

## Лекция № 6

### 6.1. Открытые тепловые сети

В открытых тепловых сетях осуществляется непосредственный водоразбор из тепловых сетей на ГВС (рис. 6.1).

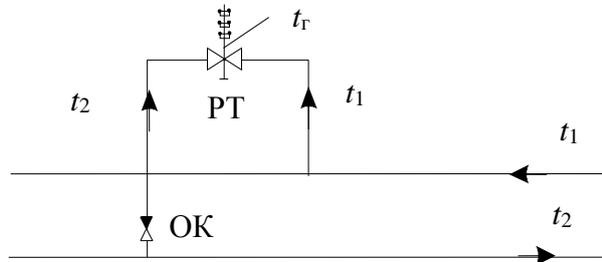


Рис. 6.1. Схема включения системы ГВС

Расход теплоты, передаваемой по тепловым сетям при открытой системе теплоснабжения

$$Q = G_1 c (\tau_1 - \tau_x) - G_2 c (\tau_2 - \tau_x) \quad , \text{ МВт (Гкал/ч)}, \quad (6.1)$$

где  $G_1, G_2$  – расходы воды в подающем и обратном трубопроводах, кг/с (кг/ч);

$c$  – теплоемкость воды, кДж/(кг °С);

$t_1, t_2$  – температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах, °С.

### 6.2. Закрытые тепловые сети

В закрытых системах дополнительно устанавливаются водоводяные подогреватели ГВС. На предприятиях возможна установка пароводяных подогревателей ГВС. В систему ГВС поступает водопроводная (питьевая) вода после подогревателя. Подогреватели ГВС могут быть включены в соответствии с одной из трех схем (см. рис.6.2).

Расход теплоты, передаваемой по водяному теплопроводу, при закрытой системе теплоснабжения

$$Q = G c (\tau_1 - \tau_2), \quad \text{ МВт (Гкал/ч)}. \quad (6.2)$$

*Параллельная схема*

При такой схеме (рис.6.2 а) расход сетевой воды на абонентском вводе определяется суммой расходов воды на отопление и горячее водоснабжение:

$$G_{ав} = G_o + G_{ГВС}, \text{ т/ч.} \quad (6.3)$$

Расход сетевой воды на отопление является постоянной величиной и поддерживается на расчетном уровне регулятором расхода РР. Расход сетевой воды на горячее водоснабжение является резко переменной величиной. Регулятор РТ изменяет этот расход в соответствии с нагрузкой ГВС.

Недостатки схемы: при параллельном присоединении отопления и ГВС обратная сетевая вода, возвращаемая из отопительной установки с температурой порядка 40-70 °С, не используется для подогрева холодной водопроводной воды, имеющей на вводе температуру порядка 5 °С, хотя теплом обратной воды после отопления можно покрыть значительную долю нагрузки ГВС, поскольку  $t_{ГВС}$ , подаваемой в систему горячего водоснабжения, обычно не превышает 55 – 60 °С. При рассматриваемой схеме вся тепловая нагрузка ГВС удовлетворяется за счет тепла сетевой воды, поступающей в водо-водяной подогреватель непосредственно из подающей линии тепловой сети. Поэтому получается завышенный расход воды в городских сетях. Это вызывает увеличение диаметров тепловых сетей и рост начальных затрат на их сооружение, а также увеличение расхода электрической энергии на перекачку теплоносителя.

