

# Подогреватели сетевой воды

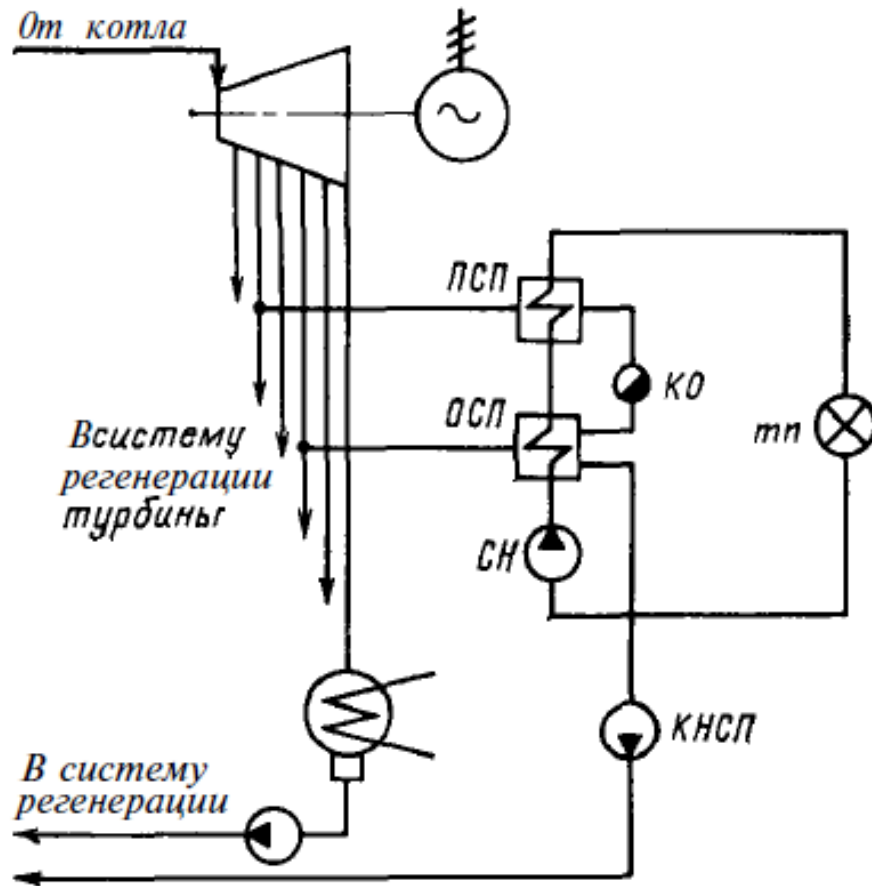
Лектор: профессор каф. АТЭС Коротких А.Г.



# Сетевые подогреватели

- **Сетевые подогреватели** служат для подогрева паром из отборов турбин сетевой воды, используемой для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения тепловых потребителей.
- Небольшие сетевые подогревательные установки теплопроизводительностью порядка 10—20 МВт имеются практически на всех ГРЭС, где они служат для отопления жилых поселков. Значительно более крупные подогревательные установки применяют на отопительных ТЭЦ, снабжающих теплотой города и городские районы. На **ГРЭС** сетевые подогреватели питаются паром из нерегулируемых отборов турбин конденсационного типа, а на **ТЭЦ** для этой цели используют регулируемые отборы пара с давлением 0,05—0,25 МПа для турбин типов Т и ПТ.

