

# Теплофикационная установка

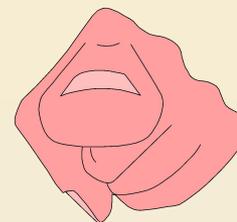
# Назначение ТФУ

- Теплофикационная установка (ТФУ) предназначена для отпуска тепла в виде **горячей воды** потребителю при комбинированной выработке тепловой и электрической энергии на АЭС;
- ТФУ является элементом системы теплоснабжения, предназначенной для покрытия тепловой нагрузки **отопления, вентиляции и горячего водоснабжения** коммунально-бытовых потребителей и промышленных предприятий.



# Требования "Строительных Норм и Правил" (СНиП)

- Температура воздуха отапливаемых помещений должна быть:
  - Жилые, административные здания  $+18^{\circ}\text{C}$ ;
  - Учебные заведения, дома культуры  $+16^{\circ}\text{C}$ ;
  - Театры, магазины  $+15^{\circ}\text{C}$ ;
  - Кинотеатры  $+14^{\circ}\text{C}$ ;
  - Гаражи  $+10^{\circ}\text{C}$ ;
  - Детские сады, поликлиники, больницы  $+20^{\circ}\text{C}$ ;
  - Бани  $+25^{\circ}\text{C}$ ;
- Температура горячей воды в системах местного горячего водоснабжения должна быть не ниже 60 и не выше  $75^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{мин.т./с}} = t_{\text{г.в}} + \Delta t_{\text{под-ля}} + \Delta t_{\text{т/с}} = \sim 70 + 10 + 10 = 90^{\circ}\text{C}$ ;
- Для жилых зданий максимальная температура теплоносителя установлена  $95^{\circ}\text{C}$ .



# В состав ТФУ входят:

- сетевые насосы (четыре основных и два "летних") (для циркуляции сетевой воды);
- сетевые подогреватели (ОДБ, ОБ, ПБ) (для подогрева);
- деаэрационная установка подпитки теплосети (для удаления коррозионно-активных газов из умягченной подпиточной воды);
- подпиточные насосы (для поддержания давления в обратке и компенсации утечек системы);
- Трубопроводы, арматура и контрольно-измерительные приборы (для ведения нормального режима).

# Описание схемы

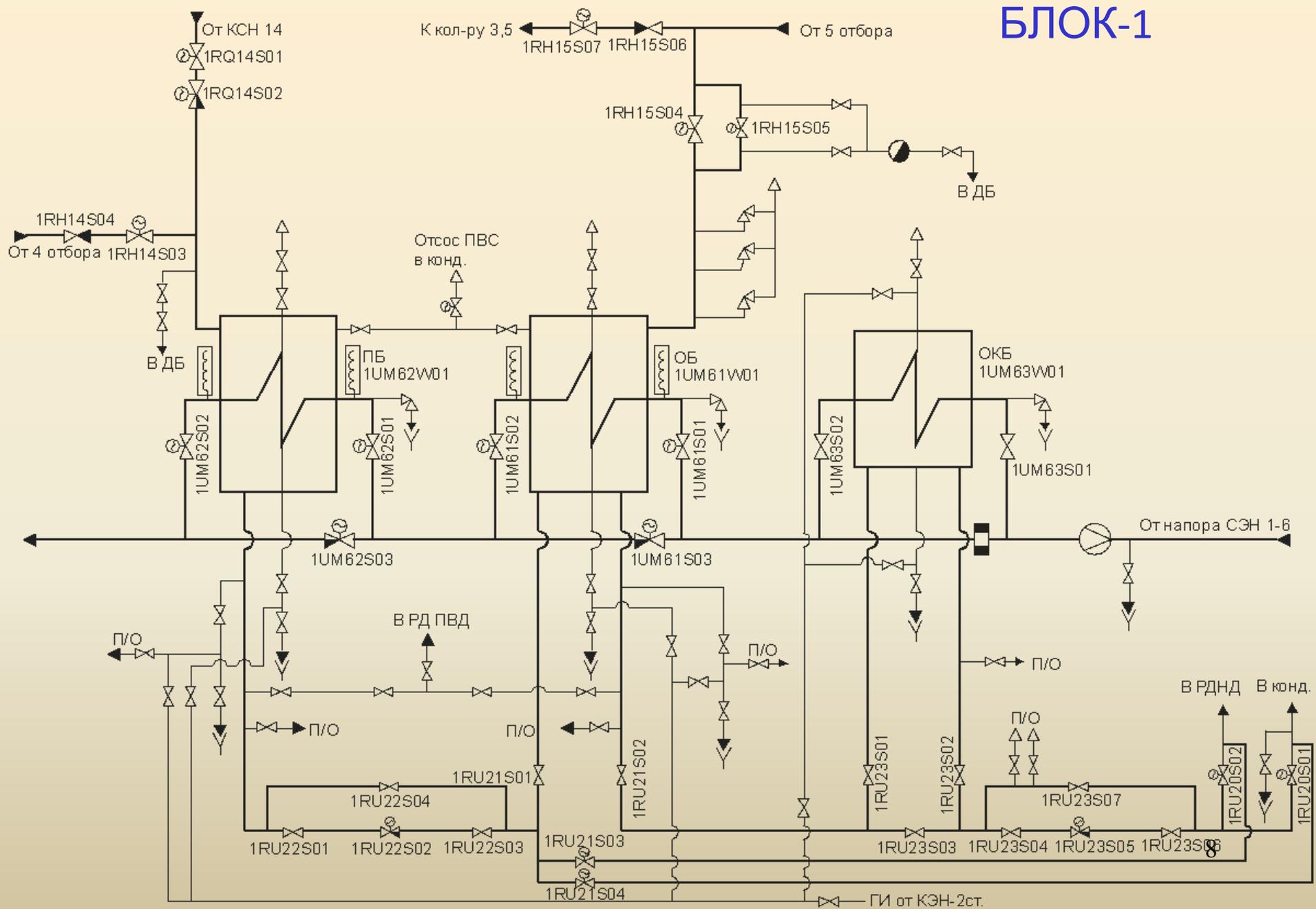
- Теплофикационная установка блока №1,2 рассчитана на тепловую нагрузку **80 Гкал/час** при температурном графике прямой и обратной сетевой воды **150/70°C**,
- Сетевая вода из коллектора обратной сетевой воды, через механические фильтры перекачивается сетевыми насосами на ТФУ блока и затем в общестанционный коллектор прямой сетевой воды,
- ТФУ каждого блока по сетевой воде включены параллельно;
- В ТФУ сетевая вода проходит последовательно ОКБ, ОБ и ПБ;
- Расчетная температура воды при номинальной нагрузке турбины после основного бойлера – **127,3°**



