

Лекция № 10

10. ГРАФИКИ ТЕМПЕРАТУР, РАСХОДОВ ТЕПЛА И СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

10.1. Параллельное присоединение подогревателей горячего водоснабжения

Тепловая нагрузка горячего водоснабжения отличается большой суточной неравномерностью. В случае установки аккумуляторов горячей воды расчет графиков регулирования производится по среднечасовой нагрузке горячего водоснабжения. При отсутствии аккумуляторов графики рассчитываются исходя из максимального часового расхода тепла.

При условно принятом для расчета графиков регулирования постоянном расходе тепла на горячее водоснабжение отопительный период делится на два диапазона (рис. 10.1).

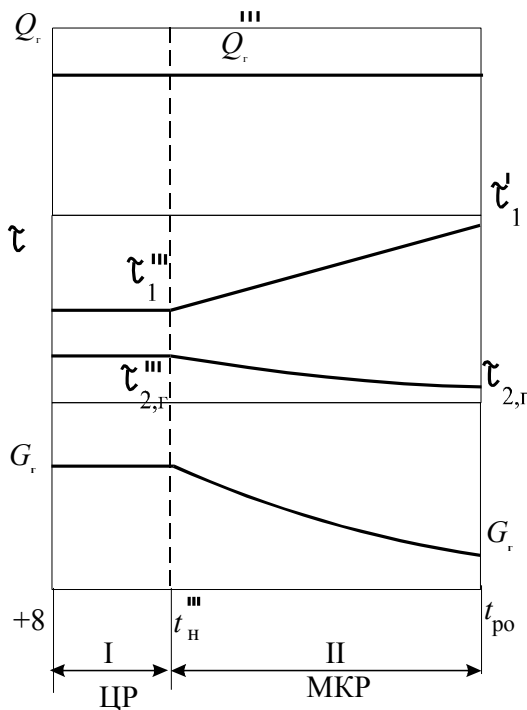


Рис. 10.1. Графики температур, расходов тепла и сетевой воды на горячее водоснабжение при параллельной схеме включения подогревателей: ЦР – центральное регулирование

В диапазоне I при постоянной нагрузке горячего водоснабжения и постоянной температуре воды расход сетевой воды тоже остается неизменным.

В диапазоне II постоянный расход тепла на горячее водоснабжение при переменной температуре сетевой воды обеспечивается местным количественным регулированием. С увеличением температуры сетевой воды регулятор РТ прикрывается, уменьшая поступление греющей воды в подогреватель (рис. 10.2). Расчет регулирования сводится к определению температуры обратной воды и эквивалента расхода сетевой воды на горячее

водоснабжение. Методика расчета зависит от схемы присоединения подогревателей.

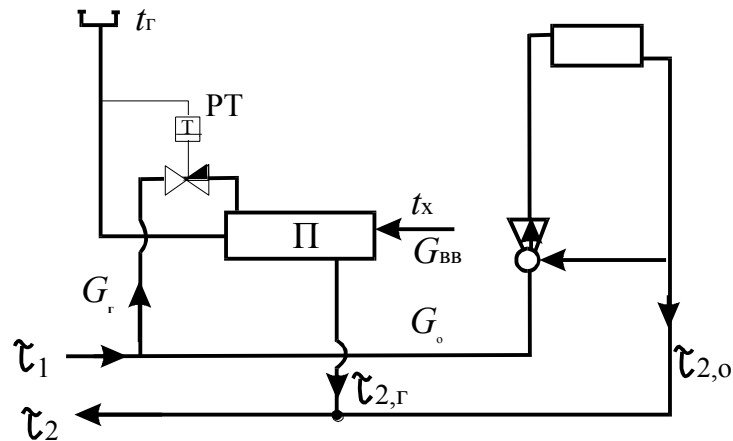


Рис. 10.2. Присоединение подогревателя горячего водоснабжения по параллельной схеме:
П – подогреватель горячего водоснабжения

При параллельном присоединении подогревателей горячего водоснабжения (рис. 10.2) в *диапазоне I*, при постоянном расходе сетевой воды температура воды после водоподогревателей также постоянна. Расчетная разность температур сетевой воды принимается равной $\delta\tau_2''' = \tau_1''' - \tau_{2,2}''' = 35 - 40 \text{ C}$.

