

О.О. Алексахін¹, О.В. Бобловський², О.В. Круглякова³

¹Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна

²Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

³Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

ВИКОРИСТАННЯ ДВОСТУПІНЧАСТОЇ ЗМІШАНОЇ СХЕМИ ПРИЄДНАННЯ ТЕПЛООБМІННИКІВ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ У ТЕПЛОВИХ ПУНКТАХ УТЕПЛЕНИХ БУДІВЕЛЬ

Розглянуто особливості функціонування централізованих систем теплопостачання житлових мікрорайонів при «утепленні» наявних будівель. Проаналізовано показники роботи підігрівників гарячого водопостачання, встановлених на індивідуальних теплових пунктах утеплених будівель. Проведено порівняння площі поверхні теплопередачі підігрівників і витрат мережної води через тепловий пункт для одноступінчастої і двоступінчастої змішаної схем приєднання теплообмінних апаратів до теплових мереж.

Ключові слова: централізоване теплопостачання, індивідуальний тепловий пункт, підігрівники гарячої води, гаряче водопостачання.

Постановка проблеми

Величина втрат теплоти трубопроводами теплових мереж суттєво впливає на ефективність централізованих систем теплопостачання загалом. До структури систем теплопостачання великих міст відносяться магістральні і розподільні (мікрорайонні й квартальні) теплові мережі. Розподільні теплові мережі від теплорозподільної станції (ТРС) до будівель мікрорайону здебільшого чотиритрубні (подавальний і зворотний трубопроводи опалення, трубопроводи гарячого водопостачання), що обумовило той факт, що втрати теплоти теплопроводами розподільних мереж помітно перевищують втрати магістральними ділянками. Як один із можливих заходів зменшення втрат енергії при транспортуванні теплової енергії розподільними теплопроводами є відмова від загальної мікрорайонної підігрівної установки гарячого водопостачання, встановлення теплообмінників для нагріву води для господарсько-побутових потреб на індивідуальних теплових пунктах будівель (ІТП) і перехід до двотрубною розподільної теплової мережі. Улаштування індивідуальних теплових пунктів дозволить також відновити циркуляцію гарячої води у будинкових системах, де вона відсутня, і зменшити непродуктивні перевитрати води і теплоти, що пов'язані зі зливом у каналізацію води з системи гарячого водопостачання, охолодженої у години відсутності споживання води.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для мікрорайонних систем централізованого теплопостачання приєднання теплообмінних апаратів

до теплових мереж здійснюється за різними схемами. Вибір схеми приєднання теплообмінних апаратів для нагріву гарячої води залежить від співвідношення максимальних витрат теплоти на гаряче водопостачання і опалення $\gamma_{\max} = Q_{h,\max} / Q_{o,\max}$ [1–3]. Найчастіше застосовують кожухотрубні або пластинчасті теплообмінні апарати [4–6]. Для приєднання теплообмінників використовують одноступінчасті або двоступінчасті схеми [7, 8].

У табл. 1 наведені теплові навантаження деяких типів житлових будинків, спроектованих і введених у дію наприкінці минулого століття відповідно до чинних на той момент нормативів щодо опору теплопередачі будівельних конструкцій. Теплові навантаження прийняті за планами забудови житлових мікрорайонів. Проектні рішення відрізняються теплофізичними і геометричними характеристиками огорожувальних конструкцій, плануванням споруд. Згідно з рекомендаціями [3], при улаштуванні індивідуальних теплових пунктів у будівлях з характеристиками, наведеними у табл. 1, необхідно застосовувати одноступінчасту паралельну або двоступінчасту змішану схему приєднання теплообмінників гарячого водопостачання до теплових мереж.

Одним з пріоритетних напрямків енергозбереження у будівельній галузі та комунальній теплоенергетиці залишається підвищення термічного опору будівельних конструкцій споруд [9]. Як свідчать наведені у роботах [10–12] дані, доведення опору теплопередачі елементів конструкцій будівель, збудованих за останні приблизно 50 років, до рівня сучасних вимог (ДБН В.2.6-31:2016) дозволить зменшити витрати теплоти на опалення на 25–35 %.