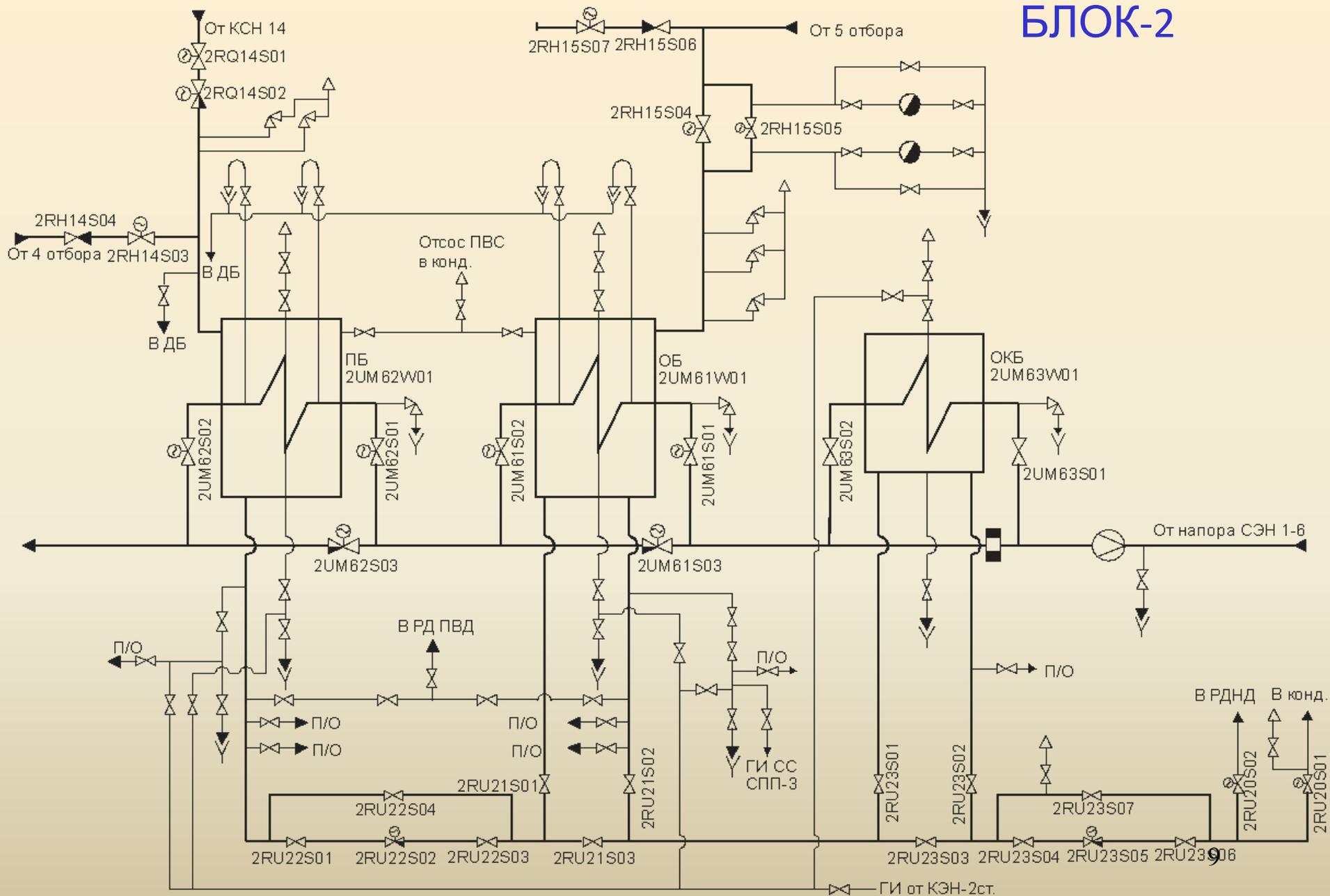
# Описание ТФУ

- Подвод пара к ОБ осуществляется от V отбора турбины;
- Подвод пара к ПБ осуществляется от IV отбора при нагрузках турбины 50 – 100 %;
- При нагрузках турбины менее 50 % и остановленной турбине подогрев сетевой воды осуществляется в ПБ паром от коллектора собственных нужд станции;
- Конденсат греющего пара бойлеров, при нормальной работе ТФУ, отводится каскадно из ПБ в ОБ и далее через ОКБ в конденсатор турбины;
- При пусках, в случае низкого вакуума в конденсаторе и ухудшении качества конденсата предусмотрен отвод конденсата греющего пара в дренажный бак через расширитель низкого давления;
- Отвод неконденсирующихся газов из корпуса бойлеров производится в конденсатор турбины.

# ТФУ БЛОК-1



# ТФУ БЛОК-2



# Отличия в схеме обвязки ПБ

- Пиковый бойлер ТФУ-1 не имеет предохранительных клапанов.
- КГП ПБ-1 имеет самостоятельную линию в РДНД и конденсатор ТА.
- Пиковый бойлер ТФУ-2 имеет два предохранительных клапана.
- КГП ПБ-2 имеет только каскадный слив в ОБ.

# ОБ и ПБ должны быть отключены защитой или персоналом:

- В случае превышения объемной активности смеси радионуклидов в воде более 0,1 ДКБ;
- В случае снижения разности давления менее 1,0 кгс/см<sup>2</sup> между давлением сетевой воды за ПБ и давлением пара в корпусе ОБ или ПБ;
- В случае повышения уровня в подогревателе более 1000 мм;
- При повышении давления пара в ПБ блока № 1 более 5,5 кгс/см<sup>2</sup>, в ПБ блока № 2 более 6,5 кгс/см<sup>2</sup>.

## При отключении бойлера:

- закрываются задвижки RH15S04, S05, RH14S03 и RQ14S01 на подводе пара;
- отключается воздействие регулятора температуры сетевой воды на задвижку UM61,62S03 и она открывается;
- закрываются задвижки на подводе и отводе сетевой воды UM61,62S01 и 2UM61,62S02.

# Блокировки ТФУ по арматуре

## ТФУ-1

### ОБ

- При снижении давления в 3-м отборе до **6,3 кгс/см<sup>2</sup>** закрываются задвижки на подводе пара к основному бойлеру 1RH15S04, 1RH15S05.

### ПБ

- При снижении давления в 3-м-отборе до **4,9 кгс/см<sup>2</sup>** закрывается задвижка 1RH14S03 и открывается задвижка 1RQ14S01.
- При закрытых задвижках 1RH15S05, 1RH15S04, 1RH14S03, 1RQ14S01 – закрываются 1RU20S01, 1RU21S04 и открываются 1RU20S02, 1RU21S03.

