

## Лекция № 12

### 12.1. Центральное качественное регулирование в открытых системах по совместной нагрузке

Центральное качественное регулирование в открытых системах по совместной нагрузке (скорректированный температурный график) применяют при соотношении тепловых нагрузок у большинства потребителей в пределах  $0,15 \leq Q_{\text{ср.г}}/Q^p_o \leq 0,3$ . Регуляторы расхода в абонентских узлах ввода устанавливают перед ответвлением на горячее водоснабжение (рис. 12.1); они поддерживают постоянный расход воды, равный расчетному на отопление. Водоразбор из подающей линии уменьшает поступление сетевой воды в систему отопления. Небаланс тепла на отопление компенсируется некоторым повышением температуры в подающем трубопроводе по сравнению с отопительным графиком. При этом методе регулирования строительные конструкции здания могут быть использованы в качестве аккумулятора тепла, выравнивающего неравномерности суточного графика теплопотребления.

Для сохранения суточного баланса тепла на отопление основной расчет проводится по балансовой нагрузке горячего водоснабжения  $Q^b_{\text{г}} = \chi^b Q^b_{\text{ср.г}}$  с балансовым коэффициентом, равным  $\chi^b = 1,1$ .

Расход воды на отопление при любой температуре наружного воздуха и балансовой нагрузке горячего водоснабжения определяют из уравнения теплового баланса системы отопления с учетом водоразбора на горячее водоснабжение:

$$Q_0 = (G'_0 - \beta G_{\text{г}}) c (\tau_1 - \tau_{2,0}), \quad \text{кВт}, \quad (12.1)$$

где  $G'_0$  - расчетный расход воды на отопление, кг/с.

Подставив значение  $\beta$  из выражения (11.13) и разделив равенство (12.1) на величину расчетного расхода на отопление  $G'_0$ , найдем относительный расход воды по формуле (12.2)

$$\bar{G}_0 = 1 - \frac{t_{\text{г}} - \tau_{2,0}}{\tau_1 - \tau_{2,0}} \frac{G_{\text{г}}}{G'_0}. \quad (12.2)$$

Заменив в равенстве (12.2) величину  $\tau_{2,0}$  ее значением по формуле (8.19), после алгебраических преобразований получим

$$\bar{G}_0 = \frac{1 - 0,5 \rho^b \frac{\Theta'}{t_{\text{г}} - t_{\text{х}}}}{1 + \frac{t_{\text{г}} - t_{\text{в}}}{t_{\text{г}} - t_{\text{х}}} \frac{\rho^b}{\bar{Q}_0} - \frac{\Delta t_0'}{t_{\text{г}} - t_{\text{х}}} \cdot \frac{\rho^b}{\bar{Q}_0^{0,2}}}, \quad (12.3)$$

где  $\rho^b = Q^b_{\text{г}}/Q^b_o$ .

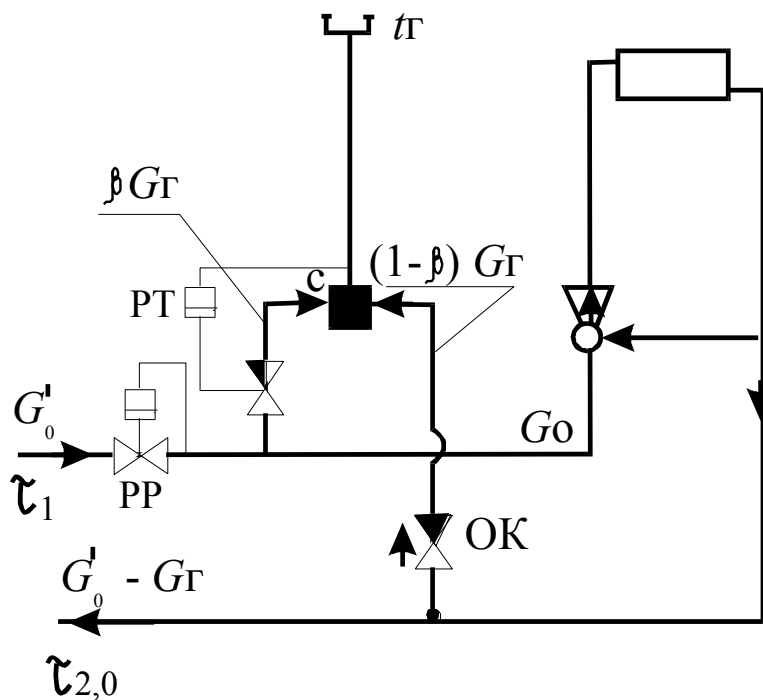


Рис. 12.1. Схема абонентского ввода в открытых, системах теплоснабжения при центральном качественном регулировании по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения

Температуру воды в подающем и обратном трубопроводах определяют по формулам

$$\tau_1 = t_B + \frac{\bar{Q}_0}{G_0} \left( \delta \tau_0 + \Delta \tau_0' \frac{\bar{G}_0}{Q_0^{0,2}} - 0,5 \Theta' \right), \quad ^\circ\text{C}, \quad (12.4)$$

$$\tau_{2,0} = t_B + \frac{\bar{Q}_0}{G_0} \left( \Delta t_0' \frac{\bar{G}_0}{Q_0^{0,2}} - 0,5 \Theta' \right), \quad ^\circ\text{C}. \quad (12.5)$$

На рис. 12.2 показан скорректированный график температур сетевой воды и изменение расхода воды на отопление. При температуре обратной воды  $\tau_{2,0} \geq 60 \text{ } ^\circ\text{C}$  водоразбор осуществляется только из обратной магистрали. На этом диапазоне в систему отопления поступает расчетный расход воды  $\bar{G}_0 = 1$ , вследствие чего скорректированный график соответствует отопительному графику.

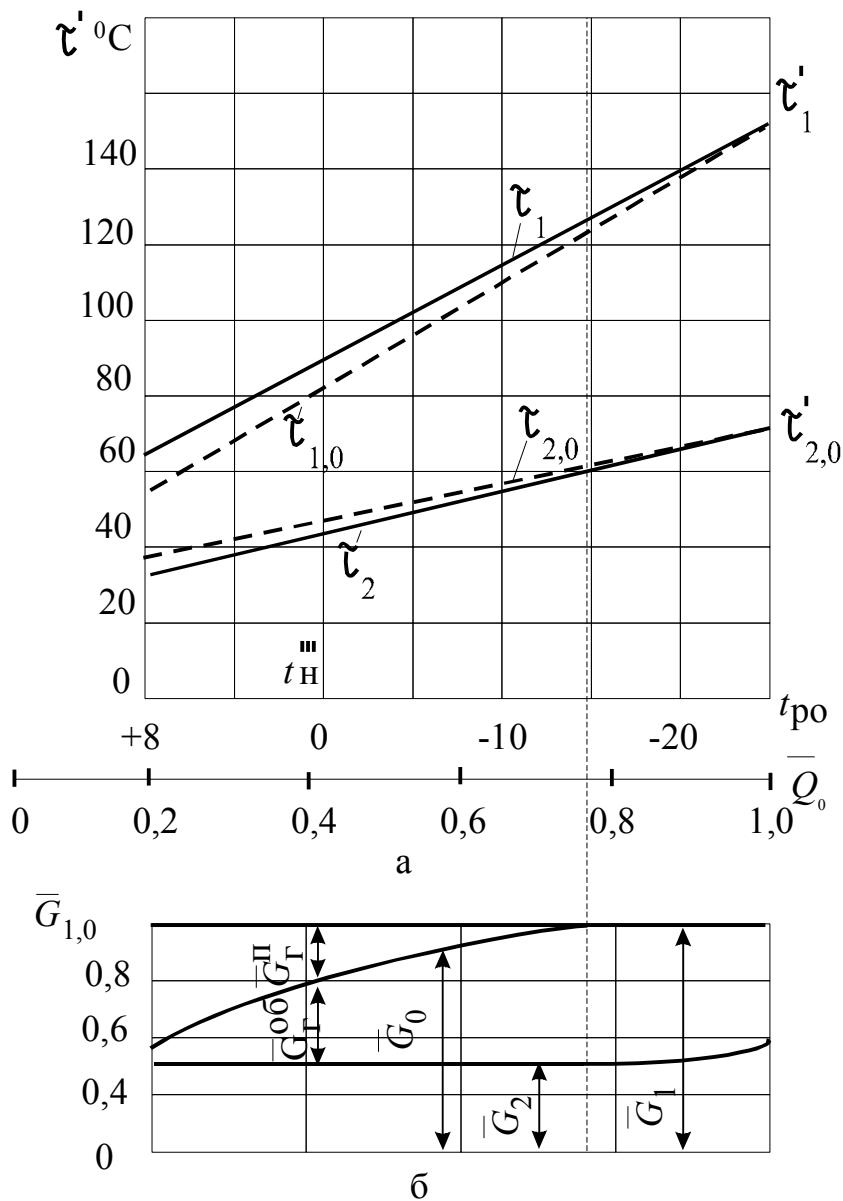


Рис. 12.2. Графики центрального качественного регулирования открытых систем теплоснабжения по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения:  
*а* - скорректированный график температур; *б* – распределение относительного расхода воды между системами отопления и горячего водоснабжения

