

УДК 697.4

В. Д. ПЕТРАШ, Д. В. БАСИСТ

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

В результате исследования предложенной системы водяного отопления многоэтажного здания с промежуточным размещением теплообменника установлена возможность существенного повышения гидравлической и тепловой устойчивости, энергетической эффективности со снижением капитальных затрат.

отопление, теплообменник, энергетическая эффективность, гидравлическая устойчивость

Как нижнее [1], так и верхнее размещение источника теплоты («крышные» котельные) [2], получившее распространение в системах водяного отопления, кроме преимуществ, имеют свои недостатки. Они определяются прежде всего влиянием переменного гравитационного давления, которое является совпадающим либо противонаправленным по действию относительно насосного давления. Доля гравитационной составляющей от располагаемого давления в современных автоматизированных системах отопления зданий высотой от 5 до 25 этажей достигает 25–45 % [3]. Это вносит существенный негативный вклад в вертикальную разрегулировку систем, а следовательно, в стоимость средств автоматики и увеличение энергозатрат, связанных с эксплуатационным регулированием переменной тепловой мощности систем отопления.

В зарубежной и отечественной практике [4, 5, 6] в последние годы находят оправданные по энергоэкономическим и функциональным условиям решения, предусматривающие устройство технических этажей для размещения элементов инженерных систем как в высотных зданиях, так и в зданиях повышенной этажности до 55 м. Характерно, что повышение теплогидравлической устойчивости систем отопления за счет применения терморегулирующих средств, в том числе регулирующих клапанов у нагревательных приборов с повышенным гидравлическим сопротивлением, а также автоматических устройств снижения располагаемых давлений в стояках и магистралях, представляется во многом не обоснованным, поскольку они, выполняя основное функциональное назначение, сами привносят весьма существенное дополнительное гидравлическое сопротивление. В результате расчетное сопротивление современных автоматизированных систем за последнее 20 лет выросло в 2–3 раза, а удельная стоимость средств автоматики достигла 15–20 % относительно общей стоимости систем.

Закономерно, что размещение теплообменников на вполне определенном уровне по высоте здания способно снизить и даже исключить действие главного фактора вертикальной гидравлической разрегулировки, при которой достигается минимизация результирующего действия гравитационного давления, возникающего в циркуляционном контуре системы отопления. При этом очевидна энергетическая и экономическая целесообразность применения образующихся систем со «средней разводкой» распределительных и сборных магистралей, размещаемых на уровне теплоисточника.

Разрабатываемые высотные жилые здания в соответствии с общими требованиями по вертикали делятся на соответствующие зоны, в пределах в каждой из которых предусматривается устройство систем отопления с зависимым либо независимым подключением к тепловой сети (к теплогенератору) с учетом допустимой прочности элементов систем. Характерные варианты технических решений, применяемых для отопления согласно [4, 5, 6], иллюстрируются на примере устройства системы, характерной для современного строительства многоэтажных жилых зданий (рис. 1).

