

УДК 658.24

О.О.АЛЕКСАХІН, канд. техн. наук, О.В.БОБЛОВСЬКИЙ,
Т.Ю.ПОНОМАРЕНКО, Ю.С.КЛИМЕНКО

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

ВПЛИВ УТЕПЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ НА ТЕПЛОВИЙ СТАН ОПАЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ПРИ НОРМАТИВНИХ ТЕПЛОВТРАТАХ ТРУБОПРОВОДАМИ

На прикладі системи теплопостачання реального мікрорайону проаналізовано зміну втрат теплоти трубопроводами опалювальної мережі при утепленні будівель.

На примере системы теплоснабжения реального микрорайона проведен анализ изменения потерь теплоты трубопроводами отопительной сети при утеплении зданий.

On the example of a real district heating system analyzes changes in heat loss heating piping network for insulation of buildings.

Ключові слова: централізоване теплопостачання, втрати теплоти трубопроводами, енергозбереження, утеплення будівель.

При застосуванні додаткової теплоізоляції огорожувальних конструкцій будівель, що введені в експлуатацію до прийняття сучасних, підвищених вимог до термічного опору, зменшення відпускання теплоти із зовнішніх мереж до системи опалення утепленої споруди можна забезпечити або реконструкцією системи опалення з метою зменшення поверхні тепловіддачі опалювальних приладів, або зниженням температури теплоносія на вводі системи опалення. У другому випадку, який вбачається більш раціональним, слід очікувати також і зміну теплового стану трубопроводів опалювальної мережі. В такому разі зменшення витрат теплоти на опалення будівель доповнюється ефектом зниження тепловтрат при русі теплоносія по мікрорайонним мережам. Такі оцінки для житлового мікрорайону при нормативних лінійних втратах теплоти трубопроводами проведено у роботах [1, 2].

Оскільки втрати теплоти через ізоляцію часто перевищують нормативи (за даними [3] їх рівень у мережах м. Харкова майже на чверть більше припустимих), метою даної роботи є оцінка впливу характеристик утеплених будівель на рівень втрат теплоти трубопроводами опалювальної мережі при підвищених лінійних тепловтратах.

Розрахунки здійснено для групи будівель з сумарними максимальними витратами теплоти на опалення до утеплення будівель 12,6 МВт (рис. 1). Розрахункові теплові навантаження окремих будинків подано у табл. 1. Теплові мережі прокладено у непрохідних каналах.

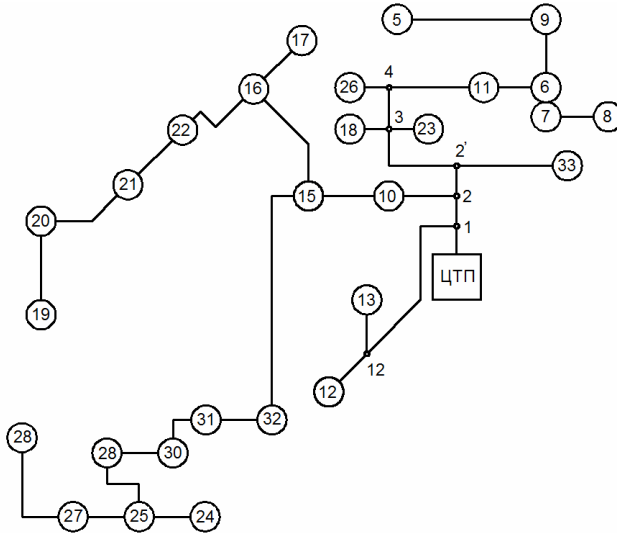


Рис. 1 – Розрахункова схема теплових мереж фрагмента мікрорайону
ЦТП – центральний тепловий пункт; О – будівлі; 1, 2, 3... – розрахункові точки

Таблиця 1 – Витрати теплоти на опалення будівель мікрорайону до утеплення (при розрахунковій для опалення температурі зовнішнього повітря)

Номер будівлі	5	6	7	8	9	10	11
$Q_{o.p.}$, МВт	0,56	0,234	0,234	0,703	0,468	0,468	0,468
Номер будівлі	13	14	15	16	17	18	19
$Q_{o.p.}$, МВт	0,432	0,594	0,234	0,468	0,02	0,4	0,302
Номер будівлі	20	21	22	23	24	25	26
$Q_{o.p.}$, МВт	0,467	0,465	0,47	0,4	0,493	0,391	0,696
Номер будівлі	27	28	29	30	31	32	33
$Q_{o.p.}$, МВт	0,773	0,337	0,234	0,491	0,234	0,164	0,87

Витрати мережної води для опалення споруди обчислено з урахуванням охолодження води у подавальному трубопроводі й можливого утеплення будівель. Температуру води у зворотному трубопроводі мікрорайонної мережі визначено з урахуванням її охолодження у межах розрахункової ділянки й змішування потоків води в основному трубопроводі та відгалужень. Втрати теплоти на ділянці обчислено по температурі води на вході до ділянки. Основні розрахункові формули подано у табл. 2.

