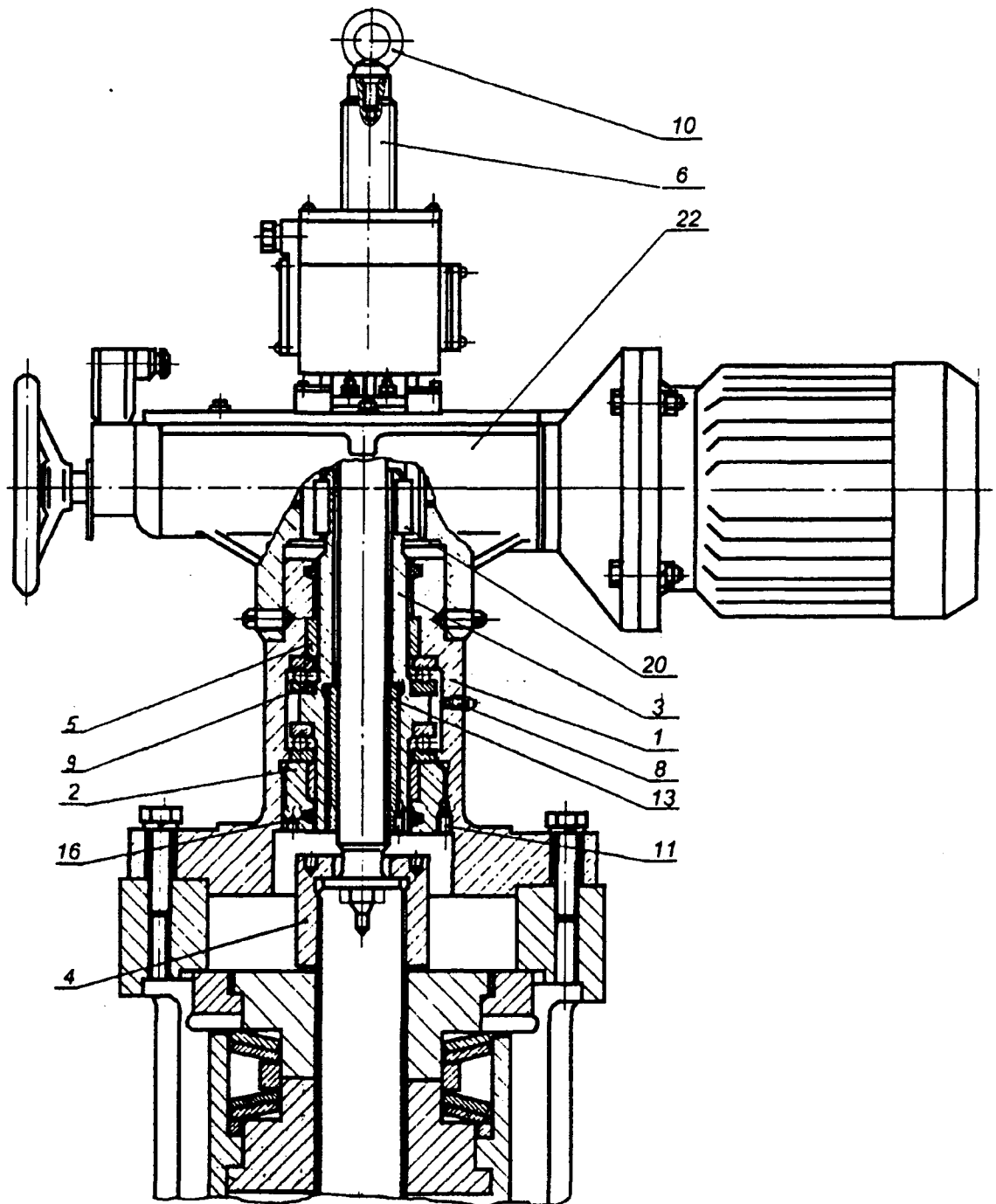


Рис. 4.4.13 - Привод монтажный

#### 4.5. Клапан обратный ТХ50-80S07 (см. рис. 4.5.1-4.5.3)

4.5.1. Клапаны обратные энергоблоков 1,3 типа 904-600-0 изготовлены на Чеховском заводе энергетического машиностроения, г.Чехов, Московской области.

4.5.2. Клапан состоит из корпуса 1, тарелки 2, крышек 4, втулок 5, оси 7. В состав клапана входят: штифты специальные 3, прокладки 6, подкладки регулирующие 8, винты 9, гайки 10, 12, шпильки 11, шпильки 13.

Корпус клапана выполнен из стали 20П, седло, диск и крышка из стали 20, шпильки М24×110 из стали 35Х, гайки М24- стали 35.

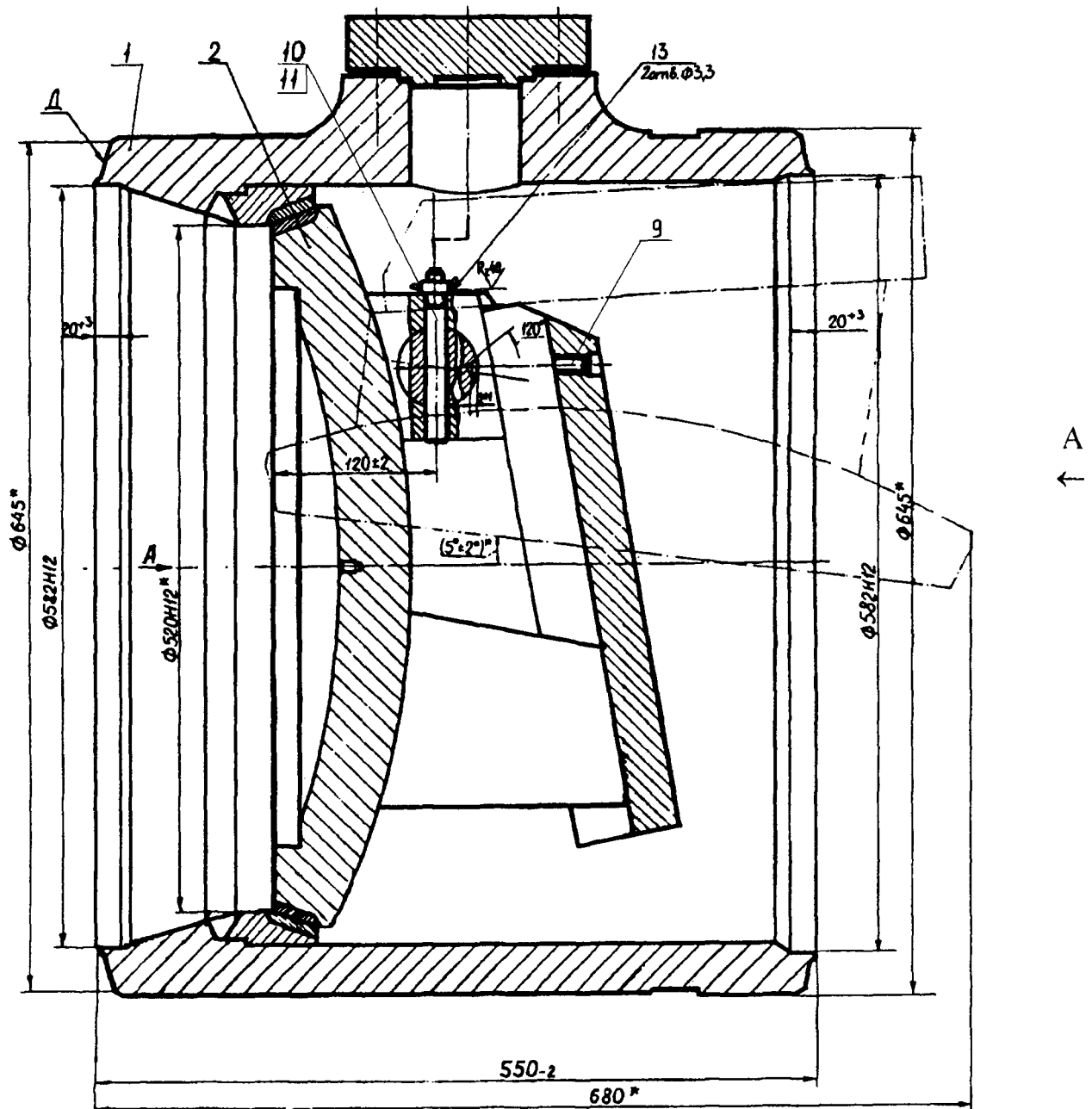


Рис. 4.5.1 - Клапан типа 904-600-0 в сборе

[illegible]

52

4.5.3. Конструкция ОК типа 904-600-0 имеет ряд существенных недостатков, таких как: низкая ремонтпригодность без вырезки клапана, ненадежное прилегание тарелки к седлу клапана, вибрация тарелки при работе и износ трущихся частей, заклинивание клапана с потерей работоспособности, высокий коэффициент гидравлического сопротивления, отсутствие индикации положения. Для устранения перечисленных дефектов производится плановая замена ОК типа 904-600-0 на ОК типа A42127-4160/300-600L производства компании MSA (Чехия) по ТУ422-16-35/86-А. Чешские ОК имеют указатель положения, меньшее гидравлическое сопротивление и надежность ОК подтверждена успешной эксплуатацией на Калининской АЭС и АЭС Темелин (Чехия). В 2010-2011 гг. ОК производства компании MSA установлены на энергоблоках 2, 4 Балаковской АЭС.

4.5.4. Конструкция ОК типа A42127-4160/300-600L представлена на рис. 4.5.3. Клапан состоит из корпуса 1, крышки 2, диска 3, указателя положения 4.

Основные детали ОК – корпус, крышка, диск – выполнены из стали 11 416, аналог российской ст.20.

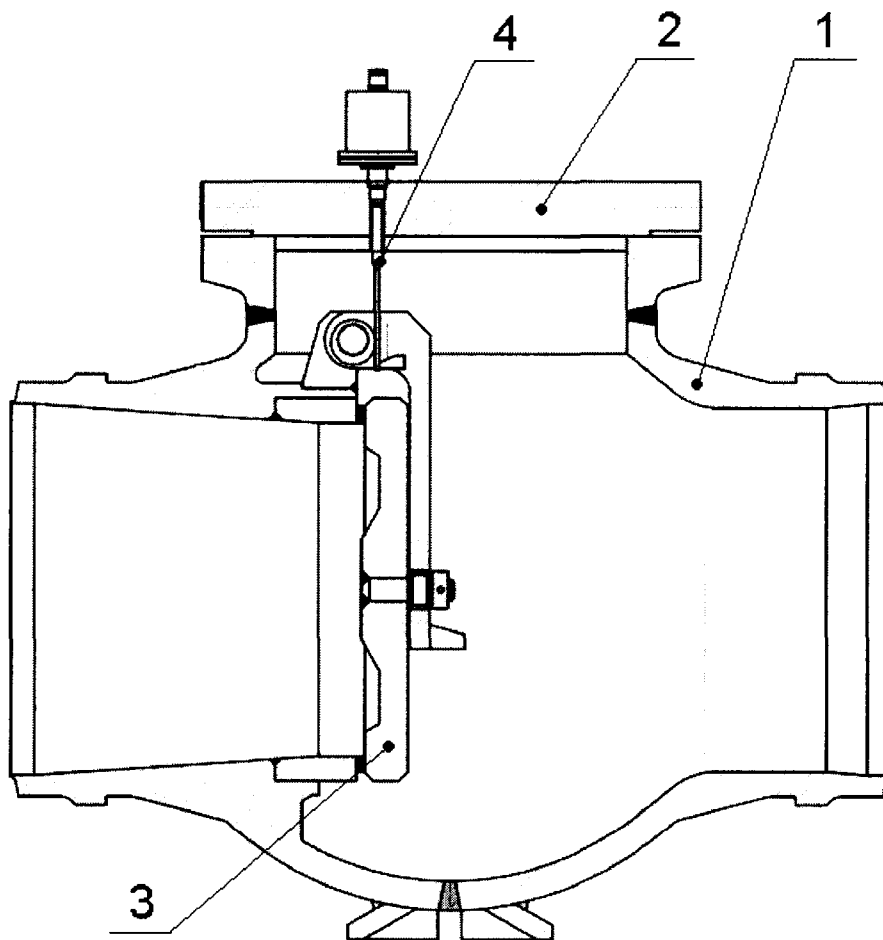


Рис. 4.5.3 – Клапан типа A42127-4160/300-600L в сборе

#### 4.6. Паропроводы

4.6.1. Паропроводы 630×25 изготовлены из стали 16 ГС на Белгородском заводе энергетического машиностроения (БЗЭМ).

4.6.2. Аксонометрические схемы паропроводов высокого давления системы показаны на рис. 4.6.5-4.6.11. Расположение опорно-подвесной системы на рис. 4.6.5-4.6.11 дано для блоков 3,4. Для блоков 1,2 расположение опорно-подвесной системы указано в рабочих программах «Обследование, контроль и замер опорно-подвесной системы главного паропровода от парогенераторов  $P > 22 \text{ кгс/см}^2$ ».

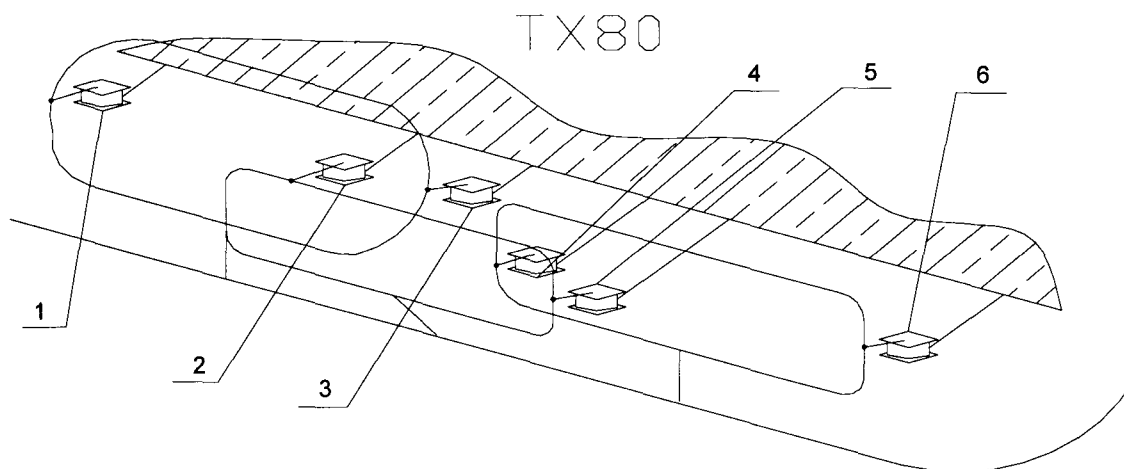
4.6.3. Паропроводы в негерметичной части реакторных отделений блоков 1,4 дополнительно дооснащены вязкоупругими демпфирующими устройствами.

Вязкоупругие демпферы предназначены для гашения колебаний трубопроводов возникающих при сейсмических и других динамических воздействиях возникающих в процессе эксплуатации. Динамические усилия от трубопроводов через демпфер и демпферную опору передается на строительную опору.

4.6.4. Демпфер состоит из корпуса, заполненного рабочей высоковязкой жидкостью, поршня и сердечника, погруженных в жидкость. Фланец корпуса крепится к неподвижному основанию, а фланец поршня к трубопроводу. Вязкоупругие демпферы работают совместно с опорно-подвесной системой паропроводов.

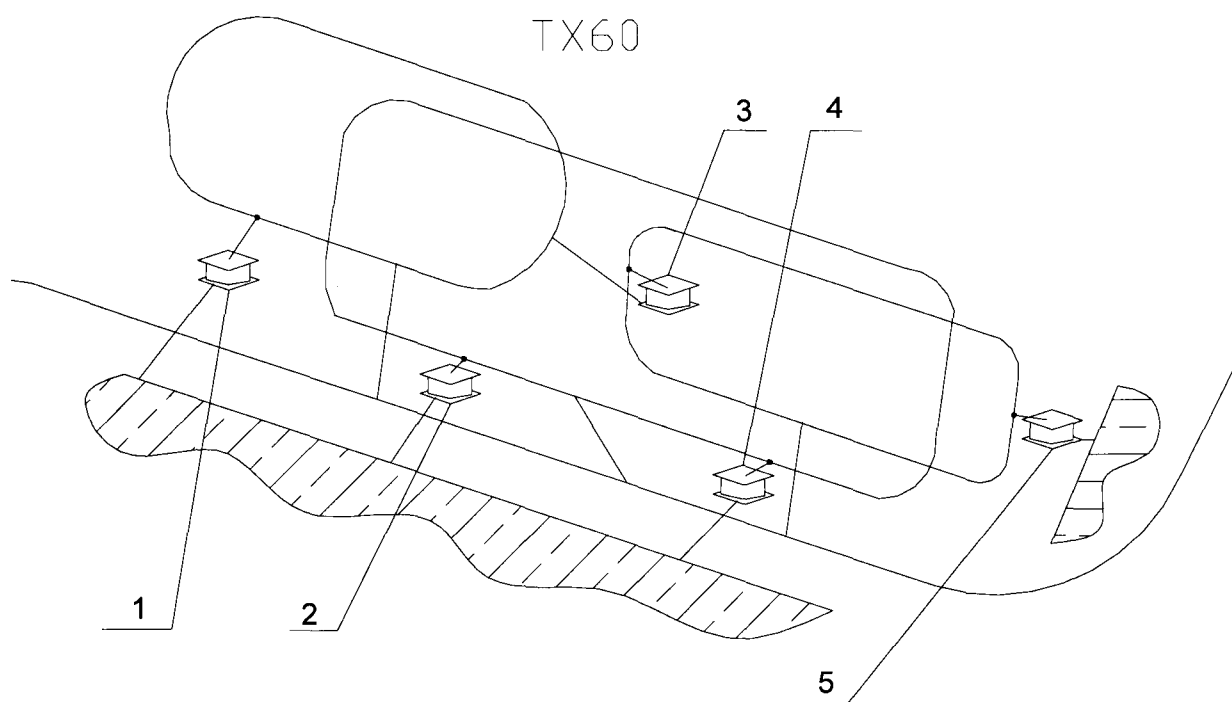
Места расположения демпфирующих устройств на трубопроводах ТХ80 и ТХ60 блока №4 приведены на рис. 4.6.1 – 4.6.2.

Места расположения демпфирующих устройств на трубопроводах ТХ80 и ТХ50 блока №1 приведены на рис. 4.6.3. – 4.6.4.