## ТФУ-2

### ОБ

- При снижении давления в 3-м отборе до **6,0 кгс/см<sup>2</sup>** закрываются задвижки на подводе пара к основному бойлеру 2RH15S04, 2RH15S05.

### ПБ

- При снижении давления в 3-м отборе до **6 кгс/см<sup>2</sup>** закрывается задвижка 2RH14S03, открывается задвижка 2RQ14S01.
- При закрытых задвижках 2RH15S05, 2RH15S04, 2RH14S03, 2RQ14S01 - закрывается 2RU20S01, и открывается 2RU20S02.

Что бы выполнялся автоматический перевод КГП из конденсатора в РДНД необходимо следить за положением ключа сигнализации и контроля положения арматуры ОБ, ПБ на панели 1МЦ-3 который должен быть в положении "РАБ" при нахождении бойлера в работе и в положении "РЕМ" при ремонте бойлера.

# Трубная система бойлеров защищена от термоопрессовки предохранительным клапаном

• При нагреве закрытого сосуда заполненного водой с  $T=50^{\circ}\text{C}$  на  $10^{\circ}\text{C}$  давление в сосуде возрастет на  $102 \text{ кг/см}^2$



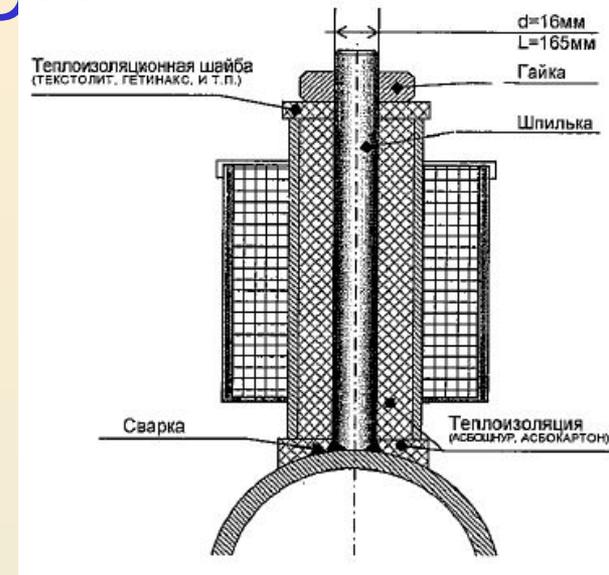
- Дополнительный нагрев происходит при:
- отключении бойлера когда задвижки по воде закрываются быстрее паровых задвижек или паровая задвижка имеет пропуск;
  - отключении ОБ когда КГП ПБ продолжает поступать в корпус ОБ.

Клапаны настроены на давление  $18,8 \text{ кгс/см}^2$ .

Выход среды с клапанов заведен в трап отм.-4,0 м.

# Устройство электронного электромагнитное противонакипное УЭП

- Устройство представляет собой электронное устройство, преобразующее переменное напряжение 36В частотой 50 Гц в импульсное электромагнитное поле.
- Принцип работы заключается в магнитной обработке воды импульсными электромагнитными полями и в создании на поверхностях нагрева магнитострикционных колебаний сдвига на межатомном уровне.
- В результате этого происходит дробление, отслаивание, частичное превращение в сметанообразную массу солей накипи и частичное растворение ее намагниченной водой, что позволяет удалять ее в процессе продувок и дренирования. В результате происходит очистка рабочих поверхностей нагрева теплоэнергетического и теплообменного оборудования, а рост отложений в дальнейшем не наблюдается. При использовании УЭП снижается скорость коррозии металла посредством образования на его поверхности тонкого слоя магнетита.



# Сетевой насос

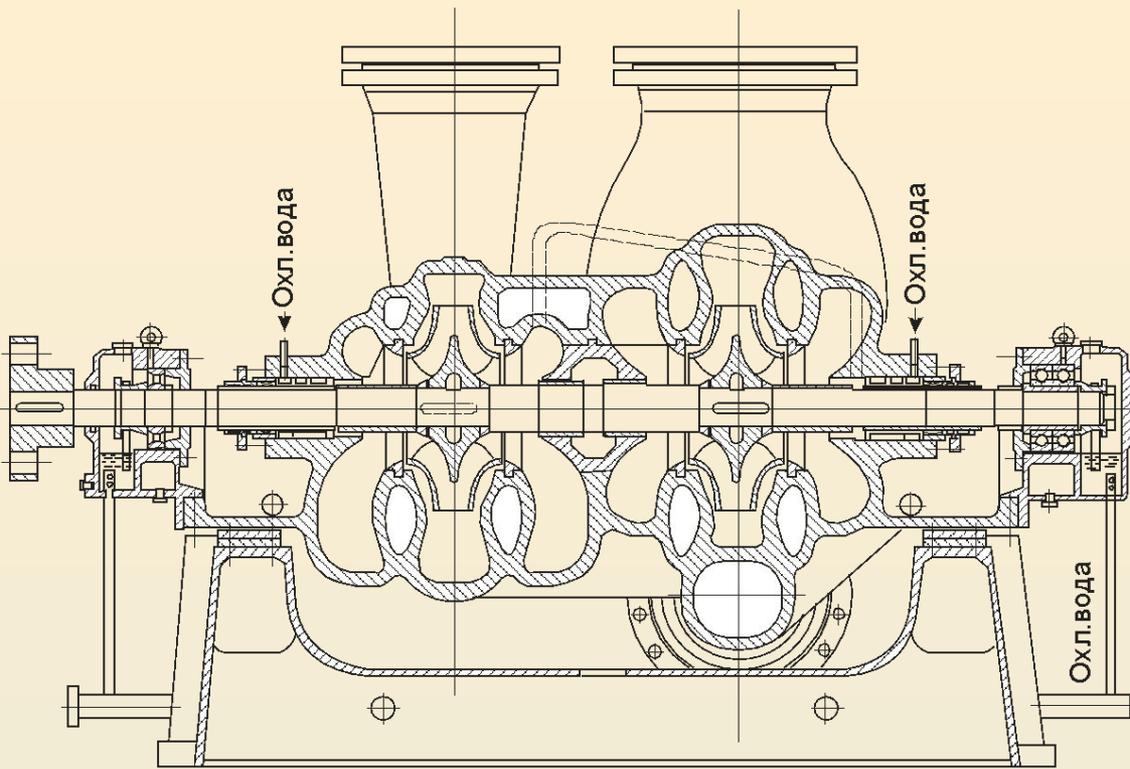
Подача - 1250 м<sup>3</sup>/ч

Напор - 140 м.в.ст.