Таблиця 2 – Розрахункові формули

Величина	Формула	Номер
Теплове навантаження споруди з урахуванням можливого утеплення	$Q = Q_{op} \cdot \overline{Q_o} \cdot \mu$	(1)
Відносне опалювальне навантаження	$\overline{Q_{op}} = (t_6 - t_n) / (t_6 - t_{p.o})$	(2)
Теплові втрати на ділянці мережі	$\Delta Q = q_n \cdot i \cdot K \cdot (t_{ex} - t_{окр}) / \Delta t_n$	(3)
Коефіцієнт для обліку змін витрат теплоносія через систему опалення будівель [4]	$\beta = G_o / G_{op} = \frac{\mu \cdot \overline{Q_o} \cdot \Delta \tau_p}{\tau_6 - t_6 - (\mu \cdot \overline{Q_o})^{0.8} [\Delta t_{np} - 0,5 \cdot \theta_p \cdot (\mu \cdot \overline{Q_o})^{0.2}]}$	(4)
Температура теплоносія на виході з системи опалення утепленої будівлі	$\tau_{02} = \tau_6 - \overline{Q_o} \cdot \mu \cdot \tau_p / \beta$	(5)

У наведених формулах прийнято такі позначення: μ – коефіцієнт для врахування зниження розрахункового опалювального навантаження при додатковій теплоізоляції елементів споруди; t_6 – температура повітря у приміщенні; t_n , $t_{p.o}$ – поточна й розрахункова для опалення температура зовнішнього повітря; q_n – питомі втрати теплоти подавальними чи зворотними трубопроводами; l – довжина ділянки; Δt_n – різниця температур теплоносія й ґрунту, при якій визначено втрати теплоти q_n ; G_p , G_{op} – розрахункові витрати мережної води через систему опалення будівлі після і до її утеплення, відповідно; Δt_{np} – розрахункова різниця середньої температури теплоносія в опалювальному приладі й повітря у приміщенні (прийнято $64,5^{\circ}\text{C}$); θ_p – розрахункове охолодження теплоносія у системі опалення (прийнято 25°C); τ_6 – температура мережної води на ввіді до системи опалення; $\Delta \tau_p$ – розрахункова різниця температур води в теплових мережах (прийнято 80°C).

При обчисленнях прийнято, що лінійні втрати теплоти на ділянках на 20% перевищують нормативні значення [5]. Коефіцієнт, що враховує теплові втрати конструктивними елементами мережі, становить $K = 1,15$ [5]. Температура ґрунту на глибині прокладання теплопроводів дорівнює $t_{окр} = 5^{\circ}\text{C}$. Обчислення здійснено для середньої за опалювальний період температури зовнішнього повітря $t_n = -2,1^{\circ}\text{C}$.

Тепловий режим вихідного варіанта (до утеплення будівель та нормативних лінійних тепловтрат) характеризується такими показниками: витрати теплоти на опалення групи будівель при середній температурі зовнішнього повітря дорівнюють 6,174 МВт; втрати теплоти подавальними й зворотними трубопроводами опалювальної мережі 0,282 та 0,182 МВт, відповідно; сумарні втрати теплопроводами

0,464 МВт (приблизно 7,5% від потреби на опалення); річні витрати теплоти на опалення з урахуванням втрат в мережі становить 10954 ГДж; витрати мережної води для опалення 43 кг/с.

Максимальне зменшення розрахункового опалювального навантаження окремої будівлі після утеплення становить 35%. У даній роботі обрано прийняту у [2] стратегію поетапного утеплення мікрорайону зі зменшенням теплоти на опалення при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на першому етапі до 90%, на другому – до 80% і на третьому – 65% від витрат для вихідного варіанта. Результати обчислень при підвищених лінійних втратах теплоти подано у табл. 3, порівняння з даними розрахунків для розглянутої групи будинків при нормативних втратах [2] проведено на рис. 2.

