

О.О. Алексахін¹, О.В. Бобловський², Р.В. Столяр-Марченко³, А.В.Скребець¹

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

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

³Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна

РЕЖИМИ РОБОТИ ПІДГРІВНОЇ УСТАНОВКИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ МІКРОРАЙОНУ ПРИ УТЕПЛЕННІ БУДІВЕЛЬ

Наведено результати обчислень теплових режимів підігрівної установки гарячого водопостачання при двоступінчастій змішаній схемі приєднання теплообмінних апаратів до теплових мереж. На прикладі системи теплопостачання житлового мікрорайону показано вплив умов роботи підігрівників гарячої води на величину економії витрат мережної води при застосуванні додаткової теплоізоляції конструктивних елементів будівель. Розроблено методуку визначення витрат мережної води через теплообмінні апарати гарячого водопостачання внаслідок зменшення розрахункового опалювального навантаження при нанесенні додаткової теплоізоляції на огорожувальні конструкції функціонуючих будівель.

Ключові слова: централізоване теплопостачання, підігрівні установки гарячого водопостачання, двоступінчаста змішана схема приєднання підігрівників, енергозбереження, теплоізоляція огорожувальних конструкцій будівель.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Житлово-комунальне господарство України споживає приблизно чверть паливно-енергетичних ресурсів держави. Основними факторами, що визначають непродуктивні втрати енергії у будівельній галузі вважають недовершеність технічних систем теплопостачання та обладнання будівель, неефективне використання об'ємно - планувальних і конструктивних рішень, використання огорожувальних конструкцій споруд з низьким рівнем теплозахисту.

Невідповідність фактичного опору теплопередачі будівельних конструкцій більшості будівель сучасним вимогам [1] обумовлює необхідність нанесення додаткової теплоізоляції та заміну вікон. Цикл виробництва і споживання теплової енергії при централізованому теплопостачанні включає втрати при її виготовленні, транспортуванні та споживанні. Застосування комплексу заходів з енергозбереження, який забезпечує відповідність опору теплопередачі усіх огорожувальних конструкцій будівель діючим нормативам, дозволяє зменшити розрахункове опалювальне навантаження житлових будівель приблизно на 35% [2].

Для зменшення поданої до приміщень теплоти для опалення утеплених будівель вбачається доцільним зменшення температури теплоносія на вході до опалювального комплексу будівлі. Однак зменшення температури теплоносія на вході до опалюва-

льних приладів веде до відповідного зменшення температури на виході з системи опалення споруд, що обумовлює зміну режимів системи теплопостачання групи будівель в цілому. У структурі мікрорайонних систем теплопостачання незалежно приєднання абонентів до теплових мереж здійснюється за допомогою водонагрівальної установки гарячого водопостачання встановленої на теплових пунктах. При зв'язаній схемі подачі теплової енергії до мікрорайонних систем теплопостачання, яка реалізується застосуванням двоступінчастих схем приєднання теплообмінних апаратів гарячого водопостачання до теплових мереж [3], зменшення температури теплоносія у зворотному трубопроводі мікрорайонної опалювальної мережі обумовлює зменшення теплової продуктивності теплообмінників першого ступеня водопідігрівної установки (ВПУ) і підвищення продуктивності апаратів другого ступеня. У технологічних схемах центральних теплових пунктів житлових мікрорайонів підвищення продуктивності теплообмінників другого ступеня здійснюється зростанням витрат нагрівної води із зовнішніх теплових мереж [4], що погіршує ефект економії витрат мережної води внаслідок утеплення будівель мікрорайону.

Мета статті

Метою дослідження є оцінка впливу роботи теплообмінних апаратів гарячого водопостачання при двоступінчастій змішаній схемі приєднання на ви-

трати мережної води для опалення утеплених будівель.

Виклад основного матеріалу

Обчислення режимних параметрів підігрівників гарячого водопостачання здійснено з використанням величини питомої безрозмірної теплової продуктивності теплообмінників ε [5, 6]. В такому разі теплову продуктивність теплообмінника визначають за формулою

$$Q = \varepsilon \cdot W_M (\tau_1 - t_1), \quad (1)$$

де $W_M = G_M \cdot C$ – найменше з двох значень теплових еквівалентів середовищ у теплообміннику; τ_1 – температура нагрівного теплоносія на вході у апарат; t_1 – температура середовища, що нагрівається, на вході у апарат.

