

Министерство образования Саратовской области  
Государственное автономное образовательное учреждение Саратовской области  
среднего профессионального образования  
«Поволжский колледж технологий и менеджмента»

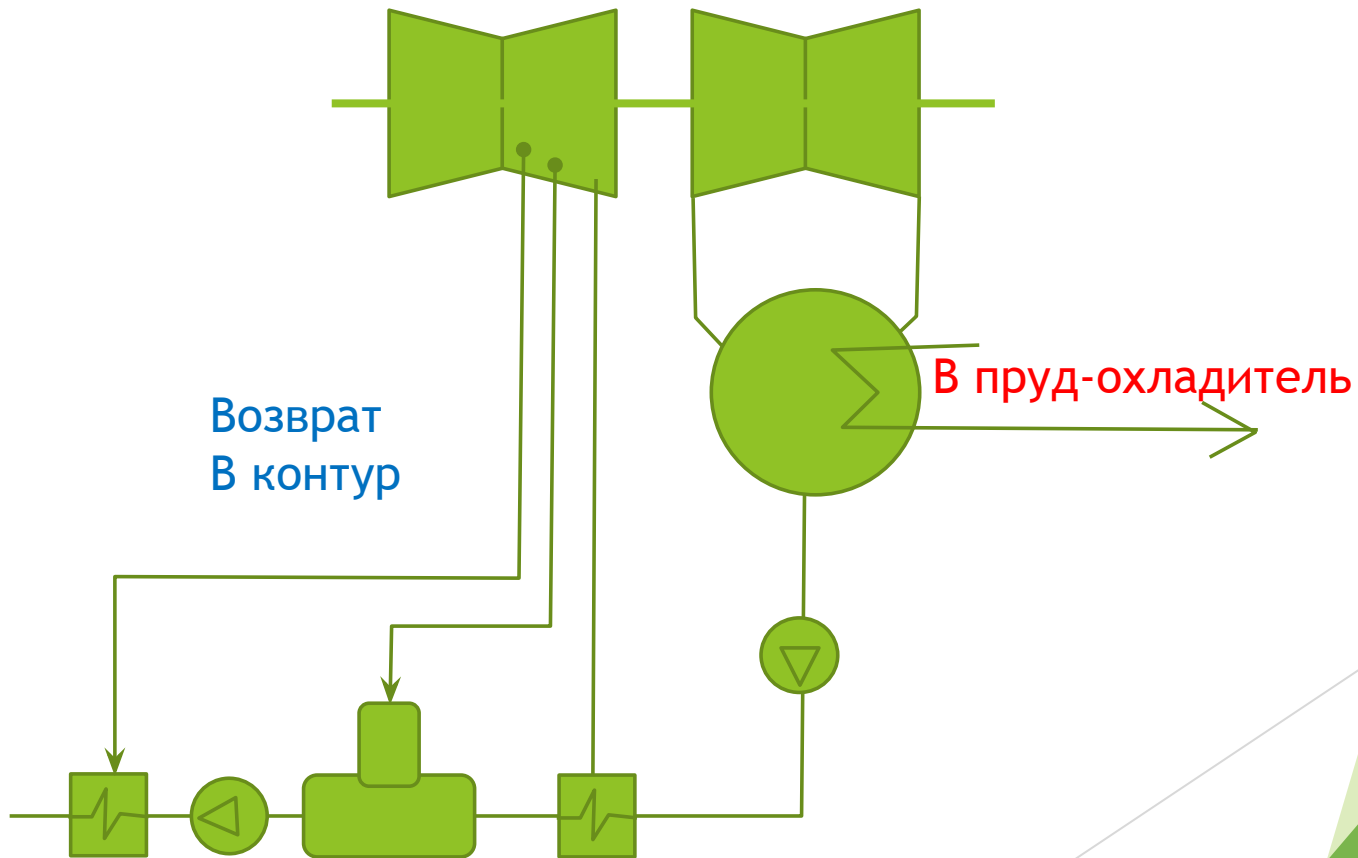
Тема:  
«Анализ эксплуатации регенеративного  
подогрева питательной воды высокого  
давления энергоблока ВВЭР-1000»

Выполнил:  
студент гр. 227  
Петров А.  
Руководитель:  
Демидов А.В.