поз.1-6 – демпфирующее устройство

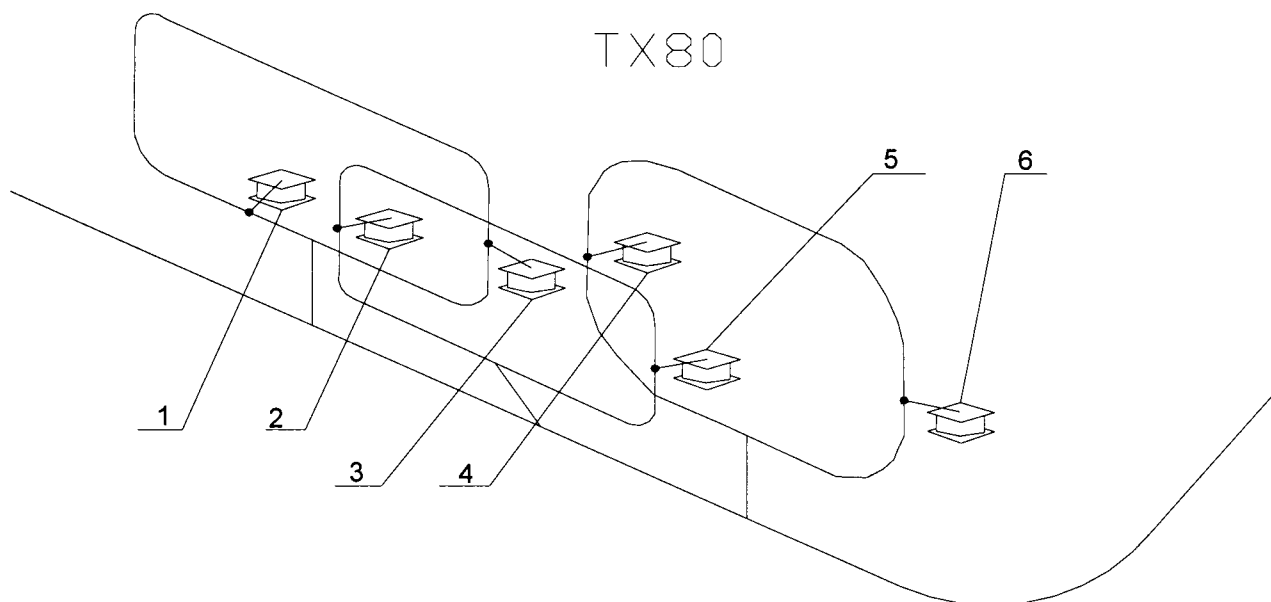
Рис.4.6.1. Расположение демпфирующих устройств на трубопроводах TX80 блока №4



поз.1-5 – демпфирующее устройство

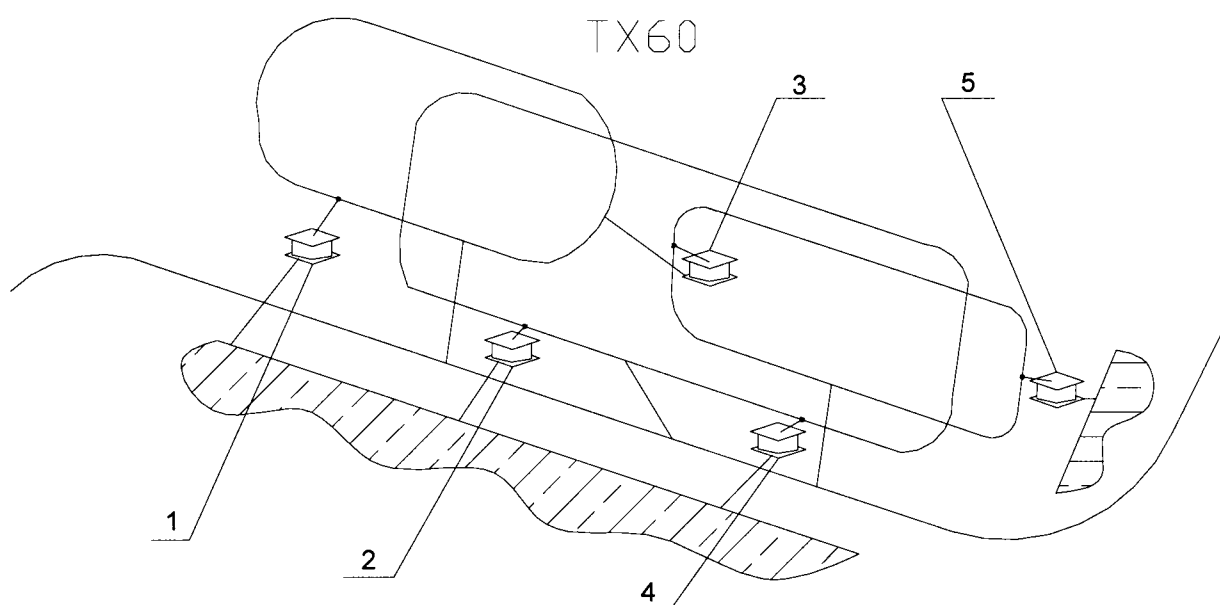
Рис.4.6.2. Расположение демпфирующих устройств на трубопроводах TX60 блока №4





поз.1-6 – демпфирующее устройство

Рис.4.6.3. Расположение демпфирующих устройств на трубопроводах TX80 блока №1



попоз.1-5 – демпфирующее устройство

Рис.4.6.4. Расположение демпфирующих устройств на трубопроводах TX60 блока №1

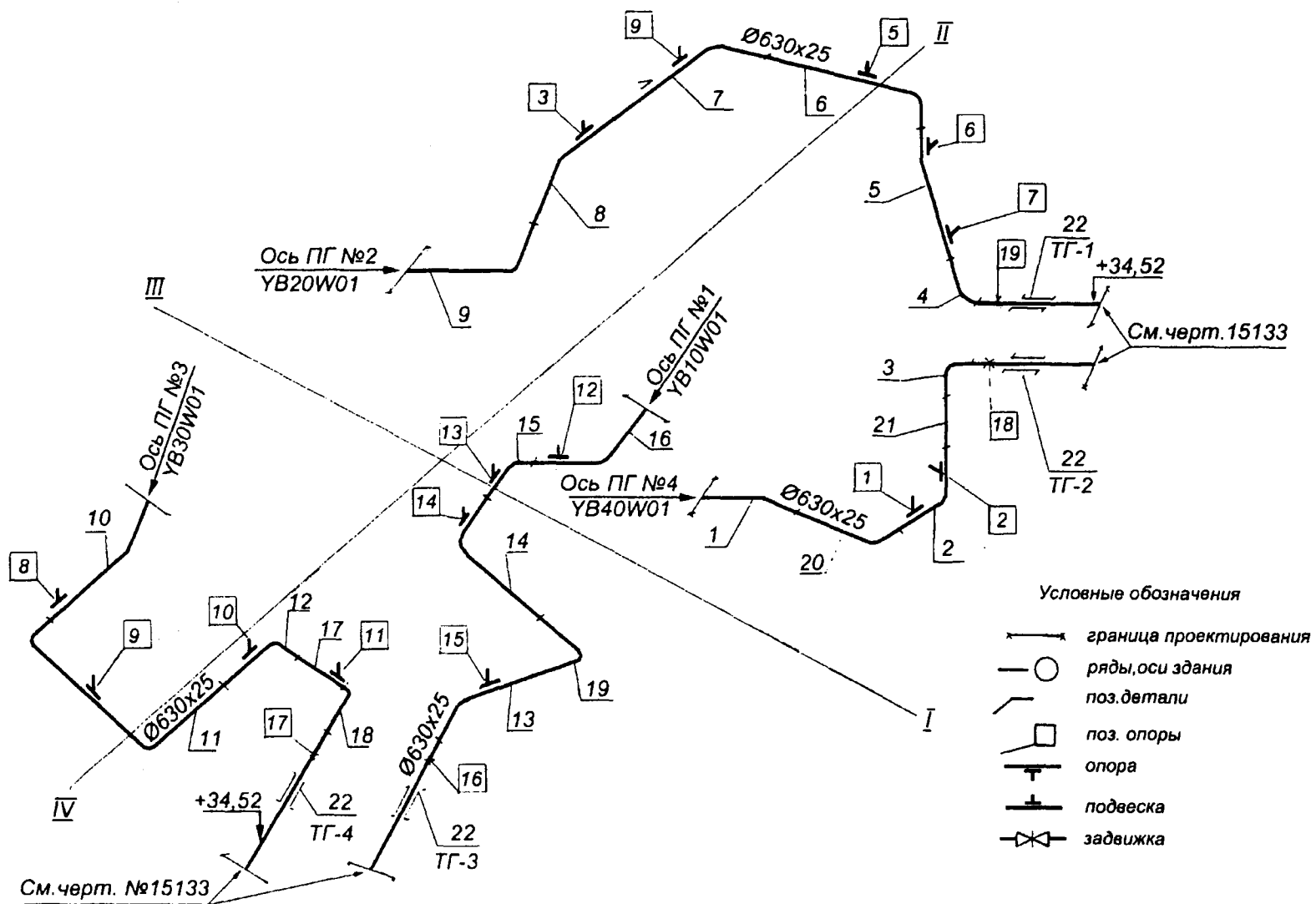


Рис. 4.6.5 - Аксонометрическая схема паропроводов высокого давления от ПГ в гермозоне

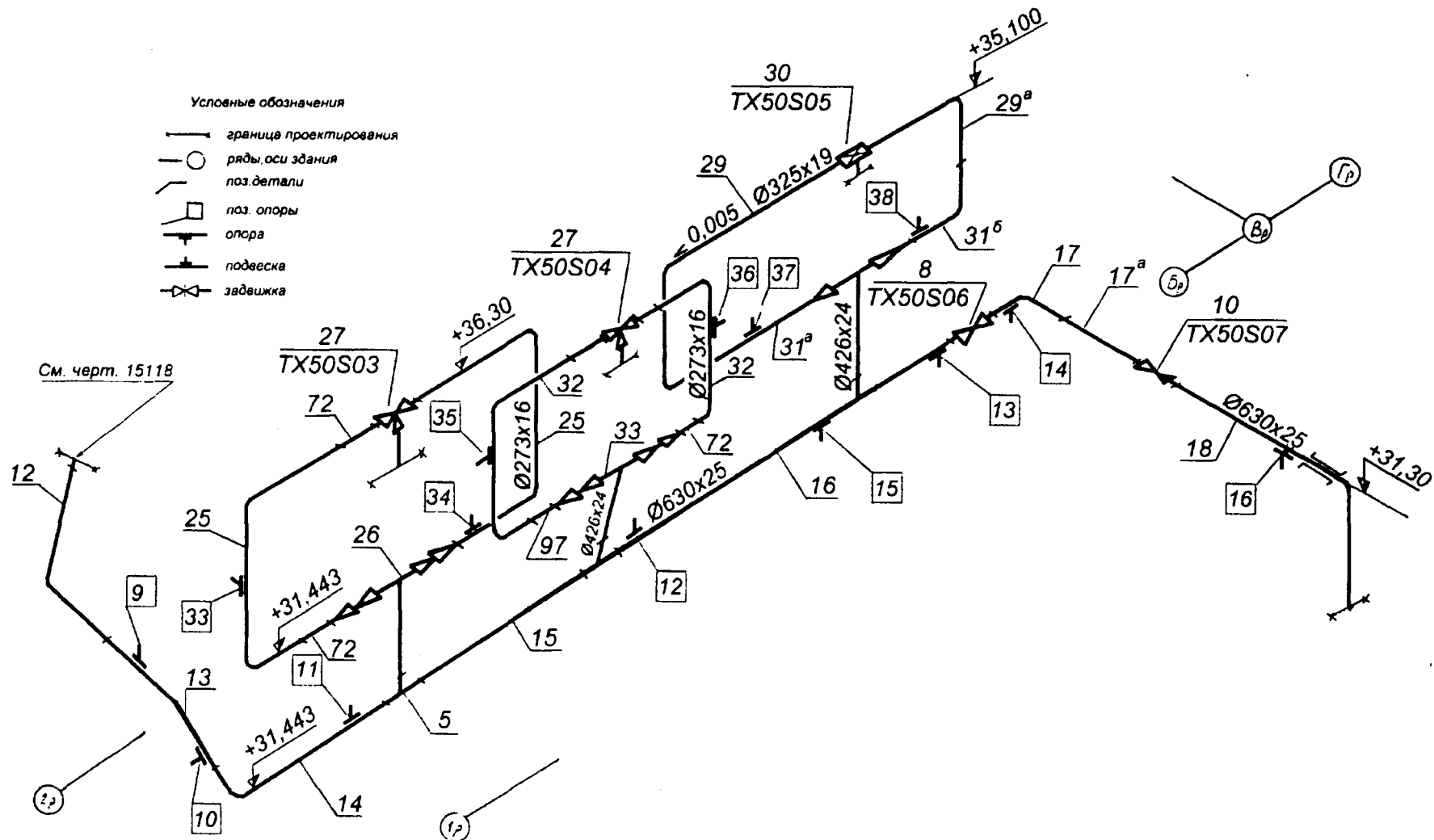


Рис. 4.6.6 - Аксонометрическая схема паропроводов высокого давления от парогенератора № 1 (пом. 820)

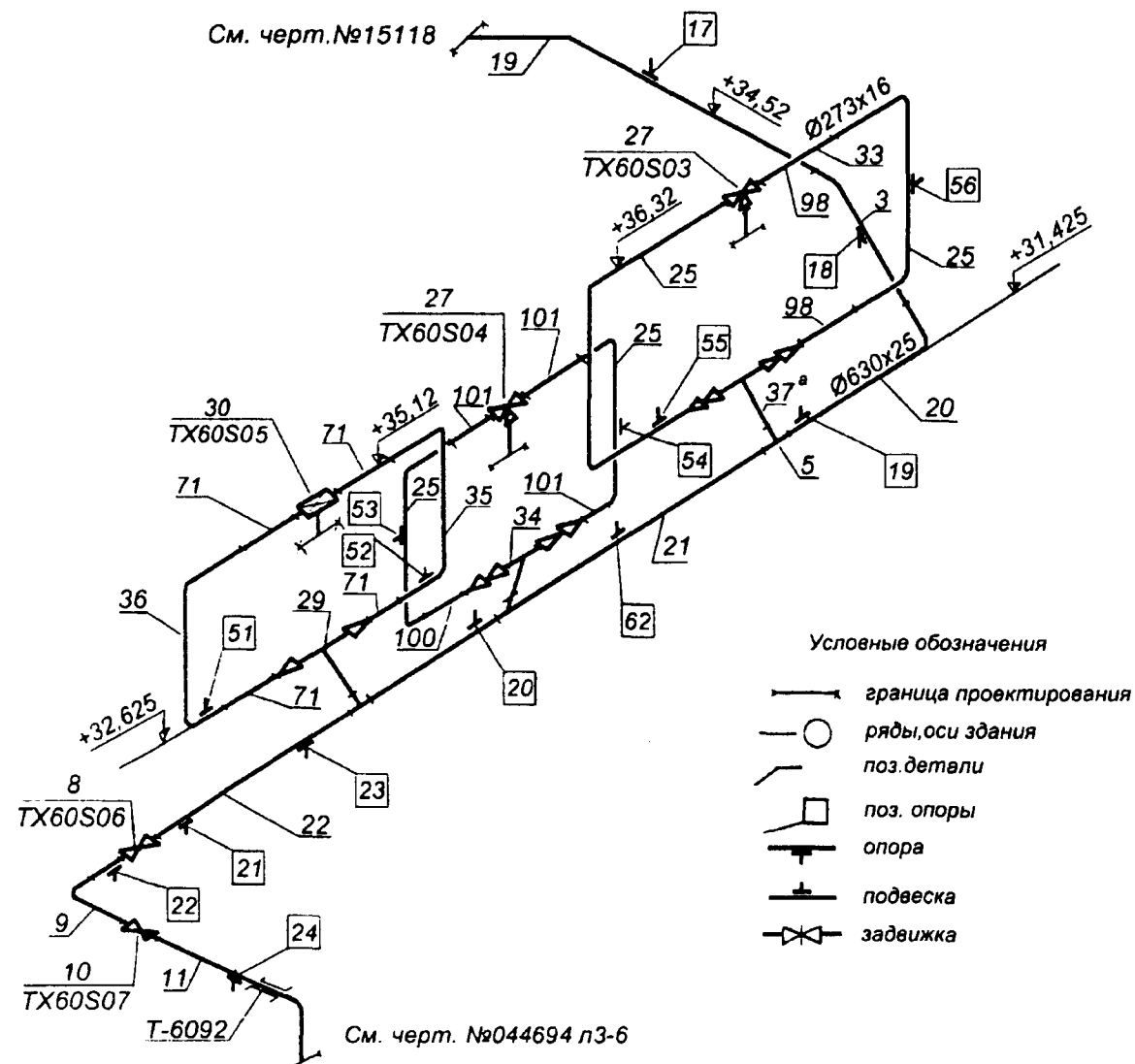


Рис. 4.6.7 - Аксонометрическая схема паропроводов высокого давления от парогенератора № 2 (пом. 820)

