

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ СО СТОЯКАМИ РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ СРЕДНЕЙ РАЗВОДКЕ МАГИСТРАЛЕЙ

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

В результате выполненного исследования предложенной системы водяного отопления с комбинированными стояками установлена зависимость определения рационального уровня размещения общих подающих и сборных магистралей с источником теплоты по высоте здания.

Известные системы водяного отопления [1] традиционно имеют нижнее размещение теплогенераторов по высоте зданий, как при центральном, так и местном теплоснабжении. При этом системы разрабатываются с верхней либо нижней разводкой подающих магистралей. Соответствующие решения принимаются в основном в зависимости от наличия либо отсутствия технического этажа (чердака) с учетом технико-экономических показателей и других требований.

В конце прошлого века специалистами Германии была предложена и практически реализована система с устройством источника теплоты на уровне кровли здания. Техническое решение системы с таким устройством источника теплоты при децентрализованном теплоснабжении, кроме экономии полезной площади в здании и большей компактности всей системы, имеет ряд существенных недостатков. К ним относятся, прежде всего, противонаправленное действие гравитационного давления к насосному давлению, что вносит существенный отрицательный вклад в вертикальную разрегулировку систем, а следовательно, в увеличение энергозатрат и стоимость средств автоматики, связанных с эксплуатационным регулированием переменной мощности систем в отопительный период.

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].

Характерно, что традиционные системы отопления, запроектированные и смонтированные более 20 лет назад в нашем государстве,

характеризовались гидравлическим сопротивлением 12000 Па, что было рекомендовано действующими требованиями [3] для типовых решений систем отопления гражданских зданий. Удельная сметная стоимость систем автоматики в них не превышала 6÷9%.

Подразумевая под гидравлической характеристикой «Г» отношение естественного циркуляционного давления к сумме естественного циркуляционного давления и насосного давления, автор [2] отмечает, что отношение может изменяться в пределах от 0 до 1. Значение $\Gamma=0$ соответствует системе, работающей на холодной воде, т.е., системе, лишенной охлаждения, либо системе с очень большим насосным давлением и маленьким естественным давлением. Значение $\Gamma=1$ соответствует системе отопления с естественной циркуляцией без механического побуждения. Существующие здания высотой от 5 до 25 этажей характеризуются значением $\Gamma \approx (0,25 \div 0,45)$.

Известны способы снижения начальной величины гравитационного давления, к которым относятся снижение разности плотностей теплоносителя, увеличение расхода циркулирующего теплоносителя [4,5]. Эксплуатационная регулировка предусматривает применение средств искусственного снижения избыточных давлений в циркуляционных кольцах.

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 [5].

Кроме того на нынешнем этапе развития энергоснабжения в государстве очевидно, что использование электроэнергии для отопления (при существенно возросшей стоимости и дефиците газового топлива) в Украине 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.

Выше изложенное наглядно свидетельствует о необходимости дальнейшего развития систем водяного отопления многоэтажных зданий с автоматизированными и программируемыми теплогенераторами, прежде всего электроводяных и реже газоводяных котлов, которые позволяют повысить теплогидравлическую, энергетическую и технико-экономическую эффективность на основе дальнейшего совершенствования функциональной взаимосвязи структурных элементов отопительных и теплогенерирующих систем.

Очевидно, что 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.

Из выше изложенного анализа следует целесообразность повышения теплогидравлической, энергетической и технико-экономической эффективности систем водяного отопления на основе дальнейшего совершенствования устройства, конструктивной и функциональной взаимосвязи структурных элементов системы и источника теплоты, обладающего полным циклом возможностей эксплуатационного регулирования процессов выработки и подачи теплоты в автоматическом режиме. Суть предложенного [7,8] технического решения заключается в создании такой функциональной взаимосвязи элементов отопительной системы и автоматизированного теплогенератора с полным циклом возможностей эксплуатационного регулирования, при котором предельно снижается вертикальная теплогидравлическая разрегулировка до минимально возможных значений.