Величину ε можна розглядати як теплову продуктивність теплообмінника, віднесена до одиниці найменшого з двох теплових еквівалентів потоків речовин та 1°C максимальної різниці температур. Для розрахунку питомої безрозмірної теплової продуктивності рекуперативного теплообмінника для протиточного руху теплоносіїв можна використати формулу

$$\varepsilon = 1 / \left[\frac{0.35 W_M}{W_B} + 0.65 + \frac{1}{\omega} \right] \leq 1 \quad (2)$$

де $\omega = \Phi / \sqrt{W_B / W_M}$, Φ – параметр підігрівника, який визначають за умов розрахункового режиму,

$$\Phi = k_p \cdot F \sqrt{W_M^p \cdot W_B^p} \quad (3)$$

Порядок обчислень для двоступінчастої змішаної схеми (рис.1) приєднання теплообмінних апаратів наступний. Визначають параметр підігрівника першого ступеня Φ_1 та, прийнявши у першому наближенні витрати мережної води через другий ступінь підігрівної установки, за формулою (2) обчислюють безрозмірну питому теплову продуктивність апаратів першого ступеня. Витрати нагрівної води через перший ступінь визначають як суму витрат через другий ступінь та через систему опалення за формулою

$$W_1 = G_1 \cdot C = (G_2 + G_0) \cdot C = W_2 + W_0 \quad (4)$$

Обчисливши за формулою (1) теплову продуктивність першого ступеня підігрівної установки, обчислюють температуру нагріву води на першому ступеню

$$t_{h1} = t_x + \frac{Q_1}{W_h} \quad (5)$$

та теплову продуктивність апаратів другого ступеня як різницю сумарної потужності установки та потужності теплообмінників першого ступеня. За формулою (6) обчислюють безрозмірну питому теплову продуктивність другого ступеня підігрівної установки

$$\varepsilon_2 = Q_2 / W_M (\tau_1 - t_1) \quad (6)$$

Розв'язуючи рівняння (2) при відомому значенні ε_2 визначаємо витрати мережної води через другий ступінь. При суттєвій відмінності отриманого результату від прийнятого раніше значення витрат необхідно здійснити наступне ітераційне наближення, прийнявши отриманий результат для обчислення теплової продуктивності апаратів першого ступеня.

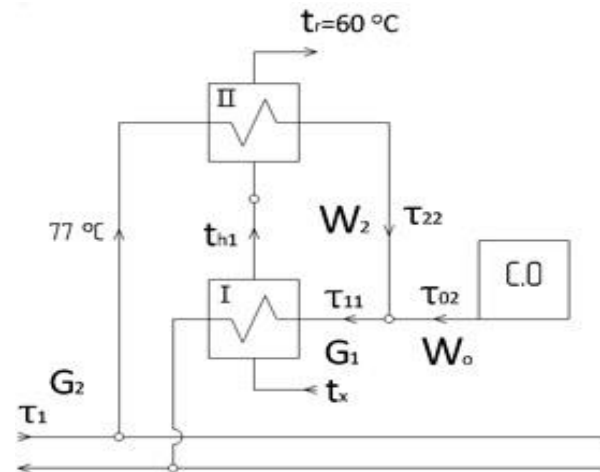


Рис.1.Розрахункова схема двоступінчастого приєднання теплообмінних апаратів гарячого водопостачання до теплових мереж

- I – перший ступінь водопідігрівної установки;
- II – другий ступінь водопідігрівної установки;
- C.O. – система опалення.

Обчислення проведено при таких припущеннях: температура мережної води на вході до опалювальних комплексів утеплених будівель після утеплення і до утеплення однакова; зниження температури мережної води на вводах будівель перед подачею до опалювальних приладів здійснюється у теплообмінних апаратах; гідравлічний режим теплоносія у системі опалення будівлі при утепленні залишається незмінним; мікрорайонну водопідігрівну установку гарячого водопостачання приєднано за двоступінчастою змішаною схемою; втрати теплоти у трубопроводах теплових мереж не враховувалися. Вихідні дані для обчислень подано у табл.1.

