

УДК 658.264

О.О. Алексахін

Харківський національний університет міського господарства ім.О.М.Бекетова, м. Харків

ОБЧИСЛЕННЯ ВТРАТ ТЕПЛОТИ У МІКРОРАЙОННИХ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖАХ

Розроблено спрощену методику обчислення втрат теплоти трубопроводами опалювальної мережі житлової групи. На прикладах реальних систем теплозабезпечення ряду мікрорайонів показано можливість застосування запропонованої методики.

Ключові слова: централізоване теплопостачання, мікрорайонні теплові мережі, втрати теплоти трубопроводами.

Характерною відзнакою утвореної за останні десятиліття системи централізованого теплопостачання великих міст є наявність теплових пунктів та чотиритрубна мікрорайонна мережа розподільних трубопроводів. Загальна довжина мікрорайонних ділянок значно перевищує довжину магістральних. Так, за даними [1] це перевищення для теплових мереж м. Харкова становить приблизно 2,5 рази, що обумовлює більш високий рівень втрат теплоти мікрорайонними теплопроводами у порівнянні з магістральними. Для визначення теплових втрат трубопроводами при відомих параметрах прокладання (спосіб прокладання, діаметр трубопроводів, товщина та матеріал теплоізоляції, тощо) можна скористатися апробованими методиками, наприклад, [2], які передбачають розподіл мережі на окремі ділянки, у межах яких діаметр є незмінним, та обчислення характеристик для кожної з ділянок.

При відомих, залежно від діаметра, лінійних втратах теплоти на ділянках втрати мережею обчислюють за формулою:

$$Q = K \cdot \sum_{i=1}^n (q_i \cdot l_i), \quad (1)$$

де l_i – довжина розрахункової ділянки, n – кількість ділянок, K – коефіцієнт для обліку втрат теплоти конструктивними елементами мережі.

При оцінках теплового стану мереж для варіантів їх виконання на попередніх етапах проектування, в умовах обмеженої інформації для застосування відомих методик, стають корисними спрощені методики, у яких використані узагальнені показники функціонуючих систем.

Метою роботи є розробка спрощеної методики для обчислення втрат теплоти трубопроводами мікрорайонної мережі.

У спрощених розрахунках у формулі (1) можна використати загальну довжину трубопроводів мережі L та лінійні втрати теплоти для середнього діаметра теплопроводів D_{cp} , який припустимо визначити як середнє арифметичне значень

максимального (D_{max}) і мінімального (D_{min}) значень діаметра трубопроводів гілки:

$$D_{cp} = 0.5(D_{max} + D_{min}), \quad (2)$$

Якщо параметри мережі невідомі, максимальний діаметр опалювальної мережі можна обчислити за величиною теплового навантаження гілок. У [3] запропоновано формули для головних гілок – формула (3) та відгалужень – формула (4):

$$D_{max} = (5.714 \cdot 10^{-6} \cdot Q_{o,max}^2)^{0.21}, \quad (3)$$

$$D_{max} = (6.59 \cdot 10^{-6} \cdot Q_{o,max}^2)^{0.21}, \quad (4)$$

де $Q_{o,max}$ – розрахункове опалювальне навантаження приєднаних до гілок будівель, МВт.

Для мінімального діаметру опалювальної мережі в [3] наведено апроксимаційне рівняння залежно від розрахункового опалювального навантаження найвіддаленішого на гілці чи відгалуженні об'єкта $q_{o,max}$:

$$D_{min} = 0.032 + 1.19 \cdot q_{o,max}, \quad (5)$$

Довжина теплопроводів мікрорайону визначається характеристиками забудови (середня поверховість житлових будинків, теплові навантаження тощо). Для дослідження впливу характеристик забудови на довжину теплових мереж проведено аналіз 41 об'єкта (мікрорайони, квартали) м. Харкова і деяких міст харківської області. Теплозабезпечення будівель розглянутих об'єктів здійснюється за чотиритрубною схемою, теплопроводи прокладено частково у непрохідних каналах, частково – по технічним підпіллям будівель. Приблизно у 10% випадків тепла енергія надходить до споруд безпосередньо від опалювальних котелень, у 90% – через теплорозподільні станції. У 56% випадків мікрорайонні мережі мають одну гілку і у 42% випадків – дві. Розподіл об'єктів за величиною опалювального навантаження та довжини теплопроводів подано у табл.1. Апроксимація даних для мікрорайонів дозволила отримати формулу для обчислення загальної довжини теплопроводів у вигляді:

$$L/Q_{o,max} = 10^3 / (0.47E + 0.6) \cdot \frac{M}{MBm}, \quad (6)$$

де E – середня кількість поверхів житлових будинків.

