

УСЛОВИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДВУХТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ РАЗМЕЩЕНИЕМ ИСТОЧНИКА ТЕПЛОТЫ

Басист Д.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры).

На основі виконаного дослідження встановлена можливість підвищення теплогідравлічної стійкості вертикальної двотрубною системи водяного опалення з розміщенням джерела теплоти на цілком визначеній висоті будівлі.

Известно, что расчетный перепад располагаемого давления в системе определяется переменным значением насосной и естественной составляющих для достижения необходимой интенсивности циркуляции теплоносителя. Недостатки систем, как с верхней, так и с нижней разводкой, достаточно полно отражены в [1,2].

В работах [1, 2, 3] отражено, что причиной как начальной, так и эксплуатационной разрегулировки систем отопления является влияние естественных давлений на распределение воды, в связи с чем для ее снижения необходимо уменьшать долю разности естественного давления в общем располагаемом циркуляционном перепаде давления в отопительной системе. Этому весьма важному фактору, предопределяющему существенное удорожание систем автоматики, посвящено ряд работ [4,5]

Известны технические решения для повышения гидравлической и тепловой устойчивости [1,2,3] систем, используемые как при центральном, так и децентрализованном теплоснабжении для создания и поддержания необходимого гидравлического режима за счет применения терморегулирующих клапанов, в т.ч. с повышенным сопротивлением для двухтрубных систем, устройств снижения располагаемых давлений в основании стояков и магистралей. Поэтому гидравлическое сопротивление проектируемых систем выросло в 2-3 раза, в том числе и по причине того, что все вышеуказанные элементы средств регулирования сами привносят дополнительное гидравлическое сопротивление. В результате современные автоматизированные системы отличаются тем, что удельная стоимость средств автоматики достигает 15-20% относительно общей сметной стоимости систем отопления [6].

Таким образом, известные технические решения направлены на решение последствий, поэтому они непосредственно связаны с увеличением энергозатрат в процессе вынужденного снижения избыточных давлений, не устраняя по сути причин их возникновения.

На нынешнем этапе развития энергоснабжения в Украине очевидно, что использование электроэнергии для отопления (при существенно возросшей стоимости и дефиците газового топлива) имеет большие перспективы ввиду ее относительно низкой себестоимости в секторе государственного производства. Ее выработка достигает более 50% за счет ядерного топлива, имеется стимулирующий тариф экономного потребления электроэнергии в суточном интервале.

В системе с двухтрубными стояками, рис.1, где число гидравлических колец циркуляции теплоносителя определяется количеством нагревательных приборов, взаимокомпенсирующее действие гравитационных противонаправленных давлений в нижней и верхней зонах носит более сложный характер.

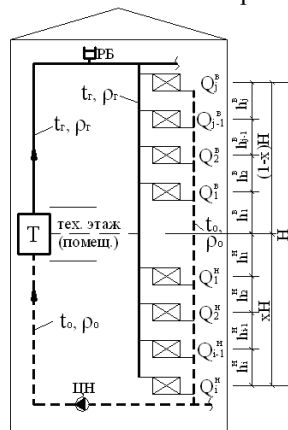


Рис.1. Схема двухтрубной системы отопления с промежуточным размещением теплогенератора по высоте здания.

Условные обозначения:

Т – теплогенератор (теплообменник);

ЦН – циркуляционный насос;

РБ – расширительный бак.

Закономерно, что размещение теплогенератора на вполне определенном уровне по высоте системы отопления может исключить действие вертикальной гидравлической разрегулировки, при которой достигается минимизация разрегулирующего действия результирующего гравитационного давления, возникающего в нижней и верхней зоне циркуляционного контура стояка. При этом очевидна энергетическая и экономическая целесообразность применения систем с прокладкой распределительных и сборных магистралей на уровне размещения теплогенератора, в большинстве случаев вместо традиционных схем с верхней и нижней разводкой подающих магистралей. В результате такая система по вертикали делится на два параллельных участка циркуляционного кольца стояка. В этом случае возникает возможность существенного снижения общего гидравлического сопротивления трубопроводов всей системы.

При расположении теплогенератора на произвольной высоте по вертикали здания значения гравитационных давлений, возникающих вследствие охлаждения воды в приборах соответствующего уровня в верхней и нижней зонах, принимая $h^B = \text{const}$ и $h^H = \text{const}$, можно записать

$$\Delta P_e^H = \beta q (xH - \sum_0^i n^H \times h^H) (t_T - t_o) \quad (1)$$

$$\Delta P_e^B = \beta q [(1-x)H - \sum_0^j n^B \times h^B] (t_T - t_o) \quad (2)$$

где n^B и n^H – количество этажей верхней и нижней зонах стояка анализируемой системы.