# Схема сетевой подогревательной установки на ГРЭС



*ОСП* и *ПСП* — основной и пиковый сетевые подогреватели;

*СН* — сетевой насос;

*КНСП* — конденсатный насос сетевых подогревателей;

*КО* — конденсатоотводчик;

*ТП* — тепловой потребитель

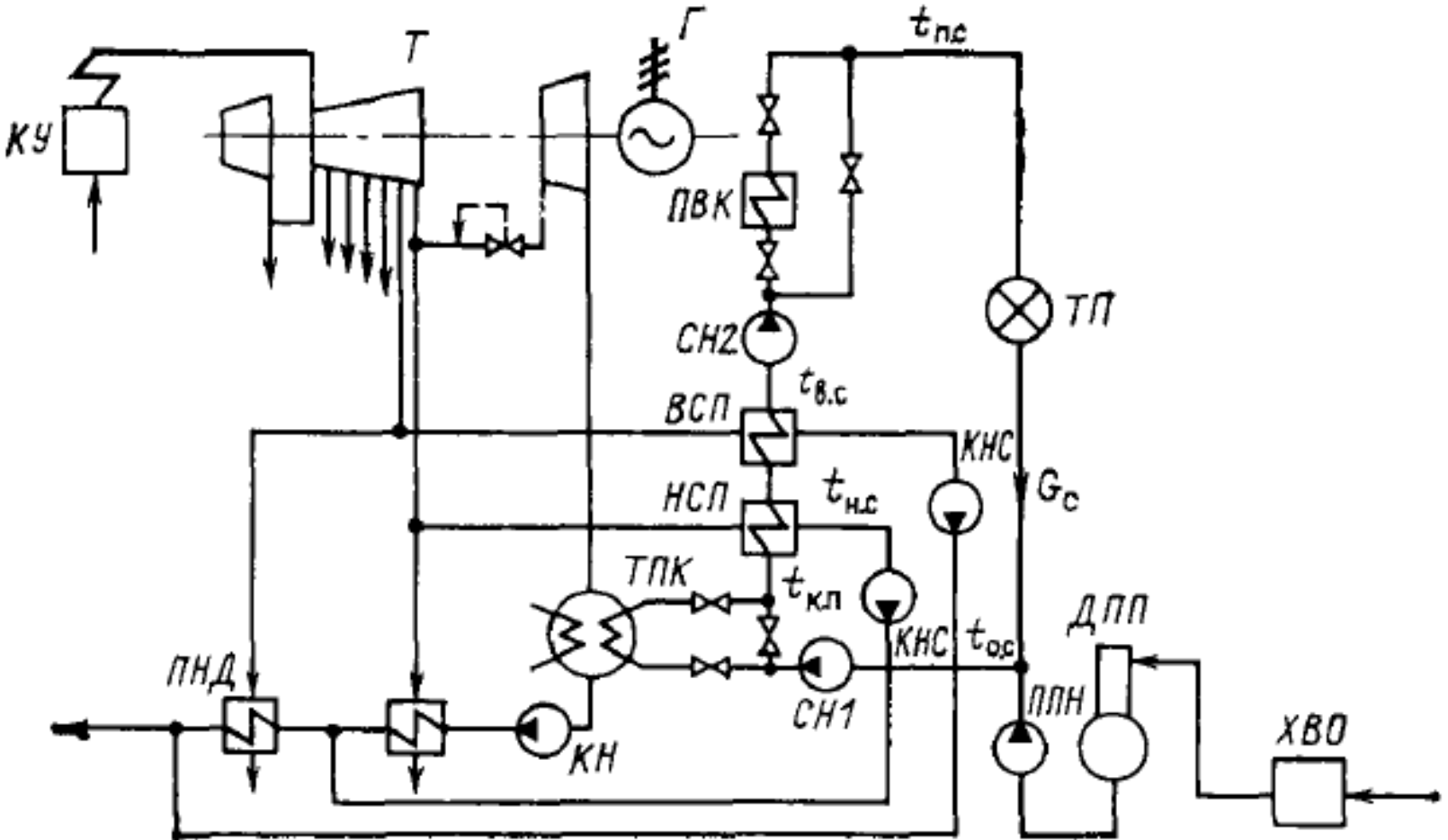
# Схема сетевой подогревательной установки

Основной подогреватель питается паром с давлением 0,05–0,15 МПа, пиковый – 0,4–0,6 МПа.