Середня похибка обчислень за формулою (6) для 60% об'єктів становить приблизно 18%. Відхилення менше 10% зафіксовано приблизно для третини об'єктів, відхилення понад 35% мало місце в 11% випадків. Достатньо висока похибка пояснюється значним розбросом вихідних фактичних даних, тому що довжина мереж окрім прийнятих до уваги факторів залежить від геометричної форми мікрорайону, місця розташування ЦТП та інших факторів.

Таблиця 1 – Характеристики систем теплопостачання мікрорайонів

| Показник | Кількість головних гілок об'єкта | | | Розрахункове опалювальне навантаження, МВт | | | Довжина трубопроводів (у двотрубному обчисленні), км | | | | |
|--------------------|----------------------------------|----|---|--|------|-----|--|-----|-----|----|--|
| | 1 | 2 | 3 | <5 | 5-15 | >15 | <1 | 1-3 | 3-5 | >5 | |
| Кількість гілок | 1 | 2 | 3 | <5 | 5-15 | >15 | <1 | 1-3 | 3-5 | >5 | |
| Кількість об'єктів | 23 | 17 | 1 | 8 | 20 | 13 | 6 | 16 | 14 | 5 | |

Усереднена для розглянутого масиву об'єктів крива розподілу відносної довжини ділянок за величиною діаметра наведена на рис.1 (1 – довжина ділянок даного діаметра, L – загальна довжина теплопроводів).

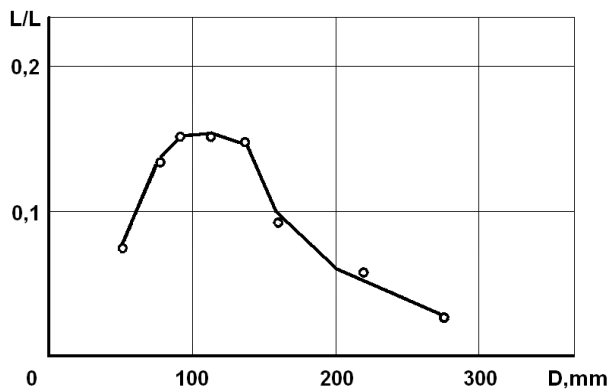


Рис. 1 – Розподіл довжин ділянок мікрорайонної теплової мережі за діаметром трубопроводів

З графіка видно, що найбільш вживаними є трубопроводи з діаметром від 76 до 133 мм. Їх частка складає більше половини сумарної довжини мікрорайонних теплопроводів. Ці результати не протирічать даним [4], згідно з якими середній діаметр мікрорайонних теплових мереж у м.Харкові становить 133мм. Приблизно для 75% систем співвідношення довжини головних гілок і загальної довжини теплопроводів мікрорайону знаходиться у діапазоні 0,3...0,5.

Величина теплових втрат через теплоізоляцію трубопроводів лімітується нормативними матеріалами. Узагальнення рекомендацій [5] для умов прокладання теплопроводів у непрохідних каналах дозволило, отримати формулу для обчислення нормативних питомих втрат подавальними (7) та зворотними (8) трубопроводами залежно від величини діаметра:

$$q_n = (31.6 + 270D)(t_n - t_{cp}) / \Delta t_{mn}, \quad (7)$$

$$q_z = (18.2 + 191D)(t_z - t_{cp}) / \Delta t_{zn}, \quad (8)$$

де D – діаметр трубопроводу, t_n , t_z – температура теплоносія у подавальному та зворотному трубопроводах, t_{cp} – температура ґрунту на глибині прокладання теплопроводу, Δt_{mn} , Δt_{zn} – різниця температур теплоносія й ґрунту для умов визначення нормативних втрат подавальним та зворотним трубопроводом відповідно.