Таблиця 1

Характеристики теплоспоживання житлових будинків

Кількість поверхів	Число секцій	Теплові навантаження, МВт		γ_{max}	Рекомендована схема приєднання теплообмінників гарячого водопостачання
		$Q_{h,max}$	$Q_{o,max}$		
16	1	0,3	0,29	1,03	одноступінчаста паралельна
9	3	0,53	0,45	1,17	одноступінчаста паралельна
	4	0,48	0,48	1,0	двоступінчаста змішана
	7	1,05	0,89	1,18	одноступінчаста паралельна
	9	1,57	1,33	1,18	одноступінчаста паралельна
5	4	0,28	0,26	1,07	одноступінчаста паралельна
	6	0,32	0,45	0,72	двоступінчаста змішана
	8	0,49	0,51	0,96	двоступінчаста змішана
	10	0,54	0,64	0,84	двоступінчаста змішана
	12	0,72	0,76	0,95	двоступінчаста змішана
	12	0,76	0,87	0,87	двоступінчаста змішана

Мета статті

Метою статті є оцінка витрат мережної води і площі поверхні теплообміну підігрівників гарячої води при застосуванні на ІТП утепленої будівлі двоступінчастої змішаної схеми приєднання.

У роботі розглянуто особливості функціонування централізованих систем тепlopостачання житлових мікрорайонів при проведенні робіт з «утеплення» наявних будівель. Проаналізовано показники роботи підігрівників гарячого водопостачання, що встановлюють на індивідуальних теплових пунктах утеплених будівель. Проведено порівняння площі поверхні теплопередачі підігрівників і витрат мережної води через тепловий пункт для одноступінчастої і двоступінчастої змішаної схем приєднання теплообмінних апаратів до теплових мереж. Отримані результати можуть бути корисними при розробці стратегії реформування мікрорайонних систем централізованого тепlopостачання.

Виклад основного матеріалу

Зменшення подачі теплоти на опалення утепленої будівлі доцільно здійснювати зниженням температури теплоносія на вході до системи опалення. Для визначення температури мережної води на вході (τ_{3n}) та виході (τ_{2n}) системи опалення утепленої будівлі використано запропоновані у роботі [13] співвідношення:

$$\tau_{3n} = [0,5(\tau_3 + \tau_2)](\mu \bar{Q}_0)^{0,8} + 0,5(\tau_3 - \tau_2)\mu \bar{Q}_0 + t_{вн}; \quad (1)$$

$$\tau_{2n} = \tau_{3n} - (\tau_3 - \tau_2)\mu \bar{Q}_0, \quad (2)$$

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря у приміщеннях;

τ_3, τ_2 – температура мережної води на вході й виході системи опалення до утеплення будівлі, відповідно;

$\bar{Q}_0 = (t_{вн} - t_n) / (t_{вн} - t_{po})$ – відносне опалювальне навантаження будівлі;

t_n – поточна температура зовнішнього повітря;

t_{po} – розрахункова для опалення температура зовнішнього повітря для кліматичних умов конкретної місцевості (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010).

Коефіцієнт μ враховує зменшення витрат теплоти на опалення внаслідок утеплення будівлі:

$$\mu = Q_{он} / Q_{o.p.}, \quad (3)$$

де $Q_{o.p.}$ – витрати теплоти на опалення будівлі до її утеплення при розрахунковій для опалення температурі зовнішнього повітря у конкретній місцевості;

$Q_{он}$ – те ж саме після утеплення будівлі.

Формули (1), (2) отримано при умові, що витрати теплоносія через систему опалення будівлі до утеплення і після незмінні. Значення температури мережної води залежно від прийнятих значень коефіцієнта μ та величини відносного опалювального навантаження $\bar{Q}_0$ подано у табл. 2. Значення $\bar{Q}_0 = 1$ характеризує режим опалення при розрахунковій для опалення температурі зовнішнього повітря, $\bar{Q}_0 = 0,35$ – режим при температурі у точці зламу температурного графіка якісного регулювання теплового навантаження.

