

УДК 658.264

О. М. ПШІНЬКО¹, В. О. ГАБРИНЕЦЬ², В. М. ГОРЯЧКІН^{2*}¹Каф. «Будівлі та будівельні матеріали», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010²Каф. «Теплотехніка», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 87^{2*}Каф. «Теплотехніка», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 87, ел. пошта vgora@ukr.net**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ СТУДМІСТЕЧКА ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Мета. Витрати теплоти на опалення та гаряче водопостачання житлових і промислових об'єктів складають суттєву частину споживання теплової енергії. Необхідною передумовою розробки заходів з енергозбереження у вже існуючих системах теплопостачання є їх попереднє обстеження. У статті наведено результати обстеження системи теплопостачання студмістечка Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. На основі виконаного аналізу необхідно запропонувати заходи з енергозбереження та провести оцінку їх ефективності. **Методика.** У процесі дослідження виконано розрахунковий аналіз структури споживання теплової енергії на опалення, гаряче водопостачання та проведено порівняння фактичних витрат теплоти протягом календарного року з нормативними. **Результати.** Проаналізовано дані обліку витрат теплової енергії на опалення житловими будинками та гуртожитками протягом 2012 р. і проведено порівняння фактичних питомих показників із нормативними. На основі цього порівняння виявлено проблеми, вирішення котрих допоможе ефективно використовувати теплову енергію. **Наукова новизна.** Вперше проаналізовано та оцінено вплив кліматичних умов, особливостей схем і конструкцій систем теплопостачання на ефективне використання теплової енергії. Виявлено вклад кожної складової. **Практична значимість.** На основі проведеного аналізу споживання теплової енергії було розроблено перелік можливих заходів з енергозбереження, що можуть бути реалізовані в системі теплопостачання та на об'єктах енергоспоживання, а також проведено оцінку економії паливно-енергетичних ресурсів. Представлено перелік заходів з очікуваною економією паливно-енергетичних ресурсів.

Ключові слова: енергоефективність; теплоспоживання; витрати теплової енергії; термоізоляція; гаряче водопостачання

Вступ

У зв'язку з підвищенням вартості енергоносіїв, що відбувається в Україні і світі, набули актуальності роботи, пов'язані з енергозбереженням в системах виробництва, транспортування та використання енергоносіїв і, зокрема, теплової енергії. Витрати теплоти на опалення та гаряче водопостачання житлових та промислових об'єктів складають суттєву частину споживання теплової енергії. Необхідною передумовою розробки заходів з енергозбереження у вже існуючих системах теплопостачання є їх попереднє обстеження. Таке обстеження проводиться в рамках енергетичного аудиту об'єкта.

Зважаючи на актуальність робіт, пов'язаних з енергозбереженням, питанням з проведення енергетичного аудиту та підвищення ефективності використання енергії приділяється значна

увага як в Україні [3, 6, 7, 8], так і в країнах СНД [1, 2, 5, 9] та за кордоном [11–13].

Проведення енергетичного обстеження, якому присвячена ця робота, дає можливість судити про напрямки і необхідну кількість використання теплоти різними споживачами, визначити частку витрати теплової енергії для кожного з них, виокремити найбільших споживачів теплоти, на основі чого сформувані і удосконалити стратегію енерговикористання, розробити заходи з енергозбереження.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна (ДНТ) засновано в 1930 році і розташовано в південно-центральної частині країни, в місті Дніпропетровськ. Теплопостачання студмістечка університету, на території якого розташовані навчальні корпуси, спорт-

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

комплекс, гуртожитки, їдальня та інші будівлі, відбувається централізовано від котельні, яка також знаходиться на території студмістечка. Для цього від котельні прокладена теплова мережа, від якої теплоносії подається на опалення та гаряче водопостачання будівель. Загальна кількість об'єктів, що споживають теплову енергію, складає 40 найменувань.

Мета

Метою роботи є обстеження системи теплопостачання та об'єктів енергоспоживання Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, а також пошук можливостей і визначення напрямків ефективного використання теплової енергії та розробка заходів з енергозбереження.

Методика

Аудит проводився в декілька послідовних кроків. Першим кроком аудиту є визначення розрахункового теплового навантаження системи теплопостачання містечка, яке складається з опалювального навантаження та навантаження гарячого водопостачання (ГВП). В подальшому ці навантаження порівнюються з фактичними.

Опалювальне навантаження. Розрахункове максимальне теплове навантаження на опалення будівель для найбільш холодної п'ятиденки визначали за формулою [10]

$$Q_o^p = q_o V (t_{вн} - t_o^p), \quad (1)$$

де q_o – питома опалювальна характеристика, Вт / (м³ · К); V – зовнішній об'єм будівлі, м³; $t_{вн}$ – усереднена внутрішня температура, °С; t_o^p – розрахункова температура зовнішнього повітря для опалювального навантаження, °С. Значення q_o , $t_{вн}$ приймали залежно від призначення будівлі, а $t_o^p = -23$ °С – для м. Дніпропетровська згідно з КТМ 204 України 244-94 [5].

