

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ РЕЖИМ ГРАВИТАЦИОННЫХ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

М.М.Полунин С.Н.Степанов (Одесса)

Децентрализованные гравитационные системы отопления обладают большей надёжностью в работе, чем системы с принудительной циркуляцией теплоносителя, т. к. их работа не зависит от электроснабжения абонента. Подключение этих систем к центральным тепловым сетям может выполняться как по двухтрубной, так и по однострубно́й схемам [1].

Исследованиями [2] установлено, что при гравитационной циркуляции величина относительного расхода m теплоносителя в местной системе отопления при изменении температуры его на входе в систему в границах, близких к режиму балансового соответствия тепломощности системы отопления и теплопотерь обслуживаемых помещений, спонтанно изменяется по зависимости

$$\mu \approx \varphi^{0,5}, \quad (1)$$

где φ - относительные теплопотери, определяемые по уравнению

$$\varphi = (t_v - t_n^x) / (t_v - t_n^p), \quad (2)$$

t_v - расчетная средневзвешенная температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений, °С;

t_n^p и t_n^x - температура наружного воздуха соответственно расчетная отопительная и текущая, °С.

Для двухтрубных систем отопления изменение расхода теплоносителя по зависимости (1) обеспечивает нормальную без гидравлической, а следовательно и без тепловой разрегулировки работу всех звеньев (приборов) системы. При этом текущие температуры теплоносителя в подающем $t_{г,дв}^x$ и обратном $t_{о,дв}^x$ трубопроводах определяются по уравнениям [3] с учётом (1)

$$t_{г,дв}^x = t_v + \left(\frac{t_{г}^p + t_{о}^p}{2} - t_v \right) \varphi^{\frac{2-n}{2m+2}} + \frac{\varphi}{\mu} \left(\frac{t_{г}^p - t_{о}^p}{2} \right), \quad (3)$$

$$t_{о,дв}^x = t_v + \left(\frac{t_{г}^p + t_{о}^p}{2} - t_v \right) \varphi^{\frac{2-n}{2m+2}} - \frac{\varphi}{\mu} \left(\frac{t_{г}^p - t_{о}^p}{2} \right), \quad (4)$$

где m и n - постоянные коэффициенты, зависящие от типа отопительных приборов;

t_{Γ}^p и t_o^p - расчётные температуры воды соответственно в подающем и обратном трубопроводах местной системы отопления, °С

Температура $\tau_{l,ка\div}^x$ теплоносителя в подающей магистрали тепловых сетей, как правило, определяется для режима качественного регулирования отопительной нагрузки при элеваторном смешении (опорный режим), что соответствует следующему алгоритму

$$\tau_{l,ка\div}^x = t_{\text{в}} + \left(\frac{t_{\Gamma}^p + t_o^p}{2} - t_{\text{в}} \right) \varphi^{\frac{1}{1+m}} + (u + 0,5)(t_{\Gamma}^p - t_o^p) \varphi \quad (5)$$

где u - коэффициент смешения.

При двухтрубных децентрализованных системах отопления с гравитационной циркуляцией и независимым подключением к центральным тепловым сетям, очевидно потребуются корректировка температурного графика центрального регулирования. Из уравнения теплового баланса теплообменника

$$cG_c^p (\tau_{l,дв}^x - t_{o,дв}^x) \varepsilon_x = cG_o^p \varphi^{0,5} (t_{\Gamma,дв}^x - t_{o,дв}^x), \quad (6)$$

получим

$$\tau_{l,ка\div}^x = \frac{G_o^p}{G_c^p} \frac{\varphi^{0,5}}{\varepsilon_x} (t_{\Gamma,дв}^x - t_{o,дв}^x) + t_{o,дв}^x, \quad (7)$$

где G_o^p и G_c^p - расчётные расходы теплоносителя соответственно в местной системе отопления и в тепловых сетях, кг/с;

ε_x - коэффициент эффективности теплообменника; приняв в первом приближении за основу теплообмен в подогревателях по принципу перекрестного тока, определяем следующее выражение для расчёта текущих значений коэффициента эффективности [4]

$$\varepsilon_x = (0,425 G_c^x / G_o^x + 0,65 + \omega^{-1})^{-1}, \quad (8)$$

где G_o^x и G_c^x - текущие расходы теплоносителя соответственно в местной системе отопления и тепловых сетях, кг/с;

ω - режимный коэффициент.