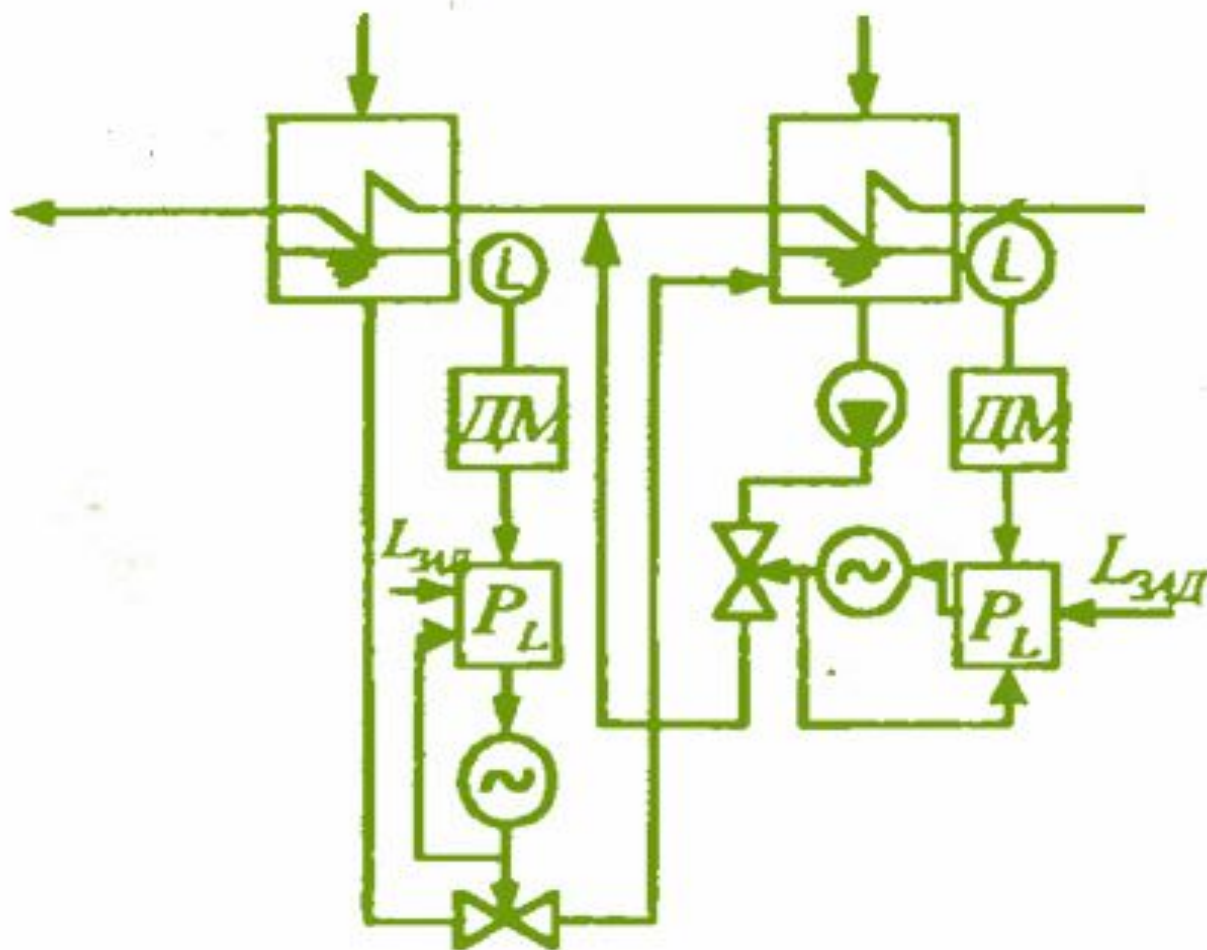
Балаково 2014

# Назначение

## Возврат Тепловой энергии



# Схема автоматического регулирования



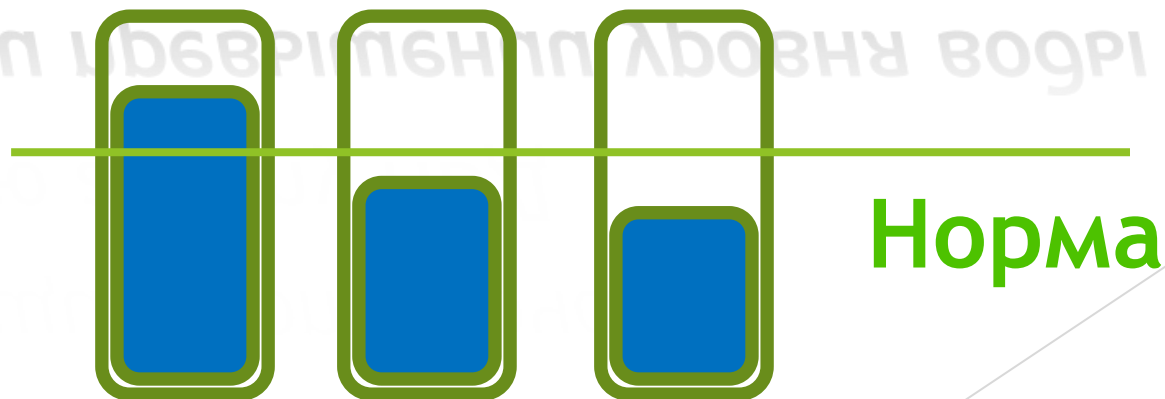
# Уровень - групповая защита

Защита отключает

всю группу ПВД

при превышении уровня воды  
в любом из подогревателей.

**Отключить всю группу**



# Дальнейшее повышение уровня

*Устанавливаются защиты,*

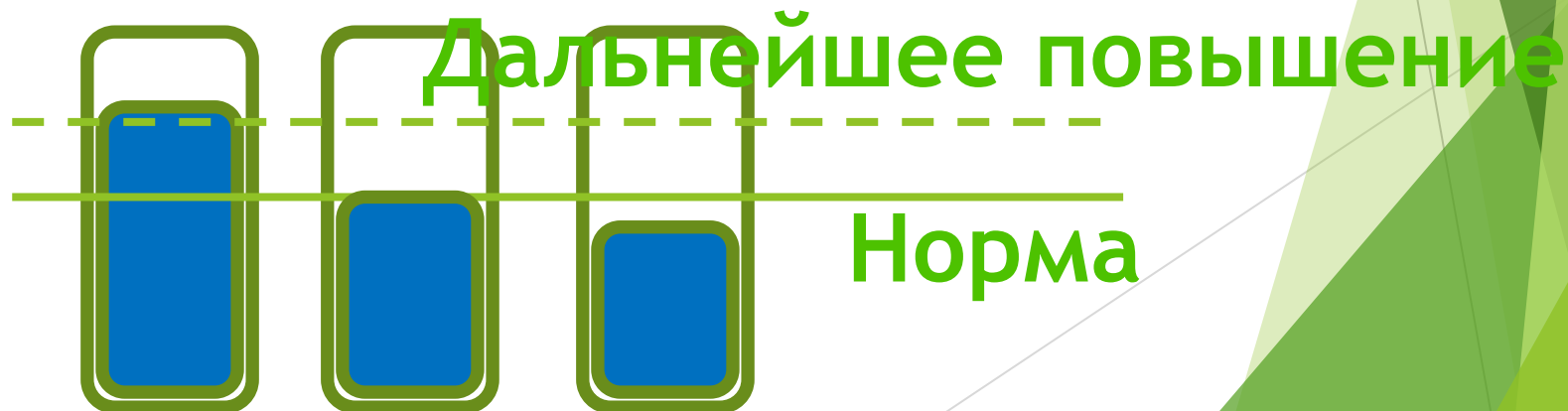
*отключающие блок при дальнейшем повышении уровня воды в подогревателе.*

*Импульс для срабатывания этой защиты берется по показаниям двух уровнемеров,*

*один из которых действует в системе защиты по первому уровню.*

*При срабатывании этой защиты налагается запрет на включение питательных насосов.*

## Отключить энергоблок



# *Включение и отключение*

Подогреватели могут включаться и отключаться:

- ▶ при пуске и останове турбоагрегата;
- ▶ при выводе его в ремонт и вводе в эксплуатацию после ремонта.

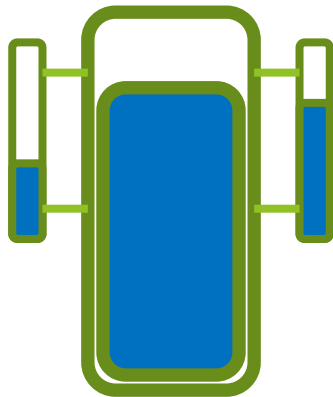
**включаются:**

- ▶ после набора нагрузки и
- ▶ появления в верхних отборах избыточного давления.

