

2.А.с. №1187858. В01F 7/28. Роторный аппарат / В.В.Белик, В.А.Колдин, М.М.Свиридов, В.М.Червяков, В.Ф.Шитиков; Тамб. ин.-т. хим. машиностр. – №3685908/23-26; опубл. 30.10.85, Бюл. № 40.

3.Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. – М.: Машиностроение, 2001. – 260 с.

4.Волков А.Н. Сжигание газов и жидкого топлива в котлах малой мощности. – Л.: Недра, 1989. –160 с.

5.Павлов Б.П., Батуев С.И., Щевелев К.В. Подготовка водомазутных эмульсий для сжигания в топочных устройствах // Повышение эффективности использования газообразного и жидкого топлива в печах и отопительных котлах. – Л.: Недра, 1983. –216 с.

6.Селиверстов В.М., Браславский М.И. Экономия топлива на речном флоте. – М.: Транспорт, 1983. –231 с.

7.Зубрилов С.П., Селиверстов В.М., Браславский М.И. Ультразвуковая кавитационная обработка топлив на судах. – Л.: Судостроение, 1998. – 80 с.

Получено 17.08.2009

УДК 658.24

О.О.АЛЕКСАХИН, І.А.АЧКАСОВ, кандидати техн. наук,
Е.А.ШИШКІН, С.В.УСОВ

Харківська національна академія міського господарства

ТЕПЛОВІ ВТРАТИ ТРУБОПРОВОДАМИ МІКРОРАЙОННИХ МЕРЕЖ ОПАЛЕННЯ

За результатами аналізу існуючих проектів систем опалення житлових мікрорайонів здійснено оцінку теплових втрат трубопроводами ділянок вводу та розподільчою частиною мережі. Запропоновані формули зручні для використання на початкових етапах проектування в умовах обмеженості вихідної інформації.

По результатам анализа существующих проектов систем отопления жилых микрорайонов проведена оценка тепловых затрат трубопроводами участков ввода и распределительной частью сети. Предложенные формулы удобны для использования на начальных этапах проектирования в условиях ограниченности выходной информации.

According to the result of analyzing existing heating projects of residential areas an assessment of thermal input costs of pipe-line actions and distributing part of the network was carried out. The suggested formulae are convenient to use on primary stages of designing under the conditions of limited outgoing information.

Ключові слова: житлові мікрорайони, системи опалення, трубопроводи, теплові втрати.

Рівень втрат теплоти та витрати електроенергії при транспортуванні теплоносія є визначальними техніко-економічними показниками, що характеризують ступінь досконалості експлуатації теплових мереж. Розгалуженість мереж централізованих систем теплопостачання обумовлює той факт, що довжина мікрорайонних мереж значно перевищує довжину магістральних ділянок. Так, за даними [1], загальна довжина квартальних мереж у м.Харкові приблизно у 2,5 рази більше до-

вжини магістральних. Це визначає, що навіть нормативні втрати теплоти через ізоляцію теплопроводів мікрорайонних ділянок десь на 30% більше. Тому величина теплових втрат при русі теплоносія по мікрорайонних мережах значно впливає на загальний рівень втрат у системі тепlopостачання.

При наявності даних про довжину і діаметр ділянок мережі обчислення втрат теплоти можна здійснити за відомою методикою [2, 4] залежно від способу прокладання трубопроводів, товщини та матеріалу теплоізоляції, рівня температур теплоносія та оточуючого середовища. Часто при порівнянні варіантів виконання систем тепlopостачання на попередньому етапі проектування необхідно виконати оцінку теплових втрат при наявності мінімуму вихідної інформації для розрахунків. Так, на підставі аналізу 62 проєктів систем гарячого водопостачання мікрорайонів авторами [2] запропонована формула для обчислення теплових втрат трубопроводами квартальних мереж залежно від максимальних витрат теплоти на гаряче водопостачання $Q_{h,max}$. Втрати теплоти обчислені авторами за даними проєктів з урахуванням типу прокладки та наявності теплоізоляції. При обчисленнях невраховані теплові втрати прийняті на рівні 20%. Підсумкова формула має вигляд:

$$\Delta Q_h = 0,15 Q_{h,max} . \quad (1)$$

Метою даної роботи є отримання аналогічних за формою розрахункових залежностей для знаходження теплових втрат трубопроводами мікрорайонної опалювальної мережі. До розгляду прийняті системи тепlopостачання 41 об'єкта (квартали м.Харкова і деяких міст Харківської області). Витрати теплоти на опалення найменшої з проаналізованих груп будівель становить 1,64 МВт, опалювальне навантаження найбільшої – 22,016 МВт. Середня кількість поверхів забудови знаходиться у межах 4,3-16, а загальна довжина теплопроводів мікрорайонної системи у двотрубному обчисленні змінювалась в інтервалі від 453 м для найменшої до 6707 м для найдовшої. У розглянутих проєктних рішеннях переважає прокладка теплопроводів у непрохідних каналах. Теплорозподільчі пункти розміщені, як правило, близько до центру теплових навантажень мікрорайонів.

Втрати теплоти трубопроводами мережі обчислені за даними проєктів при відомих діаметрах і довжинах ділянок як сума втрат на окремих ділянках. Розрахунки виконані окремо для подавальних і зворотних трубопроводів за формулами:

$$Q_n = q_n \cdot l \cdot \beta , \quad (2)$$

$$Q_3 = q_3 \cdot l \cdot \beta. \quad (3)$$

Питомі втрати теплоти подавальними q_n і зворотними q_3 теплопроводами визначені для температури води в мережах відповідно $\tau_1=140^\circ\text{C}$, $\tau_2=70^\circ\text{C}$ та температури ґрунту на глибині вісі труби $t_2=5^\circ\text{C}$ за формулами:

$$q_n = q_{nn} \frac{\tau_1 - \tau_2}{\Delta t_{nn}}, \quad (4)$$

$$q_3 = q_{3n} \frac{\tau_2 - \tau_2}{\Delta t_{3n}}, \quad (5)$$

де q_{nn}, q_{3n} – нормативні втрати теплоти теплопроводами при фіксованих різницях температур теплоносія і ґрунта для подавального Δt_{nn} і зворотного Δt_{3n} теплопроводів [3].

Коефіцієнт β у формулах (2), (3) враховує додаткові втрати теплоти конструктивними елементами мережі. Згідно з [2], для умов прокладки у непрохідних каналах $\beta = 1,15$.

Табличні дані [3] відповідають різницям температур $\Delta t_{nn} = 85^\circ\text{C}$, $\Delta t_{3n} = 45^\circ\text{C}$. Іноді інформацію про нормативні втрати теплоти зручніше використовувати у формалізованому вигляді. Графічну інтерпретацію даних подано на рис.1, з якого видно, що зміна теплових втрат залежно від діаметра має лінійний характер. Отримано формули, які апроксимують дані [3] з похибкою не більше 3,6%:

$$q_{nn} = 31,6 + 270D; \quad (6)$$

$$q_{3n} = 18,2 + 191D, \quad (7)$$

де D – діаметр теплопроводу, м.

Результати визначення тепловитрат теплопроводами для прийнятих до розгляду об'єктів залежно від величини максимальних витрат теплоти на опалення будівель ($Q_{o, \max}$) наведені на рис.2. Узагальнення результатів розрахунків дозволило визначити функціональну залежність витрат теплоти подавальними і зворотними теплопроводами мікрорайонної опалювальної мережі у вигляді:

$$Q_n = 0,033 Q_{o, \max}, \quad (8)$$

$$Q_3 = 0,02 Q_{o, \max}. \quad (9)$$

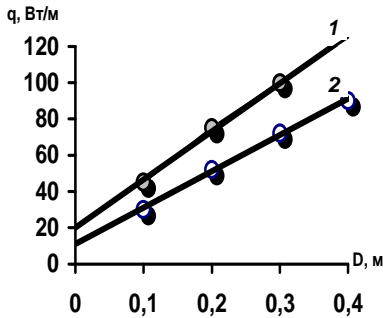


Рис.1 – Питомі втрати теплоти трубопроводами при прокладці у непрохідних каналах [3]:
 1 – подавальний трубопровід теплових мереж;
 2 – зворотній трубопровід теплових мереж.