Эквивалент расчетного расхода сетевой воды определяют из выражения

$$W_2''' = \frac{Q_2}{\delta\tau_2'''}, \quad \text{кВт/}^\circ\text{C}. \quad (10.1)$$

Расход сетевой воды

$$G_2''' = \frac{3600 \cdot W_2'''}{c}, \quad \text{кг/ч}. \quad (10.2)$$

В *диапазоне II* эквивалент расхода сетевой воды находят на основании решения уравнения регулирования.

Предварительно определяют эквивалент расхода вторичной (водопроводной) воды $W_{\text{ВВ}}$:

$$W_{\text{ВВ}} = \frac{Q_2}{(t_2 - t_x)}, \quad (10.3)$$

Параметр подогревателя Φ находят по данным расчетного режима

$$\Phi = \frac{\kappa''' F}{\sqrt{W_2''' W_{\text{ВВ}}}}, \quad (10.4)$$

Произведение расчетного коэффициента теплопередачи κ''' на поверхность нагрева находят из выражения

$$K''' F = \frac{\ln \frac{\nu - Q_2 / W_{\delta}}{\nu - Q_2 / W_M}}{\frac{1}{W_M} - \frac{1}{W_{\delta}}}, \quad (10.5)$$

где $W_{\delta} = W_2''''$; $W_M = W_{\text{вв}}$; $\nu = \tau_1 - \tau_x$.

С понижением температуры наружного воздуха расход сетевой воды уменьшается. Сложность дальнейшего решения задачи состоит в том, что заранее неизвестно соотношение между W_{Γ} и $W_{\text{вв}}$. Поэтому вначале находят тепловую производительность подогревателя Q^* для условия равенства эквивалентов сетевой и водопроводной воды, т.е. $W_{\Gamma} = W_{\text{вв}}$.

$$Q^* = \nu W_{\text{вв}} \frac{\Phi}{1 + \Phi}, \quad \text{кВт.} \quad (10.6)$$

В том случае, когда $Q_{\Gamma} > Q^*$, значение W_{Γ} определяют по формуле

$$W_2 = W_{\text{вв}} \frac{4a^2 \Phi^2}{\left[-1 + \sqrt{1 + 4a \Phi^2 (\nu W_{\text{вв}} / Q_2 - b)} \right]^2}, \quad \text{кВт/}^{\circ}\text{C.} \quad (10.7)$$

При $Q_{\Gamma} < Q^*$ значение W_{Γ} находят по формуле

$$W_2 = W_{\text{вв}} \frac{4b^2 \Phi^2}{\left[-1 + \sqrt{1 + 4b \Phi^2 (\nu W_{\text{вв}} / Q_2 - a)} \right]^2}, \quad \text{кВт/}^{\circ}\text{C,} \quad (10.8)$$

где $\nu = \tau_1 - \tau_x$; $a = 0,35$; $b = 0,65$.

Температуру обратной воды после водоподогревателя определяют из выражения

$$\tau_{2,2} = \tau_1 - \frac{Q_2}{W_2}, \quad ^{\circ}\text{C.} \quad (10.9)$$

10.2. Смешанная схема включения подогревателей

В двухступенчатой смешанной схеме (рис. 10.3) предварительный подогрев водопроводной воды в подогревателе нижней ступени за счет использования тепла обратной воды снижает расход сетевой воды на горячее водоснабжение.

В диапазоне I (рис. 10.4) температура сетевой воды на выходе из подогревателя верхней ступени принимается равной температуре обратной воды после системы отопления ($\tau_{2,\Gamma}''' = \tau_{2,0}''' = \tau_{\text{см}}'''$). Как показывают

расчеты, этому условию соответствует минимальная суммарная поверхность нагрева подогревателей.