Розрахункове опалювальне теплове навантаження визначали окремо для кожного об'єкта. Загальне розрахункове максимальне теплове навантаження на опалення склало 8,95 МВт. За отриманими з розрахунку даними

була визначена розрахункова частка витрати теплоти на опалення різними будівлями (рис. 1). Найбільшу частку споживання теплоти на опалення мають навчальні корпуси, гуртожитки та житлові будинки (разом 82 % від загального опалювального навантаження).

Навантаження гарячого водопостачання (ГВП). Розрахункова витрата теплоти на гаряче водопостачання визначається за формулою [10]

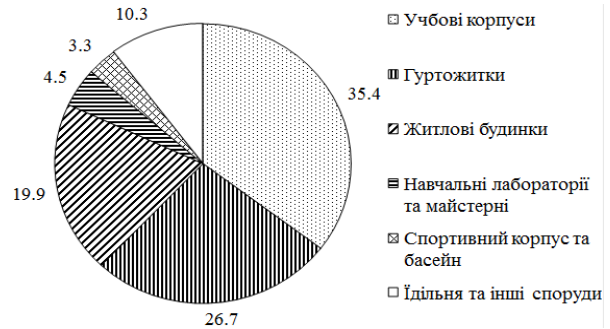


Рис. 1. Розрахункова частка окремих об'єктів в опалювальному навантаженні, %

Fig. 1. Calculation share of some objects in the heating load, %

$$Q_{св} = \frac{q m c \rho (55 - t_{хв})}{T}, \quad (2)$$

де ρ – густина води, кг/м³; q – добова норма витрати гарячої води на одиницю споживання (приймалась згідно з [5]), м³; m – кількість одиниць споживання; c – теплоємність води, Дж/(кг·К); $t_{хв}$ – температура холодної води (взимку приймалась 5 °С, влітку – 15 °С); T – тривалість роботи гарячого водопостачання протягом доби, с.

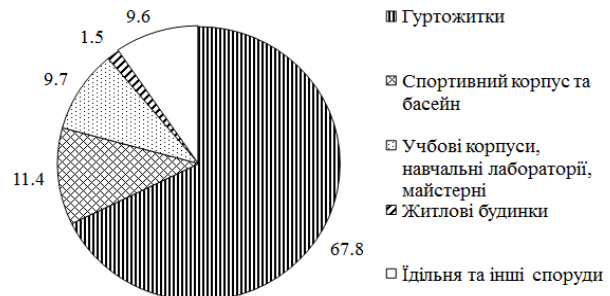


Рис. 2. Розрахункова частка окремих об'єктів в навантаженні ГВП, %

Fig. 2. Calculation share of some objects in load of hot water supply, %

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

Як і розрахункове опалювальне навантаження, розрахункове теплове навантаження на ГВП визначали окремо для кожного об'єкта. Загальне розрахункове теплове навантаження на ГВП склало 0,97 МВт. Слід зауважити, що з усього переліку об'єктів теплоспоживання до ГВП приєднані тільки 17 об'єктів (42,5 % від загальної кількості). На рис. 2 зображена частка окремих об'єктів в споживанні теплоти на ГВП.

Сумарне теплове навантаження. Розрахункове сумарне максимальне теплове навантаження теплової мережі склало 9,92 МВт. Необхідно зазначити, що опалювальне теплове навантаження змінюється залежно від температури зовнішнього повітря, в той час як навантаження ГВП набагато менше залежить від кліматичних умов, оскільки на нього, в першу чергу, впливає температура холодної водопровідної води, що подається на нагрів. Це призводить до зміни співвідношення між опалювальним навантаженням і навантаженням ГВП протягом опалювального періоду.

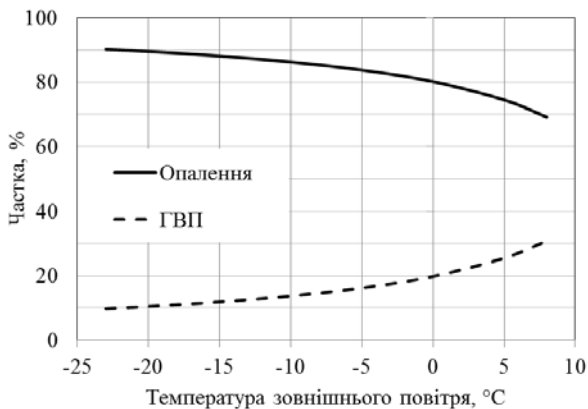


Рис. 3. Частка опалення і ГВП в загальному тепловому навантаженні

Fig. 3. Heat share and hot water supply in total heating load

Підставляючи в формулу (1) замість розрахункової температури зовнішнього повітря для розрахунку опалювального навантаження змінну температуру зовнішнього повітря до + 8 °C (температура початку і кінця опалювального періоду згідно з СНіП 2.04.05-91), знайшли зміну частки опалювального навантаження і навантаження ГВП протягом опалювального періоду. Результати розрахунку зображені на рис. 3. Як видно з графіка, протягом опалюваль-

ного сезону частка опалювального навантаження зменшується від 90,2 % при температурі зовнішнього повітря – 23 °C до 70 % при температурі зовнішнього повітря + 8 °C.