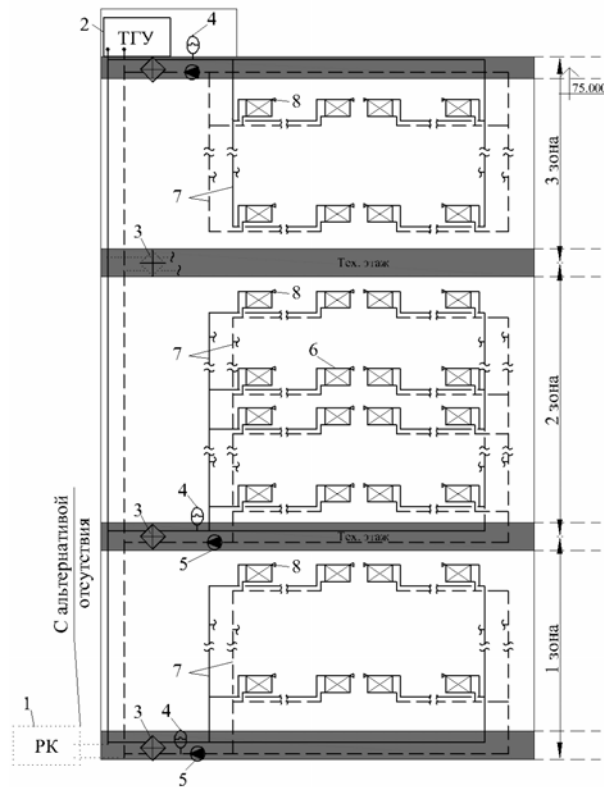


Рисунок 1 – Применяемые схемы систем отопления многоэтажных жилых зданий: 1 – районная либо местная котельная; 2 – теплогенерирующая установка (крышная котельная); 3 – поверхностный теплообменник; 4 – расширительный бак; 5 – циркуляционный насос; 6 – отопительный прибор; 7 – главный стояк; 8 – кран индивидуального удаления воздуха.

Авторами предложен новый подход к устройству систем отопления многоэтажных зданий с промежуточным устройством теплообменника и магистралей [7, 8] (рис. 2), когда в подающем и обратном главных стояках противонаправленное гравитационное давление наиболее невыгодного циркуляционного контура компенсируется действием возникающего гравитационного давления в верхней его части.

Указанному условию может удовлетворять двухтрубная структура стояка с общими узловыми точками подключения его к магистральям.

В рассматриваемом контуре системы отопления исключение гравитационной составляющей в располагаемом перепаде давления с насосной циркуляцией определяется условием равенства противонаправленных гравитационных давлений, возникающих в верхней и нижней зонах стояка, т. е.

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

В двухтрубном главном стояке (рис. 2) максимальные значения гравитационных давлений в общих узловых точках А и Б для верхней и нижней зон определяются по соответствующим зависимостям [9]

$$\Delta P_e^B = \beta q (1 - x) H (t_r - t_o), \quad (2)$$

$$\Delta P_e^H = \beta q x H (t_r - t_o). \quad (3)$$

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

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

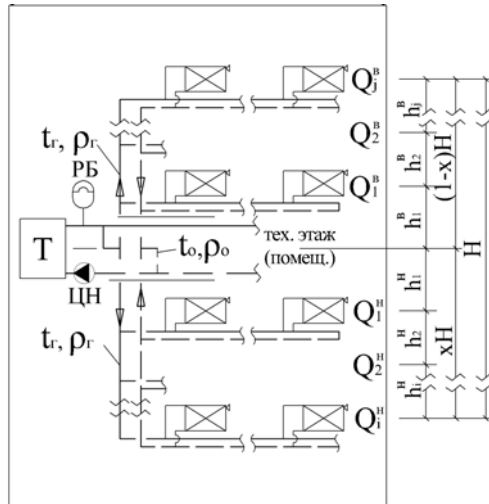


Рисунок 2 – Расчетная схема теплотопового контура многоэтажного жилого здания с промежуточным размещением теплообменника (источника теплоты) при соответствующей прокладке общих магистралей: Т – теплообменник (источник теплоты); ЦН – циркуляционный насос; РБ – расширительный бак; А, Б – общие узловые точки подающего и обратного главного стояка; ГС – главный стояк.

Из зависимости (4) следует, что для всех случаев систем отопления с двухтрубными главными стояками 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 ($\sum_{i=1}^{i=j}$) относительная высота размещения теплогенератора корректируется только отличительной разностью высот этажей в соответствии с уравнением

$$x = 0,5 + \frac{\sum_{i=1}^{i=j} n \times (h^H - h^B)}{H}. \quad (5)$$

Установлено (рис. 3), что для реального диапазона изменения анализируемого соотношения высот этажей в многоэтажных зданиях смещение центра источника теплоты Δ относительно середины общей высоты системы отопления достигает $\pm 9\%$.

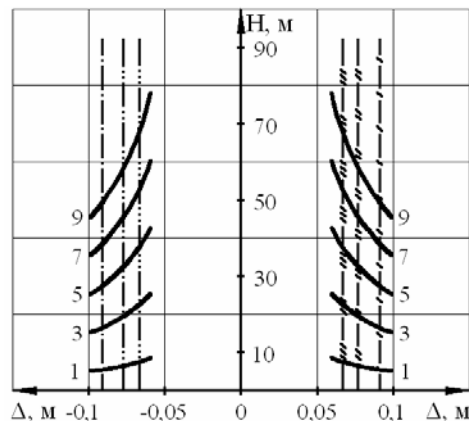


Рисунок 3 – Зависимость корректирующего значения относительного уровня размещения Δ теплоисточника от

