

Лекция №5

5. ВОДЯНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Различают следующие типы водяных систем в зависимости от числа теплопроводов: одно-, двух-, трех- и многотрубные.

5.1. Однотрубная система

Минимальное число линий для открытой системы равно одной, двум, а для закрытой – двум.

Однотрубная система. Наиболее простой и перспективной для транспортировки тепловой энергии на большие расстояния является однотрубная бессливная система теплоснабжения (рис. 5.1).

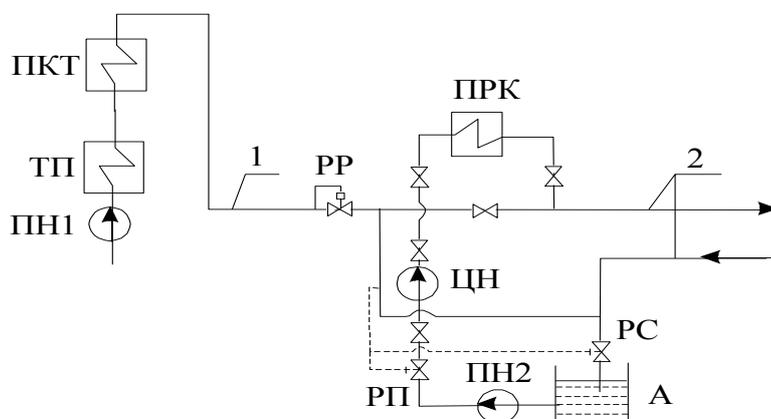


Рис. 5.1. Однотрубная сеть от ТЭЦ до городских распределительных сетей
1- транзитная магистраль; 2 – распределительные сети; ПКТ, ПРК – пиковые котельные ТЭЦ и района; ТП – теплофикационный подогреватель; ЦН – циркуляционный насос; ПН1, ПН2 –подпиточные насосы; РП, РР, РС – регуляторы подпитки, расхода и слива; А – аккумулятор

5.2. Двухтрубные системы

Двухтрубные водяные системы (рис. 5.2.) получили широкое распространение.

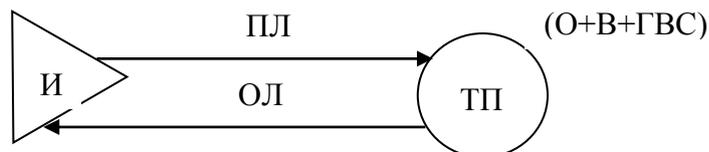


Рис. 5.2. Двухтрубная водяная система теплоснабжения:

ПЛ – подающая линия тепловой сети; ОЛ – обратная линия;

О, В, ГВС – тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение

5.3. Трехтрубные системы

Схема трехтрубной системы показана на рис. 5.3.

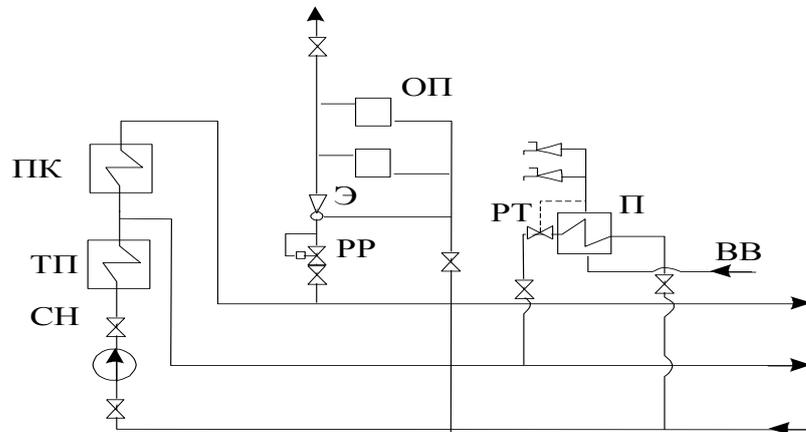


Рис. 5.3. Схема трехтрубной закрытой системы теплоснабжения: ПК – пиковый котел; ТП – теплофикационный подогреватель; СН – сетевой насос; ВВ – водопроводная вода, П – подогреватель ГВС

5.4. Четырехтрубные системы

Четырехтрубные системы являются самыми надежными (рис. 5.4).