Таблиця 2

Температура мережної води в системі опалення утепленої будівлі

$\bar{Q}_0$	Температура мережної води, °C	$\mu = Q_{on}/Q_{o.p.}$		
		1,0	0,75	0,65
1,0	Подавальний трубопровід розподільних теплових мереж	115	115	115
	Вхід до системи опалення будівлі	95	78,6	55,6
	Вихід із системи опалення будівлі	70	59,9	39,3
0,35	Подавальний трубопровід розподільних теплових мереж	70,2	70,2	70,2
	Вхід до системи опалення будівлі	50,2	43,4	40,6
	Вихід із системи опалення будівлі	41,5	36,8	34,9

Витрати теплоносія з розподільних теплових мереж для опалення утепленої споруди визначено за формулою [13]:

$$\beta = G_c(\mu)/G_c(\mu = 1) = \mu[\tau_{lc}^p - (\tau_2^p + \Delta\tau)]/[\tau_{1,сн}^p - (\tau_{2н}^p + \Delta\tau)], \quad (4)$$

де τ_{lc}^p – температура мережної води при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на вході до системи опалення неутепленої будівлі;

$\tau_{1,сн}^p$ – те ж саме після утеплення;

$G_c(\mu)$ – витрати води з теплових мереж для утепленої будівлі;

$G_c(\mu = 1)$ – витрати води з теплових мереж для опалення будівлі до її утеплення.

Унаслідок проведення робіт з утеплення наявних будівель змінюється співвідношення максимальних витрат теплоти на гаряче водопостачання і опалення. Водночас для індивідуальних теплових пунктів багатьох житлових будинків стає необхідним використання одноступінчастої паралельної схеми приєднання теплообмінних апаратів для нагріву гарячої води, і втрачається можливість використання такої переваги двоступінчастих схем порівняно з одноступінчастою паралельною, якою є зменшення витрат нагрівного теплоносія (мережної води) для потреб гарячого водопостачання.

Теплову продуктивність теплообмінних апаратів першого Q_1 і другого Q_2 ступенів при двоступінчастій змішаній схемі приєднання до теплових мереж для розрахункового режиму обчислюють за формулами [2]:

$$Q_1 = Q_{h,max} \frac{t_{h,1} - t_x}{t_2 - t_x}; \quad (5)$$

$$Q_2 = Q_{h,max} - Q_1, \quad (6)$$

де $Q_{h,max}$ – максимальні витрати теплоти на гаряче водопостачання;

$t_{h,1}$ – температура нагріву водопровідної води на першому ступені підігрівної установки;

t_2, t_x – температура гарячої і холодної води, відповідно.

Витрати води з теплових мереж через теплообмінні апарати другого ступеня обчислюють за формулою:

$$G_2 = \frac{Q_2}{C(\tau'_1 - \tau'_{2,n})}, \quad (7)$$

де τ'_1 – температура води у подавальному трубопроводі теплових мереж у точці зламу графіка температур теплових мереж;

$\tau'_{2,n}$ – температура води на виході з системи опалення утепленої будівлі у точці зламу температурного графіка;

C – питома теплоємність нагрівного теплоносія.

При двоступінчастій змішаній схемі приєднання теплообмінників до теплових мереж витрати нагрівного теплоносія через перший ступінь підігрівної установки і через тепловий пункт загалом обчислюють як суму витрат через другий ступінь підігрівної установки гарячого водопостачання і систему опалення G_o :

$$G_I = G_2 + G_o. \quad (8)$$

Температуру мережної води на виході з першого ступеня обчислено за формулою:

$$t_1 = \tau'_{2,n} - \frac{Q_1}{C \cdot G_I}. \quad (9)$$

При аналізі характеристик теплообмінних апаратів максимальну ефективність утеплення будівель прийнято рівною 35 % ($\mu = 0,65$). Оцінки проведено для параметрів розрахункового режиму одноступінчастої і двоступінчастої змішаної схем приєднання підігрівників гарячої води. Температуру води, що нагрівається, для обох схем прийнято рівною $t_x = 5$ °C (холодна водопровідна вода), $t_2 = 55$ °C (гаряча вода). Температуру мережної води у точці зламу температурного графіка обчислено при $\bar{Q}_0 = 0,35$. Розрахункові температури мережної води для системи опалення будівель до утеплення прийнято: $\tau_{1,p} = 95$ °C (подавальний трубопровід), $\tau_{2,p} = 70$ °C (зворотний трубопровід). Площу поверхні тепло-