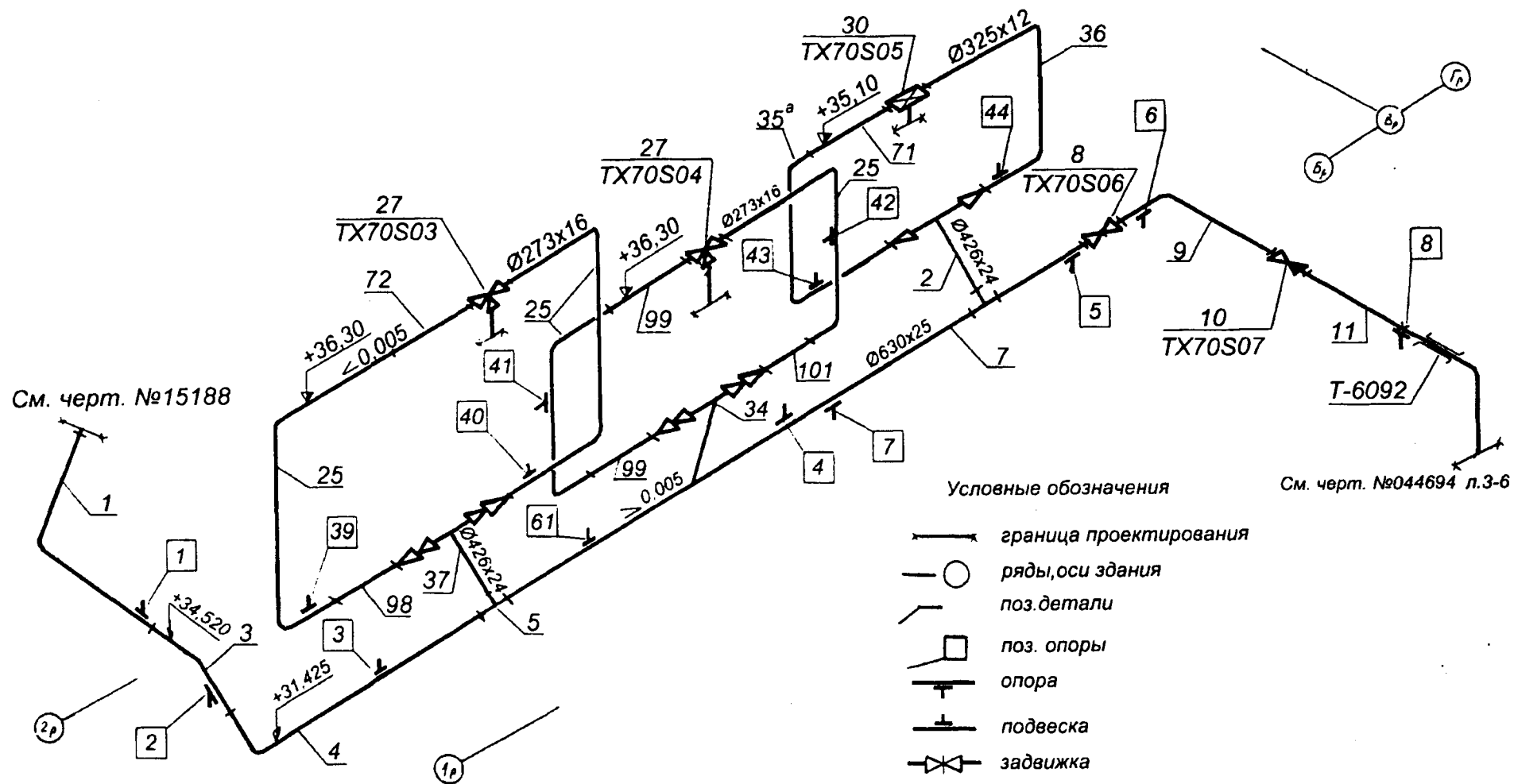


Рис. 4.6.8 - Аксонометрическая схема паропроводов высокого давления от парогенератора № 3 (пом. 820)

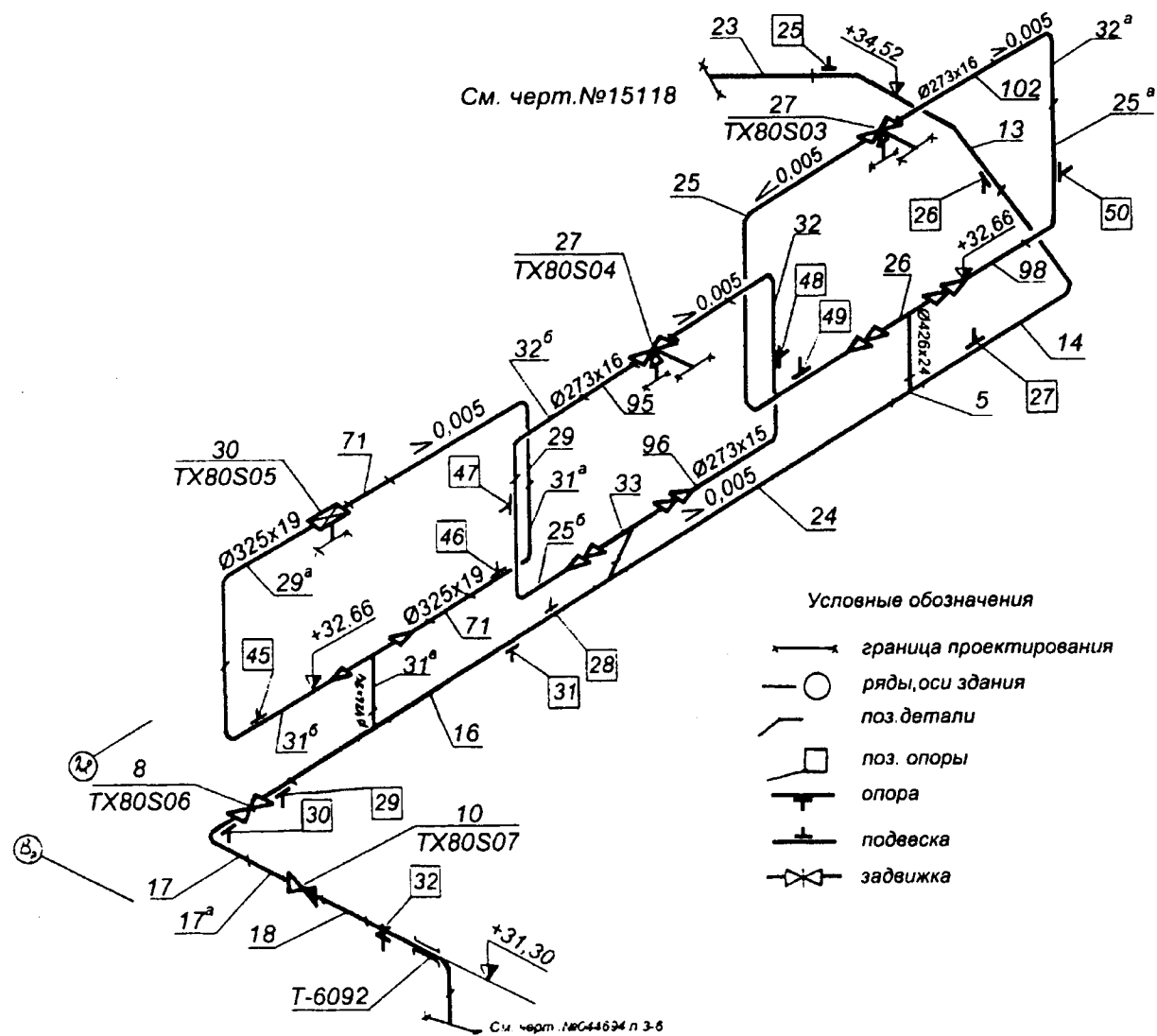


Рис. 4.6.9 - Аксонометрическая схема паропроводов высокого давления от парогенератора № 4 (пом. 820)

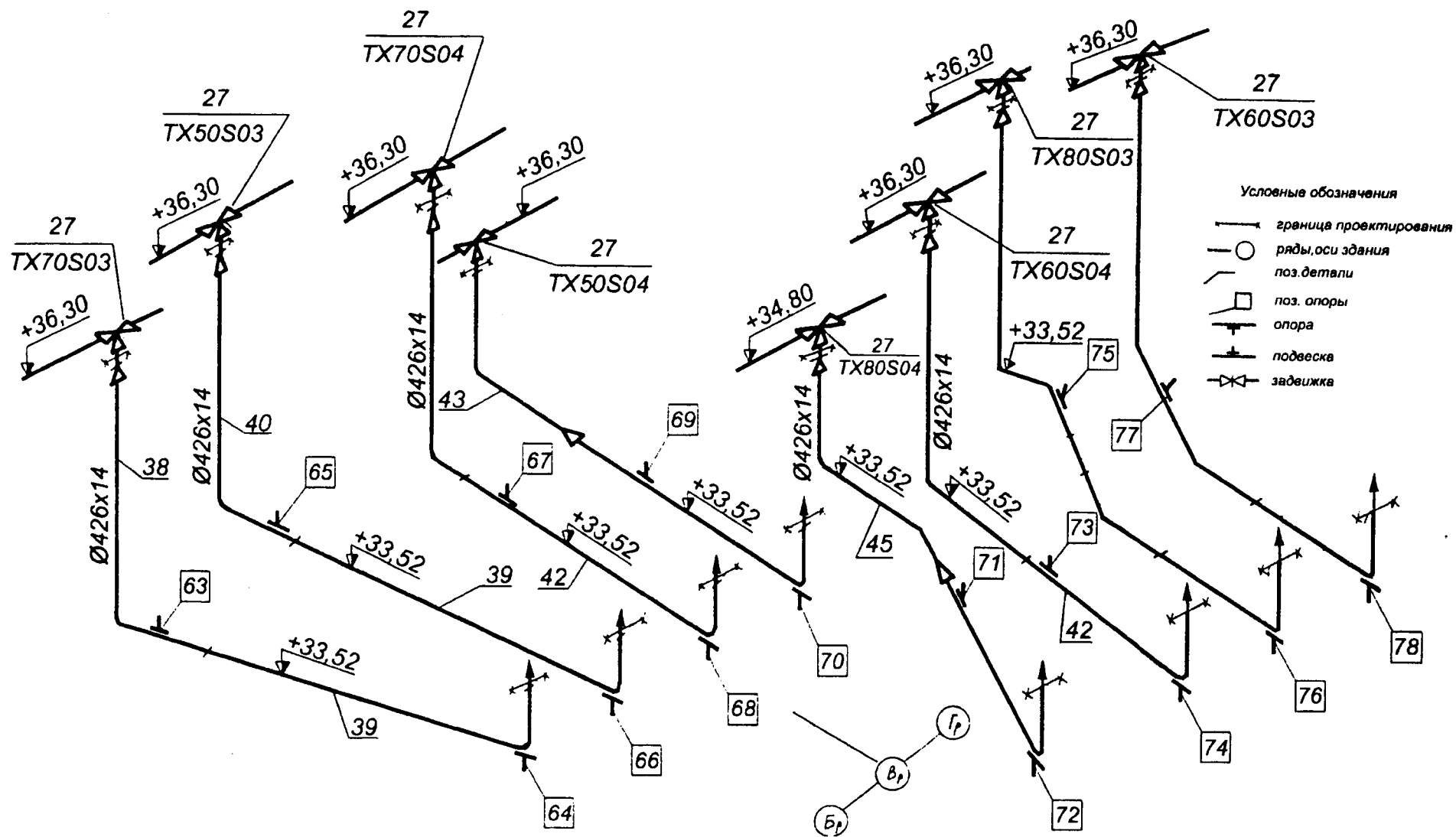


Рис. 4.6.10 - Аксонометрическая схема трубопроводов выхлопа ПК ПГ (пом. 820)

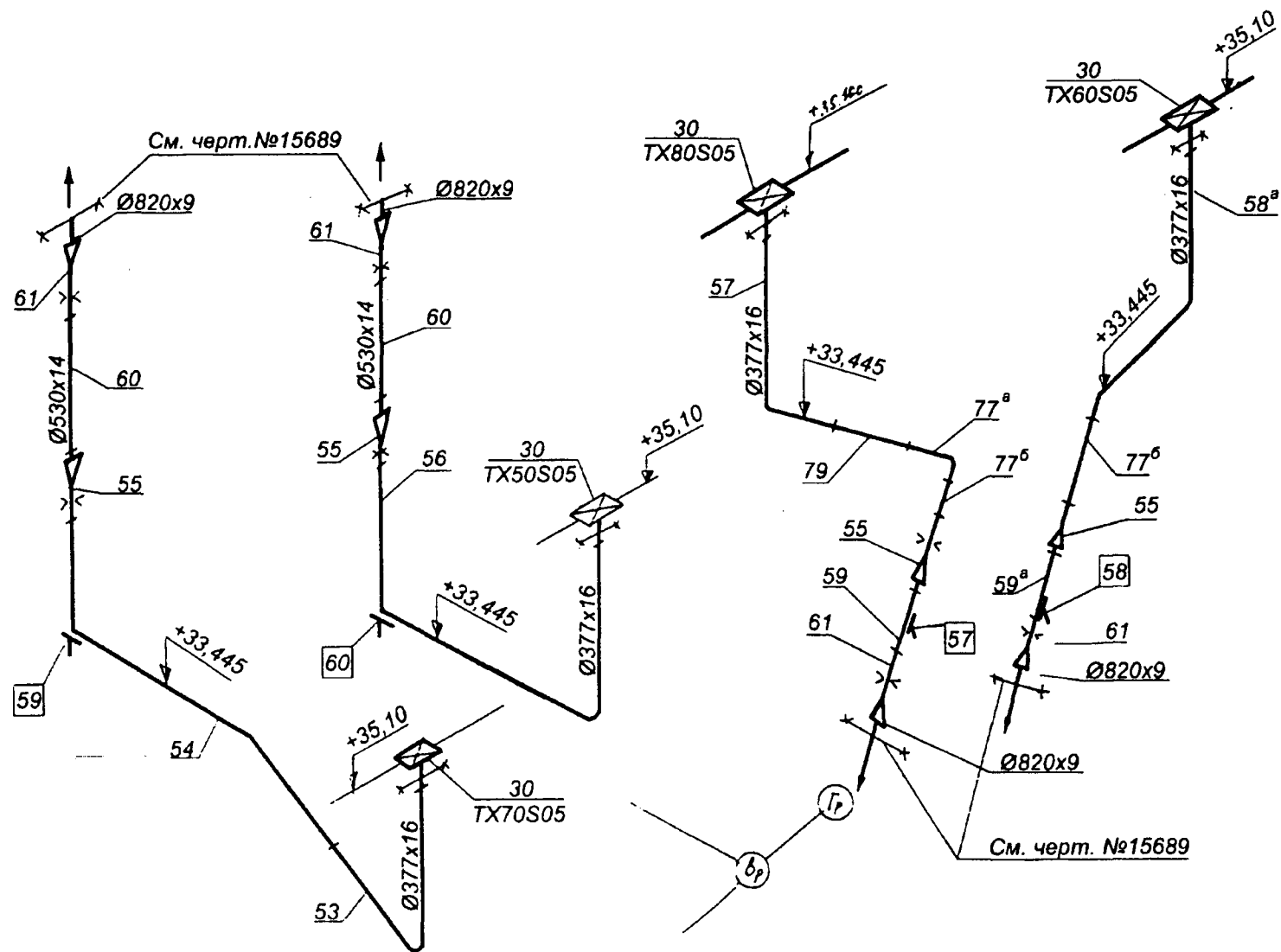


Рис. 4.6.11 - Аксонометрическая схема трубопроводов выхлопа БРУ-А (пом. 820)



#### 4.7. Перечень арматуры системы паропроводов высокого давления

4.7.1 Перечень приводов арматуры системы паропроводов высокого давления, управляемой с КУ БЩУ (РЩУ), приведён в табл. 4.7.1 для блоков 1,2,3 и в табл. 4.7.2 для блока 4.

Таблица 4.7.1

| Оперативное обозначение                   | Помещение расположения арматуры | № панели КУ БЩУ (РЩУ) | Сигнализация положения        |
|---|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 1,2,3ТХ50(60,70,80)S09,13                 | A820                            | НУ19 (HR01)           | БЩУ, НУ19<br>РЩУ, HR01<br>УВС |
| 1,2,3ТХ50(60,70,80)S10,14                 | A820                            | НУ21 (HR03)           | БЩУ, НУ21<br>РЩУ, HR03<br>УВС |
| 1,2,3ТХ50(60,70,80)S11,15                 | A820                            | НУ23 (HR05)           | БЩУ, НУ23<br>РЩУ, HR05<br>УВС |
| 1,2,3ТХ50(60,70,80)S08,<br>12,16,19,20,22 | A820                            | НУ14                  | БЩУ, НУ14<br>УВС              |

Таблица 4.7.2

| Оперативное обозначение       | Помещение расположения арматуры | № панели КУ БЩУ | Сигнализация положения        |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 4ТХ50(60,70,80)S09            | A820                            | НУ19 (HR01)     | БЩУ, НУ19<br>РЩУ, HR01<br>УВС |
| 4ТХ50(60,70,80)S10            | A820                            | НУ21 (HR03)     | БЩУ, НУ21<br>РЩУ, HR03<br>УВС |
| 4ТХ50(60,70,80)S11            | A820                            | НУ23 (HR05)     | БЩУ, НУ23<br>РЩУ, HR05<br>УВС |
| 4ТХ50(60,70,80)S08, 19,<br>22 | A820                            | НУ14            | БЩУ, НУ14<br>УВС              |

4.7.2. Перечень ручной арматуры системы паропроводов высокого давления приведён в табл. 4.7.3 для блока 1, в табл. 4.7.4 для блока 2, в табл. 4.7.5 для блока 3, в табл. 4.7.6 для блока 4.

Таблица 4.7.3

| Оперативное обозначение | Помещение расположения арматуры |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1TX51,81 S09,10         | Г506/1                          |
| 1TX61,71 S09,10         | Г506/2                          |
| 1TX51(61,71,81) S08     | A820                            |
| 1YB61(62,63,64)S01      | A820                            |

Таблица 4.7.4

| Оперативное обозначение | Помещение расположения арматуры |
|-------------------------|---------------------------------|
| 2TX51,81 S09,10         | Г506/1                          |
| 2TX61,71 S09,10         | Г506/2                          |
| 2TX51(61,71,81) S11,12  | A820                            |
| 2TX51(61,71,81) S08     | ось 1, ряд А-Б, отм.27          |
| 2YB61(62,63,64)S01      | A820                            |

Таблица 4.7.5

| Оперативное обозначение | Помещение расположения арматуры |
|-------------------------|---------------------------------|
| 3TX50,80 S23,24         | Г506/1                          |
| 3TX60,70 S23,24         | Г506/2                          |
| 3TX50(60,70,80) S08     | A820                            |
| 3YB61(62,63,64)S01      | A820                            |

Таблица 4.7.6

| Оперативное обозначение | Помещение расположения арматуры |
|-------------------------|---------------------------------|
| 4TX50,80 S23,24         | Г506/1                          |
| 4TX60,70 S23,24         | Г506/2                          |
| 4TX50(60,70,80) S08     | A820                            |
| 4YB61(62,63,64)S01      | A820                            |

#### 4.8. Технологические ограничения

4.8.1 Запрещается производить работы по устранению дефектов и перенабивку сальниковых уплотнений ГПК ТХ50-80S03,04 при наличии давления рабочей среды во внутренних полостях клапанов и в примыкающих к ним трубопроводах.

4.8.2. При эксплуатации БЗОК затвор задвижки должен быть полностью открыт, либо полностью закрыт. Положение затвора в промежуточном положении при наличии расхода среды через задвижку может привести к преждевременному выходу из строя затвора.

4.8.3. Открытие и закрытие БЗОК, а также расхаживание БЗОК при наличии расхода пара через неё производится сервоприводом. Открытие и закрытие холодной задвижки производится специальным приводом монтажным, устанавливаемым на задвижку.