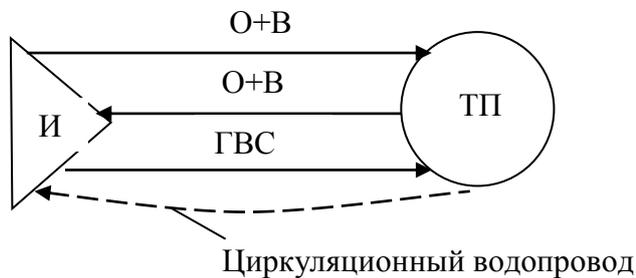


Рис. 5.4. Схема четырехтрубной системы теплоснабжения

5.5. Присоединение потребителей в водяных системах теплоснабжения

5.5.1. Зависимые схемы

Зависимые местные системы отопления используются в условиях, когда давление в тепловых сетях не превышает прочности отопительных приборов (0,6 МПа для чугунных радиаторов; 1,0 МПа – для стальных конвекторов).

Применяются три зависимые схемы: без смешения; с элеватором; со смесительным насосом (СНС).

Схема без смешения

Зависимые схемы без смешения (рис. 5.5).

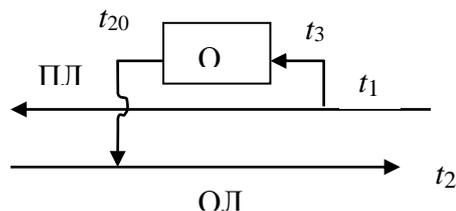


Рис. 5.5. Зависимая схема без смешения

В системах централизованного теплоснабжения, работающих по температурному графику 130/70 °С или 150/70 °С при низких температурах наружного воздуха ($t_{нв}$), температура сетевой воды в подающей линии тепловой сети $t_{св} > 95$ °С, поэтому на тепловом пункте (ТП) следует предусматривать специальные смесительные устройства для понижения температуры воды перед системой отопления. В качестве смесительных устройств используются:

- элеватор;
- смесительные насосы.

Схема с элеватором

Зависимая схема с элеваторным смешением показана на (рис. 5.6).

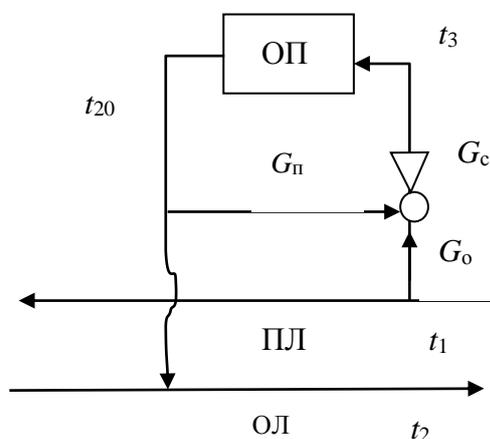


Рис. 5.6. Зависимая схема с элеваторным смешением:

G_n – подмешиваемый расход; G_c - расход после смешения; G_o - расход из подающей линии на входе в элеватор

Вода поступает на абонентский ввод с температурой t_1 ($t_3 < t_1$). Конструкция и принцип действия элеватора и распределение скоростей и

давления теплоносителя в элементах его конструкции показаны на рис. 5.7, 5.8.