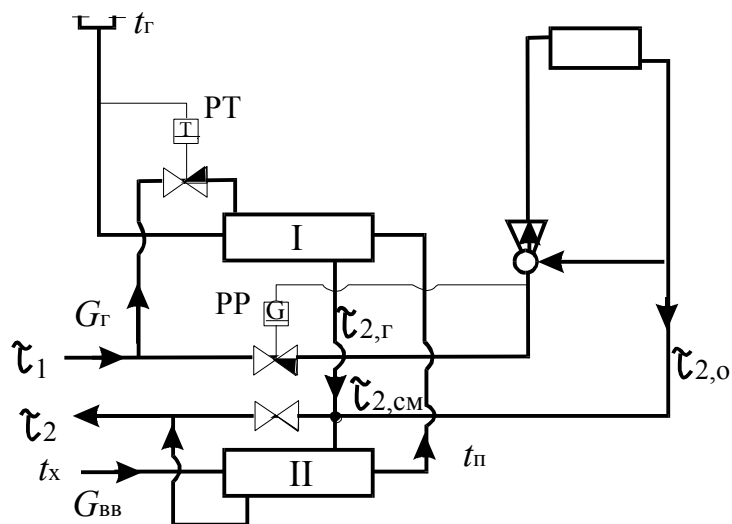


Рис. 10.3. Присоединение подогревателей горячего водоснабжения по двухступенчатой смешанной схеме

I – подогреватель нижней ступени; *II* – подогреватель верхней ступени

Температура водопроводной воды на выходе из подогревателя нижней ступени t_n''' определяется из условия недогрева ее до температуры греющей среды $t_{см}'''$ на величину $\Delta t'''$:

$$t_n''' = t_{см}''' - \Delta t''', \quad ^\circ\text{C}, \quad (10.10)$$

где $\Delta t''' = 5 \div 10 \text{ } ^\circ\text{C}$.

В диапазоне *I* тепловая нагрузка делится между подогревателями верхней (*II*) и нижней (*I*) ступени пропорционально степени подогрева водопроводной воды в каждом из них.

Теплопроизводительность подогревателей верхней и нижней ступени определится зависимостями

$$Q_{II} = Q_2 \cdot \frac{t_2 - t_n'''}{t_2 - t_x}, \quad \text{кВт}, \quad (10.11)$$

$$Q_I = Q_2 \cdot \frac{t_n''' - t_x}{t_2 - t_x}, \quad \text{кВт}. \quad (10.12)$$