Вихідні дані для визначення витрат мережної води через ВПУ

| Параметр | Розмірність | Величина |
|---|------------------------|----------|
| Максимальні витрати теплоти на гаряче водопостачання мікрорайону | МВт | 10,7 |
| Максимальні витрати теплоти на опалення будівель мікрорайону | МВт | 14,9 |
| Температура холодної води | °С | 5 |
| Температура гарячої води | °С | 60 |
| Коефіцієнт теплопередачі на першому ступеню водопідігрівної установки | Вт/(м ² °С) | 1407 |
| Коефіцієнт теплопередачі на другому ступеню водопідігрівної установки | Вт/(м ² °С) | 1445 |
| Поверхня теплопередачі першого ступеня водопідігрівної установки | М ² | 203,6 |
| Поверхня теплопередачі другого ступеня водопідігрівної установки | М ² | 281,6 |
| Температура мережної води для розрахунку теплообмінників гарячого водопостачання: | °С | |
| - подаваний трубопровід | | 77 |
| - зворотний трубопровід | | 42 |

Результати обчислень подано на рис. 2 у вигляді залежності відносних витрат мережної води для опалення (β_0) та відносних витрат через першу ступінь ВПУ гарячого водопостачання (β) від значення ефективності утеплення будівель мікрорайону, яка дорівнює відношенню витрат теплоти на опалення після утеплення будівель $Q_{o.n.}$ до витрат теплоти на опалення до утеплення Q_o .

$$\mu = \frac{Q_{o.n.}}{Q_o} \quad (7)$$

Відносні витрати мережної води обчислено за формулами:

$$\beta_1 = \frac{W_1(\mu)}{W_1(\mu=1)} \quad (8)$$

$$\beta_0 = \frac{G_{o.n.}(\mu)}{G_{o.p.}} \quad (9)$$

Як видно з наведених на рис. 2 графіків, при зв'язаній подачі теплоти споживачам мікрорайону умови роботи підігрівників установки гарячого водопостачання помітно впливають на економію витрат мережної води при утепленні будівель. Лінія $\beta_0 = f(\mu)$ характеризує зміну витрат теплоносія через систему опалення, які залежать від параметрів теплової ізоляції будівель. Зменшення економії витрат мережної води, а отже і витрат електроенергії мережними насосами, залежить не тільки від ефективності енергозберігаючих заходів для споруд, але і від теплових навантажень гарячого водопостачання і опалення, схеми приєднання підігрівників, конструктивних параметрів теплообмінників. Для умов розглянутої забудови вказане зменшення економії витрат становить не менше 17%.

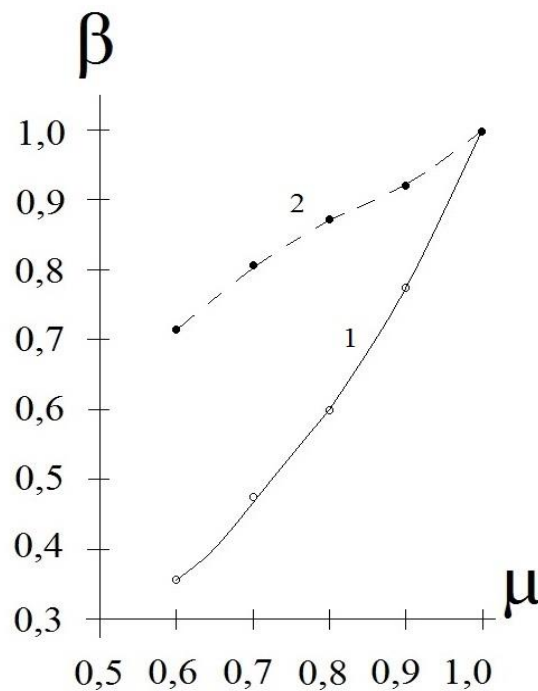


Рис.2.Зміна відносних витрат мережної води при утепленні будівель

1- β_0 - відносні витрати води для опалення будівель;

2- β - відносні витрати через першу ступінь ВПУ гарячого водопостачання

Висновки

1. Розроблено методику визначення витрат мережної води через теплообмінні апарати гарячого водопостачання внаслідок зменшення розрахункового опалювального навантаження при додатковому «утепленні» огорожувальних конструкцій функціонуючих будівель.

2. Результати обчислень показали, що в умовах зв'язаної подачі теплоти, при забезпеченні нового, більш низького рівня теплоспоживання будівлями зменшенням температури теплоносія на вводах до системи опалення ефективність застосування додаткової теплоізоляції огорожень споруд залежить від умов роботи підігрівної установки гарячого водопостачання.

3. Встановлено, що зниження економічного ефекту від додаткового „утеплення” функціонуючих будівель обумовлене необхідністю збільшення витрат гріючого теплоносія через теплообмінники другого ступеня підігрівної установки гарячого водопостачання.

4. Для розглянутого мікрорайону погіршення ефекту зменшення витрат мережної води становить приблизно 30% величини економії витрат теплоносія на опалення, характерної для незв'язаної подачі теплоти.