# Контроль защиты по переполнению

В процессе пуска *необходимо следить за уровнем воды в корпусах подогревателей* и за работой регуляторов уровня.

Перед пуском турбины необходимо опробовать защиту ПВД от переполнения.



**КОНТРОЛЬ  
РЕГУЛЯТОРОВ УРОВНЯ**

# *Вывод из работы*

*Вывод из работы* регенеративных подогревателей при останове турбины

производится *в обратной последовательности*.

*При хорошей плотности парового пространства подогревателей*

турбину *можно остановить с включенной* по пару и воде системой регенерации.



# Отключение - порядок

Отключение какого-либо подогревателя в ремонт производится в следующей последовательности:

- а) прекращается подача греющего пара;
- б) открывается задвижка обвода воды помимо подогревателя;
- в) закрываются задвижки входа и выхода воды;
- г) отключаются дренажные линии и линии отсоса воздуха.

# Включение - порядок

Включение в работу подогревателя после ремонта производится в следующем порядке:

а) трубная система через впускную задвижку или ее байпас заполняется водой, и производится ее опрессовка.

Плотность системы проверяется по отсутствию течи из дренажа корпуса или по водомерному стеклу;

б) открываются задвижки на входе и выходе воды;

в) закрывается задвижка на обводной линии;

г) открывается отсос воздуха из корпуса подогревателя;

д) производятся прогрев и дренирование паропровода греющего пара;

е) прогревается корпус подогревателя;

ж) открывается паровая задвижка, и после появления уровня конденсата в водоуказательном стекле открывается дренажная линия и включается регулятор уровня.

# Контроль прогрева корпуса

Прогрев корпусов ПВД следует производить с большой осторожностью, чтобы не вызвать значительных температурных напряжений и коробления фланцев.

Для контроля за прогревом корпуса подогревателя необходимо следить за скоростью роста температуры:

- ▶ питательной воды или
- ▶ температуры насыщения греющего пара.

*(Эти величины регламентируются местными инструкциями по эксплуатации).*

# Обслуживание регенеративной схемы

*Обслуживание регенеративной схемы* в условиях нормальной работы заключается в наблюдении:

- ▶ за состоянием работающего оборудования и параметрами, характеризующими его работу,
- ▶ в устранении отклонений от нормального режима работы,
- ▶ в производстве профилактических мероприятий и
- ▶ в систематическом опробовании защит и блокировок.

# Показатели работы

В условиях нормальной эксплуатации **важнейшими показателями работы** подогревателя являются:

- ▶ величина нагрева воды и
- ▶ величина недогрева воды до температуры насыщения греющего пара

**Отклонение** этих величин от расчетных

указывает на **ненормальную работу** подогревателей.

**При пониженных нагрузках** давления в отборах упадут и **нагрев воды** в подогревателях (за исключением деаэратора) **снизится**.

**Снижение нагрева** в подогревателях высокого давления

**приведет к понижению температуры питательной воды**, поступающей в парогенератор.

# *Уменьшение недогрева*

*Если уменьшение недогрева является следствием увеличения коэффициента теплопередачи в подогревателе,*

*то это безусловно **повышает** экономичность установки.*

*Если же уменьшение недогрева происходит за счет **проскока пара** из верхнего подогревателя через воздушную линию или линию слива дренажа,*

*то экономичность установки **будет ухудшаться** из-за вытеснения низко- потенциальных отборов пара высокопотенциальными.*

# Уровень конденсата

*Необходимо следить за уровнем конденсата и за исправной работой конденсатоотводчиков и регуляторов уровня.*

*Не допускается работа при отсутствии уровня, а также при слишком высоком уровне в корпусе подогревателя.*

- ▶ В **1**-м случае *возможен проскок пара* в нижний подогреватель;
- ▶ во **2**-м — *уменьшается поверхность* основной (конденсационной) части подогревателя, что может послужить причиной недогрева питательной воды.

# Обязанности обслуживающего персонала

В обязанности обслуживающего персонала входит систематическое опробование:

- ▶ сигнализации повышения уровня в ПВД,
- ▶ работы обратных клапанов отбора,
- ▶ АВР сливных насосов.

Не реже **1** раза в **3** мес. производится опробование защит ПВД от переполнения по I и II пределам.

Опробование защиты по I пределу производится замыканием контактов уровнемера.

При этом проверяется работа водозапорной арматуры и сигнализации.