На рисунке показаны графики значений $\tau_{l,ка\div}^x$ (по уравнению (5) и разности температур

$$\Delta \tau_{дв}^x = \tau_{1,дв}^x - \tau_{1,кач}^x \quad (9)$$

при следующих значениях входящих в уравнения величин:

$$t_{г}^p = 95^{\circ}\text{C}; t_{о}^p = 70^{\circ}\text{C}; t_{в} = 18^{\circ}\text{C}; m = 0,32; n = 0,33; u = 2,2; w = 0,875;$$

расчетная температура воды в подающей магистрали теплосети $\tau_1^p = 150^{\circ}\text{C}$.

Сложнее обстоит дело при однотрубных местных системах отопления. Для них оптимальным гидравлическим режимом, единственно при котором исключается тепловая регулировка, является режим, когда относительный расход $\mu_{опт}$ изменяется в соответствии с зависимостью [3]

$$\mu_{опт} = \varphi^{\frac{m}{1+m-n}} \quad (10)$$

Несложно убедиться, что при всех типах применяемых отопительных приборов значение $\mu_{опт} > \Delta \varphi^{0,5}$, то-есть, в однотрубных гравитационных системах отопления расход теплоносителя автоматически устанавливается меньше тех его значений, при которых отсутствует их тепловая разрегулировка, приводящая к недогреву концевых («хвостовых») приборов. Избежать этого можно лишь путём повышения температуры теплоносителя на входе в систему отопления по сравнению с её значением, определяемым по (3) с учётом (10).