Принцип работы водоструйного элеватора заключается в использовании энергии воды из подающего трубопровода (см. рис. 5.7). Рабочая вода с давлением P_1 на выходе из сопла (К) приобретает значительную скорость, статическое давление ее становится меньше, чем давление в обратной магистрали P_2 , в результате чего обратная вода подсасывается струей рабочей воды. В камере смешения (КС) скорость воды выравнивается, давление постоянно; в диффузоре (Д) скорость смешанного потока уменьшается по мере увеличения его сечения, а статическое давление воды увеличивается до $P_3 > P_2$.

На выходе из сопла должно быть создано разрежение, тогда в патрубок будет подсасываться теплоноситель в количестве $G_{п}$ с температурой $t_{2,0}$. Для нормальной работы элеватора перепад давления на абонентском вводе должен поддерживаться в пределах $\Delta P = 15 - 18$ м в. ст.

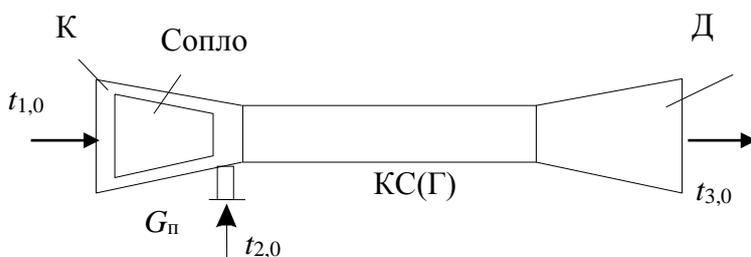


Рис. 5.7. Конструкция элеватора:

К - конфузор; КС(Г) - камера смешения (горловина); Д - диффузор

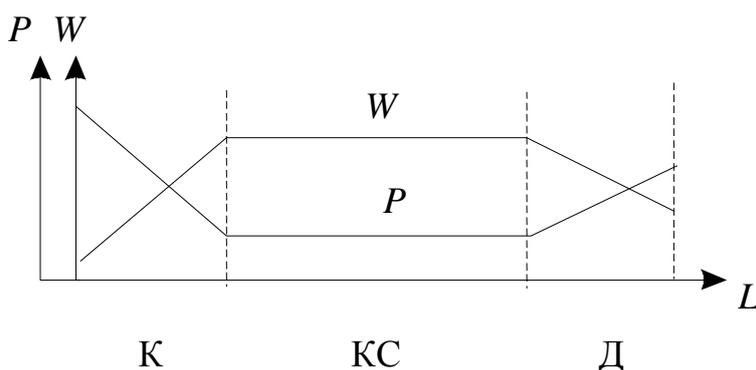


Рис. 5.8. Изменение давления и скорости рабочей среды в элементах элеватора

Основной расчетной характеристикой для элеватора является коэффициент смешения

$$U' = \frac{t_1 - t_3}{t_3 - t_2}, \quad (5.1)$$

где t_1, t_2, t_3 – соответственно температура воды в подающей, обратной линии и на входе в систему отопления после элеватора.

При подборе элеватора коэффициент смешения принимается на 15 % выше его расчетного значения с учетом возможности наладки присоединенной системы, т.е. $U = 1,15 U'$.

Диаметр горловины элеватора рассчитывают по формуле

$$d_{\Gamma} = 0,874 \sqrt{G_{\text{пр}}} \quad , \text{ мм}, \quad (5.2)$$

где $G_{\text{пр}}$ – приведенный расход воды в системе отопления;

$$G_{\text{пр}} = \frac{G_3'}{\sqrt{h}} = \frac{3600 Q_0'}{c (t_3' - t_{2,0}') \sqrt{h}} \quad , \text{ кг/ч}, \quad (5.3)$$

где G_3' – расчетный расход смешанной воды, кг/ч;

h – расчетная потеря напора в местной отопительной системе, м в. ст.