Основной подогреватель используется в течение всего отопительного периода, а пиковый – только в наиболее холодные дни.

На современных ТЭЦ применяется преимущественно многоступенчатый подогрев сетевой воды (см. рис.), обеспечивающий максимальную выработку электроэнергии на тепловом потреблении, высокую тепловую экономичность электростанции и улучшающий регулировочные возможности схемы.

# Схема сетевой подогревательной установки на ТЭЦ



# Схема сетевой подогревательной установки на ТЭЦ

Подогрев сетевой воды может осуществляться в теплофикационном пучке конденсатора (ТПК) турбины, в нижнем и верхнем сетевых подогревателях (НСП, ВСП) и в пиковом водогрейном котле (ПВК). Нижний и верхний подогреватели питаются паром из двух соседних совместно регулируемых отборов турбины. Давление в нижнем отборе может поддерживаться постоянным в интервале от 0,05 до 0,2 МПа, а в верхнем — от 0,06 до 0,25 МПа в зависимости от температурного графика сетевой воды.

# Сетевая вода

Качество сетевой воды, прокачиваемой через поверхности нагрева сетевых подогревателей, значительно ниже конденсата турбин. В ней могут присутствовать продукты коррозии, соли жесткости и другие примеси. Попадание сетевой воды в конденсат греющего пара недопустимо, поэтому обеспечение высокой плотности сетевых подогревателей является важной задачей конструкторов.

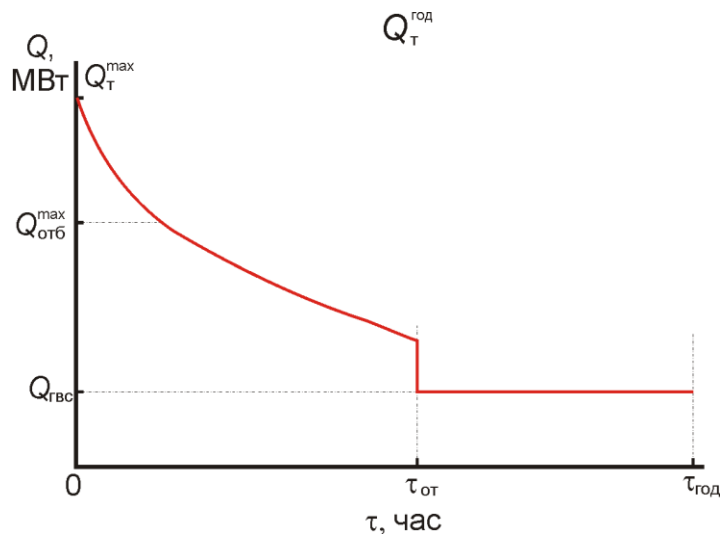
Греющий пар из отборов турбины омывает трубки снаружи, а сетевая вода циркулирует внутри трубок. Наличие примесей в сетевой воде и возможность их отложения на поверхностях нагрева исключают применение в сетевых подогревателях гнутых трубок, не допускающих их внутреннюю чистку.