4.8.4. Для обеспечения безопасной эксплуатации БЗОК категорически запрещается:

1) использовать задвижку при параметрах рабочей среды выше, чем указано в разделе «Технические данные»;

2) производить работы по устранению дефектов и поднабивке сальников при наличии давления в трубопроводах.

4.8.5. Запрещается эксплуатация паропроводов свежего пара при:

1) истечении срока очередного технического освидетельствования;

2) разрушении опор и подвесок паропроводов;

3) появлении посторонних шумов, повышенной вибрации, гидравлических ударов в паропроводах.

4.8.6. Не допускается работа оборудования системы при разрывах трубопроводов, обнаружении трещин или свищей в основном металле и сварных соединениях трубопроводов.

4.8.7. Электромагниты ИК ТХ50-80S03,04 следует устанавливать на заземлённых металлических конструкциях, опорные поверхности которых не должны быть покрашены для обеспечения электрического контакта.

4.8.8. Не допускается проводить осмотр, регулировку на электромагнитах, находящихся под напряжением.

4.8.9. При эксплуатации БРУ-А запрещается:

1) производить работы по устранению дефектов и перенабивку сальникового уплотнения при наличии давления рабочей среды во внутренних полостях клапанов и в примыкающих к ним трубопроводах;

2) использовать при закрытии клапанов дополнительные рычаги;

3) использовать гаечные ключи с зёвом, не соответствующем размеру «под ключ» крепёжных деталей;

4) использовать клапаны при параметрах рабочей среды, превышающей расчётные значения.

#### 4.9. Нарушения в работе

4.9.1. Возможные неисправности и способы их устранения приведены в табл.4.9.1.

Таблица 4.9.1

| Симптомы нарушения  | Вероятные причины   | Действия персонала  |
|---|---|---|
| 1. Нарушение герметичности уплотнения корпус-крышка TX50-80S03,04                       | Износ сальниковой набивки   | Заменить набивку  |
| 2. Нарушение герметичности затвора TX50-80S03,04  | Повреждение уплотнительных поверхностей затвора   | Отремонтировать (притереть) уплотнительные поверхности  |
| 3. ГПК TX50-80S03,04 не открывается при подаче пара в поршневую камеру                  | Износ или «выдувание» набивки поршня  | Заменить износившиеся кольца или всю набивку  |
| 4. Нарушение герметичности прокладочных уплотнений фланца ИК TX50-80S03,04              | Ослабли гайки фланцевого соединения   | Подтянуть гайки   |
| 5. Импульсный клапан TX50-80S03,04 не работает от электромагнитного привода             | 1. Засорились сердечники электромагнитов<br>2. Неисправности в электрической схеме  | Очистить и смазать сердечники   |
| 6. Импульсный клапан TX50-80S03,04 не обеспечивает при закрытии герметичности в затворе | 1. Отсутствует зазор «В»<br><br>2. Наличие инородных тел на уплотнительной поверхности<br>3. Нарушение уплотнительных поверхностей                                      | Проверить электрическую схему<br>Обеспечить требуемый зазор «В», изогнув планку или заменив её<br>Устранить инородные тела, уплотнительные поверхности притереть<br>-"- |
| 7. Электромагнит ИК TX50-80S03,04 не срабатывает  | 1. Слабый контакт при подсоединении к сети<br>2. Заедание в приводном механизме<br>3. Сгорела катушка<br>4. Низкое напряжение в сети<br>5. Ход якоря больше допустимого | Затянуть контакты<br><br>Проверить срабатывание механизма<br>Заменить катушку<br>Проверить напряжение<br>Уменьшить ход якоря до допустимого                             |
| 8. Нарушение герметичности узлов уплотнения БРУ-А TX50-80S05                            | 1. Износ сальниковой набивки<br>2. Повреждение зубчатой прокладки<br>3. Ослаблена затяжка гаек<br>4. Повреждён шток   | Заменить износившиеся кольца или всю набивку<br>Заменить зубчатую прокладку<br>Подтянуть гайки<br>Отремонтировать или заменить шток                                     |
| 9. Нарушение герметичности затвора БРУ-А TX50-80S05                                     | 1. Приложено усилие меньше требуемого вследствие нарушения настройки концевого выключателя на закрытие<br>2. Повреждены уплотнительные поверхности деталей затвора      | Настроить концевой выключатель на закрытие<br><br>Восстановить уплотнительные поверхности деталей затвора   |

## 5. Системы контроля, управления и регулирования

### 5.1. Общие представления

5.1.1. Для системы паропроводов свежего пара проектом предусмотрены управление и контроль во всех режимах эксплуатации блока.

Средства автоматизации приняты в сейсмостойком исполнении.

Для измерения используются преобразователи "Сапфир-22", для автоматического регулирования и для формирования температуры второго контура как функции давления  $T=f(P)$  аппаратура "Каскад-2".

Основными параметрами, характеризующими работу системы паропроводов свежего пара, являются давление в паропроводе и разность температур насыщения 1 и 2 контуров, измеряемая как функция давления.

На энергоблоке 3 смонтирована система измерения расхода пара по техническим условиям ТУ 6934-001-00130292-2008 (СДАИ 41153.002), разработанным ЭНИЦ ВНИИАЭС. В состав измерительного комплекта на один паропровод входят:

1) первичный датчик (3 шт.) – пневмометрическая трубка, устанавливаемая на боковой поверхности горизонтального участка трубопровода;

2) вторичный преобразователь (3 шт.) – датчик перепада давления «Сапфир-22ДД»;

3) корректор тока (3 шт.), предназначенный для работы в составе блока вычисления расхода пара и осуществляющий автоматическую коррекцию выходного тока датчика перепада давления при изменении параметров потока.

В соответствии с Решением № БлкАЭС.1,2,3,4 Р-39К(1.34)-2008 внедрение системы измерения расхода пара выполняется в три этапа:

1-ый этап: монтаж системы на энергоблоке 3, эксплуатация системы в информационном режиме, анализ работы системы.

2-ой этап: внедрение системы измерения расхода пара в систему регулирования уровня в ПГ на энергоблоке 3.

3-ий этап: монтаж системы измерения расход пара на энергоблоках 1,2,4.

На данный момент на Балаковской АЭС реализуется 1-й этап.

Контроль за расходом пара может осуществляться на дисплее оператора-технолога и по распечаткам УВС с использованием данных из таблицы 5.1.1.

Таблица 5.1.1

| Идентификатор | Шифр    |
|---------------|---------|
| TX51F01       | A509085 |
| TX61F01       | A509086 |
| TX71F01       | A509087 |
| TX81F01       | A509088 |

5.1.2. Проектом предусмотрено выполнение ряда автоматических действий по командам локальных защит и блокировок, основными из которых являются:

1) по БЗОК: закрытие по командам защит САОЗ при разрыве второго контура;

2) по ИПК: автоматическое открытие контрольного клапана при повышении давления до  $84 \text{ кгс/см}^2$ , а рабочего клапана - до  $86 \text{ кгс/см}^2$  и закрытие всех им-

пульсных клапанов при понижении давления до  $70 \text{ кгс/см}^2$  (для рабочего клапана блока 4 – до  $72 \text{ кгс/см}^2$ );

3) по БРУ-А:

а) регуляторы БРУ-А предотвращают повышение давления пара в парогенераторе за допустимые пределы и снижение давления пара по заданной программе при аварийном расхолаживании блока;

Примечание.

Автоматический режим - режим поддержания давления ( $68-72 \text{ кгс/см}^2$ ) и режим аварийного расхолаживания (скорость расхолаживания  $30 \text{ }^\circ\text{C/ч}$  или  $60 \text{ }^\circ\text{C/ч}$ ).

Стерегающий режим – отслеживает текущее значение давления пара через схему самобалансировки.

б) при повышении давления острого пара на выходе из ПГ  $\geq 73 \text{ кгс/см}^2$  (УВС11) принудительно открывается соответствующий клапан БРУ-А;

в) при открытии клапана БРУ-А более 6 % и снижении давления  $< 73 \text{ кгс/см}^2$  включается в работу регулятор поддержания давления со статической характеристикой  $68-72 \text{ кгс/см}^2$ ;

г) при понижении давления острого пара на выходе из ПГ  $\leq 64 \text{ кгс/см}^2$  (УВС13) принудительно закрывает соответствующий клапан БРУ-А с переходом из автоматического режима в стерегающий режим;

д) при понижении давления острого пара на выходе из ПГ  $< 68 \text{ кгс/см}^2$ , после полного закрытия соответствующий клапан БРУ-А с выдержкой времени 100 секунд переходит из автоматического режима в стерегающий режим;

5.1.3. Выбор режима расхолаживания со скоростью  $30 \text{ }^\circ\text{C/ч}$  или ускоренного расхолаживания со скоростью  $60 \text{ }^\circ\text{C/ч}$ , осуществляется оператором с подачей светозвукового сигнала.

5.1.4. Управление и контроль за оборудованием, относящимся к ЗСБ (БЗОК и ИПУ ПГ) предусмотрены с помощью средств, размещенных в помещениях каналов СБ.

При этом обеспечено:

- 1) управление каждым БЗОКом от 3-х каналов систем безопасности;
- 2) управление импульсными клапанами ИПУ ПГ на каждом паропроводе от разных каналов систем безопасности.

Этим обеспечивается выполнение технологической функции при полном отказе одного из каналов УСБ, например, вследствие потери всех источников электропитания.

5.1.5. Средства автоматизации БРУ-А размещены в помещениях трех систем безопасности и БЩУ, что исключает потерю управления несколькими БРУ-А по одной причине.

5.1.6. Средства автоматизации БРУ-К размещены в машзале. В режиме расхолаживания БРУ-А и БРУ-К работают по программе снижения температуры первого контура со скоростью  $30 \text{ }^\circ\text{C/ч}$ .

В режиме ускоренного аварийного расхолаживания БРУ-К (БРУ-А) может работать в автоматическом режиме по программе снижения температуры 1-го контура 60 °С/ч.

5.1.7. Если в процессе расхолаживания через БРУ-К происходит обесточивание станции, то БРУ-К принудительно закрываются и дальнейшее расхолаживание производится посредством БРУ-А.

При возникновении течей паропроводов формируется сигнал на автоматическое закрытие БЗОК. В различных режимах работы блока установки БРУ-А и БРУ-К автоматически включаются в работу при повышении давления пара в паропроводе до заданной величины и работают по программе поддержания давления в паропроводе.

5.1.8. Кроме автоматического управления проектом предусмотрено дистанционное индивидуальное управление оборудованием с БЩУ и РЩУ по «пожаропрочной схеме».

Аппаратура дистанционного управления, выбора режима управления и регулирования, указатели положения БРУ-А размещены на панелях систем безопасности БЩУ, РЩУ и на пультах ВИУР.

Кроме автоматического управления БЗОК предусмотрено дистанционное управление вентилями обвязки БЗОК.

Для управления вентилями аварийного закрытия БЗОК ТХ50,60,70,80S09(13),10(14),11(15) на БЩУ и РЩУ предусмотрены ключи управления, по одному на группу из двух вентилях на подводе и сбросе среды.

Для управления вентилями ТХ50,60,70,80S08,12,19, медленного открытия и вентилями ТХ50,60,70,80S16,20,22 медленного закрытия БЗОК предусмотрены ключи управления на БЩУ, по одному на группу из трех вентилях (для блока 4 один ключ управления на привода ТХ50,60,70,80S08,19,22).

5.1.9. Информация о работе БЗОК представляется:

1) на панелях безопасности-сигнализация положения БЗОК, вентилях обвязки аварийного закрытия БЗОК и ключей управления;

2) на панели НУ14 оперативного контура БЩУ- сигнализация положения БЗОК, вентилях обвязки медленного открытия-закрытия и ключей управления.

На панелях контура оперативного управления размещены средства контроля основных параметров, табло технологической сигнализации, а также аппаратура дистанционного управления ИПК ПГ.

Для контроля за оборудованием в условиях нормальной работы энергоблока на фрагменты УВС выведена необходимая информация по положению арматуры, а также в цифровом виде - по технологическим параметрам. Кроме того на фрагменты УВС выведена сигнализация отклонения параметров, положения регуляторов, а также хода арматуры и остановка её в промежуточном положении.

5.1.10. К числу решений, направленных на выявление отказов и их устранение, относятся решения проекта:

1) контроль срабатывания защит и блокировок;

2) контроль электропитания и появления "земли" в цепях;

- 3) контроль рассогласования аналоговых сигналов;
- 4) контроль ложного срабатывания каналов защит.

Питание механизмов БРУ-А и БЗОК в аварийной ситуации осуществляется от 1-ой категории надежного питания, а после запуска дизель-генератора - от РДЭС.

Питание БРУ-К осуществляется от 1-ой категории надежного питания с целью возможности принудительного закрытия БРУ-К для обеспечения регулируемого расхолаживания РУ в режиме обесточивания.

## 5.2. Контроль за состоянием оборудования

### 5.2.1. На фрагмент УВС ТХ00М выведена:

- 1) информация по положению ИПК ПГ, БРУ-А, БЗОК;
- 2) информация по технологическим параметрам:
  - а) давление в паропроводе ПГ-1,2,3,4;
  - б) перепад давления на ТХ50-80S07;
- 3) сигнализация:
  - а) отклонения параметров;
  - б) хода клапанов;
- в) останова клапанов в промежуточном положении.

### 5.2.2. На фрагменты СВРК выведена:

- 1) информация по положению БЗОК (фрагмент «2 контур»);
- 2) информация по технологическим параметрам:
  - а) давление в паропроводе ПГ-1,2,3,4 (фрагмент «2 контур», «Основные параметры», «Разогрев-расхолаживание»);
  - б) разница между температурой насыщения первого и второго контуров (фрагмент «Разогрев-расхолаживание»);
  - в) скорость изменения давления в паропроводе ПГ (атм/мин) (фрагмент «Разогрев-расхолаживание»).

5.2.3. На панели БЩУ (РЩУ) НУ20 (HR02) выведены показания по стрелочному прибору М316 давления в ПГ-4, на панели НУ22 (HR04) - давления в ПГ-2,3, на панели НУ24 (HR06) - давления в ПГ-1. Также на панели НУ14 для блоков 1,2 и панели НУ14, а для блоков 3,4 выведены показания по стрелочным приборам М316 давления в ПГ-1,2,3,4. На панелях НУ20,22,24 (HR02,04,06) выведены УП интегратора БРУ-А. УП самого БРУ-А выведены на панелях НУ20,22,24,51.

В помещении А820 для контроля за давлением в паропроводе при настройке ИК в районе размещения ИК ТХ50-80S03,04 выведены импульсные линии для установки манометров:

- 1) блок 2 - по одному манометру в районе каждого ИК ТХ60,80S03,04 и по одному манометру на два ИК ТХ50S03,04 и ТХ70S03,04;
- 2) блок 1,3,4 - по одному манометру на два ИК (по одному манометру с каждого паропровода).

5.2.4. На каждом паропроводе в пом. А820 установлено по одному индикатору (реперу) для контроля температурных перемещений главных паропроводов при их разогреве. В турбинном отделении на главных паропроводах также установлены



индикаторы тепловых перемещений – всего 6 штук. Контроль перемещений главных паропроводов осуществляется по рабочей программе.

### 5.3. Размещение ключей управления ИПК ПГ, БЗОК, БРУ-А

5.3.1. На панели НУ14 (НР08) БЩУ1-4 (РЩУ1-4) размещены ключи управления ТХ50-80S03,04 с выводом индикации состояния (включено, отключено) электромагнитов ИК.

5.3.2. На БЩУ-1,2,3 (РЩУ1,2,3) ключи управления системной арматуры ТХ50-80S09,10,11,13,14,15 размещены на панелях СБ НУ19,21,23 (НР01,03,05). Ключи управления несистемной арматуры ТХ50,60,70,80S08,12,16,19,20,22 размещены на панели НУ14.

5.3.3. На БЩУ-4 (РЩУ-4) ключи управления системной арматуры ТХ50-80S09,10,11,13,14,15 размещены на панелях СБ НУ19,21,23 (НР01,03,05). На панели НУ14 размещены:

- 1) ключ управления несистемной арматуры ТХ50(60,70,80)S08,19,22;
- 2) ключ расхолаживания БЗОК и снятия сигнализации «Отказ включения БЗОК».

5.3.4. На БЩУ-1,2 на панелях НУ20(22,24) размещены ключи управления БРУ-А:

- 1) ключ управления регулятором давления в ПГ-1,2,3,4 УВС11,21,31,41 (дист., автом.);
- 2) ключ дистанционного управления регулирующим клапаном ТХ80(60,70,50)S05;
- 3) ключ управления регулятором скорости расхолаживания в ПГ-1,2,3,4 УВС12,22,32,42 (дист., автом.);
- 4) ключ дистанционного управления интегратором расхолаживания;
- 5) ключ выбора скорости расхолаживания (30 °С/ч, 60 °С/ч);
- 6) ключ опробования защит БРУ-А.

5.3.5. На БЩУ-3,4 на панелях НУ20,22,24 размещены ключи управления БРУ-А:

- 1) ключ управления регулятором скорости расхолаживания в ПГ-1,2,3,4 УВС12,22,32,42 (дист., автом.);
- 2) ключ дистанционного управления интегратором расхолаживания;
- 3) ключ выбора скорости расхолаживания (30 °С/ч, 60 °С/ч);
- 4) ключ опробования защит БРУ-А.

5.3.6. На панели НУ54 размещены ключи управления:

- 1) ключи управления регулятором давления в ПГ-1,2,3,4 УВС11,21,31,41 (дист., автом.);

2) на энергоблоках 3,4: ключи дистанционного управления регулирующим клапаном ТХ80,60,70,50S05.

5.3.7. На РЩУ-1,2,3,4 ключи управления БРУ-А размещены на панелях НР02,04,06 (за исключением ключа опробования защит БРУ-А).

## 5.4. Блокировки

5.4.1. Перечень технологических защит и блокировок системы ТХ, условия их срабатывания, результат их действия приведён в табл. 5.4.1. Перечень технологических защит и блокировок для БЗОК блоков 1,2,3 приведён в табл. 5.4.2, для БЗОК блока 4 в табл. 5.4.3.