Очевидно, что в рассматриваемом контуре системы отопления с идеальной тепловой изоляцией трубопроводов исключение составляющей естественной циркуляции определяется условием равенства противонаправленных гравитационных давлений, возникающих в верхней и нижней зонах, т.е.

$$\Delta P_e^B = \Delta P_e^H \quad (3)$$

Для исключения негативного влияния общего значения противонаправленных величин гравитационного давления в наиболее невыгодном циркуляционном контуре двухтрубного стояка относительный уровень размещения теплогенератора по высоте системы согласно условия (3) определяется на основе зависимостей (1) и (2), исходя из чего

$$x = 0,5 + \frac{\sum_0^i n^H \times h^H - \sum_0^j n^B \times h^B}{H} \quad (4)$$

Из зависимости (4) следует, что для всех случаев двухтрубных систем отопления при одинаковой этажности и высоте этажей в нижней и верхней зонах ($n^B = n^H$ и $h^B = h^H$), относительная высота размещения теплогенератора $x = 0,5$.

При одинаковой этажности верхней и нижней зон ($\sum_0^{i=j}$) относительная высота размещения теплогенератора корректируется только отличительной разностью высот этажей в соответствии с уравнением

$$x = 0,5 + \frac{\sum_0^{i=j} n \times (h^H - h^B)}{H} \quad (5)$$

На рис.2 представлена зависимость корректирующей составляющей в уравнении (5), ниже обозначенной Δ , от высоты размещения теплогенератора по вертикали H системы отопления.

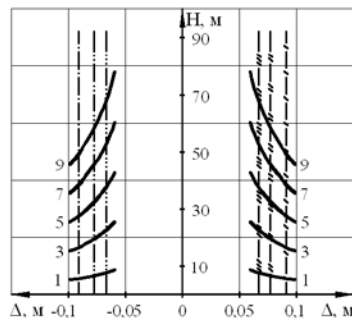


Рис.2. Зависимость корректирующего значения относительной высоты размещения теплогенератора Δ от соотношения высот этажей в верхней и нижней зонах. Условные обозначения:

$$1 - \sum_{i=j}^0 = 1; \quad 3 - \sum_{i=j}^0 = 3; \quad 5 - \sum_{i=j}^0 = 5; \quad 7 - \sum_{i=j}^0 = 7; \quad 9 - \sum_{i=j}^0 = 9;$$

$\text{---} -h^b/h^h=2,5\text{м}/3,0\text{м}; \text{---} -h^b/h^h=3,0\text{м}/3,5\text{м}; \text{---} -h^b/h^h=3,5\text{м}/4,0\text{м};$
 $\text{---} -h^b/h^h=3,0\text{м}/2,5\text{м}; \text{---} -h^b/h^h=3,5\text{м}/3,0\text{м}; \text{---} -h^b/h^h=4,0\text{м}/3,5\text{м}.$

Из графиков следует, что для реального диапазона изменения анализируемого соотношения высот в зданиях рассматриваемой этажности смещение условного центра теплоисточника относительно середины общей высоты системы отопления может достигать $\pm 9\%$.

Вывод

Совершенствование систем водяного отопления на основе предложенного подхода позволяет повысить общую эффективность работы систем за счет снижения негативного влияния гравитационного давления, при котором уменьшается вертикальная теплогидравлическая разрегулировка. Эффективность двухтрубных систем водяного отопления обеспечивается со снижением капитальных и эксплуатационных затрат в общей стоимости систем отопления и автоматики при промежуточном устройстве теплогенератора на вполне определенной высоте x_a , определяемой по зависимости (4) либо по графикам рис.2.

Summary

From the implementation of an analytical study suggested that the device with the ability to increase thermohydraulic stability of vertical two-pipe hot water heating system with a technical solution for placing a source of heat for a very definite mark on the height of the building

Литература

1. Сканава А.Н, Махов Л.М. Отопление. – М.: Изд-во АСВ, 2002, 576с.
2. Константинова В. Е. Надежность систем центрального водяного отопления в зданиях повышенной этажности. - М., Госстройиздат, 1976, 183с.
3. Белинский Е. А. Рациональные системы водяного отопления. Л., Госстройиздат, 1963. 208с.
4. Туркин В.П. Водяные системы отопления с автоматическим управлением для жилых и общественных зданий. – М.; Стройиздат, 1987 с.
5. Полуниин М.М., Петраш В.Д. Гидравлическая устойчивость систем водяного отопления, ж. Водоснабжение и санитарная техника №10 - 1996, 22-23стр.
6. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. К.; Такі справи, 2005, 304с.