# Греющий пар

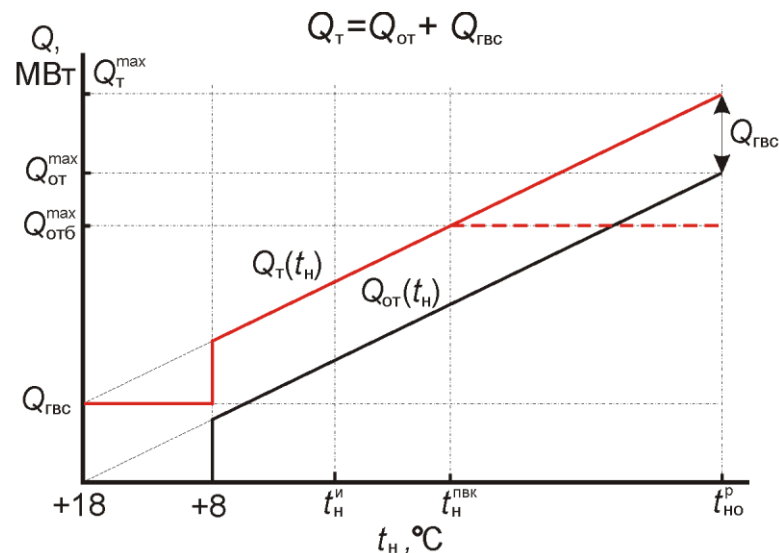
- В зависимости от температурного графика тепловой сети подогрев воды в сетевых подогревателях осуществляется от 40–70 °С до 70–120 °С и для этого используется пар отборов с давлением в большинстве режимов ниже атмосферного.
- Необходимость применения воздухоотсасывающих устройств – эжекторных установок – для удаления воздуха и неконденсирующихся газов из зоны теплообмена.



# Графики тепловых нагрузок на ЭС



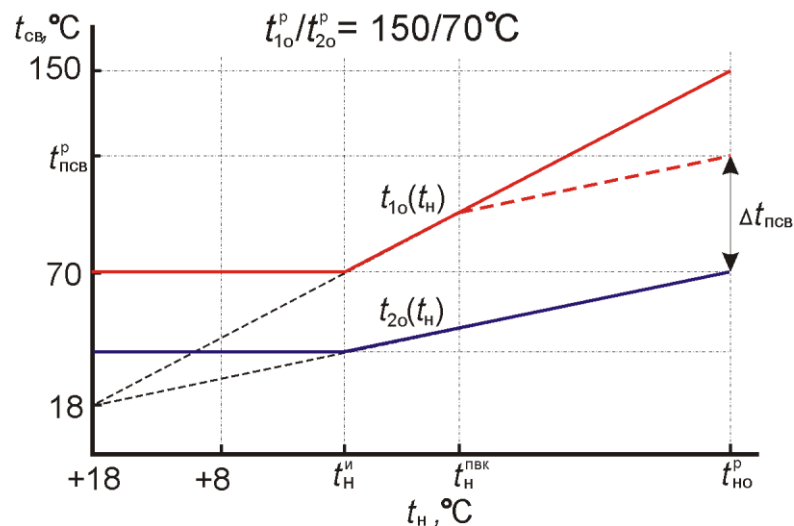
а)



б)

Графики отпуска тепла и сетевой воды на ЭС:

а – годовой отпуск тепла, б – текущий отпуск тепла, в – текущая температура сетевой воды



в)