передачі теплообмінного апарата визначено з рівняння теплопередачі залежно від величини розрахункового теплового навантаження апарата (або окремого ступеня) Q_a ; коефіцієнта теплопередачі k_p ; середньої логарифмічної різниці температур середовищ у теплообміннику $\Delta \bar{t}_a$ [14]:

$$F = Q_a / (k_p \Delta \bar{t}_a) . \quad (10)$$

Результати обчислень подано у вигляді співвідношень витрат мережної води $G_1 / G_{одн}$ і площі теплопередачі підігрівників $(F_1 + F_2) / F_{одн}$ (індексом «одн» позначені показники одноступінчастої схеми приєднання підігрівників, індексом «1» – параметри першого ступеня, індексом «2» – другого). Обчислення проведено для діапазону температур нагріву водопровідної води на першому ступені двоступінчастої підігрівної установки $15 < t_1 < 25$ °С. Збільшення температури t_1 обумовлює зростання теплової продуктивності апаратів першого ступеня і зменшення продуктивності апаратів другого ступеня (рис. 1). Для прийнятих температур продуктивність теплообмінників першого ступеня змінюється у діапазоні $0,2 < (Q_1 / Q_{h,max}) < 0,4$, другого ступеня – $0,8 > (Q_2 / Q_{h,max}) > 0,6$.

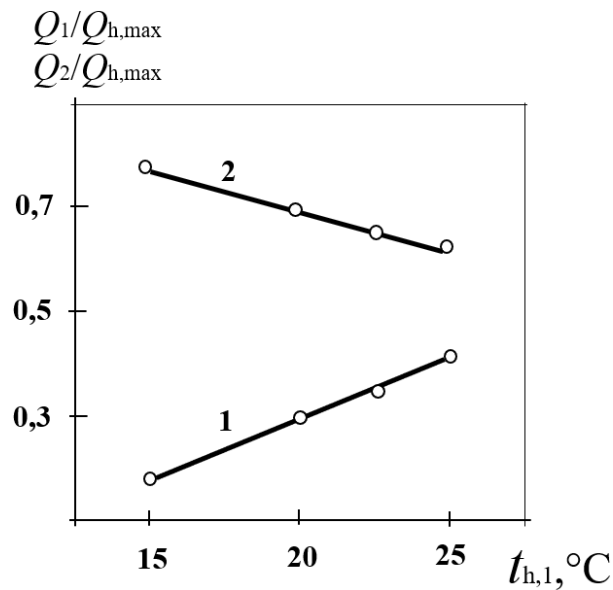


Рис. 1. Розподіл теплової продуктивності підігрівної установки між ступенями: 1 – $Q_1 / Q_{h,max}$ (перший ступінь); 2 – $Q_2 / Q_{h,max}$ (другий ступінь)

Результати обчислень для одноступінчастої схеми приєднання узагальнені співвідношеннями для теплового еквівалента витрат мережної води $W_{одн} = SG_{одн}$ і площі поверхні теплопередачі теплообмінників гарячого водопостачання $F_{одн}$:

$$W_{одн} = [0,016\gamma_{max} + \mu(0,0186\gamma_{max} + 0,034) - 0,0123]Q_{o,max} ; \quad (11)$$

$$F_{одн} = (3,46 - 0,89\mu) \cdot 10^{-5} Q_{h,max} . \quad (12)$$

Величина $Q_{o,max}$ характеризує опалювальне навантаження будівлі до її утеплення. Похибка апроксимації результатів обчислень формулами (11), (12) не перевищує 3 %.

На рис. 2 та рис. 3 подано результати обчислень показників підігрівної установки при двоступінчастій компоновці (рис. 2 – результати обчислень витрат мережної води; рис. 3 – результати визначення площі теплопередачі підігрівників).