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.

Таким образом, создается возможность совершенствования систем водяного отопления с применением средней, т. е. с промежуточной

прокладкой общих подающих и обратных магистралей, длина которых намного меньше, чем при традиционном размещении теплогенератора в нижней либо верхней части здания.

Как для однотрубных и двухтрубных систем с промежуточной разводкой распределительных и сборных магистралей со средним размещением теплогенератора, так и для систем отопления с комбинированными стояками, рис.1, такое решение позволяет сократить длину и уменьшить диаметры соответствующих трубопроводов, а также снизить общее гидравлическое сопротивление всей системы.

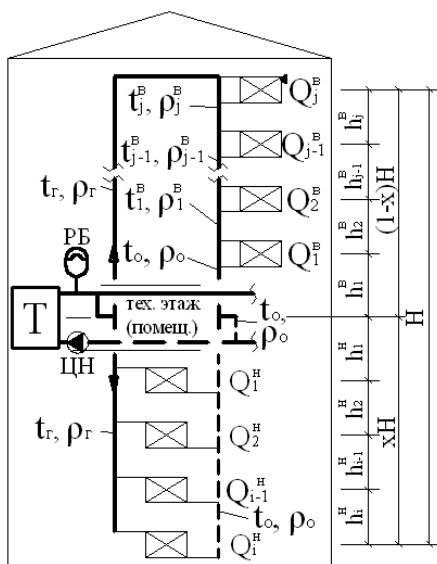


Рис 1. Схема системы отопления со средней разводкой магистралей с комбинированными стояками

Условные обозначения:

Т – теплогенератор (теплообменник);

ЦН – циркуляционный насос;

РБ – расширительный бак.

Исходные температурные и гидравлические условия в верхней и нижней зонах стояка являются одинаковыми и не взаимосвязанными.

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.

$$\Delta P_e^B = \Delta P_e^H, \quad (1)$$

При расположении условного центра нагрева воды, находящегося на произвольной высоте по вертикали здания, верхняя и нижняя зоны стояка характеризуются одинаковым температурным перепадом теплоносителя, однако с индивидуальными тепловыми нагрузками. Значе-

ния гравитационных циркуляционных давлений - для всех приборов однотрубного элемента стояка, а также для нижнего прибора двухтрубной части стояка, можно записать соответственно

$$\Delta P_e^B = \beta q(t_r - t_o) / \left[\bar{Q}_1^B [(1-x)H - \sum_2^j h^B] + \bar{Q}_2^B [(1-x)H - \sum_3^j h^B] + \dots \right. \\ \left. \dots + \bar{Q}_{j-1}^B [(1-x)H - h_j^B] + \bar{Q}_j^B [(1-x)H] \right] \\ \Delta P_e^H = \beta qxH(t_r - t_o) \cdot \quad (2)$$

Отметим, что значения тепловых нагрузок нагревательных приборов для однотрубного элемента стояка относятся к тепловой нагрузке верхней зоны, т.е. $\sum_1^j \bar{Q}_{1,2,3..j-1,j}^B = 1$. Аналогичным соотношением характеризуются значения тепловых нагрузок нагревательных приборов нижней зоны, при котором $\sum_1^i \bar{Q}_{1,2,3..i-1,i}^H = 1$

Следуя условию (1) на основе зависимостей (2) и (3), полагая $h^B = \text{const}$, с последующими аналогичными преобразованиями, уравнение для определения высоты размещения теплогенератора по вертикали системы отопления приобретает окончательный вид

$$x = \frac{h^B}{H} \left[\bar{Q}_1^B + 2\bar{Q}_2^B + 3\bar{Q}_3^B + \dots + (j-1)\bar{Q}_{j-1}^B + j\bar{Q}_j^B \right] / \sum \bar{Q}^B \cdot \quad (4)$$

На рис. 2. иллюстрируется зависимость изменения x от высоты системы с комбинированными стояками анализируемой структуры при вышеуказанном температурно-гидравлическом режиме. Из графиков очевидно, что при этих условиях существенно снижается диапазон изменения значений x . По физической сути возникновение процесса естественных циркуляционных давлений для стояка анализируемой структуры следует, что всегда при $i=j$ значения $x < 1$. Соотношение увеличивающегося значения естественного циркуляционного давления в верхней зоне и в нижней части стояка результирующим влиянием нивелирует значения x .