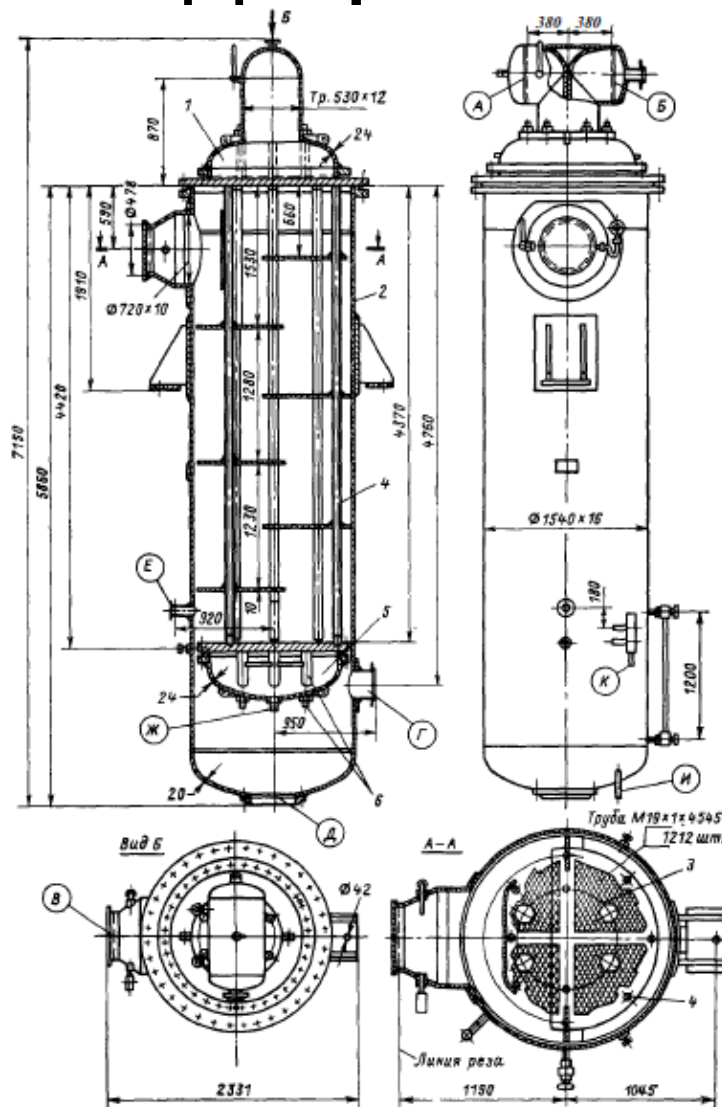
# Конструкции сетевых подогревателей

По конструкции различаются сетевые подогреватели *вертикального и горизонтального* типов. В соответствии с отраслевым стандартом ОСТ 108.271.101-76 первые обозначаются буквами **ПСВ**, а вторые — **ПСГ**.

Вертикальные сетевые подогреватели выпускаются Саратовским заводом энергетического машиностроения и используются на сетевых подогревательных установках небольшой и умеренной теплопроизводительности — на ГРЭС и на теплофикационных установках Т-25-90, ПТ-25-90, а также на теплофикационных установках ПТ-60-90, ПТ-60-130 и ПТ-80-130 изготовления ЛМЗ — и имеют поверхности теплообмена 45, 63, 90, 125, 200, 315 и 500 м<sup>2</sup>.

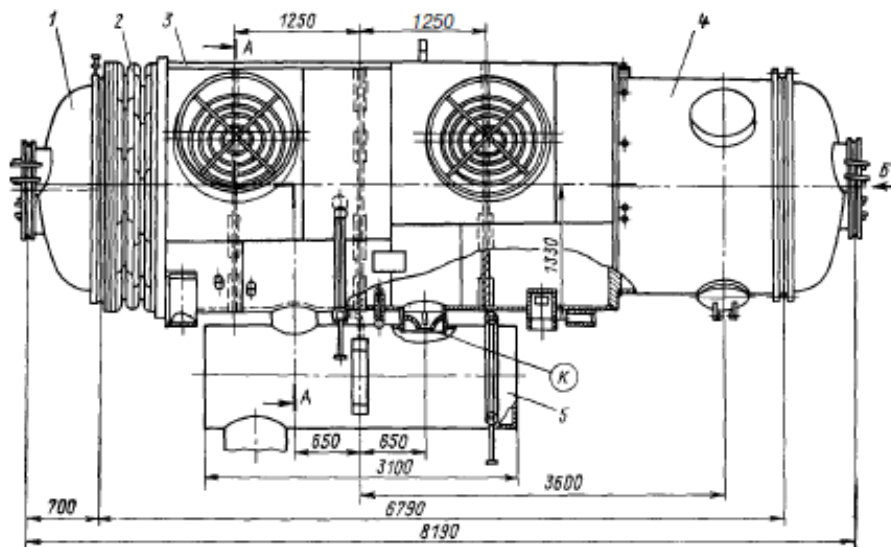
В соответствии с ОСТ *первая цифра* в обозначении подогревателя соответствует поверхности теплообмена (м<sup>2</sup>), *вторая и третья цифры* — максимальные рабочие давления пара и сетевой воды (кгс/см<sup>2</sup>), четвертая (римская) цифра — модификация аппарата.