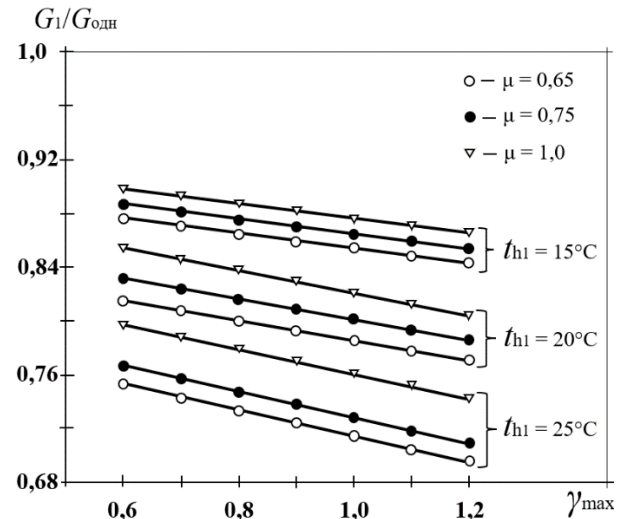


Рис. 2. Відносні витрати мережної води через тепловий пункт

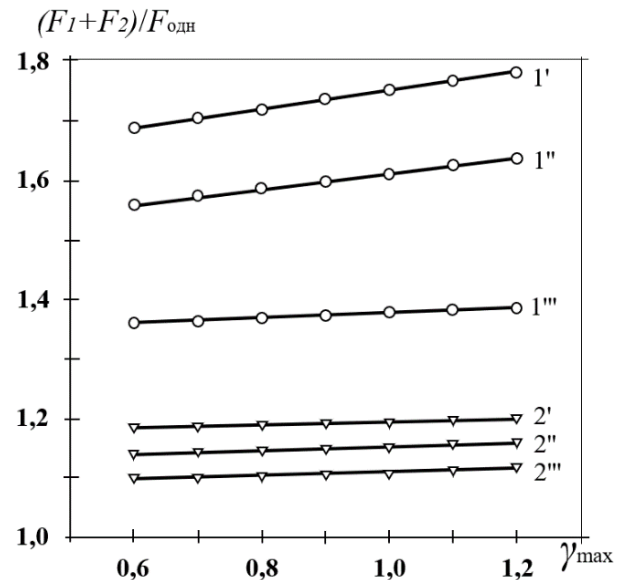


Рис. 3. Відносна площа поверхні теплопередачі підігрівників гарячої води.

1,2 – значення при $t_{h,1} = 25$ та 15 °С, відповідно. Позначення з одним штрихом характеризують величини при $\mu = 0,65$; з двома штрихами – при $\mu = 0,75$; з трьома штрихами – при $\mu = 1,0$

Як свідчать наведені дані, співвідношення теплових навантажень $\gamma_{\max} = Q_{h,\max} / Q_{o,\max}$ (величини характеризують теплові навантаження будівлі до утеплення) про незначний вплив величини $\gamma_{\max}$ на відмінність показників підігрівної установки для ІТП при двоступінчастій змішаній схемі приєднання підігрівників від показників при одноступінчастій схемі. Так, для значення коефіцієнта для врахування зменшення витрат теплоти на опалення внаслідок утеплення будівлі $\mu = 0,65$ відхилення витрат води з розподільних теплових мереж при температурі $t_{h,1} = 25^\circ\text{C}$ становить 0,7 %, при $t_{h,1} = 20^\circ\text{C}$ – 0,6 %, а при $t_{h,1} = 15^\circ\text{C}$ – 0,4 %. Відхилення відносної площі поверхні теплопередачі підігрівної установки для $\mu = 0,65$ становить 3,6 % при $t_{h,1} = 25^\circ\text{C}$, 1 % при $t_{h,1} = 20^\circ\text{C}$ та 0,3 % при $t_{h,1} = 15^\circ\text{C}$. Більш помітний вплив на зміну показників роботи підігрівників має значення прийнятої температури нагріву водопровідної води на першому ступені. Як видно з наведених на рис. 2 результатів, при $\mu = 0,65$ приєднання підігрівної установки за двоступінчастою змішаною схемою обумовлює зменшення витрат мережної води приблизно на чверть при нагріві водопровідної води у межах першого ступеня установки до $t_{h,1} = 25^\circ\text{C}$ і орієнтовно на 13 % при нагріві до температури $t_{h,1} = 15^\circ\text{C}$. Таке зменшення витрат мережної води через ІТП потребує збільшення площі поверхні теплопередачі підігрівної установки приблизно в 1,75 раза при $t_{h,1} = 25^\circ\text{C}$, в 1,35 раза при $t_{h,1} = 20^\circ\text{C}$ та в 1,2 раза при $t_{h,1} = 15^\circ\text{C}$. Слід зазначити, що при менших значеннях коефіцієнта μ ефект зменшення витрат води з розподільних теплових мереж для ІТП будівлі помітніше.