Література

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013: чинний від 01.10.2013. [Текст]: – К.: Мінрегіонбуд та ЖКГ України, 2013. – 167 с.

2. Алексахин, А.А. Оценка энергосберегающего потенциала функционирующих жилых зданий [Текст]/ А.А. Алексахин, А.В. Бобловский // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. - № 1(95) – С. 10-15

3. Чистяков, Н.Н. Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения [Текст] / Н.Н. Чистяков, М.М. Грудинский, В.И.Ливчак и др. –М.:Стройиздат, 1988. –314 с.

4. Зингер, Н.М. Повышение эффективности работы тепловых пунктов [Текст] / Н.М. Зингер, В.Г. Бестолченко, А.А. Жидков.– М.: Стройиздат, 1990. – 185 с.

5. Соколов, Е.Я. О тепловых характеристиках теплообменных аппаратов [Текст] / Е.Я. Соколов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1963. - № 1. – С. 20-24.

6. Зингер, Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем [Текст] / Н.М. Зингер. – М.: Энергоиздат, 1986. – 320 с.

References

1. DBN B.2.5-67: 2013 Heating, ventilation and conditioning

2. Aleksakhin, A. A., Boblovskii, A. V. (2012) Evaluation of energy saving potential functioning of residential buildings. Energy saving. *Energy. Energy audit*, 1(95), 10-15.

3. Chistjakov, N.N., Grudzinskij, M.M., Livchak, V.I. (1988), Improving the efficiency of hot water systems, 314.

4. Singer, N.M., Bestolchenko, V.G., Zhidkov, A. A. (1990) The efficiency of thermal points, 185.

5. Sokolov, E.Y (1963) About thermal characteristics of heat exchangers. *Water supply and sanitary equipment*, 1, 20-24.

6. Singer, N.M. (1986) Hydraulic and thermal modes of heating systems, 320.

Рецензент: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплотехніки та теплових двигунів А.П. Фалендиш, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна

Автор: АЛЕКСАХІН Олександр Олексійович
кандидат технічних наук, доцент кафедри теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
E-mail – ktmf_fef@karazin.ua

Автор: БОБЛОВСКИЙ Олександр Володимирович
асистент кафедри експлуатації газових і теплових систем
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – alexander.boblovskii@gmail.com

Автор: СТОЛЯР-МАРЧЕНКО Роман Віталійович
студент
Український державний університет залізничного транспорту
E-mail – 1111matama@gmail.com

Автор: СКРЕБЕЦЬ Аліна Віталіївна
студентка
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
E-mail – screbetsalina@gmail.com

MODES OF THE WORK OF THE RECONSTRUCTIVE INSTALLATION OF HOT WATER SUPPLY OF THE MICROREGION AT THE CONSTRUCTION CONNECTION

A. Aleksahin¹, A. Boblovskiy², R. Stolyar-Marchenko³, A. Skrebets¹

¹V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

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

³Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

The housing and communal services of Ukraine consume about a quarter of the country's fuel and energy resources. The main factors determining unproductive energy losses in the construction industry are the imperfection of the technical systems of heat supply and equipment of buildings, the inefficient use of bulky planning and design solutions, the use of enclosing constructions of buildings with a low level of thermal protection. The results of calculations of thermal regimes of the hot water supply installation at two-step mixed circuit for connecting heat exchangers to heat networks. On the example of the district heating system of the residential district, the influence of the conditions of work of hot water heaters on the amount of cost savings of network water with the use of additional thermal insulation of structural elements of buildings is shown. The method of determining the flow of network water through heat exchangers of hot water supply due to the reduction of the calculated heating load when applied additional insulation on the protective structures of functioning buildings is developed. The research is to assess the influence of heat exchangers of hot water supply in the two-step mixed flow diagram for connection to the consumption of network water for heating insulated buildings. The results of calculations have shown that in conditions of connected heat supply, with the provision of new, lower thermal power consumption by buildings, the decrease of the temperature of the coolant at the inputs to the heating system, the effectiveness of the additional insulation of the fencing of the structures depends on the operating conditions of the hot-water installation of hot water supply. It was established that the reduction of the economic effect of additional "insulation" of functioning buildings is due to the need to increase the cost of heating heat-carrier through heat exchangers of the second stage of the heating installation of hot water supply. For the considered microdistrict, the deterioration of the effect of reducing the cost of network water is about 30% of the cost savings of the coolant for heating, characteristic of unconnected heat supply.

Keywords: centralized heat supply, heating hot water supply units, two-step mixed connection of heaters, energy saving, insulation of enclosing structures of buildings.