Таблица 5.4.1

| №  | Оперативное обозначение | Условие срабатывания  | Результат действия   |
|----|-------------------------|---|--|
| 1  | 2                       | 3   | 4  |
| 1. | YBS02(1)                | Давление в паропроводе ПГ выше 86(84,84) кгс/см <sup>2</sup> (сигнал с 2-х из 3-х АДП)  | Включается электромагнит ИПК ПГ ТХ50S04 (ТХ60S03, ТХ70S03)   |
|    |                         | Давление в паропроводе ПГ менее 70 кгс/см <sup>2</sup> (менее 72(70,70) кгс/см <sup>2</sup> для блока 4) (сигнал с 2-х из 3-х АДП)  | Отключается электромагнит ИПК ПГ ТХ50S04 (ТХ60S03, ТХ70S03)  |
| 2. | YBS02(2)                | Давление в паропроводе ПГ выше 84(86) кгс/см <sup>2</sup> (сигнал с 2-х из 3-х АДП)   | Включается электромагнит ИПК ПГ ТХ50S03 (ТХ80S04)  |
|    |                         | Давление в паропроводе ПГ менее 70 кгс/см <sup>2</sup> (менее 70(72) кгс/см <sup>2</sup> для блока 4) (сигнал с 2-х из 3-х АДП)   | Отключается электромагнит ИПК ПГ ТХ50S03 (ТХ80S04)   |
| 3. | YBS02(3)                | Давление в паропроводе ПГ выше 86(86,84) кгс/см <sup>2</sup> (сигнал с 2-х из 3-х АДП)  | Включается электромагнит ИПК ПГ ТХ60S04 (ТХ70S04, ТХ80S03)   |
|    |                         | Давление в паропроводе ПГ менее 70 кгс/см <sup>2</sup> (менее 72(72,70) кгс/см <sup>2</sup> для блока 4) (сигнал с 2-х из 3-х АДП)  | Отключается электромагнит ИПК ПГ ТХ60S04 (ТХ70S04, ТХ80S03)  |
| 4. | YBF15(1,3,3,2)          | Совпадение условий:<br>1) закрыт БЗОК ТХ50(60,70,80S06) (сигнал с 2-х из 3-х системных КВЗ);<br>2) отсутствует сигнал разрывной защиты второго контура<br>( $\Delta T_s > 75 \text{ }^{\circ}\text{C} * P_{\text{пл}} < 50 \text{ кгс/см}^2 * T_{\text{лк}} > 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )   | Отключается ГЦН YD10(20,30,40)D01  |
| 5. | YBS11,13(1,2,2,3)       | Давление в паропроводе ПГ более 73 кгс/см <sup>2</sup> (сигнал с 2-х из 3-х АДП с любой из трех систем безопасности).   | Открывается БРУ-А ТХ80,70,60,50S05   |
|    |                         | Давление в паропроводе ПГ менее 64 кгс/см <sup>2</sup> (сигнал с 2-х из 3-х АДП с любой из трех систем безопасности)  | Закрывается БРУ-А ТХ80,70,60,50S05   |
| 6. | YBF04,05(1)             | 1. Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и температура первого контура $T_{\text{лк}} > 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и давление в паропроводе ПГ-1,2,3,4 менее 45 кгс/см <sup>2</sup> или обратный перепад на обратном клапане больше 2 кгс/см <sup>2</sup> и давление в паропроводе ПГ-1,2,3,4 менее 52 кгс/см <sup>2</sup> | Отключается YD10D01<br>закрываются с запретом дистанционного открытия<br>ТХ11,13,14,12S05<br>RL71,72,73,74S02<br>RL71,72,73,74S04<br>закрываются<br>RL71,72,73,74S01<br>RL71,72,73,74S03 |

| 1  | 2                   | 3   | 4  |
|----|---------------------|---|--|
|    |                     | 2. Выполнение условий по п.1 блокировки YBF04,05(1) и неотключение YD10D01 в течении 10 с.  | Отключаются ввода рабочего и резервного питания секции ВА  |
| 7. | YBF04,05(2)         | 1. Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75^\circ\text{C}$ и температура первого контура $T_{1к} > 200^\circ\text{C}$ и давление в паропроводе ПГ-1,4 менее $45 \text{ кгс/см}^2$ или обратный перепад на обратном клапане больше $2 \text{ кгс/см}^2$ и давление в паропроводе ПГ-1,4 менее $52 \text{ кгс/см}^2$<br>2. Выполнение условий по п.1 блокировки YBF04,05(2) и неотключение YD40D01 в течении 10 с. | Отключается YD40D01 закрываются с запретом дистанционного открытия TX21,22S02  |
| 8. | YBF04,05(3)         | 1. Разность между температурой насыщения 1 и 2 контуров $\Delta T_s > 75^\circ\text{C}$ и температура первого контура $T_{1к} > 200^\circ\text{C}$ и давление в паропроводе ПГ-2,3 менее $45 \text{ кгс/см}^2$ или обратный перепад на обратном клапане больше $2 \text{ кгс/см}^2$ и давление в паропроводе ПГ-2,3 менее $52 \text{ кгс/см}^2$<br>2. Выполнение условий по п.1 блокировки YBF04,05(3) и неотключении YD20,30D01 в течении 10 с.    | Отключается YD20,30D01 закрываются с запретом дистанционного открытия TX31,32S02   |
| 9. | YZS01, YBS03(1,2,3) | Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75^\circ\text{C}$ и температура первого контура $T_{1к} > 200^\circ\text{C}$ и давление в паропроводе ПГ менее $50 \text{ кгс/см}^2$   | Сигнал в блокировку TQS04(05,06) (ступенчатый пуск 1 и 2 комплект)<br>Сигнал в блокировку YBF15(н)<br>Сигнал в блокировку TXB36(40,44,48)<br>Сигнал в блокировку YBF04,05(1,2,3) |

Таблица 5.4.2

| №  | Оперативное обозначение | Условие срабатывания  | Результат действия   |
|----|-------------------------|---|--|
| 1  | 2                       | 3   | 4  |
| 1. | 1(2,3)TXB36(1,2,3)      | Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75^\circ\text{C}$ и температура первого контура $T_{1к} > 200^\circ\text{C}$ и давление в паропроводе ПГ менее $50 \text{ кгс/см}^2$ | Открываются с запретом дистанционного закрытия арматуры TX50S09,10,11<br>TX50S13,14,15 |

| 1  | 2                    | 3   | 4  |
|----|----------------------|---|--|
| 2. | 1(2,3)ТХВ40(1,2,3)   | Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75^\circ\text{C}$ и температура первого контура $T_{1к} > 200^\circ\text{C}$ и давление в паропроводе ПГ менее $50 \text{ кгс/см}^2$ | Открываются с запретом дистанционного закрытия арматуры ТХ60S09,10,11<br>ТХ60S13,14,15 |
| 3. | 1(2,3)ТХВ44(1,2,3)   | Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75^\circ\text{C}$ и температура первого контура $T_{1к} > 200^\circ\text{C}$ и давление в паропроводе ПГ менее $50 \text{ кгс/см}^2$ | Открываются с запретом дистанционного закрытия арматуры ТХ70S09,10,11<br>ТХ70S13,14,15 |
| 4. | 1(2,3)ТХВ48(1,2,3)   | Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75^\circ\text{C}$ и температура первого контура $T_{1к} > 200^\circ\text{C}$ и давление в паропроводе ПГ менее $50 \text{ кгс/см}^2$ | Открываются с запретом дистанционного закрытия арматуры ТХ80S09,10,11<br>ТХ80S13,14,15 |
| 5. | 1(2,3)ТХВ37,41,45,49 | Открыт БЗОК ТХ50,60,70,80S06 (несистемный КВ) или закрыт БЗОК ТХ50,60,70,80S06 (несистемный КВ)   | Закрываются арматуры ТХ50,60,70,80S08,12,16,19,20,22                                   |
| 6. | 1(2,3)ТХВ38,42,46,50 | 1. Давление в паропроводе ПГ более $10 \text{ кгс/см}^2$  | Запрет дистанционного открытия арматуры ТХ50,60,70,80S08                               |
|    |                      | 2. Давление в паропроводе ПГ менее $10 \text{ кгс/см}^2$  | Запрет дистанционного открытия арматуры ТХ50,60,70,80S19                               |
| 7. | 1(2,3)ТХВ39,43,47,51 | 1. Давление в паропроводе ПГ более $10 \text{ кгс/см}^2$  | Запрет дистанционного открытия арматуры ТХ50,60,70,80S16                               |
|    |                      | 2. Давление в паропроводе ПГ менее $10 \text{ кгс/см}^2$  | Запрет дистанционного открытия арматуры ТХ50,60,70,80S20                               |

Таблица 5.4.3

| №  | Оперативное обозначение | Условие срабатывания  | Результат действия   |
|----|-------------------------|---|--|
|    | 1                       | 2   | 3  |
| 1. | 4ТХВ36(1,2,3)           | Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75^\circ\text{C}$ и температура первого контура $T_{1к} > 200^\circ\text{C}$ и давление в паропроводе ПГ менее $50 \text{ кгс/см}^2$ | Открываются с запретом дистанционного закрытия арматуры ТХ50S09,10,11<br>ТХ50S13,14,15<br>(управление задвижек одним приводом ТХ50S09,10,11) |
| 2. | 4ТХВ40(1,2,3)           | Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75^\circ\text{C}$ и температура первого контура $T_{1к} > 200^\circ\text{C}$ и давление в паропроводе ПГ менее $50 \text{ кгс/см}^2$ | Открываются с запретом дистанционного закрытия арматуры ТХ60S09,10,11<br>ТХ60S13,14,15<br>(управление задвижек одним приводом ТХ60S09,10,11) |

|    | 1                  | 2  | 3  |
|----|--------------------|--|--|
| 3. | 4ТХВ44(1,2,3)      | Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75$ °С и температура первого контура $T_{1к} > 200$ °С и давление в паропроводе ПГ менее 50 кгс/см <sup>2</sup> | Открываются с запретом дистанционного закрытия арматуры ТХ70S09,10,11<br>ТХ70S13,14,15<br>(управление задвижек одним приводом ТХ70S09,10,11) |
| 4. | 4ТХВ48(1,2,3)      | Разность между температурой насыщения 1-го и 2-го контуров $\Delta T_s > 75$ °С и температура первого контура $T_{1к} > 200$ °С и давление в паропроводе ПГ менее 50 кгс/см <sup>2</sup> | Открываются с запретом дистанционного закрытия арматуры ТХ80S09,10,11<br>ТХ80S13,14,15<br>(управление задвижек одним приводом ТХ80S09,10,11) |
| 5. | 4ТХВ37,41,45,49    | Открыт БЗОК ТХ50,60,70,80S06 (несистемный КВ) или закрыт БЗОК ТХ50,60,70,80S06 (несистемный КВ)  | Закрываются арматуры ТХ50,60,70,80S08,12,19<br>(управление задвижек ТХ50,60,70,80S12,19 одним приводом ТХ50,60,70,80S19)                     |
| 6. | 4ТХВ38,42,46,50    | 1. Давление в паропроводе ПГ более 10 кгс/см <sup>2</sup>  | Запрет дистанционного открытия арматуры ТХ50,60,70,80S08   |
|    |                    | 2. Ключ SA1 «Медленное открытие-закрытие БЗОК» открыть   | Открываются арматуры ТХ50,60,70,80S08,12,19  |
|    |                    | 3. Ключ SA1 «Медленное открытие-закрытие БЗОК» закрыть   | Включаются электромагниты YAC1,YAC2<br>ТХ50,60,70,80S22  |
| 7. | Режим расхаживания | 1. Ключ SA1 «Расхаживание БЗОК» включить   | Включаются электромагниты YAC1,YAC2<br>ТХ50,60,70,80S22  |
|    |                    | 2. Ключ SA1 «Расхаживание БЗОК» включить и БЗОК открыт на 85 % (срабатывание КВ)   | Открываются арматуры ТХ50,60,70,80S12,19<br>Отключаются электромагниты YAC1,YAC2<br>ТХ50,60,70,80S22   |
|    |                    | 3. С момента включения ключа SA1 «Расхаживание БЗОК» прошла 1 минута и не сработал КВ БЗОК «Открыт на 85 %»  | Сигнализация БЩУ «Отказ включения ТХ50,60,70,80S06»  |
|    |                    | 4. Воздействие на ключ «Снятие сигнала «Отказ включения БЗОК»»   | Снятие сигнализации БЩУ «Отказ включения ТХ50,60,70,80S06»   |

## 5.5. Регулирование

5.5.1. Каждая БРУ-А ТХ50-80S05 оснащена следующими регуляторами:

- 1) YBC11,21,31,41- регулятор давления в ПГ-1,2,3,4 - для предотвращения повышения давления пара в паропроводе за допустимые пределы;
- 2) YBC12,22,32,42- регулятор скорости расхолаживания - для снижения давления пара по заданной программе (30 °С/ч, 60 °С/ч).

5.5.2. Сигналы по давлению в паропроводе заводятся в регуляторы с датчиков ТХ55P06B1, ТХ65P05B1, ТХ75P05B1, ТХ85P04B1.

Входными сигналами для регуляторов являются:

- 1) давление в паропроводе - регулируемый параметр;
- 2) положение исполнительного механизма регулирующего органа - для реализации пропорционального закона регулирования за счёт «охвата» регулятора обратной связью по положению регулирующего органа;
- 3) сигнал программного устройства, формирующего заданную скорость расхолаживания.

Регулятор расхолаживания содержит интегратор D07. Заданная скорость расхолаживания аппроксимируется по температуре, как заданная скорость изменения давления, с помощью блока нелинейных преобразований H05. Предусмотрено автоматическое и ручное управление интегратором.

Изменение давление пара в паропроводе происходит за счёт изменения расхода пара в атмосферу воздействием на клапан ТХ50(60,70,80)S05.

Контроль исправности регуляторов выполнен по длительности управляющих импульсов, самобаланс на заданное значение давления с использованием блока D07. Статическая характеристика регулятора 68-72 кгс/см<sup>2</sup>.

5.5.3. Управление регулятором YBC11,21,31,41:

- 1) ручное от ключей БЩУ с панелей НУ20(22,24) для блока 1,2 и с панелей НУ54 для блока 3,4 или от ключей РЩУ с панелей HR02(04,06);
- 2) автоматическое по блокировке YBS11,13(1,2,2,3).

5.5.4. Управление регулятором YBC12,22,32,42- ручное от ключей БЩУ (РЩУ) с панелей НУ20(22,24) (HR02(04,06)).

Регулятор YBC11(21,31,41) нормально находится в стерегущем режиме и отслеживает текущее значение давление пара через схему самобалансировки.

5.5.5. Включение регулятора в стерегущий режим производится оператором с ключей БЩУ с панелей НУ20(22,24) для блока 1,2 и с панелей НУ54 для блока 3,4 или от ключей РЩУ с панелей HR02(04,06). При повышении давления в паропроводе выше 73 кгс/см<sup>2</sup> принудительно открывается соответствующий клапан БРУ-А. При открытии БРУ-А более 6 % и снижении давления ниже 73 кгс/см<sup>2</sup> включается в работу регулятор YBC11(21,31,41).

5.5.6. Отключение регулятора (перевод в стерегущий режим) происходит при снижении давления до 64 кгс/см<sup>2</sup>, а также с выдержкой времени 100 секунд после полного закрытия БРУ-А.

5.5.7. Программное устройство (регулятор УВС12,22,32,42) включается в работу при включенном регуляторе УВС11(21,31,41), ключе БЦУ управления регулятором скорости расхолаживания УВС12(22,32,42) в положении «автом.» или ключе РЦУ управления регулятором скорости расхолаживания УВС12(22,32,42) в положении «автом.» и повороте ключа БЦУ выбора скорости расхолаживания 30 °С/ч (60 °С/ч) или ключа РЦУ выбора скорости расхолаживания 30 °С/ч (60 °С/ч).

5.5.8. Ручное управление регулятором скорости расхолаживания УВС12,22,32,42 производится при нахождении ключа БЦУ управления регулятором скорости расхолаживания УВС12(22,32,42) в положении «дист.» или ключа РЦУ управления регулятором скорости расхолаживания УВС12(22,32,42) в положении «дист.» и ключа БЦУ выбора скорости расхолаживания 30 °С/ч (60 °С/ч) или ключа РЦУ выбора скорости расхолаживания 30 °С/ч (60 °С/ч) воздействием на ключ БЦУ (РЦУ) дистанционного управления интегратором расхолаживания (для воздействия на регулирующий клапан должен быть включен ключ БЦУ выбора скорости расхолаживания 30 °С/ч (60 °С/ч) или ключ РЦУ выбора скорости расхолаживания 30 °С/ч (60 °С/ч)).

5.5.9. Ручное управление БРУ-А при давлении в паропроводе менее 64 кгс/см<sup>2</sup> производится при отключенном регуляторе УВС11(21,31,41) и включенном ключе БЦУ выбора скорости расхолаживания 30 °С/ч (60 °С/ч) или ключе РЦУ выбора скорости расхолаживания 30 °С/ч (60 °С/ч).

## 5.6. Сигнализация

5.6.1. Сигнализация УВС об отклонении параметров системы выведена на фрагмент УВС ТХ00М.

5.6.2. Сигнализационные световые табло, условия их срабатывания приведены в таблице 5.6.1, 5.6.2.