На рис. 12.2 приняты следующие обозначения:  $\bar{G}_1 = G_1 / G_0'$  - относительный расход сетевой воды в подающем трубопроводе;  $\bar{G}_2 = G_2 / G_0'$  - то же в обратном трубопроводе;  $\bar{G}_r^{\text{II}} = G_r^{\text{II}} / G_0'$  - относительный расход сетевой воды на горячее водоснабжение из подающего трубопровода;  $\bar{G}_r^{\text{об}} = G_r^{\text{об}} / G_0'$  - относительный расход сетевой воды на горячее водоснабжение из обратного трубопровода.

Качественно-количественное регулирование по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения осуществляется двумя методами:

1. Искусственным изменением давления в открытых системах.
2. Качественно-количественное регулирование при свободном располагаемом давлении на коллекторах ТЭЦ.

Принципиальная схема узла ввода показана на рис. 12.3. Диафрагмы на подающем и обратном трубопроводах устанавливаются при начальной регулировке сети. Это осуществляется при выключенной нагрузке горячего водоснабжения. Подбором соответствующих диаметров диафрагм обеспечиваются одинаковые давления в подающей и обратной линиях во всех абонентских вводах. В этих условиях расход воды у однотипных абонентов изменяется по одному закону.

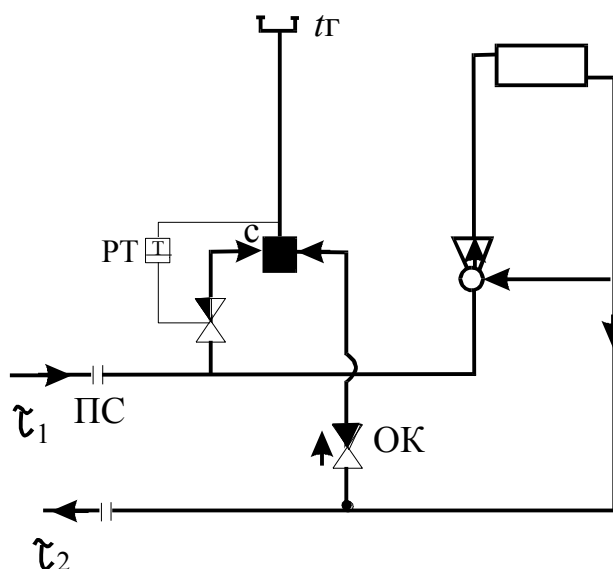


Рис. 12.3. Схема абонентского ввода при открытой системе теплоснабжения и центральном качественно-количественном регулировании по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения:

*ПС – постоянное гидравлическое сопротивление*

Расчет графиков производится по методике Е.Я. Соколова. Относительный эквивалент расхода сетевой воды на отопление, в зависимости от расхода тепла на отопление и горячее водоснабжение, рассчитывается по формуле

$$\bar{W}_0 = \bar{G}_0 = \frac{1}{\sqrt{\bar{S}_1 (1 + \varphi_1)^2 + \bar{S}_3 + \bar{S}_2 (1 - \varphi_2)^2}}, \quad (12.6)$$

где  $\bar{S}_1, \bar{S}_3, \bar{S}_2$  - относительные гидравлические характеристики соответственно подающей линии, элеватора и обратной линии.

$$\varphi_1 = \frac{Q_{\Gamma}}{Q_0' (t_{\Gamma} - t_x)} \left( \frac{t_{\Gamma} - t_B}{Q_0} - \frac{\Delta t_0}{Q_0^{0,2}} + \frac{0,5}{1 + u} \cdot \frac{\delta t_0'}{\bar{W}_0} \right),$$

$$\varphi_2 = \frac{Q_\Gamma}{Q_0(t_\Gamma - t_x)} \left( \frac{\Delta t_0'}{Q_0^{0,2}} - \frac{0,5 + u}{1 + u} \frac{\delta \tau_0'}{\bar{W}_0} + \frac{t_\Gamma - t_B}{Q_0} \right).$$

Температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах

$$\tau_1 = t_B + \delta t_0' \left( \frac{0,5}{1 + u} + \frac{\Delta t_0'}{\delta \tau_0'} + \frac{\bar{W}_0}{Q_0^{0,2}} \right) \frac{\bar{Q}_0}{\bar{W}_0}, \quad ^\circ\text{C}, \quad (12.7)$$

$$\tau_{2,0} = t_B + \delta t_0' \left( \frac{\Delta t_0' \bar{W}_0}{\delta \tau_0' Q_0^{0,2}} - \frac{0,5}{1 + u} \right) \frac{\bar{Q}_0}{\bar{W}_0}, \quad ^\circ\text{C}. \quad (12.8)$$

Относительные эквиваленты расхода воды в подающей и обратной линиях определяют по формулам

$$\bar{W}_1 = \bar{W}_0 + \beta \frac{W_\Gamma}{W_0} = \bar{W}_0 + \beta \frac{Q_\Gamma}{Q_0} \frac{\delta \tau_0'}{t_\Gamma - t_x}, \quad (12.9)$$

$$\bar{W}_2 = \bar{W}_0 - (1 - \beta) \frac{W_\Gamma}{W_0}, \quad (12.10)$$

где  $W_\Gamma$  - эквивалент расхода воды на горячее водоснабжение. Графики регулирования показаны на рис. 12.4.

При водоразборе из обратной магистрали расход воды на отопление превышает расчетную величину ( $\bar{W}_0 > 1$ ). Для сохранения баланса тепла на отопление температура сетевой воды в подающем трубопроводе на этом диапазоне регулирования несколько ниже отопительного графика. Водоразбор из подающей магистрали сокращает поступление воды в отопительную установку ( $\bar{W}_0 < 1$ ), в связи с чем температура в подающем трубопроводе должна быть выше, чем при регулировании по отопительному графику.

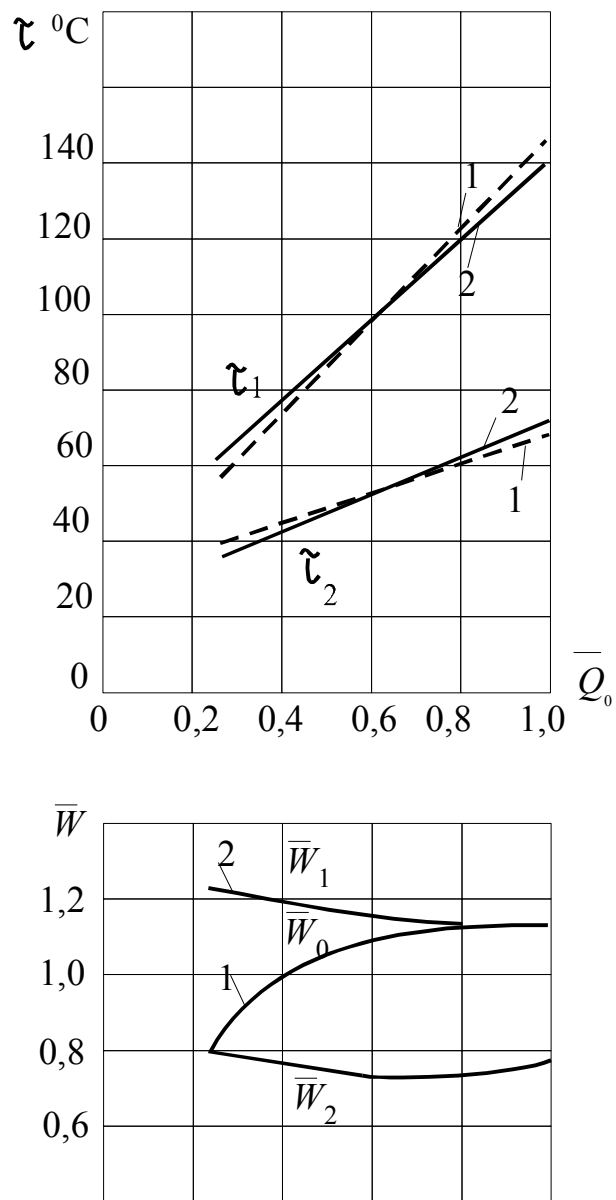


Рис. 12.4. Графики центрального качественно - количественного регулирования открытых систем теплоснабжения по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения при свободном располагаемом давлении на коллекторах станции:  
 1 – качественное регулирование;  
 2 – качественно-количественное регулирование