соотношения высот этажей в верхней и нижней зонах: $1 - \sum_{i=1}^{i=j} = 1$; $3 - \sum_{i=1}^{i=j} = 3$; $5 - \sum_{i=1}^{i=j} = 5$; $7 - \sum_{i=1}^{i=j} = 7$; $9 - \sum_{i=1}^{i=j} = 9$;
 — — — — $h^B/h^H = 2,5 \text{ м}/3,0 \text{ м}$; — — — — $h^B/h^H = 3,0 \text{ м}/3,5 \text{ м}$; — — — — $h^B/h^H = 3,5 \text{ м}/4,0 \text{ м}$; — — — — $h^B/h^H = 3,0 \text{ м}/2,5 \text{ м}$;
 — — — — $h^B/h^H = 3,5 \text{ м}/3,0 \text{ м}$; — — — — $h^B/h^H = 4,0 \text{ м}/3,5 \text{ м}$.

На основе изложенного разработаны новые технические решения устройства системы отопления, которая представлена на рис. 4, на примере той же конструкции многоэтажного жилого здания, согласно рис. 1.

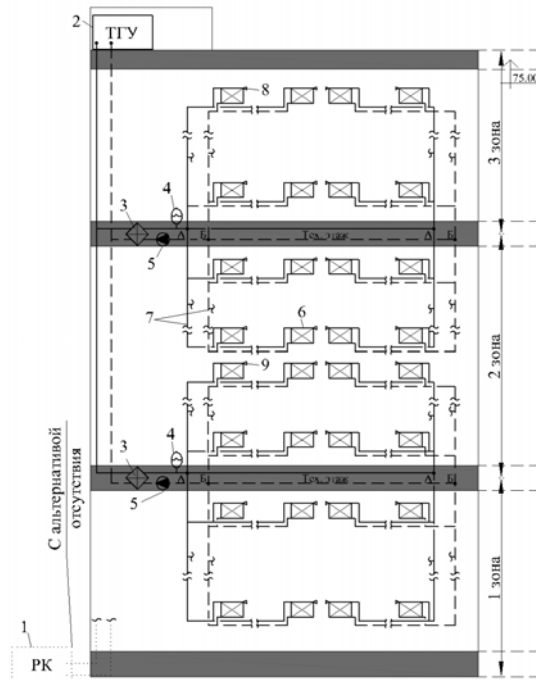


Рисунок 4 – Рекомендуемая схема системы отопления многоэтажных жилых зданий: А, Б – общие узловые точки подключения главного стояка к магистралям; 1 – районная либо местная котельная; 2 – теплогенерирующая установка (крышная котельная); 3 – поверхностный теплообменник; 4 – расширительный бак; 5 – циркуляционный насос; 6 – отопительный прибор; 7 – главный стояк; 8 – кран индивидуального удаления воздуха.

Результаты экспериментального исследования системы с промежуточным размещением источника теплоты подтвердили достоверность полученных аналитических зависимостей как по снижению характеристики сопротивления стояков предложенной структуры (в 3,3 раза при $x = 0,8$), так и по минимизации гравитационных давлений со снижением их вертикальной разрегулировки.

ВЫВОДЫ

1. В системах отопления многоэтажных жилых зданий промежуточное размещение источника теплоты минимизирует гравитационное давление, в результате чего повышается их вертикальная гидравлическая устойчивость, а соответственно уменьшается переменная часть избыточного гравитационного давления на средства автоматики. Размещение магистралей на уровне теплоисточника позволяет применять главные стояки предложенной конструкции, в результате чего существенно снижается их характеристика сопротивления, а соответственно и сопротивление всей системы при сохранении альтернативы соответствующего снижения материалоемкости.

2. Внедрение систем отопления с рациональным уровнем размещения источника теплоты, обладающих возможностями снижения капитальных и эксплуатационных затрат, предопределяет их технико-экономическую эффективность внедрения в технологию перспективного строительства многоэтажных жилых зданий.