Диаметр выходного отверстия сопла элеватора

$$d_c = \frac{10 d_{\Gamma}}{\sqrt{\frac{0,78}{G_{\text{пр}}^2} (1 + u)^2 d_{\Gamma}^4 + 0,6 (1 + u)^2 - 0,4 u^2}} \quad , \text{ мм}. \quad (5.4)$$

Минимальный диаметр выходного отверстия сопла во избежание его засорения принимают 4 мм, максимальный из условия сохранения толщины стенок сопла – не менее 1 мм. При подборе ближайший меньший диаметр сопла принимают с точностью до 0,5 мм. Подбор элеваторов можно производить как расчетным путем, так и по номограммам или таблицам.

Схема со смесительным насосом (СНС)

Если на абонентском вводе нет требуемого перепада давления для установки элеватора, тогда в качестве смесительного устройства устанавливается смесительный насос (рис. 5.9). Условие установки насоса: $t_3 < t_1$.

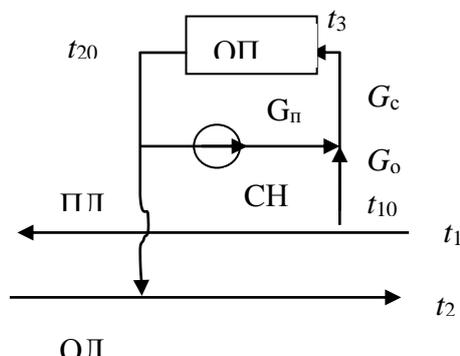


Рис. 5.9. Зависимая схема с насосным смешением

Недостаток схемы: сопровождение работы центробежных насосов вибрацией и шумом, поэтому от установки СНС в жилых домах отказываются. Как правило, смесительные насосы устанавливаются на тепловых пунктах: на ИТП, если оно в отдельном здании, ЦТП, КРП.

Все смесительные устройства характеризуются коэффициентом инжекции

$U = G_{\text{п}}/G_0 = \text{расход подмешиваемой воды}/\text{расход рабочей воды};$

$G_{\text{смеш.}} = G_0 + G_{\text{п.}} = G_0(1+U).$

Из уравнения теплового баланса для смесительного устройства на 1 кг G_0 , получаем

$U = (t_{10} - t_3)/(t_3 - t_{20}).$

Например, при температурном графике $t_1/t_2 = 150/70 \text{ } ^\circ\text{C}$

$U^p = (150 - 95)/(95 - 70) = 2,2.$

Зависимые схемы можно применять при давлении воды в тепловых сетях не более 6 атм.

5.5.2. Независимые схемы

Независимая схема присоединения показана на (рис. 5.10).

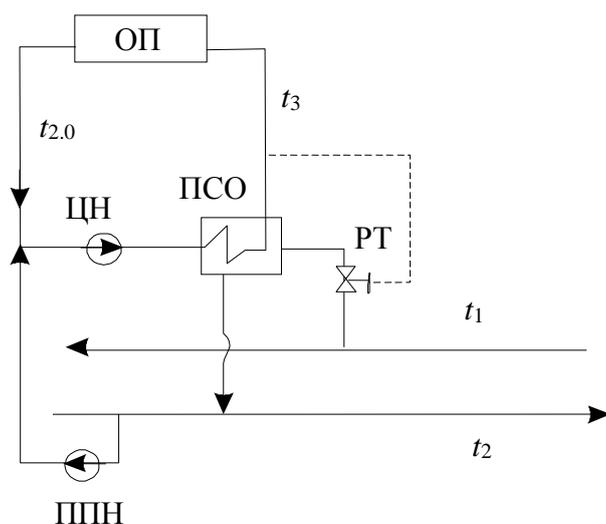


Рис. 5.10. Независимая схема:

ПСО – подогреватель системы отопления (водоводяной); ЦН - циркуляционный насос системы отопления; ППН - подпиточный насос системы отопления; РТ – авторегулятор температуры воды в системе

ППН обеспечивает восполнение утечек теплоносителя из системы отопления, включается периодически. При пуске системы обеспечивает заполнение системы отопления.

РТ – обеспечивает регулирование температуры воды в системе отопления. Схема обеспечивает надежное теплоснабжение.