Порівняння результатів обчислень за наведеними формулами з даними детальних розрахунків для деяких мікрорайонів здійснено у табл.2. Теплові втрати подавальною й зворотною лініями обчислено за планами теплових мереж за формулою (1) при середній за опалювальний період температурі зовнішнього повітря і нормативних питомих втратах теплоти. Коефіцієнт K прийнято рівним 1,15 [2]. Відносна похибка обчислень за спрощеною методикою для розглянутих об'єктів змінюється у межах від 4,6% до 15%, що можна вважати припустимим для виконання розрахунків на попередніх етапах проектування систем теплозабезпечення.

Середній діаметр мережі D обчислено за формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n (d_i \cdot l_i) / \sum_{i=1}^n (l_i), \quad (9)$$

де d_i , l_i – діаметр та довжина розрахункової ділянки; i – кількість ділянок.

Висновки.

1. На основі узагальнення результатів дослідження характеристик ряду житлових мікрорайонів та використання наведених у джерелах інформації даних розроблено спрощену методику для оцінок втрат теплоти трубопроводами мікрорайонної мережі.

2. Зафіксоване відхилення результатів обчислень за запропонованою методикою від результатів визначення теплових втрат теплопроводами за відомими методиками дозволяє використовувати її для оцінок на попередніх етапах проектування мікрорайонних систем теплопостачання

Таблиця 2.- Порівняння результатів розрахунків

| Величина | Номер теплорозподільної станції (або котельні), що обслуговує будівлі | | | | |
|---|---|---------|---------|---------|---------|
| | Кот. №3 | ТРС 604 | ТРС 601 | ТРС 605 | ТРС 615 |
| Максимальні витрати теплоти на опалення, МВт | 11,76 | 11,0 | 11,05 | 8,87 | 4,84 |
| Середня кількість поверхів житлових будинків | 10 | 6,9 | 5,97 | 5,2 | 10,6 |
| Середній діаметр мережі, м | 0,145 | 0,124 | 0,113 | 0,191 | 0,108 |
| Загальні втрати теплоти за ф.(1), МВт | 0,302 | 0,326 | 0,374 | 0,313 | 0,081 |
| Загальні втрати теплоти за спрощеною методикою, МВт | 0,288 | 0,358 | 0,419 | 0,356 | 0,094 |

Література

1. Програма розвитку і реформування житлово-комунального господарства в м.Харкові на 2003-2010 р.р.(колектив авторів під керівництвом Шутенка Л.М., Бабаєва В.М., Семенова В.Т.) –Харків:ХДАМГ, 2003. -208с.
2. Тепловая изоляция/Под ред. Г.Ф.Кузнецова – М.:Стройиздат, 1995. -421с.
3. Алексахин О.О. Теплові розрахунки мікрорайонних систем теплопостачання –Харків: ХНАМГ, 2010. -138с
4. Концепция оценки технического состояния инженерных систем и электрического транспорта г.Харькова]/Л.Н.Шутенко, М.С.Золотов, Н.А.Шульга, В.Ф.Далека//Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн.сб. –К.: Техніка, 2007.–Вып.37. -С. 131-134.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М.Кошельник, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

Автор: АЛЕКСАХІН Олександр Олександрович Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, кандидат технічних наук, доцент

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ В МИКРОРАЙОННЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

А.А.Алексахин

Разработана упрощенная методика определения потерь теплоты трубопроводами отопительной сети жилой группы. На примерах реальных систем теплоснабжения ряда микрорайонов показана возможность применения предложенной методики.

Ключевые слова: централизованное теплоснабжение, микрорайонная тепловая сеть, расход теплоты трубопроводами

DETERMINATION OF THE HEAT LOSS IN HEAT NETWORKS IN RESIDENTIAL DISTRICTS

А.А.Aleksahin

A simplified method for determination of heat losses pipelines residential heating network group. On examples of real heating systems of a number of districts shows the possibility of applying the proposed method.

Keywords: district heating, microdistricts thermal network, consumption of heat in pipes.