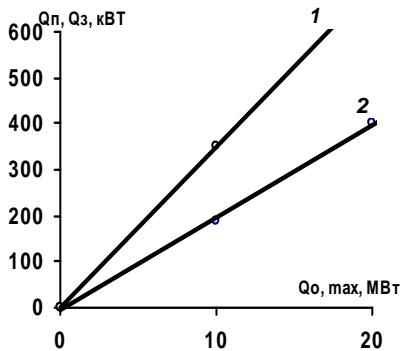


Рис.2 – Втрати теплоти мікрорайонною опалювальною мережею:
 1 – подавальний трубопровід теплових мереж;
 2 – зворотній трубопровід теплових мереж.

Загальні втрати теплоти розподільчою частиною мережі опалення без урахування втрат трубопроводами ділянок введів від зовнішніх теплових мереж до мікрорайонного центрального теплового пункту дорівнюють сумі величин, визначених за формулами (8), (9). При співставленні результатів розрахунків середня розбіжність для діапазону максимальних витрат теплоти на опалення $1,6 \leq Q_{o, \max} \leq 22$ МВт становить приблизно 24%, причому в області значень приблизно $Q_{o, \max} = 4$ МВт помилка суттєво нижче (на рівні 11%), а в діапазоні $4 < Q_{o, \max} \leq 22$ МВт помітно вище (на рівні 26%).

Існуюча тенденція розміщати центральний тепловий пункт у центрі теплових навантажень групи будівель обумовила суттєвий вплив ділянок вводів теплових мереж до мікрорайонів на загальний рівень тепловтрат. Для розглянутих об'єктів довжина ділянок вводів змінювалась в інтервалі $87 \div 475$ м, що додає до втрат теплоти розподільчою частиною мережі ще від 1,5 до 28%. Якщо величина діаметру теплопроводів на вводах до мікрорайонів однозначно визначається тепловим навантаженням системи теплоспоживання, встановити зв'язок між довжиною ділянок вводів і показниками забудови не вдалося. Середні для розглянутого масиву об'єктів втрати теплоти ділянками вводу складають приблизно 15%.

Наведені формули дозволяють оцінювати втрати теплоти при нормативних умовах. У реальних умовах суттєвого зносу теплових мереж відсоток очікується більше. За даними [4], рівень теплових втрат у мережах м.Харкова складає приблизно 16% від відпущеної теплової енергії, що майже на чверть більше допустимих.

Висновки

1. Запропоновані на підставі узагальнення результатів теплових розрахунків проектів мереж опалення існуючих житлових груп будівель формули дозволяють виконувати оцінки втрат теплоти трубопроводами розподільчої частини мережі опалення на попередніх етапах проектування мікрорайонних систем.

2. Величина теплових втрат ділянками вводів до мікрорайонних систем становить приблизно 15% від сумарних втрат подавальними і зворотними трубопроводами розподільчої частини мікрорайонної опалювальної мережі.

1.Програма розвитку і реформування житлово-комунального господарства в м.Харкові на 2003-2010 рр. (колектив авторів під керівництвом Л.М.Шутенка, В.М.Бабаєва, В.Т.Семенова). – Харків: ХДАМГ, 2003. – 208 с.

2.Тепловая изоляция / Под ред. Г.Ф.Кузнецова. – М.: Стройиздат, 1995. – 421 с.

3.Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения / Под ред. Н.Н.Чистякова, М.М.Грудзинского, В.И.Ливчака и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 314 с.

4.Андреев С.Ю., Голованев Н.П., Репин А.П. Энергоснабжение в коммунальной теплоэнергетике // Энергоснабжение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – № 3. – С.62-68.

Отримано 22.06.2009