Перед испытанием эксплуатационный персонал должен быть предупрежден о временном понижении температуры питательной воды.

Опробование защиты по II пределу, вызывающей останов блока, производится с переводом импульса на сигнал.



# *Неисправности элементов системы*

Неисправности элементов системы регенерации *существенно влияют на экономичность* всей турбо-установки, в следствии чего устранение их должно производиться в возможно короткий срок.

*Вывод в ремонт регенеративных подогревателей* не связан с остановкой турбины, а может производиться при работающем агрегате.

# *Конденсат и набор защитных клапанов*

Слив КГП из ПВД-7 осуществляется в ПВД-6, из которого КГП направляется в деаэратор.

У каждой группы ПВД групповое защитное устройство, которое состоит из:

- ▶ комбинированного (впускного и перепускного) клапана на входе,
- ▶ обратного клапана на выходе питательной воды из подогревателей.

# *Основные узлы*

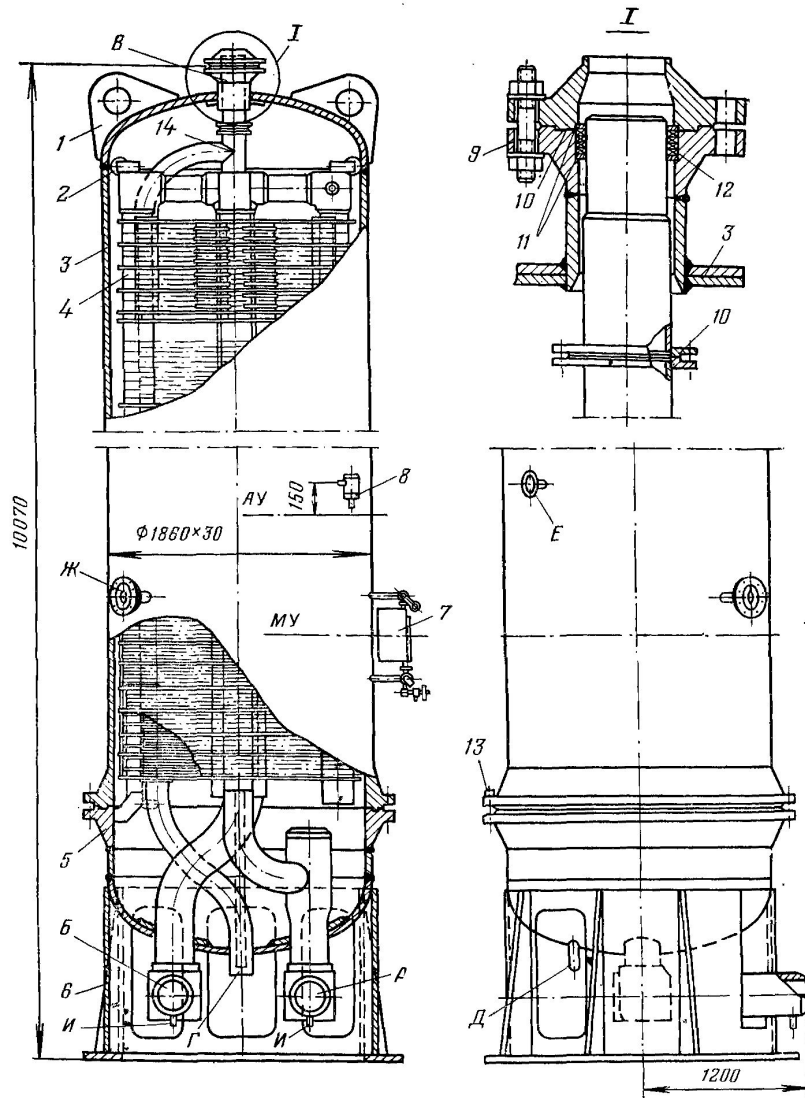
ПВД представляют собой аппараты:

- ▶ сварной конструкции
- ▶ вертикального типа.

*Основными узлами* подогревателя являются:

- ▶ корпус и
- ▶ трубная система.