Допускаемое давление на всасе - 11 кг/см<sup>2</sup>

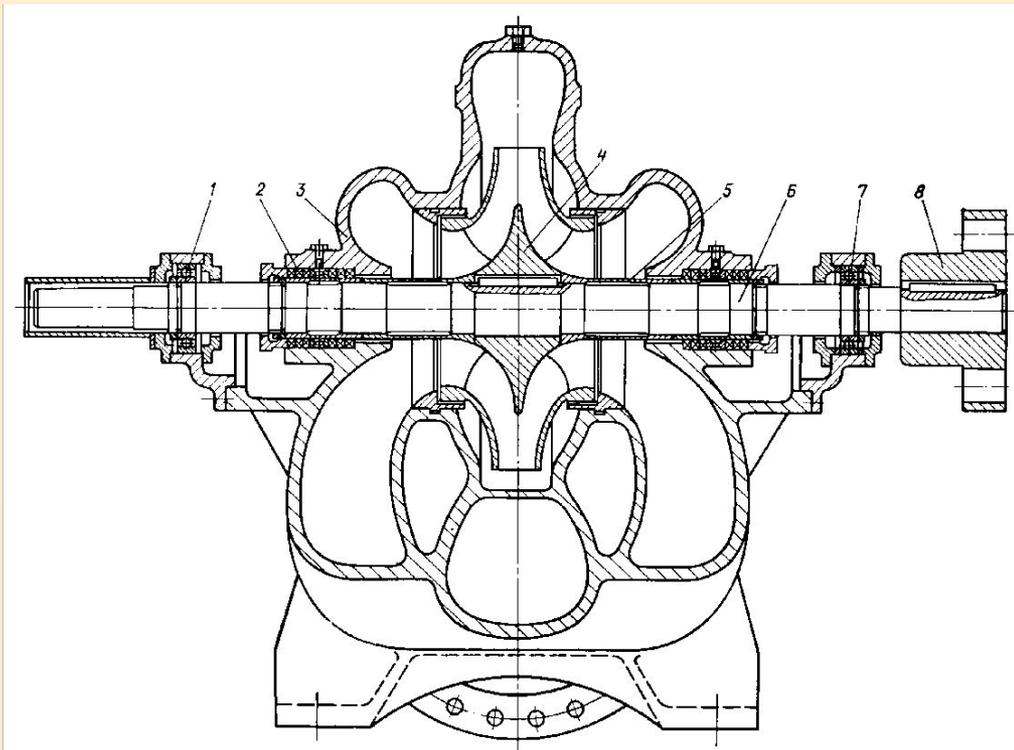
Давление на выходе из насоса - 25 кг/см<sup>2</sup>

Частота вращения - 1500 об/мин



- Сетевой насос типа СЭ-1250-140-11-У4 представляет собой горизонтальный центробежный двухступенчатый агрегат состоящий из двух рабочих колес двухстороннего входа объединенных одним корпусом и связанных перепускной трубой .
- Входной и напорный патрубки расположены в нижней части насоса.
- Концевые уплотнения насоса сальниковые. Подводимая к сальнику холодная вода разделяется на два потока. Один поток холодной воды омывает камеру сальника снаружи и вытекает через штуцер в дренаж. Другой поток через гидравлическое кольцо подводится к набивке. 15

# Летний насос типа Д-300-55



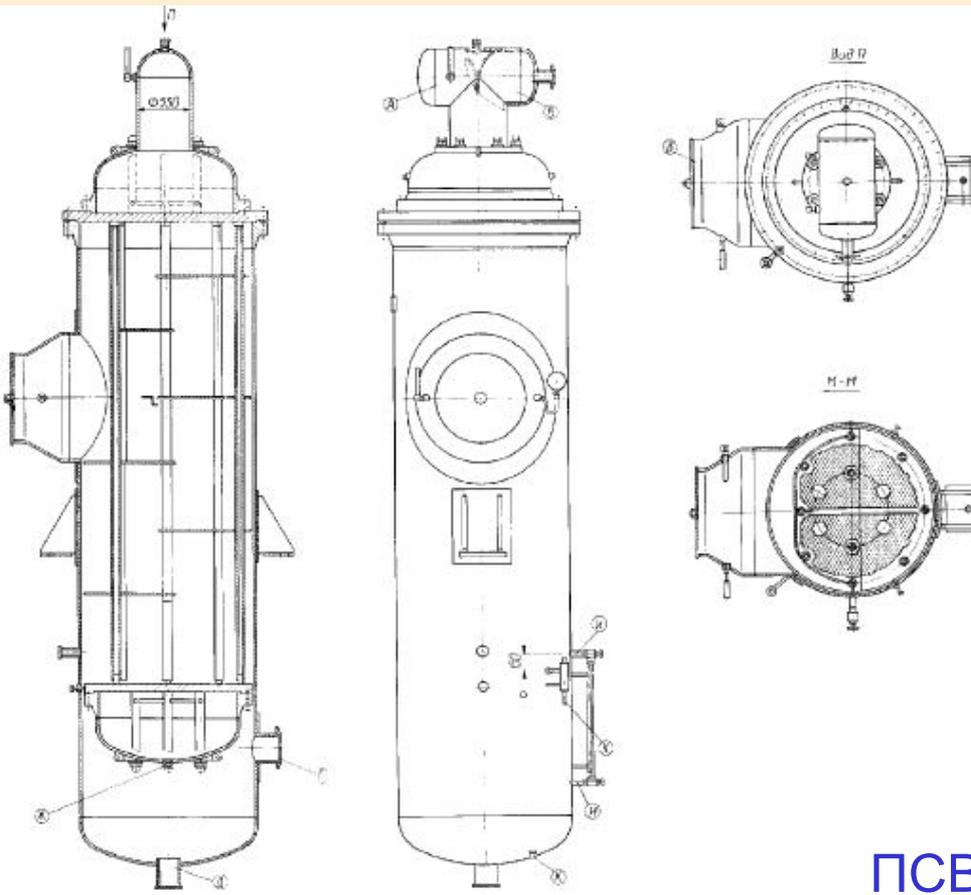
Подача -300 м<sup>3</sup>/ч

Напор -55 м.в.ст.