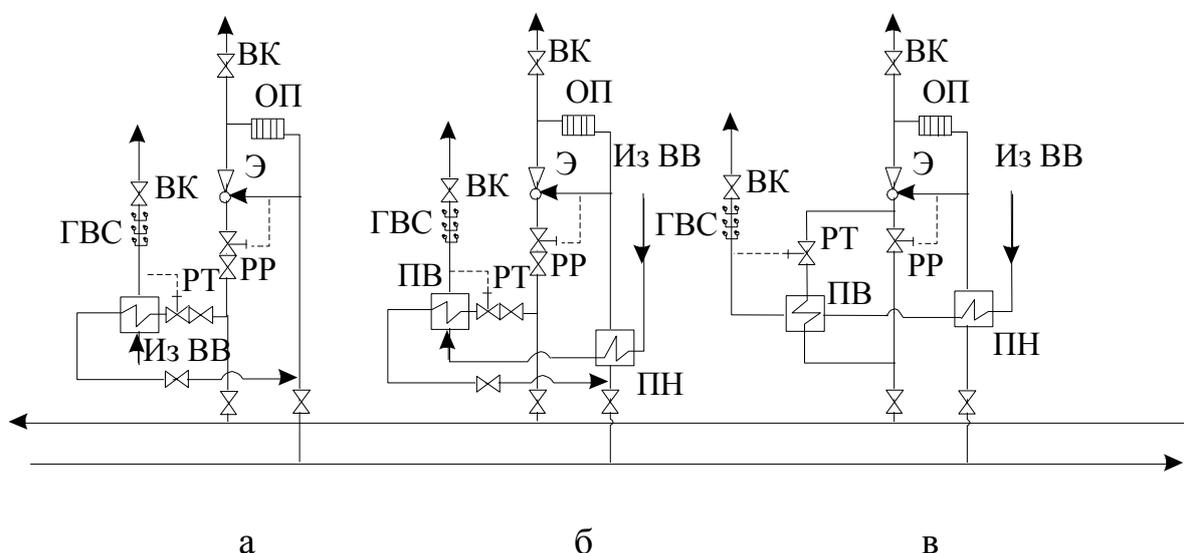


Рис. 6.2. Схемы подключения систем отопления и горячего водоснабжения к тепловым сетям:

*а - параллельная схема включения установки горячего водоснабжения и отопительной установки по зависимой схеме со струйным смешением; б - смешанная двухступенчатая схема; в - последовательная двухступенчатая схема*

Но независимое регулирование тепла на горячее водоснабжение исключает снижение расхода тепла на отопление при максимальных водоразборах. Поэтому параллельные присоединения подогревателей применяется при значительной доле тепловой нагрузки на горячее водоснабжение  $Q_{\max}^{\Gamma} / Q_0' \geq 1,2$ , а также в зданиях с небольшим суммарным расходом тепла (до 230 кВт -  $Q_{\max}^{\Gamma} / Q_0' \leq 0,1$ ), когда простота приготовления горячей воды и затраты на оборудование экономически выгоднее перерасхода теплоносителя.

#### *Двухступенчатая смешанная схема*

Особенностью схемы (рис. 6.2,б) является двухступенчатый подогрев воды для ГВС. В нижней ступени подогрева (ПН) холодная вода предварительно подогревается за счет тепла воды, возвращаемой из отопительной системы, благодаря чему уменьшается тепловая производительность подогревателя верхней ступени (ПВ) и снижается расход сетевой воды на горячее водоснабжение.

ПН включен последовательно, а ПВ - параллельно по отношению к отопительной системе.

Преимуществом двухступенчатой смешанной схемы по сравнению с параллельной схемой является меньший расчетный расход сетевой воды благодаря частичному удовлетворению нагрузки ГВС за счет тепла воды, возвращаемой из системы отопления.

При отсутствии аккумуляторов горячей воды расход сетевой воды на ГВС при смешанной схеме, так же как и при параллельной схеме, должен рассчитываться по максимальной нагрузке ГВС.

#### *Двухступенчатая последовательная схема*

Эта схема (рис. 6.2,в) разработана совместно ВТИ, МЭИ и Теплосетью Мосэнерго. Одним из методов выравнивания тепловой нагрузки жилых зданий без установки аккумуляторов горячей воды является применение связанного регулирования.

Для качественного теплоснабжения всех потребителей в районах с разнородной тепловой нагрузкой одного центрального регулирования недостаточно. Необходимо в дополнение к центральному регулированию осуществлять местное регулирование всех видов тепловой нагрузки. Выбор импульса для местных регулирующих устройств зависит от типа установок.

В качестве импульса в установках ГВС обычно используют температуру воды в подающей линии системы ГВС. В вентиляционных

установках – температуру нагретого воздуха после калориферов. При местном регулировании отопительных установок целесообразно использовать в качестве импульса температуру воздуха в отапливаемых помещениях.

### 6.3. Паровые системы теплоснабжения

Система пароснабжения предназначена для отпуска пара на технологические нужды и в отдельных случаях для паровых систем отопления корпусов, калориферов и подогрева горячей воды.

Существует два вида систем пароснабжения:

1. Система пароснабжения с возвратом конденсата (двухтрубная).
2. Система пароснабжения без возврата конденсата .

#### 6.3.1. Система пароснабжения с возвратом конденсата

Процент возврата конденсата колеблется от 90 % до 30 %. Низкий % возврата конденсата обусловлен загрязнением конденсата на производстве. Для каждого предприятия источник теплоснабжения устанавливает норму возврата.