Результати обчислень для двоступінчастої змішаної схеми приєднання підігрівників гарячої води узагальнені співвідношеннями (13), (14):

$$W_I = [-0,0123\gamma_{\max}(1 + 0,049t_{h1}) + 0,034(\mu + \gamma_{\max})]Q_{o,\max}; \quad (13)$$

$$(F_1 + F_2)/F_{\text{одн}} = \frac{1}{1,62 + 0,056t_{h1} - 0,43\mu(1 + 0,86t_{h1})}. \quad (14)$$

Відносна похибка апроксимації результатів обчислень за формулою (13) не перевищує 3 %, за формулою (14) – 6 %.

Висновки

1. Використання двоступінчастої змішаної схеми приєднання теплообмінників гарячого водопостачання, що встановлені на індивідуальних теплових пунктах (ІТП) додатково утеплених будинків, забезпечує зменшення витрат мережної води через індивідуальний тепловий пункт на 8–16 %, як порівняти з одноступінчастою схемою.

2. Улаштування двоступінчастої змішаної схеми проти одноступінчастої обумовлює збільшення площі поверхні теплопередачі теплообмінників гарячого водопостачання ІТП від півтора до двох разів залежно від прийнятої розрахункової температури нагріву водопровідної води на першому ступені підігрівної установки.

3. Результати обчислень апроксимовано рівняннями, які дозволяють з припустимою точністю проводити порівняння показників двоступінчастої змішаної і одноступінчастої схем приєднання підігрівників гарячої води для ІТП утеплених будівель.

Література

1. Пластинчатые теплообменники в промышленности / Л. Л. Товажнянский, П. А. Капустенко, Г. Л. Хавин и др.: под общ. ред. Л. Л. Товажнянского. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. – 232 с.
2. Тарадай А. М. Основы разработки пластинчатых теплообменников для систем теплоснабжения. – Харьков: Основа, 1998. – 192 с.
3. Повышение эффективности работы тепловых пунктов / Н. М. Зингер, В. Г. Бестолченко, А. А. Жидков. – М.: Стройиздат, 1998. – 185 с.
4. Lee, J., & Lee, K.-S. (2014). Flow characteristics and thermal performance in chevron type plate heat exchangers. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 78, 699–706.
5. Saha, S. K., & Haaris Khan, A. (2020). Numerical Study on the Effect of Corrugation Angle on Thermal Performance of Cross Corrugated Plate Heat Exchangers. *Thermal Science and Engineering Progress*, 100711. doi:10.1016/j.tsep.2020.100711.
6. Collis, D. C., & Williams, M. J. (1959). Two-dimensional convection from heated wires at low Reynolds numbers. *Journal of Fluid Mechanics*, 6(03), 357. doi:10.1017/s0022112059000696
7. Patrick Mitchell: Central Heating, Installation, Maintenance and Repair. Writers Print Shop, 196 (2008).
8. Domestic Water Heating Design Manual (2nd Edition), American Society of Plumbing Engineers (ASPE) (2003).
9. International Code Council. International Energy Conservation Code. Falls Church, VA, 2018.
10. Маляренко В.А. Основы теплофизики будівель та енергозбереження / В.А. Маляренко. – Харків: „Вид. САГА”, 2006. – 484 с.
11. Маляренко В.А., Редько А.Ф., Чайка Ю.И., Поволочко В.Б. Техническая теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений. Харьков, «Рубикон», 2001. – 280 с.
12. Алексахин А.А., Бобловский А.В. Оценка энергосберегающего потенциала функционирующих жилых зданий «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит», №1(95), 2012, С. 10-15.
13. Алексахин О. О. Теплові розрахунки мікрорайонних систем теплоснабження. Харків, ХНАМГ, 2010. – 138 с.
14. H. Y. Wong Handbook of Essential Formulae and Data on Heat Transfer for Engineers. Longman, London and New York. – 1977.