Частота вращения -2950  
об/мин

Насосы типа "Д" одноступенчатые, горизонтальные, с рабочим колесом двустороннего входа. Корпус насоса литой, чугунный, с полуспиральными подводами и спиральным отводом. Опорами ротора служат два подшипника качения с консистентной смазкой, один из которых воспринимает радиальную, а второй радиальную и осевую нагрузки. Корпус насоса в местах выхода вала имеет уплотнение сальникового типа. Сетевые насосы типа Д-300-55 установлены дополнительно для снабжения тепловых потребителей станции при выводе в ремонт магистральных тепловых сетей на город.

# Конструкция бойлеров



Основной и пиковый бойлеры идентичны по конструкции и представляют собой вертикальные поверхностные теплообменники, двухходовые по воде с прямыми трубками и плавающей нижней водяной камерой.

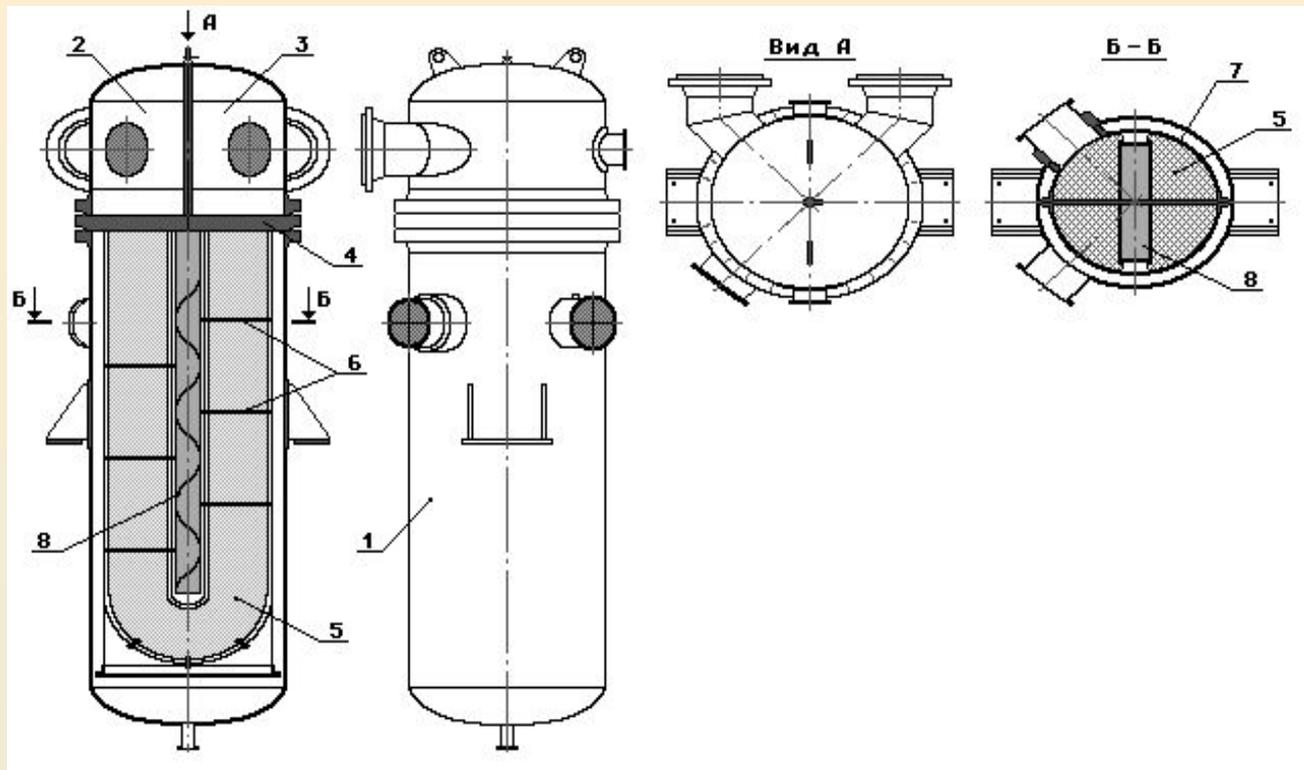
Трубная система состоит из трубных досок, каркаса, теплообменных труб диаметром 19×1 мм из латуни Л-68, концы которых развальцованы в трубных досках.

ПСВ-500-3-23

ПСВ-500-14-23

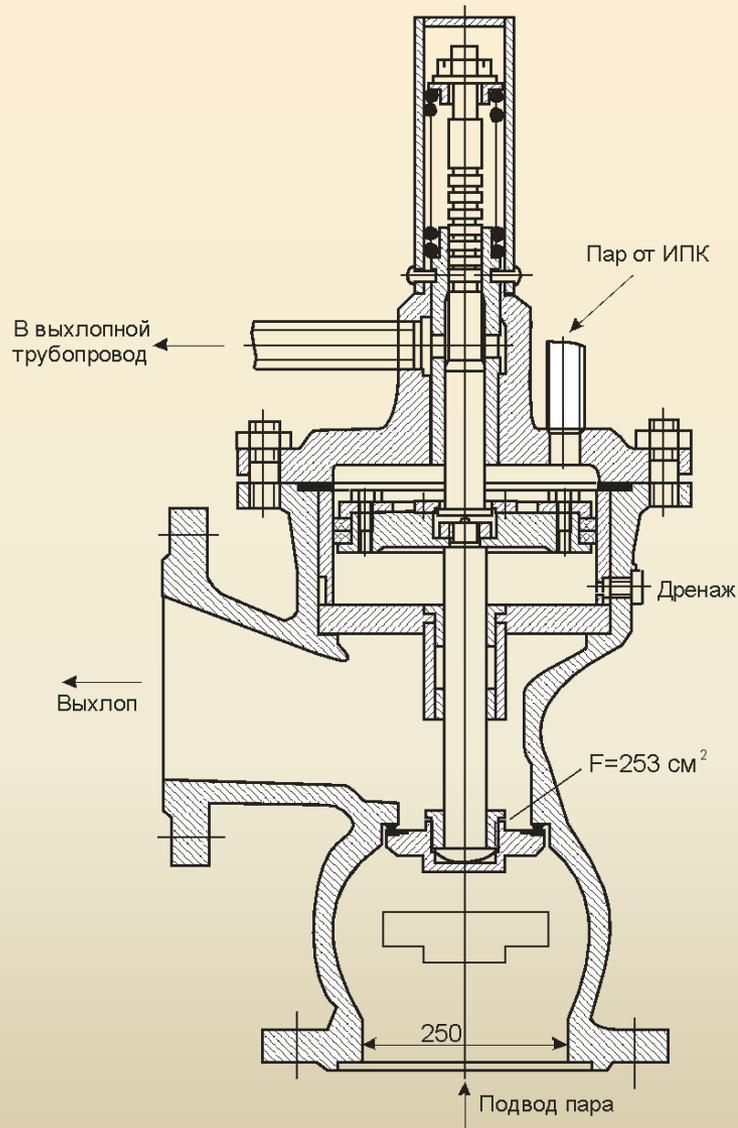
Поверхность нагрева, м <sup>2</sup>	500	500
Давление в корпусе, кг/см <sup>2</sup>	4	15
Температура воды на входе, °С	70	70
Температура воды на выходе, °С	120	150
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	1150	1800