Выводы

Изложенный подход к совершенствованию систем водяного отопления на основе рационального взаиморасположения и взаимосвязи структурных элементов позволяет повысить общую эффективность работы систем за счет исключения негативного влияния гравитационного давления, при котором максимально снижается вертикальная теплогидравлическая разрегулировка.

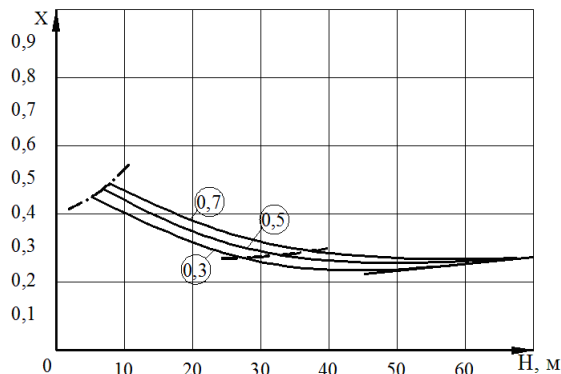


Рис.2. Зависимость относительного уровня размещения теплогенератора по высоте системы отопления с комбинированными стояками при средней разводке распределительных магистралей.

Условные обозначения:

— — — — — $i+j=18$ этажей; - - - - - $i+j=10$ этажей $i+j=2$ этажа;

⊖_{0.3}, ⊖_{0.5} и ⊖_{0.7} - соответствующие значения $\overline{\Sigma Q}^B$.

В результате выполненного исследования выявлена возможность повышения гидравлической и тепловой устойчивости систем отопления со стояками рациональной структуры для условий промежуточного размещения теплогенератора, которое по теплоэнергетическим и экономическим параметрам выгодно отличается по сравнению с традиционными стояками систем при нижнем, а тем более при верхнем размещении теплогенератора. При этом, во-первых, уменьшается протяженность подающих и обратных магистралей, а также диаметры распределительных и сборных трубопроводов. Во-вторых, снижается гидравлическое сопротивление параллельно работающим участкам верхней и нижней зон стояка, а в итоге, и общее гидравлическое сопротивление всей системы по сравнению с системами при традиционном размещении источника теплоты.

Summary

With the result of the research work of the proposed system with the combined water heating risers, the dependence of the determined level of rational allocation of general and partial feeding water mains were

tested with the source of the heat according to the height of the building.

Литература

1. Сканави А.Н, Малахов 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. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Стройиздат, 1992г.
4. Белинкий Е. А. Рациональные системы водяного отопления. Л., Госстройиздат, 1963. 208с.
5. Пыркков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. К.: Такі справи, 2005г. 304с.
6. Полуниин М.М., Петраш В.Д. Гидравлическая устойчивость систем водяного отопления, ж. Водоснабжение и санитарная техника №10 – 1996г. 22-23стр.
7. Петраш В.Д., Басист Д.В. Новый подход к устройству систем водяного отопления с промежуточным размещением источника теплоты. Науковий вісник будівництва, ХДТУБА ХОТВ АБУ, №60. Харків 2010р. 88-95с.
8. Петраш В.Д., Басист Д.В., Гераскіна Е.А. Підвищення ефективності теплонасосних систем опалення з середнім розведенням магістралей. Наукові праці ОНАХТ №35, Т.2., Одеса 2009р. 204-207стр.