Расход теплоты, передаваемой по паропроводу, при неполном возврате конденсата

$$Q = G_{\text{п}}(h_{\text{п}} - c \cdot \tau_{\text{х}}) - G_{\text{к}} \cdot c \cdot (\tau_{\text{к}} - \tau_{\text{х}}) \text{ , МВт (Гкал/ч),} \quad (6.4)$$

где  $G_{\text{п}}$ ,  $G_{\text{к}}$  – соответственно расходы пара и возвращаемого на источник конденсата, кг/с (кг/ч);

$c$  – теплоемкость воды кДж/(кг °С) (ккал/(кг °С));

$h_{\text{п}}$  – энтальпия пара, кДж/кг (ккал/кг);

$t_{\text{к}}$ ,  $t_{\text{х}}$  – соответственно температуры конденсата и исходной холодной воды, °С.

На рис. 6.3 представлена упрощенная схема системы пароснабжения с возвратом конденсата.



Рис. 6.3. Система пароснабжения с возвратом конденсата

На рис. 6.4 представлена схема включения конденсатора и конденсатоотводчика.

Расход пара в конденсатор определяется по уравнению теплового баланса конденсатора

$$D_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{п}}}{(i_{\text{п}} - i_{\text{к}})\eta_{\text{конд}}}, \quad \text{кг/ч}, \quad (6.5)$$

где  $Q_{\text{п}}$  – количество тепла выделяющееся при конденсации пара, МВт (Гкал/ч);

$i_{\text{п}}, i_{\text{к}}$  – энтальпии пара на входе в конденсатор и конденсата на выходе из него, кДж/кг (ккал/кг);

$\eta_{\text{конд}}$  - КПД конденсатора.

В состав теплоэнергетического хозяйства предприятия дополнительно входят:

- оборудование для сбора конденсата от технологических установок (конденсатоотводчики, конденсатосборники);

- конденсатные подстанции (цеховые, групповые, центральные).

Конденсат с установок в конденсатосборники поступает самотеком. Центральные конденсатные подстанции предназначены для возврата конденсата на источник. После конденсатосборников и конденсатных подстанций применяют напорные конденсатопроводы.

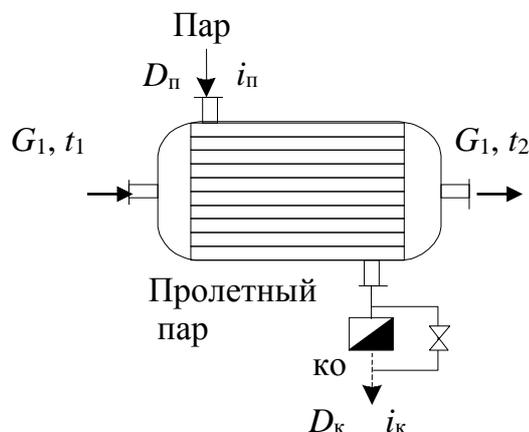


Рис. 6.5. Схема включения конденсатора

В состав конденсатного хозяйства входят конденсатные насосы, баки, оборудование для очистки конденсата от загрязнения, пробоотборники.

Температура возвращаемого конденсата составляет 70-95 °С. Как правило, на предприятии устанавливаются конденсатосборники закрытого типа под небольшим давлением.

Отопительные установки присоединяются к паропроводам, как по зависимым, так и по независимым схемам. Установки горячего

водоснабжения присоединяются главным образом по независимой схеме через подогреватели поверхностного и смешивающего типов.

На рис. 6.6 показана однотрубная паровая система с возвратом конденсата.