# Охладитель конденсата бойлеров



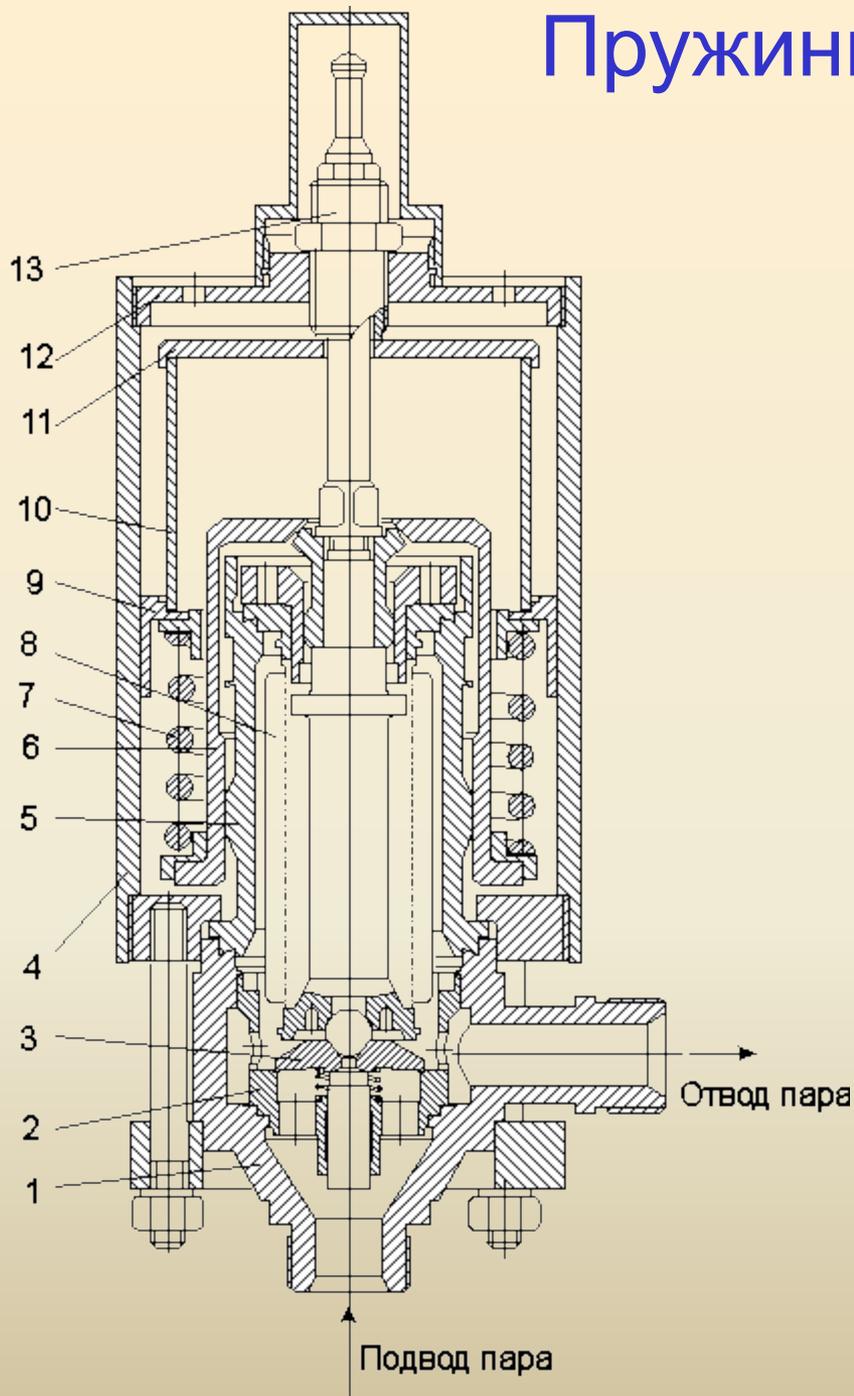
Охладитель конденсата типа ОВ 150 3 представляет собой водо-водяной теплообменник вертикального исполнения. Его основными узлами являются: верхняя водяная камера, корпус 1 и трубная система. Корпус и водяная камера состоят из цилиндрических обечайек с фланцами и эллиптическими днищами. Верхняя водяная камера разделена перегородкой на приемную 2 и выходную 3 части. К цилиндрической обечайке водяной камеры приварены соответственно входной и выходной патрубки сетевой воды. Патрубки входа и выхода конденсата греющего пара приварены к обечайке корпуса. Угол между ними 90°. Трубная система состоит из трубной доски 4, в которой развальцованы 244 U - образные стальные трубки 5 диаметром 22 мм, толщиной стенки 2 мм, дистанционных поверхностей 6 и кожуха 7.

# ГПК бойлеров



Для предотвращения несанкционированного открытия клапана в случае вакуумирования корпуса бойлера произведена замена предохранительных клапанов на конструкцию, которая **не позволяет тарелке клапана открываться при возникновении разряжения в корпусе бойлера до величины – 0,7 кгс/см<sup>2</sup>.**

# Пружинный импульсный клапан



Преимущество этих клапанов заключается в высокой надежности клапана.

Клапан пружинного типа имеет более точную настройку на заданное давление открытия, которая не изменяет своего значения в условиях эксплуатации.

Кроме того, данные клапаны не имеют протечек пара благодаря высокой точности обработки посадочного пояса тарелки и наличия сальфонного уплотнения штока.

1. корпус;
2. седло;
3. тарель;
4. переходник;
5. направляющая;
6. опора;
7. пружина;
8. сальфонный узел;
9. гильза;
10. проставка;
11. опора;
12. крышка;
13. винт регулировочный.