Таблица 5.6.1

| Наименование табло   | № панели БЩУ(РЩУ)<br>блоки 1,2,3,4 | Условия срабатывания<br>сигнализации  |
|--|------------------------------------|---|
| 1  | 2                                  | 3   |
| <i>TX50(60,70,80)S23(24) ↑ - для<br/>энергоблоков 1,2.</i><br><i>TX50(60,70,80)S03(04) ↑ - для<br/>энергоблоков 3,4.</i> | НУ14                               | <i>Для энергоблоков 1-2<br/>срабатывание концевиков<br/>открытого положения ИК.</i><br><i>Для энергоблока 3 включение<br/>электромагнита ИК.</i><br><i>Для энергоблока 4 фиксация<br/>открытого положения ИК<br/>(по датчику Р4 – давление во<br/>внутренней полости ИК).</i> |
| $P_{\geq 84}$ ПГ-1(2,3,4)↑   | НУ14(HR08)                         | Срабатывание блокировки<br>УBS02(1,2,3) по $P \geq 84$ кгс/см <sup>2</sup>  |
| $P_{\geq 86}$ ПГ-1(2,3,4)↑   | НУ14(HR08)                         | Срабатывание блокировки<br>УBS02(1,2,3) по $P \geq 86$ кгс/см <sup>2</sup>  |
| TX50(60,70,80)S06<br>не открыт   | НУ14                               | Не открыт КВО (н) БЗОК  |
| Отказ включения<br>TX50(60,70,80)S06<br>(блок 4)   | НУ14                               | С момента включения ключа<br>SA1 «Расхаживание БЗОК»<br>прошла 1 минута и не<br>сработал КВ БЗОК «Открыт<br>на 85 %»  |



Таблица 5.6.2

| Наименование табло                                     | № панели БЩУ(РЩУ)                |                                  |                                  |                                  | Условия срабатывания сигнализации   |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
|  | блок 1                           | блок 2                           | блок 3                           | блок 4                           |   |
| $\Delta T_s > 75 \text{ }^\circ\text{C}$ $P \leq 50$   | HY19,21,23<br>(HR01,03,05)       | HY19,21,23<br>(HR01,03,05)       | HY19,21,23<br>(HR01,03,05)       | HY19,21,23<br>(HR01,03,05)       | Срабатывание защиты CAO3 YZS01, YBS03(1,2,3) по условию $\Delta T_s > 75 \text{ }^\circ\text{C} * P_{\text{пл}} < 50 \text{ кгс/см}^2 * T_{\text{лк}} > 200 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| dT/dt 30<br>TX80(60,70,50)S05                          | HY19,21,21,23                    | HY19,21,21,23<br>(HR01,03,03,05) | HY19,21,21,23<br>(HR01,03,03,05) | HY19,21,21,23<br>(HR01,03,03,05) | 1) Однократный поворот ключа SAC3 БЩУ (SAC4 РЩУ) вправо.<br>2) Включение регулятора расхолаживания в режим «АУ».  |
| dT/dt 60<br>TX80(60,70,50)S05                          | HY20,22,22,24                    | HY20,22,22,24<br>(HR02,04,04,06) | HY20,22,22,24<br>(HR02,04,04,06) | HY20,22,22,24<br>(HR02,04,04,06) | Повторный поворот ключа SAC3 БЩУ (SAC4 РЩУ) вправо.   |
| TX80(60,70,50)S05<br>ОТКРЫТ                            | -                                | HY19,21,21,23<br>(HR01,03,03,05) | HY20,22,22,24                    | HY20,22,22,24<br>(HR12,13,13,14) | Срабатывание КВО БРУ-А TX50(60,70,80)S05.<br>Повышение давления в трубопроводе выхода БРУ-А $\uparrow 5 \text{ кгс/см}^2$ для блока 4 (датчик 4TX50(60,70,80)P03B1).                |
| $P_{\geq 73}$ ПРИНУДИТ $\uparrow$<br>TX80(60,70,50)S05 | HY20,22,22,24<br>(HR02,04,04,06) | HY19,21,21,23<br>(HR01,03,03,05) | HY20,22,22,24<br>(HR12,13,13,14) | HY20,22,22,24<br>(HR12,13,13,14) | Срабатывание блокировки YBS11,13(1,2,2,3) по условию $P \geq 73 \text{ кгс/см}^2$ .   |
| Питание<br>TX60,70(80,50)S05                           | HY20,22,22,24<br>(HR12,13,13,14) | HY20,22,22,24<br>(HR12,13,13,14) | HY20,22,22,24                    | HY14                             | Срабатывание реле контроля напряжения питающей сборки РТЗО.   |
| ИПК ПГ   | HY20,22,22,24<br>(HR12,13,13,14) | HY20,22,22,24<br>(HR12,13,13,14) | HY20,22,22,24<br>(HR12,13,13,14) | HY20,22,24<br>(HR12,13,13,14)    | SF/ АП-50<br>S/ рубильник РП-16-П<br>KL/ пром. Реле.  |

## 6. Контрольно-измерительные приборы

### 6.1. Общие представления

6.1.1. Для контроля эксплуатационной готовности системы паропроводов высокого давления установлен ряд измерительных устройств. Параметрами, характеризующими нормальное функционирование системы являются:

- 1) давление в ПГ;
- 2) перепад давления на ОК.

6.1.2. Контроль давления в ПГ осуществляется с помощью преобразователя «Сапфир-22». Импульсные трубки замера давления в ПГ врезаются в паропровод ПГ в помещении А820 (с каждого паропровода 15 штук) и в гермозоне (с каждого паропровода один отбор - УВ10(20,30,40)Р10).

Перепад давления на ОК измеряется с помощью преобразователей «Сапфир-22ДД»: «+» датчика служит замер давления в ПГ, «-» - замер давления за ОК (врезки импульсных линий в помещении А820).

6.1.3. Схемы расположения точек измерения давления, перепада давления на ОК системы паропроводов высокого давления указаны в технологических схемах реакторных цехов 1,2:

С.1.ТХ.РЦ-1/12 л.1 - для блока 1;

С.2.ТХ.РЦ-1/12 л.1 - для блока 2;

С.3,4.ТХ.РЦ-2/10 - для блока 3,4.

альбомов схем реакторных цехов №1,2 (АС.1(2).РЦ-1/01, АС.3(4).РЦ-2/01).

### 6.2. Перечень позиций отборов и датчиков

6.2.1. В табл. 6.2.1 приведены позиции отборов, датчиков, их функциональное назначение и значения уставок. В табл. 6.2.2 приведены позиции отборов, датчиков давления в трубопроводах выхлопа БРУ-А, ПК ПГ, их функциональное назначение и значения уставок для блока 4.

Таблица 6.2.1

| Позиция и место отбора | Позиция датчика   | Функциональное назначение                                    | Уставка               | Номинальное значение |
|------------------------|-------------------|--|-----------------------|----------------------|
| 1                      | 2                 | 3  | 4                     | 5                    |
| TX51P04                | TX51P04B1         | YZS01;YBS03<br>YZS01;YBS03<br>YBF04,05                       | ↓ 50<br>↑ Δ75<br>↓ 52 |                      |
|                        | TX56P04B1         | вторичный прибор<br>пом. БЩУ<br>вторичный прибор<br>пом. РЩУ |                       |                      |
|                        | TX51P18B1<br>P"+" | YBF04,05<br>(P"-" см.отбор TX51P18)<br>УВС                   | ↑(-2)                 |                      |
| TX52P04                | TX52P04B1         | YBS02(1)<br>YBS02(1)<br>YBF04,05(1)                          | ↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 45  |                      |
|                        |                   | YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)                             | ↓ 50<br>↑ Δ75         |                      |

| 1       | 2   | 3  | 4   | 5 |
|---------|---|--|---|---|
|         | TX52P18B1<br>P"+"   | YBF04,05(1)<br>YBF04,05(1)<br>(P"-" см.отбор TX51P18)  | ↓ 52<br>↑(-2)   |   |
| TX53P04 | TX53P04B1<br><br><br><br><br><br>TX53P18B1<br>P"+"                  | YBS02(1)<br>YBS02(1)<br>YBF04,05(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)<br>YBF04,05(1)<br>(P"-" см.отбор TX51P18)   | ↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52<br>↑(-2)         |   |
| TX54P04 | TX54P04B1   | YBS02(1)<br>YBS02(1)<br>YBF04,05(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)   | ↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52                  |   |
| TX51P01 | TX51P01B1   | A3-Iк<br>A3-Iк<br>Неисправность датчика<br>A3-Iк   | ↓ 50<br>↑ 80<br>↓ 0<br>↑Δ75                                   |   |
| TX52P01 | TX52P01B1   | A3-Iк<br>A3-Iк<br>Неисправность датчика<br>A3-Iк   | ↓ 50<br>↑ 80<br>↓ 0<br>↑Δ75                                   |   |
| TX53P01 | TX53P01B1   | A3-Iк<br>A3-Iк<br>Неисправность датчика<br>A3-Iк   | ↓ 50<br>↑ 80<br>↓ 0<br>↑Δ75                                   |   |
| TX51P05 | TX51P05B1<br><br><br>TX51P07B1<br><br>TX51P19B1<br>P"+"             | YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YBF04,05(2)<br>TCA (регистрация<br>TX51F01)<br>YBF04,05(2)<br>(P"-" см.отбор TX51P19)  | ↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52<br><br><br>↑(-2)                         |   |
| TX52P05 | TX52P05B1<br><br><br><br><br><br>TX52P07B1<br><br>TX52P19B1<br>P"+" | YBS02(2)<br>YBS02(2)<br>YBF04,05(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YBF04,05(2)<br>TCA (регистрация<br>TX51F01), рег. YBC<br>YBF04,05(2)<br>(P"-" см.отбор TX51P19) | ↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52<br><br><br>↑(-2) |   |
| TX53P05 | TX53P05B1   | YBS02(2)<br>YBS02(2)   | ↑ 86<br>↓ 70  |   |

| 1         | 2   | 3  | 4   | 5 |
|-----------|---|--|---|---|
|           |   | YBF04,05(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YBF04,05(2)   | ↓ 45<br>↓ 50<br>↑ Δ75<br>↓ 52                                 |   |
|           | TX53P07B1<br><br>TX53P19B1<br>P"+"                            | ТСА (регистрация<br>TX51F01)<br>YBF04,05(2)<br>(P"- см.отбор TX51P19)  | ↑(-2)   |   |
| TX51F01A1 | TX51F01B1   | ТСА (регистрация)  |   |   |
| TX51F01A2 | TX51F01B2   | ТСА (регистрация),<br>рег. УВС   |   |   |
| TX51F01A3 | TX51F01B3   | ТСА (регистрация)  |   |   |
| TX54P05   | TX54P05B1   | YBS02(2)<br>YBS02(2)<br>YBF04,05(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YBF04,05(2)   | ↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑ Δ75<br>↓ 52                 |   |
| TX51P06   | TX51P06B1<br><br>TX51P02B1<br><br>TX55P06B1<br><br>TXC55P06B1 | YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>АЗ-Пк<br>АЗ-Пк<br>АЗ-Пк<br>Неисправность датчика<br>Вторичный прибор<br>пом.БЩУ<br>Вторичный прибор<br>пом.РЩУ<br>Рег. УВС 11,12 | ↓ 50<br>↑ Δ75<br>↓ 50<br>↑ Δ75<br>↑ 80<br>↓ 0                 |   |
| TX52P06   | TX52P06B1<br><br>TX52P02B1                                    | YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YBS11(3)<br>YBS13(3)<br>АЗ-Пк<br>АЗ-Пк<br>АЗ-Пк<br>Неисправность датчика   | ↓ 50<br>↑ Δ75<br>↑ 73<br>↓ 64<br>↓ 50<br>↑ Δ75<br>↑ 80<br>↓ 0 |   |
| TX53P06   | TX53P06B1<br><br>TX53P02B1                                    | YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YBS11(3)<br>YBS13(3)<br>АЗ-Пк<br>АЗ-Пк<br>АЗ-Пк<br>Неисправность датчика   | ↓ 50<br>↑ Δ75<br>↑ 73<br>↓ 64<br>↓ 50<br>↑ Δ75<br>↑ 80<br>↓ 0 |   |
| TX54P06   | TX54P06B1   | YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YBS11(3)<br>YBS13(3)   | ↓ 50<br>↑ Δ75<br>↑ 73<br>↓ 64                                 |   |

| 1       | 2                 | 3  | 4   | 5 |
|---------|-------------------|--|---|---|
| TX51P18 | TX51P18B1<br>P"-" | YBF04,05(1)<br>(P"-" см.отбор TX51P04)<br>YBC  | ↑(-2)   |   |
|         | TX52P18B1<br>P"-" | YBF04,05(1)<br>(P"-" см.отбор TX52P04)   | ↑(-2)   |   |
|         | TX53P18B1<br>P"-" | YBF04,05(1)<br>(P"-" см.отбор TX53P04)   | ↑(-2)   |   |
| TX51P19 | TX51P19B1         | YBF04,05(2)  | ↑(-2)   |   |
|         | P"-"              | (P"-" см.отбор TX51P05)  |   |   |
|         | TX52P19B1<br>P"-" | YBF04,05(2)<br>(P"-" см.отбор TX52P05)   | ↑(-2)   |   |
|         | TX53P19B1<br>P"-" | YBF04,05(2)<br>(P"-" см.отбор TX53P05)   | ↑(-2)   |   |
| TX61P04 | TX61P04B1         | YZS01;YBS03<br>YZS01;YBS03   | ↓ 50<br>↑Δ75  |   |
|         | TX61P18B1<br>P"-" | YBF04,05<br>YBF04,05<br>(P"-" см.отбор TX61P18)  | ↓ 52<br>↑(-2)   |   |
| TX62P04 | TX62P04B1         | YBS02(1)<br>YBS02(1)<br>YBF04,05(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)<br>YBF04,05(1)<br>(P"-" см.отбор TX61P18) | ↑ 84<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52<br>↑(-2) |   |
| TX63P04 | TX63P04B1         | YBS02(1)<br>YBS02(1)<br>YBF04,05(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)<br>YBF04,05(1)<br>(P"-" см.отбор TX61P18) | ↑ 84<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52<br>↑(-2) |   |
| TX64P04 | TX64P04B1         | YBS02(1)<br>YBS02(1)<br>YBF04,05(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)   | ↑ 84<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52          |   |
| TX61P01 | TX61P01B1         | A3-Iк<br>A3-Iк<br>A3-Iк<br>Неисправность датчика   | ↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓ 0                             |   |
| TX62P01 | TX62P01B1         | A3-Iк<br>A3-Iк<br>A3-Iк<br>Неисправность датчика   | ↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓ 0                             |   |

| 1       | 2  | 3   | 4   | 5 |
|---------|--|---|---|---|
| TX63P01 | TX63P01B1  | A3-Iк<br>A3-Iк<br>A3-Iк<br>Неисправность датчика  | ↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓0  |   |
| TX61P05 | TX61P05B1<br><br>TX61P07B1<br><br>TX65P05B1                                      | YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>TCA (регистрация<br>TX61F01)<br>Вторичный прибор<br>пом.БЩУ   | ↓50<br>↑Δ75   |   |
|         | TXC65P05B1   | Вторичный прибор<br>пом.РЩУ<br>Per. YBC 21,22   |   |   |
| TX62P05 | TX62P05B1<br><br><br><br>TX62P07B1   | YBS11(2)<br>YBS13(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>TCA (регистрация<br>TX61F01), рег. YBC  | ↑73<br>↓64<br>↓50<br>↑Δ75   |   |
| TX63P05 | TX63P05B1<br><br><br><br>TX63P07B1   | YBS11(2)<br>YBS13(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>TCA (регистрация<br>TX61F01)  | ↑73<br>↓64<br>↓50<br>↑Δ75   |   |
| TX64P05 | TX64P05B1  | YBS11(2)<br>YBS13(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)  | ↑73<br>↓64<br>↓50<br>↑Δ75   |   |
| TX61P06 | TX61P06B1<br><br><br>TX61P02B1<br><br><br>TX66P06B1<br><br><br>TX63P20B1<br>P»+» | YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YBF04,05(3)<br>A3-II к<br>A3-II к<br>A3-II к<br>Неисправность датчика<br>Вторичный прибор<br>пом.БЩУ<br>Вторичный прибор<br>пом.РЩУ<br>YBF04,05(3)<br>(P"-" см.отбор TX61P20) | ↓50<br>↑Δ75<br>↓52<br>↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓0<br><br><br><br>↑(-2) |   |
| TX62P06 | TX62P06B1  | YBS02(3)<br>YBS02(3)<br>YBF04,05(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YBF04,05(3)  | ↑86<br>↓70<br>↓45<br>↓50<br>↑Δ75<br>↓52                             |   |

| 1         | 2  | 3  | 4  | 5 |
|-----------|--|--|--|---|
|           | TX62P02B1  | А3-II к<br>А3-II к<br>А3-II к<br>Неисправность датчика<br>YBF04,05(3)<br>(P"- см.отбор TX61P20)                                | ↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓0<br>↑(-2)                      |   |
| TX63P06   | TX63P06B1  | YBF04,05(3)<br>YBS02(3)<br>YBS02(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YBF04,05(3)<br>TX63P02B1<br>А3-II к<br>А3-II к      | ↓45<br>↑86<br>↓70<br>↓50<br>↑Δ75<br>↓52<br>↓50<br>↑Δ75 |   |
|           | TX61P20B1<br>P"+   | А3-II к<br>Неисправность датчика<br>YBF04,05(3)<br>(P"- см.отбор TX61P20)<br>УВС   | ↑80<br>↓0<br>↑(-2)                                     |   |
| TX64P06   | TX64P06B1  | YBS02(3)<br>YBS02(3)<br>YBF04,05(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)  | ↑86<br>↓70<br>↓45<br>↓50<br>↑Δ75                       |   |
| TX61F01A1 | TX61F01B1  | ТСА (регистрация)  |  |   |
| TX61F01A2 | TX61F01B2  | ТСА (регистрация),<br>рег. УВС   |  |   |
| TX61F01A3 | TX61F01B3  | ТСА (регистрация)  |  |   |
| TX61P18   | TX61P18B1<br>P"-<br>TX62P18B1<br>P"-<br>TX63P18B1<br>P"-     | YBF04,05(1)<br>(P"+ см.отбор TX61P04)<br>YBF04,05(1)<br>(P"+ см.отбор TX62P04)<br>YBF04,05(1)<br>(P"+ см.отбор TX63P04)        | ↑(-2)<br><br>↑(-2)<br><br>↑(-2)                        |   |
| TX61P20   | TX61P20B1<br>P"-<br><br>TX62P20B1<br>P"+<br>TX63P20B1<br>P"+ | YBF04,05(3)<br>(P"+ см.отбор TX63P06)<br>УВС<br>YBF04,05(3)<br>(P"- см.отбор TX62P06)<br>YBF04,05(3)<br>(P"- см.отбор TX61P06) | ↑(-2)<br><br><br>↑(-2)<br><br>↑(-2)                    |   |
| TX71P04   | TX71P04B1<br><br><br>TX73P18B1<br>P"+                        | YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03 (1)<br>YBF04,05(1)<br>YBF04,05(1)<br>(P"- см.отбор TX71P18)                                      | ↓50<br>↑Δ75<br>↓52<br>↑(-2)                            |   |
| TX72P04   | TX72P04B1  | YBS02(1)<br>YBS02 (1)  | ↑84<br>↓70   |   |