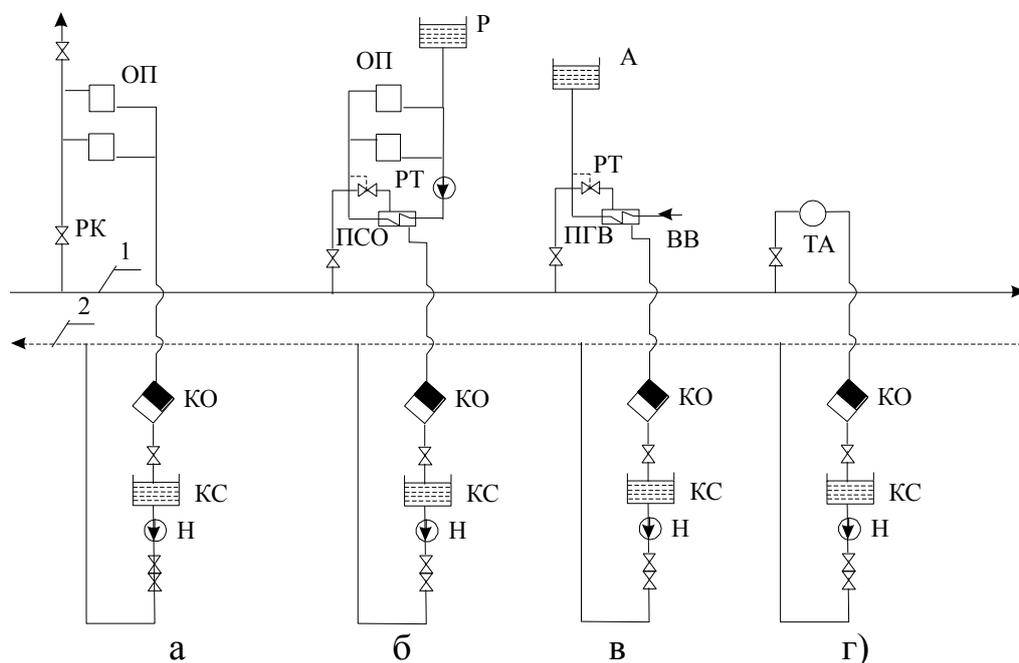


Рис. 6.6. Однотрубная паровая система с возвратом конденсата:  
*Схемы присоединений: а - отопления по зависимой схеме; б - отопления по независимой схеме; в - горячего водоснабжения; г - технологических аппаратов*

### 6.3.2. Система пароснабжения без возврата конденсата

Как правило, такая система (рис. 6.7) применяется в тех случаях, когда конденсат загрязнен органическими соединениями и на предприятии не очищается, а также в случае, если предприятие удалено от источника и становится невыгодной система возврата конденсата при относительно небольшом потреблении пара. В этом случае предприятие оплачивает подготовку воды на источнике.

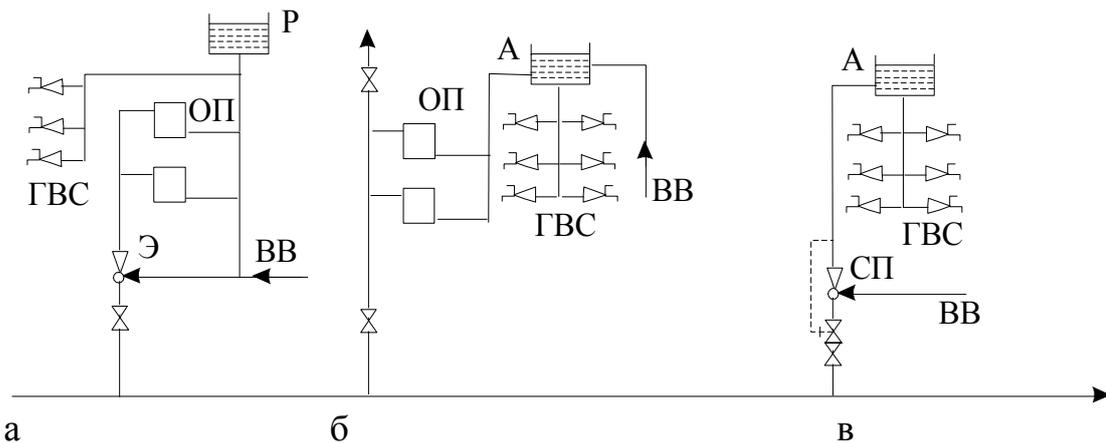


Рис. 6.7. Однотрубная паровая система без возврата конденсата:

а - водяного отопления и горячего водоснабжения; б - парового отопления и горячего водоснабжения; в - горячего водоснабжения

Количество трубопроводов в паровых системах теплоснабжения зависит от характера работы предприятия, его мощности и назначения. Одни паропроводы рассчитываются на средние расходы пара, другие, резервные паропроводы, - на дополнительную подачу пара при максимальных нагрузках предприятия, например, при переходе с зимнего на летний режим работы предприятия. Многотрубные паропроводы используются также для раздельной подачи пара различных параметров.

Возврат конденсата оказывает большое влияние на экономику и организацию непрерывного теплоснабжения, т.к. перебои возвращаемого конденсата вынуждают иногда сокращать отпуск тепла с ТЭЦ.