# Подогреватель высокого давления



1 – рым для подъема корпуса; 2 – направляющие ролики; 3 – корпус; 4 – трубная система; 5 – нижняя крышка; 6 – опора; 7 – водоуказательный прибор; 8 – конденсационный бачок аварийного сигнализатора уровня; 9 – фланец паровой патрубка; 10 – паранитовая прокладка; 11 – подкладные кольца; 12 – набивка из асбестопроволочного шнура; 13 – шпильки; 14 – пароподводящая труба;

МУ – минимальный уровень конденсата в корпусе;

АУ – аварийный уровень конденсата; А, Б – вход и выход питательной воды;

В – вход греющего пара;

Г – выход конденсата греющего пара из охладителя дренажа;

Д – отсос воздуха;

Е – впуск воздуха из вышерасположенного подогревателя;

Ж – впуск конденсата греющего пара из вышерасположенного подогревателя;

И – опорожнение трубной системы.

# Конструкция

Подогреватель имеет 2-е зоны поверхностей нагрева питательной воды:

- ▶ Зону конденсации пара (КП) и
- ▶ охладитель конденсата (ОК).

Корпус подогревателя состоит из:

- ▶ верхней съемной части (цилиндрическая обечайка, штампованное днище и фланец)
- ▶ и нижней - неподвижной части (днище, фланец и опора).

На съемной части корпуса расположены штуцеры различного назначения.

# Движение потоков

Питательная вода поступает в подогреватель через входной коллектор и по распределительным трубам раздается на три потока.

Расход питательной воды по зонам подогревателя регулируется дроссельными шайбами, вваренными в коллекторные трубы.

# Дроссельная шайба

Дроссельная шайба разделяет питательную воду на 2-а потока.

**1**-ин - основной - направляется в спирали зоны конденсации пара "КП",

**2**-ой - в спирали охладителя конденсата "ОК",  
после чего перебрасывается по перепускным трубам, смешивается с основным потоком в раздающем коллекторе.

# Процесс нагрева

За счёт тепла конденсирующегося пара *питательная вода* в зоне конденсации *нагревается до температуры, близкой к температуре насыщения пара* и по выходным коллекторным трубам отводится в подогреватель последующей ступени подогрева или в питательную линию парогенератора.

Все подогреватели имеют 1-о ходовое движение питательной воды в зоне конденсации пара.



## *Греющий пар*

Греющий пар поступает в верхнюю часть ПВД и по пароподводящей трубе подводится в зону конденсации пара.

Греющий пар движется навстречу нагреваемой питательной воде.

В зоне конденсации между змеевиками расположены горизонтальные перегородки, отводящие конденсат к периферии трубной системы и направляющие конденсирующийся пар на спиральные змеевики.

Пар движется сверху вниз, проходя через отверстия в горизонтальных перегородках, конденсируется на поверхности змеевиков, конденсат отводится от центра к стенке корпуса и стекает в нижнюю часть подогревателя.

# Ход воды

В нижней части трубной системы расположен охладитель конденсата, который образует часть 1-го хода воды.

Его поверхность нагрева составляет 364 м<sup>2</sup>.

Здесь организовано доохлаждение конденсата ниже температуры кипения, отвечающей давлению греющего пара.

В связи с этим невозможно вскипание конденсата греющего пара при его сливе в предыдущий корпус ПВД.

При этом исключается снижение тепловой экономичности за счет уменьшения расхода греющего пара в этот ПВД.

При движении вдоль плоскости спиралей конденсат входит в отверстие в верхней перегородке, делает кольцевые ходы по ярусам и выходит через отверстие в нижней перегородке в дренажный трубопровод, по которому выводится из ПВД.

## *Отвод неконденсирующихся газов*

Отвод неконденсирующихся газов производится через трубопровод (К) с отверстиями, установленный над охладителем конденсата.

Отсос неконденсирующихся газов выполнен отдельными трубопроводами диаметром 80 мм из ПВД в деаэратор или РДТ.

# *Уровень конденсата*

Уровень конденсата в корпусе ПВД поддерживается с помощью регулирующего клапана.

ПВД-7 и ПВД-6 поставляются с предохранительными устройствами для защиты от повышения давления корпусах.

# Характеристика ПВД

Наименование	Тип	Поверхность нагрева, м <sup>2</sup>	Максимальное давление питательной воды, кгс/см <sup>2</sup>	Максимальное давление по пару, кгс/см	Диаметр парового патрубка по пару, мм
ПВД-6	ПВ-2500-97-18А	2500	97	18	400
ПВД-7	ПВ-2500-97-28А	2500	97	28	300

# *Направление греющего пара*

Греющий пар поступает в подогреватель по трубопроводу сверху и движется навстречу нагреваемой питательной воде.

ФИНИШ