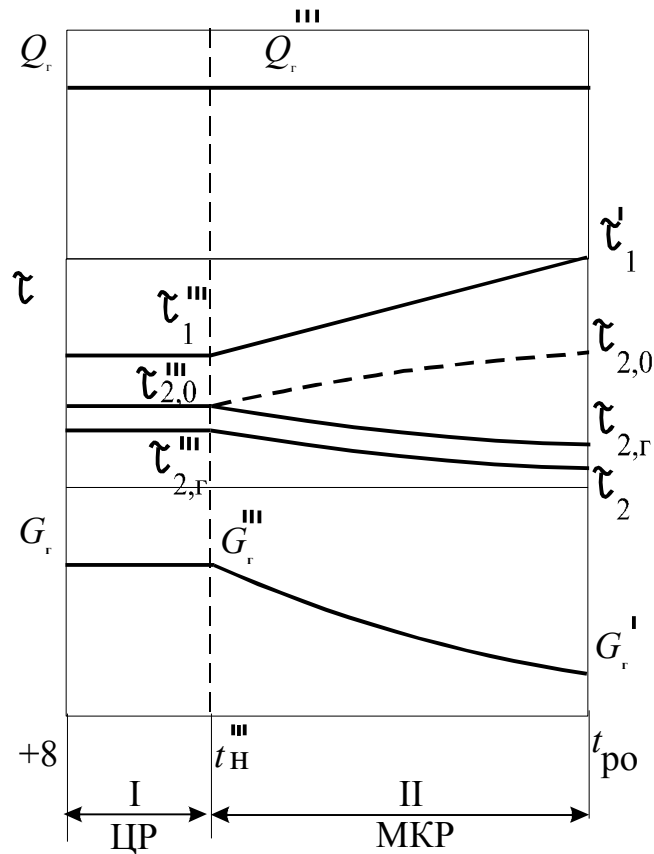


Рис. 10.4. Графики температур, расходов тепла и сетевой воды на горячее водоснабжение при смешанной схеме присоединения подогревателей

Эквивалент расчетного расхода сетевой воды на горячее водоснабжение равен

$$W_2''' = \frac{Q_{II}}{t_1''' - t_{2,2}'''} = Q_2 \frac{(t_2 - t_n''')}{(t_2 - t_x''') (\tau_1''' - \tau_{2,2}''')}, \quad \text{кВт/}^\circ\text{С.} \quad (10.13)$$

Температура сетевой воды на выходе из подогревателя нижней ступени определяется из равенств:

$$Q_I = (W_o' + W_2''') (\tau_{cm}''' - \tau_2'''), \quad \text{кВт}, \quad (10.14)$$

$$\tau_2''' = \tau_{cm}''' - \frac{Q_I}{W_o' - W_2'''}, \quad ^\circ\text{С.} \quad (10.15)$$

Отсюда, с учетом выражения (10.11), получим

$$\tau_2''' = \tau_{cm}''' - Q_2 \frac{(t_n''' - t_x''')}{(t_2 - t_x''') (W_o' + W_2''')}, \quad ^\circ\text{С}, \quad (10.16)$$

где W_o' - эквивалент расчетного расхода воды на отопление.

В диапазоне II. вследствие повышения температуры воды после отопления, подогрев водопроводной воды в подогревателе ступени I увеличивается. При этом тепловая нагрузка подогревателя ступени II соответственно снижается. Регулятор температуры РТ (рис. 10.3) уменьшает поступление сетевой воды в подогреватель верхней ступени.

Эквивалент расхода сетевой воды на горячее водоснабжение определяют на основе решения уравнений:

$$Q_I = \varepsilon_I W_{I,m} (\tau_{cm} - t_x) = W_{\text{вв}} (t_n - t_x), \quad \text{кВт}, \quad (10.17)$$

$$Q_{II} = \varepsilon_{II} W_{II,m} (\tau_I - t_n) = W_{\text{вв}} (t_z - t_n) = W_z (\tau_I - \tau_{2,z}), \quad \text{кВт}, \quad (10.18)$$

$$W_z \tau_{2,z} + W_0 \tau_{2,0} = (W_z + W_0) \tau_{cm}, \quad \text{кВт}. \quad (10.19)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2$, – безразмерная удельная теплопроизводительность подогревателей ступеней I и II;

$W_{I,m}, W_{II,m}$ – водяные эквиваленты, соответствующие меньшим значениям расходов воды в ступенях I и II;

$W_{\text{вв}} = G_{\text{вв}}c, W_{\text{г}} = G_{\text{г}}c$ – эквиваленты расходов водопроводной и сетевой воды на горячее водоснабжение;

$W_0 = G_0c$ – эквивалент расхода сетевой воды на отопление.

Решение уравнений производят методом подбора. Задавшись эквивалентом расхода сетевой воды $W_{\text{г}}$, проверяют величину $t_{\text{г}}$. Если $t_{\text{г}} \neq 60$ °С, расчет повторяют. Из рисунков (10.1) и (10.4) видно, что максимальный расход сетевой воды на горячее водоснабжение наблюдается при температуре наружного воздуха $t_{\text{н}}$ в точке излома температурного графика.