# Подготовка ТФУ к работе

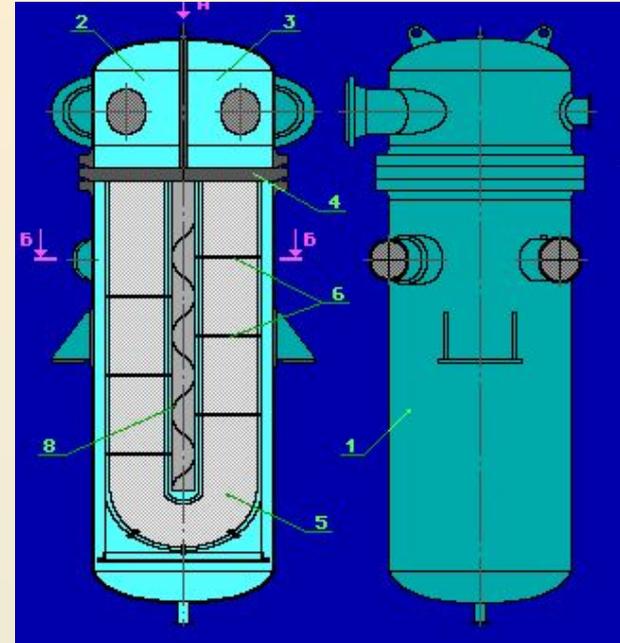
- Произвести внешний осмотр оборудования и трубопроводов проверить:
  - Окончание ремонтных работ, закрытие нарядов, уборку лесов, снятие ремонтных заглушек, уборку рабочих мест;
  - Отсутствие видимых повреждений трубопроводов, арматуры, дренажей, опор и подвесок;
  - Наличие и целостность тепловой изоляции на трубопроводах и арматуре;
  - Чистоту и освещение обслуживаемого оборудования;
  - Наличие и исправное состояние КИП.

# Пуск оборудования

- Собрать схему заполнения трубопроводов ТФУ ОВ через узел подпитки теплосети машзала или схему заполнения сетевой водой от котельной через трубопровод обратной сетевой воды жилпоселка;
- Заполнить трубопроводы т/сети до появления воды из воздушников на сетевых насосах и трубопроводах ТФУ;
- Подключить ТФУ к тепловой сети;
  - закрыть задвижки 0UM61-66S03 на напоре сетевых насосов
  - открыть 0UM12S02 обратка города;
  - открыть 0UM11S01 на прямой города;
- Опробовать работу и АВР сетевых насосов 0UM61(62,63,64)D01;
- Оставить один из сетевых насосов в работе;
- Режим работы насоса (расход и давление) определяет диспетчер т/сети, устанавливает МОТО напорной задвижкой.

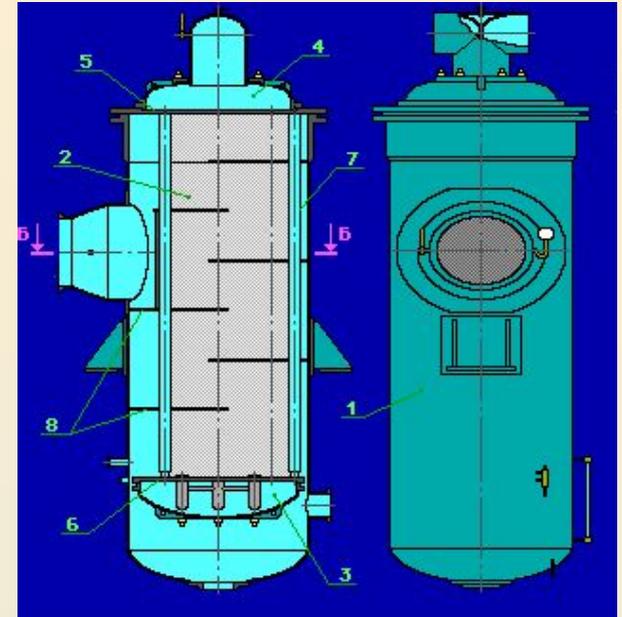
# Включение в работу ОДБ

- Заполнить по сетевой воде через входную задвижку при открытом дренаже по КГП;
- Проверить плотность трубной системы по отсутствию течи из дренажа по КГП;
- Открыть полностью вход и выход по СВ.



# Включение ОБ

- Приоткрыть входную задвижку по сетевой воде 1(2)UM61S01, заполнить ОБ;
- Проверить плотность трубной системы по отсутствию течи из дренажа по КГП (особенность в высокой температуре сетевой воды);
- открыть входную и выходную задвижки по СВ;
- Установить расход через ОБ, прикрыв на 25% задвижку на байпасе ОБ;
- Открыть дренаж до задвижек по пару для прогрева паропровода на 30 минут;
- Приоткрыть задвижку по пару для прогрева ОБ;
- При парении из дренажа открыть КГП на расширитель отмывки; дренаж на пол закрыть. Контролировать уровень в бойлере по ВУС;
- Открыть на 30 мин отсос бойлера в конденсатор;



# Включение ОБ

## (продолжение)

- Произвести опробование защит и блокировок бойлера;
- Включить холодильник пробоотбора;
- Произвести отбор пробы КГП;
- При удовлетворительных анализах КГП с разрешения НС ХЦ включить в работу линию отвода КГП на РДНД;
- Включить в режим "АВТ" работы регулятор уровня;
- Открыть полностью задвижку пар на ОБ;
- Выполнить перевод КГП с РДНД на конденсатор ТА;
- Нагрузить ОБ закрытием регулятора температуры на байпасе ОБ.

# Включение ПБ

- Приоткрыть входную задвижку по сетевой воде, заполнить ПБ;
- Проверить плотность трубной системы по отсутствию течи из дренажа по КГП;
- открыть входную и выходную задвижки по СВ;
- Установить расход через ПБ, прикрыв на 25% задвижку на байпасе ПБ;
- Приоткрыть паровую задвижку и прогреть паропровод на ПБ в течение 10-15 минут ;
- Ступенчато (в течение 30 минут) приоткрыть задвижку по пару на 10% и подать пар в ПБ для прогрева ;
- При парении из дренажа открыть КГП на расширитель отмывки; дренаж на пол закрыть Контролировать уровень в бойлере по ВУС;
- Открыть на 30 мин отсос бойлера в конденсатор;

# Включение ПБ (продолжение)

- Произвести опробование защит и блокировок бойлера;
- Включить холодильник пробоотбора;
- Произвести отбор пробы КГП;
- При удовлетворительных анализах КГП с разрешения НС ХЦ включить в работу линию отвода КГП на ОБ;
- Включить в режим "АВТ" работы регулятор уровня;
- Открыть полностью задвижку пар на ПБ;
- Нагрузить ПБ закрытием регулятора температуры на байпасе ПБ.