# Вертикальный сетевой подогреватель ПСВ-315-14-23

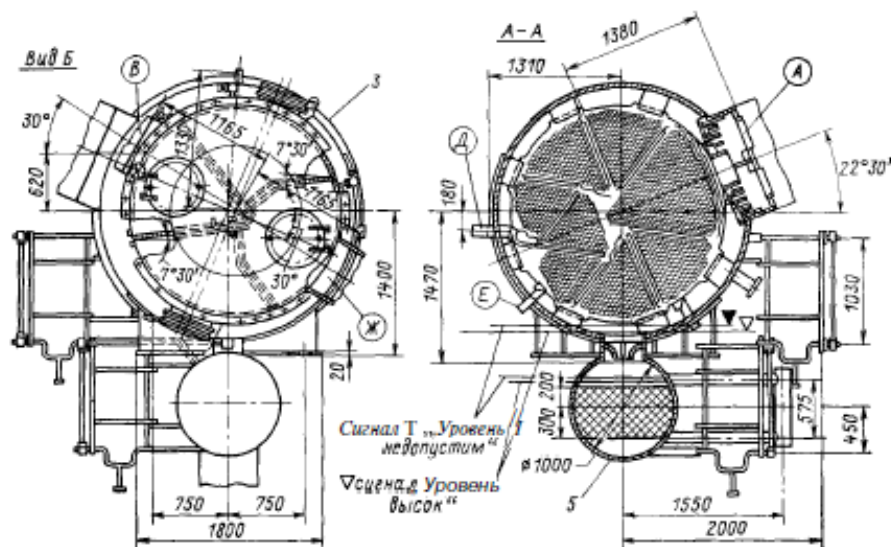


А и Б — патрубки подвода и отвода сетевой воды; В — подвод греющего пара; Г — подвод дренажа (конденсата греющего пара) от подогревателя с более высоким давлением греющего пара при каскадном сливе; Д — отвод дренажа из подогревателя; Е — отсос паровоздушной смеси; Ж — штуцер для спуска сетевой воды из нижней («плавающей») водяной камеры; И — штуцер для спуска сетевой воды на нижнем днище корпуса подогревателя; К — датчик дистанционного измерителя уровня дренажа в корпусе подогревателя; 1 — верхняя водяная камера; 2 — корпус подогревателя; 3 — трубная система; 4 — анкерные трубки каркаса трубного пучка; 5 — «плавающая» водяная камера; 6 — анкерные связи трубной доски

# Горизонтальный сетевой подогреватель типа ПСГ-1300-3-8-П



А — ввод греющего пара (два патрубка); В — выход сетевой воды; Д — отсос паровоздушной смеси; Е — подвод паровоздушной смеси из подогревателя с более высоким давлением пара; Ж — вход сетевой воды; К — патрубок отвода конденсата греющего пара из корпуса подогревателя в сборник конденсата; 1 — поворотная (задняя) водяная камера; 2 — линзовый компенсатор на корпусе; 3 — корпус подогревателя; 4 — входная (передняя) водяная камера; 5 — сборник конденсата



# Теплообмен в сетевых подогревателях

Расчет теплообмена в сетевых подогревателях не отличается от расчета регенеративных подогревателей. Теплоотдача к трубному пучку происходит при конденсации пара на вертикальных или на горизонтальных прямых трубах. Передача теплоты от поверхности труб к нагреваемой воде происходит при вынужденном движении сетевой воды.

При определении коэффициента теплоотдачи от конденсирующегося пара к пучку горизонтальных труб может быть использована формула

$$\alpha_1 = CA \left( \frac{r}{l(t_s - t_c^{cp})} \right)^{0.25} \varepsilon_2$$

где значение коэффициента  $C=0,725$ .