| 1       | 2   | 3  | 4   | 5 |
|---------|---|--|---|---|
|         | TX72P18B1<br>P"+  | YBF04,05(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)<br>YBF04,05(1)<br>(P"- см.отбор TX71P18)  | ↓ 45<br>↓ 50<br>↑ Δ75<br>↓ 52<br>↑ (-2)                 |   |
| TX73P04 | TX73P04B1<br><br><br><br><br>TX71P18B1<br>P"+                 | YBS02(1)<br>YBS02(1)<br>YBF04,05(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)<br>YBF04,05(1)<br>(P"- см.отбор TX71P18)                  | ↑ 84<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑ Δ75<br>↓ 52<br>↑ (-2) |   |
| TX74P04 | TX74P04B1   | YBS02(1)   | ↑ 84  |   |
|         |   | YBS02(1)<br>YBF04,05(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)   | ↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑ Δ75<br>↓ 52                   |   |
| TX71P01 | TX71P01B1   | A3-Ик<br>A3-Ик<br>A3-Ик<br>Неисправность датчика   | ↓ 50<br>↑ Δ75<br>↑ 80<br>↓ 0                            |   |
| TX72P01 | TX72P01B1   | A3-Ик<br>A3-Ик<br>A3-Ик<br>Неисправность датчика   | ↓ 50<br>↑ Δ75<br>↑ 80<br>↓ 0                            |   |
| TX73P01 | TX73P01B1   | A3-Ик<br>A3-Ик<br>A3-Ик<br>Неисправность датчика   | ↓ 50<br>↑ Δ75<br>↑ 80<br>↓ 0                            |   |
| TX71P05 | TX71P05B1<br><br>TX71P07B1<br><br>TX75P05B1<br><br>TXC75P05B1 | YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>ТСА (регистрация<br>TX71F01)<br>Вторичный прибор<br>пом.БЩУ<br>Вторичный прибор<br>пом.РЩУ<br>Рег. УВС 31,32 | ↓ 50<br>↑ Δ75   |   |
| TX72P05 | TX72P05B1<br><br><br><br><br>TX72P07B1                        | YBS11(2)<br>YBS13(2)<br>YZS01;YBS03 (2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>ТСА (регистрация<br>TX71F01), рег. УВС  | ↑ 73<br>↓ 64<br>↓ 50<br>↑ Δ75                           |   |



| 1       | 2                 | 3  | 4  | 5 |
|---------|-------------------|--|--|---|
| TX73P05 | TX73P05B1         | YBS11(2)<br>YBS13(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>ТСА (регистрация<br>TX71F01) | ↑ 73<br>↓ 64<br>↓ 50<br>↑Δ75                 |   |
| TX74P05 | TX74P05B1         | YBS1(2)<br>YBS13(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)                                  | ↑ 73<br>↓ 64<br>↓ 50<br>↑Δ75                 |   |
| TX71P06 | TX71P06B1         | YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YBF04,05(3)  | ↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52                         |   |
|         | TX71P02B1         | АЗ-П к<br>АЗ-П к<br>АЗ-П к   | ↓ 50<br>↑Δ75<br>↑80                          |   |
|         | TX76P06B1         | Неисправность датчика<br>Вторичный прибор<br>пом.БЦУ<br>Вторичный прибор<br>пом.РЦУ      | ↓ 0  |   |
|         | TX73P20B1<br>P"-" | YBF04,05<br>(P"-" см.отбор TX73P20)  | ↑(-2)  |   |
| TX72P06 | TX72P06B1         | YBS02(3)<br>YBS02(3)<br>YBF04,05(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YBF04,05(3)   | ↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52 |   |
|         | TX72P02B1         | АЗ-П к<br>АЗ-П к<br>АЗ-П к   | ↓ 50<br>↑Δ75<br>↑80                          |   |
|         | TX72P20B1<br>P"-" | Неисправность датчика<br>YBF04,05<br>(P"-" см.отбор TX72P20)                             | ↓ 0<br>↑(-2)                                 |   |
| TX73P06 | TX73P06B1         | YBF04,05(3)<br>YBS02(3)<br>YBS02(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YBF04,05(3)   | ↓ 45<br>↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52 |   |
|         | TX73P02B1         | АЗ-П к<br>АЗ-П к<br>АЗ-П к   | ↓ 50<br>↑Δ75<br>↑ 80                         |   |
|         | TX71P20B1<br>P»+» | Неисправность датчика<br>YBF04,05(3)<br>(P»-« см.отбор TX71P20)<br>УВС                   | ↓ 0<br>↑(-2)                                 |   |

| 1         | 2   | 3   | 4   | 5 |
|-----------|---|---|---|---|
| TX74P06   | TX74P06B1   | YBS02(3)<br>YBS02(3)<br>YBF04,05(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YBF04,05(3)  | ↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52              |   |
| TX71P18   | TX71P18B1<br>P»-«<br>TX72P18B1<br>P»-«<br>TX73P18B1<br>P»-«       | YBF04,05(1)<br>(P»+) см.отбор TX73P04)<br>YBF04,05(1)<br>(P»+) см.отбор TX72P04)<br>YBF04,05(1)<br>(P»+) см.отбор TX71P04)  | ↑(-2)<br>↑(-2)<br>↑(-2)                                   |   |
| TX71P20   | TX71P20B1<br>P»-«<br>TX72P20B1<br>P»-«<br>TX73P20B1<br>P»-«       | YBF04,05(3)<br>(P»+) см.отбор TX73P06)<br>УВС<br>YBF04,05(3)<br>(P»+) см.отбор TX72P06)<br>YBF04,05(3)<br>(P»+) см.отбор TX71P06)   | ↑(-2)<br>↑(-2)<br>↑(-2)                                   |   |
| TX71F01A1 | TX71F01B1   | ТСА (регистрация)   |   |   |
| TX71F01A2 | TX71F01B2   | ТСА (регистрация),<br>рег. УВС  |   |   |
| TX71F01A3 | TX71F01B3   | ТСА (регистрация)   |   |   |
| TX81P05   | TX81P05B1<br><br>TX81P07B1<br><br>TX83P19B1<br>P»+-«<br>TX86P05B1 | YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YBF04,05(2)<br>ТСА (регистрация<br>TX81F01)<br>YBF04,05(2)<br>(P»-« см.отбор TX81P19)<br>Вторичный прибор<br>пом.БЩУ<br>Вторичный прибор<br>пом.РЩУ | ↑Δ75<br>↓ 50<br>↓ 52<br><br>↑(-2)                         |   |
| TX82P05   | TX82P05B1<br><br>TX82P07B1<br><br>TX82P19B1<br>P»+»               | YBS02(2)<br>YBS02(2)<br>YBF04,05(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YBF04,05(2)<br>ТСА (регистрация<br>TX81F01), рег. УВС<br>YBF04,05(2)<br>(P»-« см.отбор TX81P19)              | ↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52<br><br>↑(-2) |   |
| TX83P05   | TX83P05B1   | YBS02(2)<br>YBS02(2)<br>YBF04,05(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)   | ↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75                      |   |

| 1         | 2                              | 3   | 4   | 5 |
|-----------|--------------------------------|---|---|---|
|           | TX83P07B1                      | YBF04,05(2)<br>ТСА (регистрация<br>TX81F01)   | ↓ 52  |   |
|           | TX81P19B1<br>P»+»              | YBF04,05(2)<br>(P»-« см.отбор TX81P19)<br>УВС   | ↑(-2)   |   |
| TX81F01A1 | TX81F01B1                      | ТСА (регистрация)   |   |   |
| TX81F01A2 | TX81F01B2                      | ТСА (регистрация),<br>рег. УВС  |   |   |
| TX81F01A3 | TX81F01B3                      | ТСА (регистрация)   |   |   |
| TX84P05   | TX84P05B1                      | YBS02(2)<br>YBS02(2)<br>YBF04,05(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YZS01;YBS03(2)<br>YBF04,05(2)  | ↑ 86<br>↓ 70<br>↓ 45<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52          |   |
| TX81P04   | TX81P04B1                      | YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)<br>YBF04,05(1)<br>(P"-« см.отбор TX81P18)<br>Вторичный прибор<br>пом.БЦУ<br>Вторичный прибор<br>пом.РЦУ<br>Рег. УВС 41,42 | ↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52<br>↑(-2)                         |   |
|           | TX83P18B1<br>P"+"<br>TX85P04B1 |   |   |   |
|           | TXC85P04B1                     |   |   |   |
| TX82P04   | TX82P04B1                      | YBF04,05(1)<br>YBS11(1)<br>YBS13(1)   | ↓ 45<br>↑ 73<br>↓ 64                                  |   |
|           | TX82P18B1<br>P"+"              | YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)<br>YBF04,05(1)<br>(P"-« см.отбор TX81P18)   | ↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52<br>↑(-2)                         |   |
| TX83P04   | TX83P04B1                      | YBF04,05(1)<br>YBS11(1)<br>YBS13(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)<br>YBF04,05(1)<br>(P"-« см.отбор TX81P18)  | ↓ 45<br>↑ 73<br>↓ 64<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52<br>↑(-2) |   |
|           | TX81P18B1<br>P"+"              |   |   |   |
| TX84P04   | TX84P04B1                      | YBF04,05(1)<br>YBS11(1)<br>YBS13(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YZS01;YBS03(1)<br>YBF04,05(1)  | ↓ 45<br>↑ 73<br>↓ 64<br>↓ 50<br>↑Δ75<br>↓ 52          |   |

| 1       | 2  | 3  | 4   | 5 |
|---------|--|--|---|---|
| TX81P01 | TX81P01B1  | АЗ-I к<br>АЗ-I к<br>АЗ-I к<br>Неисправность датчика  | ↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓0                              |   |
| TX82P01 | TX82P01B1  | АЗ-I к<br>АЗ-I к<br>АЗ-I к<br>Неисправность датчика  | ↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓0                              |   |
| TX83P01 | TX83P01B1  | АЗ-I к<br>АЗ-I к<br>АЗ-I к<br>Неисправность датчика  | ↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓0                              |   |
| TX81P06 | TX81P06B1<br>TX81P02B1                                   | YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>АЗ-II к<br>АЗ-II к<br>АЗ-II к<br>Неисправность датчика                                       | ↓50<br>↑Δ75<br>↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓0               |   |
| TX82P06 | TX82P06B1<br>TX82P02B1                                   | YBS02(3)<br>YBS02(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>АЗ-II к<br>АЗ-II к<br>АЗ-II к<br>Неисправность датчика               | ↑84<br>↓70<br>↓50<br>↑Δ75<br>↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓0 |   |
| TX83P06 | TX83P06B1  | YBS02(3)<br>YBS02(3)<br>YZS01;YBS03(3)   | ↑84<br>↓70<br>↓50                                     |   |
|         | TX83P02B1  | YZS01;YBS03(3)<br>АЗ-II к<br>АЗ-II к<br>АЗ-II к<br>Неисправность датчика   | ↑Δ75<br>↓50<br>↑Δ75<br>↑80<br>↓0                      |   |
| TX84P06 | TX84P06B1  | YBS02(3)<br>YBS02(3)<br>YZS01;YBS03(3)<br>YZS01;YBS03(3)   | ↑84<br>↓70<br>↓50<br>↑Δ75                             |   |
| TX81P18 | TX81P18B1<br>P"-<br>TX82P18B1<br>P"-<br>TX83P18B1<br>P"- | YBF04,05(1)<br>(P" "+" см.отбор TX83P04)<br>YBF04,05(1)<br>(P" "+" см.отбор TX82P04)<br>YBF04,05(1)<br>(P" "+" см.отбор TX81P04) | ↑(-2)<br><br>↑(-2)<br><br>↑(-2)                       |   |
| TX81P19 | TX81P19B1<br>P"-<br>TX82P19B1                            | YBF04,05(2)<br>(P" "+" см.отбор TX83P05)<br>УВС<br>YBF04,05(2)   | ↑(-2)<br><br>↑(-2)                                    |   |

| 1       | 2                       | 3   | 4          | 5 |
|---------|-------------------------|---|------------|---|
|         | P"-<br>TX83P19B1<br>P"- | (P"+ см.отбор TX82P05)<br>YBF04,05(2)<br>(P"+ см.отбор TX81P05) | ↑(-2)      |   |
| YB10P10 | YB10P10B1               | TXB38(н)<br>TXB39(н)<br>УВС<br>СВРК                             | ↑10<br>↓10 |   |
| YB20P10 | YB20P10B1               | TXB42(н)<br>TXB43(н)<br>УВС<br>СВРК                             | ↑10<br>↓10 |   |
| YB30P10 | YB30P10B1               | TXB46(н)<br>TXB47(н)<br>УВС<br>СВРК                             | ↑10<br>↓10 |   |
| YB40P10 | YB40P10B1               | TXB50(н)<br>TXB51(н)<br>УВС<br>СВРК                             | ↑10<br>↓10 |   |

Таблица 6.2.2

| Позиция отбора | Позиция датчика | Функциональное назначение | Уставки |
|----------------|-----------------|---------------------------|---------|
| 4TX50P01       | 4TX50P01B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX50P02       | 4TX50P02B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX50P03       | 4TX50P03B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX60P01       | 4TX60P01B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX60P02       | 4TX60P02B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX60P03       | 4TX60P03B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX70P01       | 4TX70P01B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX70P02       | 4TX70P02B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX70P03       | 4TX70P03B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX80P01       | 4TX80P01B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX80P02       | 4TX80P02B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |
| 4TX80P03       | 4TX80P03B1      | Сигнализация<br>УВС       | ↑5      |

6.2.2. Указанные датчики давления ТХ в ПГ, в трубопроводах выхлопа БРУ-А, ПК ПГ, перепада давления на ОК располагаются в следующих помещениях:

- 1) АЭ 741/2,4; 815/1,2- блок 1;
- 2) АЭ 741/2,3,4,5; 815/1,2- блок 2;
- 3) АЭ 741/4; 744; 1041/2,5- блок 3,4.

Датчики давления YB10,20,30,40P10B1 располагаются в помещении АЭ329/2.

## 7. Режимы эксплуатации системы

### 7.1. Подготовка системы к работе

7.1.1. Заполнение системы производится совместно с заполнением второго контура при открытых воздушниках на паропроводах. После проведения воздухоудаления из системы воздушники закрываются. Открытие БЗОК производится паром от КСН. Для подачи пара от КСН на БЗОК необходимо в помещении А820 открыть ручные арматуры подачи пара от КСН и сброса пара на РДМ.

### 7.2. Ввод системы в работу

7.2.1. Разогрев системы производится совместно с разогревом второго контура. При закрытом БЗОК разогрев паропровода производится при открытой арматуре байпаса БЗОК.

7.2.2. Перед пуском в работу БРУ-А должны подвергаться настройке на автоматическую остановку электропривода при достижении штоком крайних положений с учётом следующих требований:

- 1) вручную произвести полное закрытие клапана (до упора); этот момент можно определить по внезапному увеличению усилия, прилагаемого к маховику электропривода;
- 2) произвести дополнительное прижатие штока к седлу, осуществляемое  $6,5^{+1,5}_{-4,5}$  оборотами маховика электропривода в направлении закрытия;
- 3) в этом положении клапана произвести настройку КВЗ.

### 7.3. Останов системы

7.3.1. Система ТХ выводится из работы совместно с выводом из работы второго контура при останове реакторной установки. Расхолаживание паропроводов производится сбросом пара через БРУ-К, дренажи паропроводов. При закрытом БЗОК расхолаживание производится при открытой арматуре байпаса БЗОК. При закрытых всех четырёх БЗОК расхолаживание паропроводов производится через БРУ-А.

### 7.4. Дренирование системы

7.4.1. Дренирование паропроводов производится через дренажи паропроводов, расположенные в машзале, при открытых воздушниках паропроводов или открытом БРУ-А.

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

### **8.1. Функциональное опробование**

8.1.1. При вводе системы в работу на этапе разогрева РУ производятся следующие опробования системы:

- 1) проверка работы управляющих клапанов БЗОК от ключей управления БЩУ, РЩУ;
- 2) проверка быстродействия и работы указателей положения БРУ-А;
- 3) проверка работоспособности БРУ-А от ключей управления БЩУ, РЩУ;
- 4) опробование ИПУ ПГ от ключей управления БЩУ, РЩУ
- 5) опробование БЗОК от ключей управления БЩУ
- 6) проверка срабатывания ИПУ ПГ реальным повышением давления в ПГ с настройкой импульсных клапанов;

8.1.2. При останове системы на этапе расхолаживания РУ производятся следующие опробования системы:

- 1) опробование БЗОК от ключей управления БЩУ;
- 2) опробование ИПУ ПГ от ключей управления БЩУ, РЩУ;
- 3) проверка работы ИК ПГ от АДП;
- 4) проверка работоспособности БРУ-А от ключей управления БЩУ, РЩУ.

### **8.2. Техническое обслуживание**

8.2.1. Оборудование системы в период останова блока на ППР должно подвергаться профилактическому осмотру. Профилактический осмотр включает в себя визуальный осмотр и контроль металла неразрушающими методами. Цель визуального осмотра - обнаружение возможных дефектов, течей, неплотностей, проверка соответствия положения подвесок требованиям конструкторской документации.

Один раз в год для оборудования системы должен выполняться визуальный осмотр при рабочих параметрах.

8.2.2. В период эксплуатации клапаны главные предохранительные ТХ50-80S03,04 должны подвергаться периодическим осмотрам в сроки, предусмотренные графиком в зависимости от работы самой системы. При осмотрах необходимо систематически проверять:

- 1) герметичность узла уплотнения корпус-крышка;
- 2) состояние крепёжных изделий.

8.2.3. При техническом обслуживании ИК ТХ50-80S03,04 должны проводиться следующие виды работ:

- 1) систематический визуальный осмотр;
- 2) периодические контрольные проверки технического состояния клапанов;
- 3) профилактические ремонты;
- 4) капитальный ремонт.

8.2.4. При визуальных осмотрах проверяется:

- 1) герметичность фланцевого соединения;
- 2) соблюдение чистоты оборудования;
- 3) отсутствие пыли, грязи, воды, пара и др. на электромагнитах и электроприборах;
- 4) отсутствие вибрации и посторонних шумов на клапане;
- 5) состояние электрической схемы электромагнитов по инструкции на электромагниты.

При контрольных проверках, профилактических и капитальных ремонтах производится разборка клапанов.

8.2.5. В объём технического обслуживания электромагнитов ИК ТХ50-80S03,04 входят профилактический осмотр и ежемесячная смазка электромагнитов. При этом необходимо обращать внимание на крепление электромагнита, надёжность присоединения питающих проводов и всех винтовых соединений.

8.2.6. В период эксплуатации БРУ-А должны подвергаться периодическим осмотрам. При осмотрах необходимо проверять:

- 1) герметичность узлов уплотнения;
- 2) состояние крепёжных деталей.

8.2.7. В процессе эксплуатации БЗОК блока 4 периодически через 10000 часов работы должен подвергаться проверке технического состояния.

Ревизия БЗОК блока 4 и необходимый ремонт должен производиться через каждые четыре года. В объём ревизии задвижки входит полная разборка задвижки, очистка от загрязнений, дефектация изнашиваемых деталей, сборка задвижки.