# Ограничения в работе ТФУ

При работе ОБ задвижки:

- КГП ПБ в РДНД, конденсатор ТА, помимо ОБ - **должны быть закрыты**, что бы избежать бессмысленного выброса тепла пара IV отбора в окружающую среду и неприятностей с работой оборудования!
- При нагрузке блока менее 50 % и при остановленной турбине **ОБ должен быть отключен**, в работе может быть ПБ с питанием паром от КСН, что бы избежать снижения давления греющего пара ниже атмосферного и ложного открытия предохранительного клапана бойлера с последующей потерей вакуума!

# При обслуживании сетевых насосов необходимо:

- контролировать наличие и качество смазки подшипников насоса;
- следить за вибрационным состоянием подшипников насоса и электродвигателя;
- следить за температурой подшипников насоса и электродвигателя, которая должна быть в пределах 50-60°C и не превышать 65°C;
- следить за температурой корпуса электродвигателя, которая не должна превышать 80°C;
- следить за давлением воды на всасе и напоре насосов;
- следить за состоянием сальников насосов, через которые должен быть небольшой проток воды;
- следить за подачей охлаждающей воды на сальниковые уплотнения;
- следить за техническим состоянием насосов, находящихся в резерве.

# При обслуживании бойлеров необходимо:

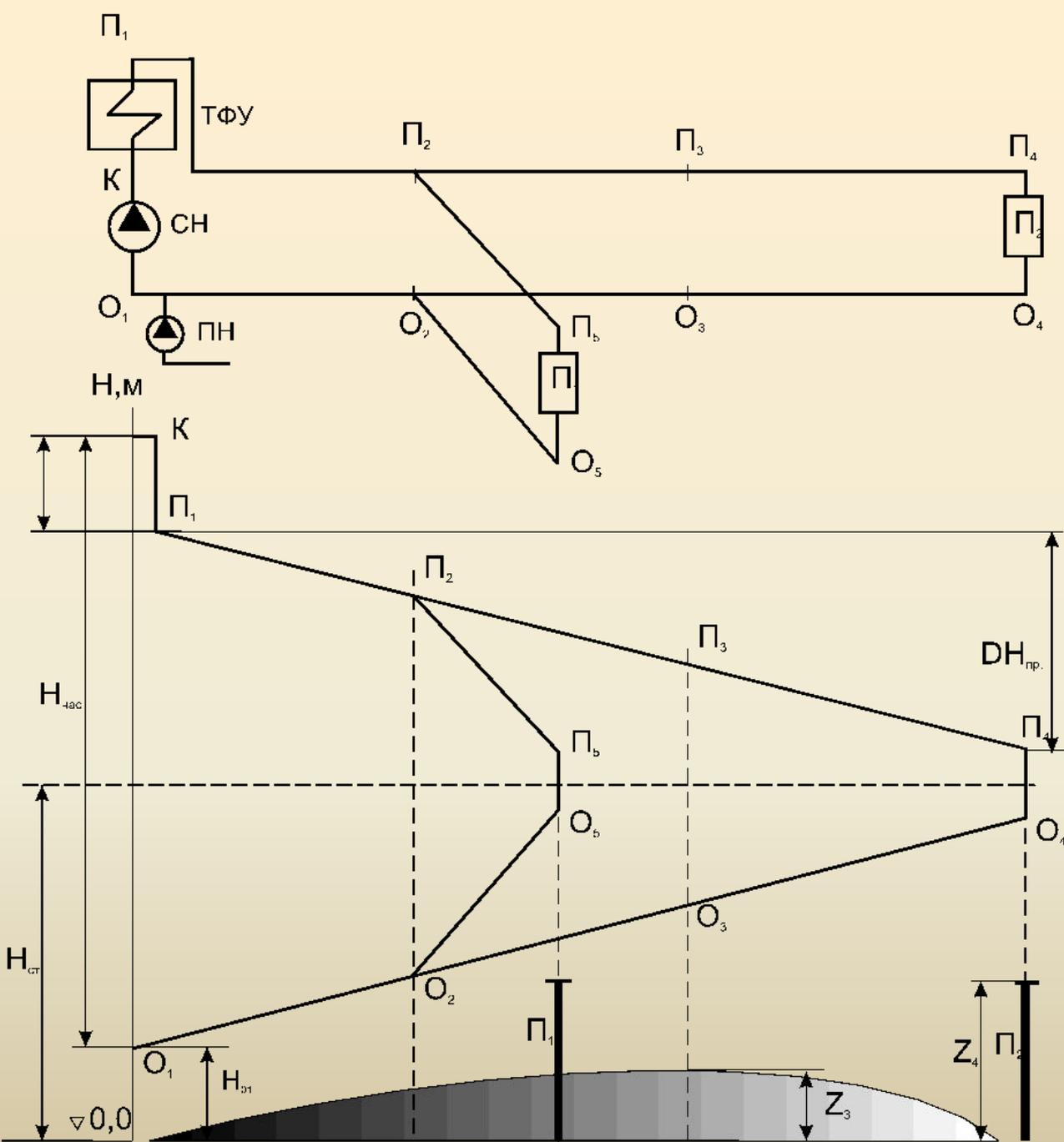
- контролировать давление прямой и обратной сетевой воды;
- контролировать температуру прямой сетевой воды, поддерживая ее согласно режимной карте;
- Контролировать расход сетевой через подогреватели сетевой воды;
- Контролировать уровень КГП в бойлерах. Проверять соответствие показаний приборов по уровню в подогревателях и показаний уровня в ВУС;
- контролировать ВХР работы ТФУ;
- Следить за положением ключа сигнализации и контроля положения арматуры ОБ, ПБ на панели 1МЦ-3 который должен быть в положении "РАБ" при нахождении бойлера в работе и в положении "РЕМ" при ремонте бойлера.

# Отключение ПБ

- Разгрузить ПБ по СВ открытием регулятора температуры;
- Закрывать задвижку на подводе пара к ПБ. Убедиться в снижении давления пара в корпусе подогревателя до "0";
- Закрывать задвижки отвода КГП, открыть дренаж КГП на пол;
- Закрывать задвижки на входе и выходе воды из ПБ.

# Отключение ОБ

- Открыть задвижку 1(2)UM61S03 и разгрузить ОБ по сетевой воде;
- Закрывать задвижку 1(2)RU20S01 - КГП в конденсатор ТА;
- Закрывать задвижку на подводе пара к ОБ, убедиться в снижении давления пара в корпусе подогревателя до "0";
- Закрывать задвижки по КГП и открыть дренаж КГП на пол;
- Закрывать задвижки 1(2)UM61S01,02 на входе и выходе воды из ОБ.



На пьезометрический график в определенном масштабе нанесены рельеф местности, высота присоединенных зданий, напор воды в сети.

По пьезометрическому графику определяют давление и перепад давлений в любой точке сети и абонентских системах.