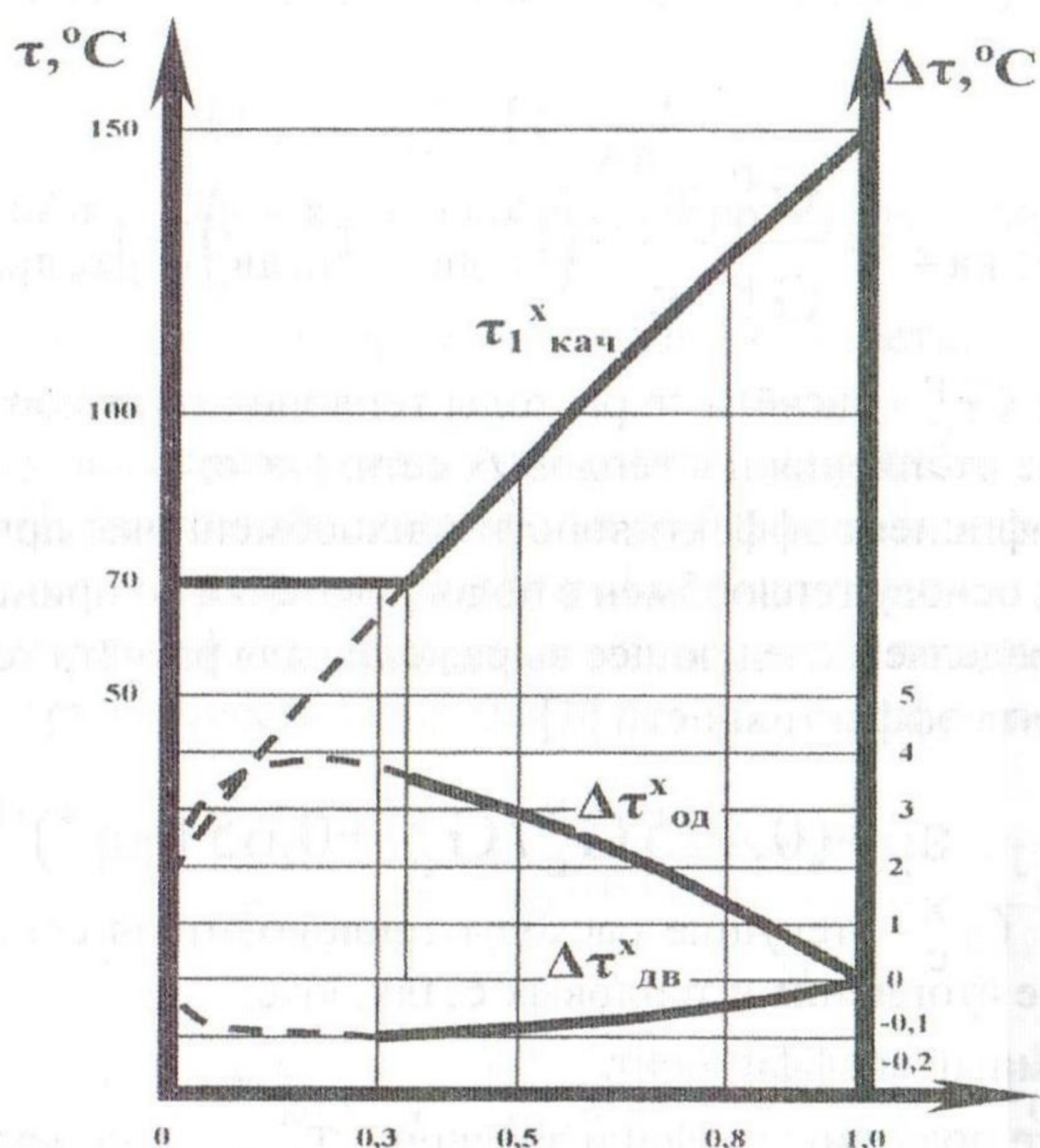


Рисунок. Параметры теплоносителя в подающем трубопроводе

Рассматривая тепловой баланс конечного (нижнего) отопительного прибора, можно получить с учётом уравнения (1) следующее выражение, для определения температуры $t_{o,од}^x$ воды на выходе из местной однотрубной системы отопления, при которой теплоотдача этого прибора будет соответствовать текущим теплопотребностям помещения

$$t_{o,од}^x = t_v + (t_o^p + 0,5 \Theta - t_v) \varphi^{\frac{m}{1+m}} - \varphi^{0,5}, \quad (11)$$

где Q - расчётный перепад температур теплоносителя в рассматриваемом приборе, °С.

Для обеспечения такого значения температуры воды на выходе из системы отопления необходимую температуру $t_{г,од}^x$ её на входе в систему удобно определить, используя приведенную в [5] зависимость, которая после преобразований имеет вид

$$t_{г,од}^x = t_v + \left\{ (t_{o,од}^x - t_v)^{-m} - \left[(t_o^p - t_v)^{-m} - (t_{г}^p - t_v)^{-m} \right] \varphi^{0,5} \right\}^{-1/m} \quad (12)$$

Отметим, что при получении выражения (12), изменением значения t_v пренебрегалось ввиду его незначительности.

Для обеспечения удовлетворительной работы однотрубной гравитационной системы отопления с соблюдением параметров теплоносителя в соответствии с уравнениями (11) и (12), потребуется, как и в случае с двухтрубной системой, корректировка температуры $\tau_{1,од}^x$ воды в подающей магистрали по сравнению с её значениями, определяемым по уравнению (5). По аналогии с выражениями (6) и (7) получим для однотрубной системы

$$\tau_{1,од}^x = t_{o,од}^x + \varphi^{0,5} \varepsilon_x^{-1} (t_{г,од}^x - t_{o,од}^x) G_o^p / G_c^p \quad (13)$$

Используя это уравнение, на рисунке приведен график разности $\Delta \tau_{од}^x$ между температурами воды в подающем трубопроводе тепловой сети при однотрубных гравитационных системах с независимым присоединением (13) и при качественном регулировании с элеваторным присоединением (5)

$$\Delta \tau_{од}^x = \tau_{1,одн}^x - \tau_{1,ка}^x \quad (14)$$

При построении принято $q = 3^\circ\text{C}$.

Из рассмотрения графиков можно сделать следующие выводы.

1. Температурный режим качественного регулирования отопительной нагрузки при элеваторном присоединении систем отопления практически полностью соответствует (с некоторым незначительным превышением зна-

чений температуры в подающем трубопроводе) необходимому режиму для гравитационных двухтрубных систем при их независимом присоединении к тепловым сетям.

2. Однотрубные гравитационные системы отопления при независимом присоединении к тепловым сетям требуют более высокой температуры воды в подающей магистрали тепловых сетей по сравнению с её значениями при опорном качественном регулировании.

Литература.

1. Полунин М.М, Степанов С.Н., Децентрализованные системы водяного отопления при центральном теплоснабжении, Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, Випуск №2, 2000.
2. Белинкий Е.А., Эксплуатационный режим водяных систем центрального отопления..- М.:Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1956.-106с.
3. Полунин М.М., Гідротепловий та експлуатаційний режим систем водяного опалення;-Навчальний посібник, Київ, 1994, 63с.
4. Соколов Е.Я.: Учебник для вузов.-5-ое изд., перераб.-М.: Энергоиздат, 1982. 360 с, ил.
5. Белинкий Е.А., Расчёт и эксплуатационный режим однотрубных систем водяного отопления.-М.: Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1952.-140с.