В процессе эксплуатации БЗОК блока 4 периодически один раз в месяц производить расхаживание задвижки в соответствии с 1058-600-СП-ТО1.

8.2.8. Один раз в шесть лет для паропроводов должен выполняться визуальный осмотр, ультразвуковой контроль (УЗК), ультразвуковой замер толщины (УЗТ). Для радиусных переходов тройников должен выполняться магнитопорошковый контроль (МПК).

8.2.9. Оборудование системы паропроводов должно подвергаться:

- 1) гидроиспытаниям на плотность после каждого разуплотнения системы;
- 2) гидроиспытаниям на прочность не реже одного раза в четыре года или после каждого ремонта с применением нагрева, сварки или замены деталей, несущих нагрузку от давления.

Гидроиспытания оборудования системы паропроводов проводятся совместно со вторым контуром.



## 9. Технические данные

### 9.1. ГПК ТХ50-80S03,04 энергоблоков 1-3

| Параметр   | Значение |
|--|----------|
| Параметры рабочей среды:   |          |
| Рабочая среда  | пар      |
| Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>                                    | 80       |
| Рабочая температура, °С  | ≤300     |
| Максимальное избыточное давление перед клапаном, кгс/см <sup>2</sup>     | 86       |
| Пропускная способность, т/ч  | 800      |
| Коэффициент расхода  | 0,7      |
| Пробное давление при гидравлическом испытании, кгс/см <sup>2</sup>       | 150      |
| Минимальная температура стенки корпуса при гидроиспытании, °С            | 10       |
| Наименьшая площадь свободного сечения в проточной части, мм <sup>2</sup> | 24200    |
| Перестановочное усилие в момент отрыва, кг                               | 4000     |
| Масса, кг  | 1450     |

### 9.2. ИК ТХ50-80S23,24 энергоблоков 1,2,4 и ИК ТХ50-80S03,04 энергоблока 3

| Обозначение импульсного клапана | Условный проход Ду | Рабочие параметры   |             | Масса груза | Габаритные размеры |
|---------------------------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------|--------------------|
|                                 |                    | давление            | температура |             |                    |
|                                 | мм                 | кгс/см <sup>2</sup> | °С          | кг          | мм                 |
| 586-20-ЭМФ-02                   | 20                 | 80                  | 300         | 20          | 1350×340×1345      |
| 25ИКЭМ.4002А-0                  | 25                 | 80                  | 300         | —           | 725×462×624        |

### 9.3. Электромагнит импульсного клапана ТХ50-80S03,04 типа 586-20-ЭМФ-02 энергоблока 3

| Тип электромагнита | Напряжение, В | Режим работы ПВ, % | Ход якоря, мм | Масса якоря, кг | Время срабатывания, с | Тяговое усилие, кг |
|--------------------|---------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| КМП-4А             | 220           | 40                 | 80            | 7               | 1,5                   | 30                 |

### 9.4. БРУ-А ТХ50-80S05

| Параметр   | Значение                     |
|--|------------------------------|
| 1  | 2                            |
| Параметры рабочей среды:                                   |                              |
| Рабочая среда, блок 1,2                                    | пар, пароводяная смесь, вода |
| Блок 3,4   | пар                          |
| Расчётное давление, кгс/см <sup>2</sup>                    | 80                           |
| Расчётная температура, °С                                  | 300                          |
| Обозначение блок 1,2                                       | 960-300/350-Э                |
| блок 3,4   | 1115-300/350-Э               |
| Максимальный крутящий момент на выходном валу привода, н·м | 4000                         |

| 1   | 2       |
|---|---------|
| Передаточное число  |         |
| блок 1,2  | 33      |
| блок 3,4  | 35      |
| Условный проход Ду, мм  | 300/350 |
| Максимальный крутящий момент на втулке шпинделя при открытии клапана, Н·м                       | 3000    |
| Пробное давление при гидравлическом испытании, кгс/см <sup>2</sup>                              | 150     |
| Минимальная температура стенки корпуса при гидроиспытании, °С                                   | 10      |
| Время полного открытия (закрытия) клапана электроприводом при ходе 100 мм, сек.                 | 16      |
| Число оборотов маховика электропривода, необходимое для открытия клапана на ход 100 мм, обороты |         |
| блок 1,2  | 330     |
| блок 3,4  | 350     |
| Мощность электродвигателя, кВт  | 11,8    |
| Ход, мм   |         |
| клапан серии 960  | 100     |
| клапан серии 1115   | 120     |
| Пропускная способность, т/ч   | 1000    |

### 9.5. Дросселирующее устройство 960-350/500-Ш-02

|  |         |
|--|---------|
| Условный проход Ду, мм                           | 350/500 |
| Рабочее давление $P_1/P_2$ , кгс/см <sup>2</sup> | 45/26   |
| Температура рабочей среды $t_1/t_2$ , °С         | 260/225 |
| Масса, кг  | 187     |

### 9.6. Дросселирующее устройство 960-500/800-Ш-02

|  |           |
|--|-----------|
| Условный проход Ду, мм                           | 500/800   |
| Рабочее давление $P_1/P_2$ , кгс/см <sup>2</sup> | 25,5/15,3 |
| Температура рабочей среды $t_1/t_2$ , °С         | 225/197   |
| Масса, кг  | 228       |

### 9.7. БЗОК ТХ50-80S06

9.7.1. Технические данные БЗОК ТХ50-80S06 блоков 1,2,3 приведены в табл. 9.7.1.

Таблица 9.7.1

|  |           |
|--|-----------|
| Размеры:                                   |           |
| высота, мм                                 | 3410      |
| длина, мм                                  | 1700      |
| Параметры рабочей среды:                   |           |
| рабочая среда                              | пар       |
| рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>      | 80        |
| влажность, %                               | 0,5       |
| расход среды, т/ч                          | 1470-1600 |
| Время аварийного закрытия, сек.            | 4-10      |
| Время медленного закрытия (открытия), сек. | До 150    |
| Расход пара на одно срабатывание, кг       | 50        |

9.7.2. Технические данные БЗОК ТХ50-80S06 блока 4 приведены в табл. 9.7.2.

Таблица 9.7.2

| 1   | 2                  |
|---|--------------------|
| Параметры рабочей среды:  |                    |
| рабочая среда   | пар                |
| расчётное давление, кгс/см <sup>2</sup>   | 82                 |
| влажность, %  | 0,5                |
| расход среды, т/ч   | 1470-1600          |
| расчётная температура, °С   | 300                |
| Ход затвора, мм   | 523                |
| Управляющая среда:  |                    |
| пар от собственной рабочей среды с давлением, кгс/см <sup>2</sup>   | 10-82              |
| пар от постороннего источника с давлением, кгс/см <sup>2</sup>  | 7-15               |
| Параметры окружающей среды при эксплуатации в нормальных условиях:  |                    |
| температура, °С   | 5-40               |
| давление, кгс/см <sup>2</sup>   | 1                  |
| относительная влажность, %  | 95                 |
| Параметры окружающей среды при работе в аварийных условиях:   |                    |
| температура, °С, не более   | 100                |
| давление, кгс/см <sup>2</sup> , не более  | 1,2                |
| относительная влажность, %, не более  | 100                |
| Продолжительность работы задвижки в аварийных условиях, час, не более   | 1                  |
| Коэффициент гидравлического сопротивления   | 0,3                |
| Перепад давления на затворе, кгс/см <sup>2</sup>  | 0-82               |
| Время аварийного закрытия при давлении рабочей среды более 10 кгс/см <sup>2</sup> , секунды   | 2-5                |
| Время открытия и медленного закрытия приводом от собственной среды, время закрытия или открытия от постороннего источника, секунды, не более  | 150                |
| Расход пара на одно срабатывание, кг  | 50                 |
| Пробное давление при гидравлическом испытании, кгс/см <sup>2</sup>  | 123 <sup>+10</sup> |
| Минимальная температура стенки корпуса при гидроиспытании, °С   | 10                 |
| Привод- сервопривод с системой управления, включающей 4 электропривода ОБ 04 У2, ТУ 26-07-1143-85 и 2 электромагнита КМП-4А каталожный № 1963 |                    |
| Вероятность безотказной работы в течение 4 лет при срабатывании не менее 25 циклов  | 0,995              |
| Срок службы:  |                    |
| задвижки, лет   | 10                 |
| корпусных деталей, лет  | 30                 |

9.7.3. Гарантированное число циклов срабатывания для БЗОК блока 4 приведено в табл. 9.7.3.

Таблица 9.7.3

| Режим срабатывания                         | Количество циклов за 4 года, не менее | Количество циклов за 30 лет, не менее |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1  | 2                                     | 3                                     |
| Медленное закрытие без перепада на затворе | 100                                   | 750                                   |
| Быстрое закрытие без перепада на затворе   | 10                                    | 75                                    |

| 1   | 2 | 3  |
|---|---|----|
| Быстрое закрытие при расходе через задвижку до 1500 т/ч       | 5 | 40 |
| Быстрое закрытие при максимальном расходе и перепаде давления | 1 | 8  |

Примечание. После проведения 5 циклов при расходе пара 1500 т/ч или 1 цикла при максимальном расходе задвижка подлежит ревизии и необходимому ремонту.

9.7.4. Параметры электроприводов БЗОК блока 4 приведены в табл. 9.7.4.

Таблица 9.7.4

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Тип электропривода                         | ОБ 04 У2 по ТУ-26-07-1143-85 |
| Ограничение крутящего момента, кгс·м       | 25±10%                       |
| Предельное число оборотов, об.             | 1-6                          |
| Скорость вращения приводного вала, об./мин | 50                           |
| Мощность, кВт                              | 1,7                          |
| Время полного открытия, сек.               | 2,0                          |
| Габаритные размеры, мм                     | 490×620×460                  |
| Масса, кг                                  | 80                           |

9.7.5. Параметры электромагнитов привода вентилей ТХ50-80S22 БЗОК блока 4 приведены в табл. 9.7.5.

Таблица 9.7.5

|  |  |
|--|--|
| Тип электромагнита   | КМП-4АУЗ нормального возбуждения по ТУ-16-529-117-75 |
| ПВ (продолжительность включения), %  | 40   |
| Ход якоря, мм  | 80   |
| Потребляемая мощность, Вт  | 500  |
| Скорость вращения приводного вала, об./мин                                   | 50   |
| Время втягивания, сек.   | 1,6  |
| Время отпадания, сек.  | 0,3  |
| Тяговое усилие якоря электромагнита (включая массу якоря 7 кг), кг, не менее | 30   |
| Напряжение постоянного тока, В   | 220  |

9.7.6. Параметры механизма привода вентилей управления технологической системы БЗОК блока 4 приведены в табл. 9.7.6 (см. рис. 4.4.9)

Таблица 9.7.6

|   |      |
|---|------|
| Крутящий момент на сб. единице поз.3, кгс·м | 21.1 |
| Ход штока поз.35, минимальный, мм           | 5    |
| Ход тяги поз.41(якоря электромагнита), мм   | 80   |

9.7.7. Параметры механизма привода вентилей управления аварийной системы БЗОК блока 4 приведены в табл. 9.7.7 (см. рис. 4.4.7)

Таблица 9.7.7

|   |      |
|---|------|
| Крутящий момент на сборочной единице поз.4, кгс·м | 21.1 |
|---|------|

## 9.8. Обратный клапан ТХ50-80S07 энергоблоков 1,3

|  |     |
|--|-----|
| Рабочая среда  | пар |
| Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>                              | 86  |
| Пробное давление при гидравлическом испытании, кгс/см <sup>2</sup> | 160 |
| Рабочая температура, °С  | 300 |
| Коэффициент гидравлического сопротивления                          | 3,0 |
| Минимальная температура стенки корпуса при гидроиспытании, °С      | 10  |

## 9.9. Привод монтажный

|   |    |
|---|----|
| Крутящий момент на втулке шпинделя, кгс·м | 12 |
|---|----|

## 9.10. Обратный клапан ТХ50-80S07 энергоблоков 2,4

|  |              |
|--|--------------|
| Рабочая среда  | пар          |
| Рабочее давление, МПа  | 8,6          |
| Пробное давление при заводских гидравлических испытаниях, МПа            | 17,3         |
| Давление гидравлических испытаний в составе системы, кгс/см <sup>2</sup> | 110          |
| Рабочая температура, °С  | 300          |
| Коэффициент гидравлического сопротивления                                | не более 0,7 |
| Минимальная температура стенки корпуса при гидроиспытании, °С            | + 5          |

## 9.11. ГПК ТХ50-80S03,04 энергоблока 4

| Параметр  | Значение  |
|---|---|
| <i>Параметры рабочей среды:</i>                                       |   |
| Рабочая среда   | пар, пароводяная смесь, вода на линии насыщения |
| Рабочее давление (расчетное), кгс/см <sup>2</sup>                     | 98  |
| Рабочая температура (расчетная), °С                                   | ≤300  |
| Внешняя негерметичность в окружающую среду при рабочих параметрах     | не допускается                                  |
| Пропускная способность при давлении 86 кгс/см <sup>2</sup> , т/ч      | не менее 900                                    |
| Коэффициент расхода   | 0,7   |
| Давление при заводских гидравлических испытаниях, кгс/см <sup>2</sup> | 122   |
| Минимальная температура стенки корпуса при гидроиспытании, °С         | 5   |
| Масса, кг   | не более 1500                                   |

## Перечень принятых сокращений

|        |   |
|--------|---|
| АДП    | аналоговый дискретный преобразователь   |
| АС     | атомная электрическая станция   |
| БЗОК   | быстродействующий запорный отсечной клапан  |
| БРУ-А  | быстродействующая редукционная установка со сбросом пара в атмосферу                  |
| БРУ-СН | быстродействующая редукционная установка со сбросом пара в коллектор собственных нужд |
| БРУ-К  | быстродействующая редукционная установка со сбросом пара в конденсатор;               |
| БУД    | блок управления двигателем  |
| БЩУ    | блочный щит управления  |
| ГПК    | главный паровой коллектор   |
| ЗСБ    | защитная система безопасности   |
| ИК     | импульсный клапан   |
| ИКЭМ   | импульсный клапан с электромагнитным приводом   |
| ИПК    | импульсный предохранительный клапан   |
| ИПУ    | импульсное предохранительное устройство   |
| ИС     | исходное событие  |
| КВ     | концевой выключатель  |
| КВЗ    | концевой выключатель закрытия   |
| КВО    | концевой выключатель открытия   |
| КВПП   | контроль влажности парогенератора   |
| КЗБ    | контроль срабатывания защит и блокировок  |
| КСН    | коллектор собственных нужд  |
| КУ     | ключ управления   |
| КУП    | контроль уровня парогенератора  |
| НЭ     | нормальная эксплуатация   |
| ОК     | обратный клапан   |
| ПГ     | парогенератор   |
| ПК     | предохранительный клапан  |
| ППР    | плановый предупредительный ремонт   |
| РВП    | регистрация важнейших параметров  |
| РДМ    | расширитель дренажей машзала  |
| РДЭС   | резервная дизельная электростанция  |
| РТР    | рабочий технологический регламент   |
| РТС    | регистрация текущих событий   |
| РУ     | реакторная установка  |
| РЩУ    | резервный щит управления  |
| САОЗ   | система аварийного охлаждения зоны  |
| СВБ    | система важная для безопасности   |
| СУ     | система управления  |
| УВС    | управляющая вычислительная система  |

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| УСБ | управляющая система безопасности |
| УП  | указатель положения              |
| ЭМП | электромагнитный привод          |

## Лист регистрации изменений

[illegible]



## Лист ознакомления с документом и изменениями

[illegible]

# Извещение об изменении

| Балаковская АЭС        | Извещение   | Дата регистр.   | Листов извещ. | Приложение                       | Рассылка |
|------------------------|---|---|---------------|----------------------------------|----------|
| ОИТПЭ                  | Изм. 4256-11  | 03.11.2011  | 1             | Листы 4,5,13,14,15,16,21а, 95,99 |          |
| Шифр документа         |   | Наименование  |               |                                  |          |
| ТО.1,2,3,4.ТХ.ОИТПЭ/17 |   | Техническое описание.<br>Система паропроводов высокого давления<br>(реакторное отделение) |               |                                  |          |
| Причина                | Замена ГПК на главных паропроводах по решению № БАЛАЭС 4.Р-55 К(04-06)-2011 |   |               |                                  |          |

|      |                      |
|------|----------------------|
| Изм. | Содержание изменения |
| 2    |                      |

Лист 4 без изм. заменить листом 4 с изм. 2,  
п. 1.2 – изменен.

Лист 5 без изм. заменить листом 5 с изм. 2,  
перечисления 21, 22 – введены.

Лист 13 с изм. 1 заменить листом 13 с изм. 2,  
п. 4.1. – изменен заголовок подраздела;  
п.п. 4.1.1, 4.1.3 – изменены.

Лист 14 без изм. заменить листом 14 с изм. 2,  
перенос текста с листа 13;  
п. 4.1.3.а – введен;  
п. 4.1.6 – изменен.

Лист 15 с изм. 1 заменить листом 15 с изм. 2,  
перенос текста с листа 14;  
п.п. 4.1.7, 4.1.8. – изменены.

Лист 16 без изм. заменить листом 16 с изм. 2,  
перенос текста с листа 15.

Ввести лист 21а,  
рис. 4.1.6 – введен.

Лист 95 с изм. 1 заменить листом 95 с изм. 2,  
п. 9.2 – изменен заголовок подраздела.

Лист 99 с изм. 1 заменить листом 99 с изм. 2,  
п. 9.8 – изменен заголовок подраздела.  
п. 9.11 – введен подраздел.

ИНО

Д-989699

|                |               |          |             |                |          |
|----------------|---------------|----------|-------------|----------------|----------|
| Составил       | Нарыжный М.В. | 26.10.11 | Согласовано |                |          |
| Проверил       | Декало Н.Ф.   | 27.10.11 | ЗГИЭЗ,4     | Романенко О.Е. | 26.10.11 |
| Рук. подр.     | Лизунов М.М.  | 27.10.11 | НРЦ-1       | Шевченко С.Д.  | 27.10.11 |
| Нач. ПТО       | Игонин А.Ю.   | 28.10.11 | НРЦ-2       | Дорофеев С.А.  | 28.10.11 |
| Утвердил       | Сиротин А.М.  | 01.11.11 | НЦТАИ       | Морев А.Н.     | 28.10.11 |
| Нормоконтроль  | Сахнова И.А.  | 28.10.11 |             |                |          |
| Изменения внес |               |          |             |                |          |