References

1. Tovazhnyansky L., Kapustenko P., Khavin G. et al (2004) Plate heat exchangers in industry; red. by L. L. Tovazhnyansky. Kharkov: NTU "KhPI", 232 p.
2. Taradai A.M. (1998) Fundamentals of plate heat exchang-

- ers design for heat supply systems. Kharkov: Osnova, 192 p.
3. Zinger N. M., Bestolchenko V. G., Zhidkov A. A. (1998) Improving the efficiency of heat supply stations. Moscow: Stroyizdat, 185 p.
 4. Lee, J., & Lee, K.-S. (2014). Flow characteristics and thermal performance in chevron type plate heat exchangers. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 78, 699–706.
 5. Saha, S. K., & Haaris Khan, A. (2020). Numerical Study on the Effect of Corrugation Angle on Thermal Performance of Cross Corrugated Plate Heat Exchangers. *Thermal Science and Engineering Progress*, 100711. doi:10.1016/j.tsep.2020.100711.
 6. Collis, D. C., & Williams, M. J. (1959). Two-dimensional convection from heated wires at low Reynolds numbers. *Journal of Fluid Mechanics*, 6(03), 357. doi:10.1017/s0022112059000696
 7. Patrick Mitchell: Central Heating, Installation, Maintenance and Repair. Writers Print Shop, 196 (2008).
 8. Domestic Water Heating Design Manual (2nd Edition), American Society of Plumbing Engineers (ASPE) (2003).
 9. International Code Council. International Energy Conservation Code. Falls Church, VA, 2018.
 10. Malyarenko V. (2006) Fundamentals of buildings thermal physics and energy saving. Kharkiv: SAGA, 484 p.
 11. Malyarenko V., Redko A., Chaika Yu., Povolochko V. (2001) Technical thermophysics of buildings and structures envelopes. Kharkov: Rubicon, 280 p.
 12. Aleksahin A., Boblovskiy A. (2012) Evaluation of energy-saving potential of functioning residential buildings. *Energy saving. Power engineering. Energy audit*. № 1(95). P. 10–15.
 13. Aleksahin O.O. (2010) Thermal calculations of district heating systems. Kharkov: KNAME, 138 p.
 14. Wong H.Y. (1977) Handbook of Essential Formulae and Data on Heat Transfer for Engineers. Longman, London and New York.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. кафедри теплотехніки, теплових двигунів та енергетичного менеджменту І.О. Редько, Український державний університет залізничного транспорту, Україна.

Автор: АЛЕКСАХІН Олександр Олексійович
кандидат технічних наук, доцент кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

E-mail – ktmf_fef@karazin.ua

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2253-8501>

Автор: БОБЛОВСЬКИЙ Олександр Володимирович
асистент кафедри нафтогазової інженерії і технологій

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – oleksandr.boblovskiy@kname.edu.ua

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3128-5788>

Автор: КРУГЛЯКОВА Ольга Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

E-mail – krugliakovaov@gmail.com

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1113-826X>

USE OF A TWO-STAGE COMBINED SCHEME FOR HEAT EXCHANGERS CONNECTION IN HEATING POINTS FOR HOT WATER SUPPLY OF INSULATED BUILDINGS

O. Aleksakhin¹, O. Boblovskiy², O. Kruhliakova³

¹V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

²O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

³National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Ukraine

The article addresses the features of the functioning of centralised heat supply systems of residential micro-districts considering the improvement of thermal insulation of existing buildings. It also analyses the performance characteristics of hot water supply heaters installed on individual heat points of insulated buildings. The authors compared the heat transfer surface area of heaters and network water flow rate through the heating point for one-stage and two-stage combined schemes of connection of heat exchangers and heat networks.

The analysis of calculation results showed that using a two-stage combined connection scheme reduces the consumption of network water through the individual heat supply unit compared to the one-stage scheme. However, the two-stage scheme causes the necessity to increase the heat transfer surface area compared to the one-stage connection scheme. We generalised the results by formulas for calculating water flow rate from distribution heat networks and heat transfer surface area. It is possible to use the obtained results to develop a strategy for reforming micro-district centralised heating systems.

Using a two-stage combined connection scheme for hot water supply heat exchangers installed on individual heating points (IHP) of additionally insulated buildings reduces network water consumption through the individual heating point by 8–16% compared to a one-stage connection scheme. The device of a two-stage combined scheme in comparison with a one-stage scheme causes the increase of heat transfer surface area of heat exchangers of the hot water supply of individual heating points from one and a half to two times depending on the accepted design temperature of heating of cold water at the first stage of the heating unit. The results of calculations are approximated by equations, allowing, with acceptable accuracy, to compare the indicators of two-stage combined and one-stage schemes of connection of water heaters for individual heating points of insulated buildings.

Keywords: centralised heat supply, individual heating point, water heaters, hot water supply.