3. Рациональный уровень размещения технического этажа для устройства теплообменника систем отопления анализируемых зданий должен корректироваться согласно полученным зависимостям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сканава, А. Н. Отопление [Текст] / А. Н. Сканава, Л. М. Махов. – М. : Изд-во АСВ, 2002. – 576 с.
2. Рекомендації по проектуванню дахових, вбудованих і прибудованих котельних установок та установлення побутових теплогенераторів, працюючих на природному газі [Текст] : Посібник до СНіП II-35-76 / УкрНДІінжпроект. – 2-е видання, перероблене та доповнене. – К. : УкрНДІінжпроект, 1998. – 26 с.
3. Константинова, В. Е. Надежность систем центрального водяного отопления в зданиях повышенной этажности [Текст] / В. Е. Константинова. – М. : Госстройиздат, 1976. – 183с.

4. ДБН В.3.2-2:2009. Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт. Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва [Текст]. – Чинний з 01.01.2010. – К. : Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2010. – 18 с. – (Державні будівельні норми).
5. ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків [Текст]. – Чинний з 01.09.2009. – К. : Мінрегіонбуд України 2009. – 105 с. – (Державні будівельні норми).
6. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. Зовнішні мережі та споруди. Інженерне обладнання будинків і споруд [Текст]. – Чинний з 07.01.2009. – К. : Мінрегіонбуд України 2009. – 56 с. – (Державні будівельні норми).
7. Пат. 97991 Україна, МПК F24D 3/02. Система водяного опалення Петраша В. Д. з проміжним розміщенням теплогенератора [Текст] / Петраш В. Д., Басист Д. В. ; заявник та патентовласник Петраш В. Д., Басист Д. В. – а201001005 ; заявл. 01.02.2010 ; опубл. 10.04.2012, Бюл. № 7/2012. – 4 с. : ил.
8. Петраш, В. Д. Новый подход к устройству систем водяного отопления с промежуточным размещением источника теплоты [Текст] / В. Д. Петраш, Д. В. Басист // Наук. вісник будівництва ХДТУБА. – Харків : ХОТБ АБУ, 2010. – № 60. – С. 88–95.
9. Петраш, В. Д. Энергоэффективность двотрубных систем отопления с промежуточной разводкой магистралей [Текст] / В. Д. Петраш, Д. В. Басист // Наукові праці НУ «Львівська політехніка». – Львів : Вид-во НУЛП, 2011. – № 55. – С. 211–220.

Получено 10.10.213

В. Д. ПЕТРАШ, Д. В. БАСИСТ
СУЧАСНІ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ
ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ
Одеська державна академія будівництва і архітектури

В результаті дослідження запропонованої системи водяного опалення багатоповерхової житлової будівлі з проміжним розміщенням теплообмінника виявлена можливість суттєвого підвищення гідравлічної та теплової стійкості, енергетичної ефективності зі зниженням капітальних витрат.

опалення, теплообмінник, енергетична ефективність, гідравлічна стійкість

VITALY PETRASH, DMITRY BASIST
THE MODERN SYSTEM OF THE WATER HEATING OF MULTI-STORY
BUILDINGS
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

As a result of research of the offered system of the water heating of multi-story buildings with the intermediate placing of heat-exchanger the possibility of substantial increase of hydraulic and thermal stability and power efficiency with a capital cost cutout have been found out.

heating, heat exchanger, energy efficiency, the hydraulic sustainability

Петраш Віталій Дем'янович – доктор технічних наук, професор кафедри опалення, вентиляції та охорони повітряного басейну Одеської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: підвищення ефективності систем опалення, енергозбереження в системах теплопостачання.

Басист Дмитро Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри опалення, вентиляції та охорони повітряного басейну Одеської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: підвищення ефективності систем опалення, енергозбереження в системах теплопостачання.

Петраш Виталий Демьянович – доктор технических наук, профессор кафедры отопления, вентиляции и охраны воздушного бассейна Одесской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: повышение эффективности систем отопления, энергосбережение в системах теплоснабжения.

Басист Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры отопления, вентиляции и охраны воздушного бассейна Одесской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: повышение эффективности систем отопления, энергосбережение в системах теплоснабжения.

Petrash Vitaly – DSc (Eng.), professor, Heating, Ventilation and the Air basin Protection Department, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of heating systems, energy saving in heating systems.

Basist Dmitry – PhD (Eng.), associate professor, Heating, Ventilation and the Air basin Protection Department, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of heating systems, energy saving in heating systems.