

УДК 621.3

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ ПРИ ЭЛЕВАТОРНОМ ПРИСОЕДИНЕНИИ

Таранчук А.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Тарасевич Л.А.

На современном этапе в системах централизованного теплоснабжения наблюдается быстропротекающее повышение гидравлического сопротивления отопительных систем зданий, что в итоге приводит к невозможности нормального обеспечения теплом и созданию расчётного гидравлического режима.

Выполнении наладочных работ показывает, что гидравлическое сопротивление отопительных систем зданий, построенных 20-30 лет назад оказывается меньше, чем у зданий, построенных 5-10 лет назад. Одной из причин, объясняющих эту ситуацию, является то, что ранее минимальными в системах отопления принимались трубы с условным диаметром 25 мм, а в последние годы стали использовать трубы с условным диаметром 15 мм.

Применение стальных труб в системах отопления как правило вызывает интенсивную кислородную коррозию (в летний период как правило системы опорожнены, а в отопительный период при напоре в обратной линии теплосети ниже высоты здания происходит проникновение воздуха в отопительную систему через неплотности арматуры, так называемое «завоздушивание»).

Кислородная коррозия приводит к отложениям на внутренней поверхности стояков систем отопления окислов двух и трёхвалентного железа. Интересно отметить, что если разрезать по образующей часть стояка системы отопления условным диаметром 15 мм или условным диаметром 20 мм, то можно увидеть, что отложения имеют волнообразный характер, с шагом 80-120 мм. Чем больше диаметр трубы, тем больше шаг.

Анализ вырезок стояков зданий, отработавших более 30 лет, показывает, что проходное сечение почти отсутствует. Измерения потерь напора в таких отопительных системах показывают, как правило, более 5-10 метров водяного столба.

С точки зрения надёжности и обеспеченности теплоснабжения необходимо определить величину гидравлического сопротивления отопительной системы здания. В случае элеваторного присоединения максимальная величина потери напора в отопительной системе 3 метра водяного столба. Это напор, который может создать элеватор.

То есть, если сопротивление системы велико, то элеватор сможет создать лишь меньший необходимого напор, а это приводит к уменьшению расхода воды через отопительную систему и к ухудшению теплоснабжения.

При разработке гидравлического режима необходимо знание действительных гидравлических сопротивлений отопительных систем, так как для зданий с завышенным сопротивлением с помощью элеваторов невозможно обеспечить расчётный коэффициент смешения и на практике приходится либо применять дополнительные мероприятия, либо идти на уменьшение коэффициента смешения, рассчитывая сопла на большие диаметры. Иначе на практике любыми способами сопла будут рассверлены, что приводит к отклонениям фактических располагаемых напоров от расчётных или «разрегуливке» остальных потребителей.

Для зданий с повышенным гидравлическим сопротивлением наилучший вариант – замена системы отопления. В качестве временной меры хорошие результаты даёт установка на обратной линии отопительной системы насоса. В этом случае насос как бы компенсирует завышенное сопротивление отопительной системы и элеватор начинает работать нормально, как показывает опыт даже при располагаемом напоре на вводе менее 10 метров водяного столба.

Имеющиеся измерительные приборы: три термометра и три манометра позволяют при использовании расчётных формул выполнить анализ величины сопротивления отопительной системы и фактического теплопотребления.

Коэффициент смешения элеватора:

$$u = \frac{t_1^p - t_3^p}{t_3^p - t_2^p} \quad (1)$$

где t_1^p – расчетная температура сетевой воды в подающей линии, °С;

t_2^p – расчетная температура сетевой воды в обратной линии, °С;

t_3^p – расчетная температура в местной системе отопления, °С.

Расход сетевой воды через сопло элеватора:

$$G_p = \varphi_1 \cdot f_1 \cdot \rho_p \cdot \sqrt{2\Delta H \cdot g} \quad (2)$$

где φ_1 – коэффициент скорости сопла;

f_1 – выходное сечение сопла, м²;

ρ_p – плотность рабочей воды, кг/м³;

ΔH – потеря напора в рабочем сопле элеватора, м;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с².

Сопротивление отопительной системы:

$$S = \frac{4,88997555 \cdot 10^{-11} \cdot \left[d_1^2 \cdot (88 \cdot n \cdot u^2 - 285 \cdot C \cdot u^2 - 570 \cdot C \cdot u - 285 \cdot C) + 250 \cdot d_3^2 \right]}{d_3^4 \cdot d_1^2 \cdot (1 + 2 \cdot u + u^2)} \quad (3)$$

где S – сопротивление отопительной системы, м·ч²/м⁶;

d_1 – диаметр сопла, м;

$$n = \frac{f_3}{f_3 - f_1};$$

f_3 – сечение цилиндрической камеры смешения, м²;

$$C = \frac{\varphi_1}{\varphi_3} - 0,5;$$

φ_3 – коэффициент скорости диффузора;

d_3 – диаметр цилиндрической камеры смешения, м².

Плотность воды:

$$\begin{aligned} \frac{10^3}{\rho} = & 114,332 \cdot \tau - 431,6382 + \frac{706,5474}{\tau} - \frac{641,9127}{\tau^2} + \frac{349,4417}{\tau^3} - \frac{113,8191}{\tau^4} + \frac{20,5199}{\tau^5} - \\ & - \frac{1,578507}{\tau^6} + \pi \cdot \left(-3,117072 + \frac{6,589303}{\tau} - \frac{5,210142}{\tau^2} + \frac{1,819096}{\tau^3} - \frac{0,2365448}{\tau^4} \right) + \\ & + \pi^2 \cdot \left(-6,417443 \cdot \tau + 19,84842 - \frac{24,00174}{\tau} + \frac{14,21655}{\tau^2} - \frac{4,13194}{\tau^3} + \frac{0,4721637}{\tau^4} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

где ρ – плотность воды, кг/м³;

$$\tau = (t + 273,15) / 647,14,$$

τ – приведённая температура воды;

t – температура воды, °С;

$$\pi = P / 22,064,$$

π – приведённое абсолютное давление;

P – абсолютное давление, Мпа.

Расход тепла:

$$Q = G \cdot c \cdot (t_1 - t_2) \quad (5)$$

где Q – расход тепла, ккал/ч;

G – расход сетевой воды, кг/ч;

$c=1$ – теплоёмкость воды, ккал/кг/°С;

t_1 – температура сетевой воды перед элеватором, °С;

t_2 – температура сетевой воды на выходе из системы отопления, °С.

Литература

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. Москва. Издательство МЭИ. 2001.
2. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. Москва. «Энергия». 1968.
3. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя. МИ 2412-97. Уравнения определения плотности и энтальпии воды.