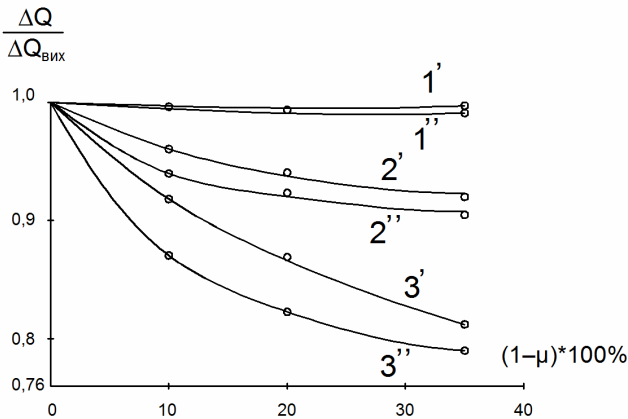


Рис. 2 – Порівняння теплових втрат трубопроводами опалювальної мережі 1, 2 – подавальний і зворотний трубопроводи відповідно; 3 – мережа в цілому (1', 2', 3' – при нормативних тепловтратах; 1'', 2'', 3'' – при збільшених на 20% лінійних тепловтратах); ΔQ , $\Delta Q_{\text{вих}}$ – тепловтрати мережею після та до утеплення будівель відповідно

Наведені на рисунку 2 дані свідчать, що підвищений рівень лінійних теплових втрат підсилює ефект зниження втрат теплоти трубопроводами при утепленні будівель. Так, при нормативних лінійних втратах зменшення споживання теплоти системами опалення будівель мікрорайону в цілому на 35% і відповідному способі зменшення подачі теплоти в утеплені будівлі обумовлює зниження втрат теплоти опалювальною мережею майже на 8%, а при збільшених на 20% лінійних втратах – приблизно на 9,3% по відношенню до варіанта до утеплення споруд.

Таблица 3 – Результаты обчислень втрат теплоти трубопроводами опалювальної мережі

Номер варіанта	Номери утеплених будівель	$\mu_{\text{мкр}}$	Тепловтрати, МВт			Зниження тепловтрат, %		
			загальні	подаваль-на лінія	зворотна лінія	загальні	подаваль-на лінія	зворотна лінія
1	-	1,0	0,556	0,337	0,219	0	0	0
2	19-22, 28, 27, 24, 5	0,893	0,524	0,335	0,189	5,8	0,6	13,7
3	19, 20-22, 28, 27, 25, 24, 5, 9, 29-32	0,8	0,515	0,333	0,182	7,4	1,2	16,9
4	всі будівлі	0,65	0,504	0,332	0,172	9,3	1,5	21,5

Висновки: На прикладі реального житлового мікрорайону проаналізовано динаміку зміни втрат теплоти трубопроводами опалювальної мережі при поетапному проведенні робіт з утеплення будівель мікрорайону.

При складанні планів проведення робіт слід враховувати, що варіант утеплення спочатку найвіддаленіших від центрального теплового пункту споруд характеризується меншими втратами теплоти трубопроводами мережі. Більш високий рівень лінійних втрат теплоти обумовлює більше відносне зниження втрат теплоти трубопроводами після утеплення будівель.

1. Алексахин А.А., Бобловский А.В. Теплотери трубопроводами отопительной сети при изменении расчетной отопительной загрузки зданий микрорайона // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2011. – № 9 (91). – С. 20-27.

2. Алексахин А.А., Бобловский А.В. К вопросу формирования стратегии утепления зданий при централизованном теплоснабжении микрорайона // Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве городов: сб. докладов международной научно-практической конференции. – Белгород: БГТУ, 2012. – С. 12-16.

3. Андреев С.Ю., Голованов А.П., Репин А.П. Энергосбережение в коммунальной теплоэнергетике // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – № 3. – С. 62-68.

4. Алексахин А.А., Бобловский А.В., Деркач И.Л. Показатели работы системы отопления функционирующего здания при дополнительной теплоизоляции стройконструкций // Энерго- и ресурсосберегающие технологии в системах теплогазоснабжения и вентиляции: сборник трудов XIII международной научно-технической конференции. – Пенза: ПГУАС, 2011. – С. 103-108.

5. Тепловая изоляция. Справочник строителя / под ред. Г.Ф. Кузнецова. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с.

Отримано 23.10.2013