Річне теплове навантаження на опалення та ГВП визначали як

$$Q_o^{pik} = n Q_o^p \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вн}} - t_o^p}$$

$$Q_{\text{св}}^{pik} = n_{\text{св}} Q_{\text{св}}$$

де n , $n_{\text{св}}$ – тривалість опалювального періоду та роботи системи гарячого водопостачання відповідно, $t_{\text{ср.о}}$ – середня температура повітря протягом опалювального періоду.

Згідно з розрахунком при середній температурі зовнішнього повітря протягом опалювального періоду – 1,0 °C (для м. Дніпропетровська відповідно КТМ 204 України 244-94 [5]) ці витрати складають $Q_o^{pik} = 17\,419$ МВт·год, $Q_{\text{св}}^{pik} = 7\,884$ МВт·год. Сумарне річне теплове навантаження теплової мережі $Q^{pik} = Q_o^{pik} + Q_{\text{св}}^{pik} = 25\,303$ МВт·год.

Результати

Теоретичні розрахунки енергетичних витрат порівнювались з фактичними витратами теплоти.

Опалювальне навантаження. В системі тепlopостачання студмістечка облік споживаної теплової енергії ведеться тільки в окремих споживачів теплоти, серед яких житлові будинки, неповна середня школа, лабораторія теплових двигунів. Для гуртожитків облік проводиться спільним лічильником теплоти, встановленим на тепловій мережі. Фіксація показань лічильників теплової енергії здійснювалась щоденно персоналом котельні. В табл. 1 наведені дані обліку витрат теплової енергії на опалення житловими будинками та гуртожитками протягом 2012 р. та виконано порівняння фактичних питомих показників з нормативними.

Норми КТМ 204 України 244-94 призначені для планування потреб в теплоті та паливі на опалення житлових та громадських споруд, формування заявок на паливо теплопостачальними організаціями тощо. Крім того, ці норми можуть бути використані для визначення від-

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

пущеної теплової енергії теплопостачальними організаціями споживачам, у яких тимчасово відсутні прилади обліку, для проведення комерційних та інших розрахунків. Як видно з таблиці, витрата теплоти на опалення протягом 2012 р. була суттєво нижчою даних норм, що з одного боку, пов'язано з пом'якшенням клімату, а з другого – зумовлено роботами з термомодернізації будівель і збільшенням термічного опору огорожувальних конструкцій.

В той же час фактичні питомі витрати теплоти перевищують норми ДБН В 2.6-31-2006, що були введені в дію в 2008 р., і є обов'язковими: під час проектування будинків і споруд, що опалюються; у разі нового будівництва, реконструкції й термомодернізації; під час складання енергетичного паспорта; визначенні витрат паливно-енергетичних ресурсів для опа-

лення будинків розрахунково-аналітичним методом, проведенні енергетичного обстеження будівель та споруд. Згідно з цими нормами, після реконструкцій і капітального ремонту будівель витрати теплоти на їх опалення мають бути суттєво скороченими. Це означає, що роботи з термомодернізації споживачів теплоти обов'язково мають бути направлені на енергозбереження.

Місячна витрата теплоти на опалення, розрахована за кількістю спожитого газу та віднесена до опалюваної площі приміщень, протягом опалювального періоду в 2012 р. змінювалась в межах від 26,8 Вт/м² при мінімальному опалювальному навантаженні (листопад) до 65,0 Вт/м² при максимальному опалювальному навантаженні (лютий).

Таблиця 1

Витрати теплоти на опалення

Table 1

Heat consumption for heating

Найменування	Витрати теплоти		
	Фактичні за опалювальний період, Гкал/МВт·год	Питомі фактичні/нормативні (КТМ 204 України 244-94), Гкал/м ³	Питомі фактичні/нормативні максимальні (ДБН В 2.6-31-2006), кВт/м ²
Житловий будинок № 1	181/210	0,0177/0,042	96,0/68
Житловий будинок № 2	214/249	0,0193/0,035	83,8/77
Житловий будинок № 5	119/138	0,0178/0,042	88,5/68
Житловий будинок № 7	280/326	0,0206/0,035	89,0/77
Житловий будинок № 9	353/410	0,0276/0,035	106,1/77
Житловий будинок № 10	489/569	0,0237/0,035	99,5/77
Гуртожитки	3 966/4612	0,0235/0,039	110,3/77

Наукова новизна та практична значимість

Для аналізу якості регулювання відпуску теплоти протягом опалювального періоду була вперше побудована залежність місячної витрати теплоти на опалення житлових будинків та гуртожитків від середньомісячної температури повітря (рис. 4). Під час аналізу були використані кліматичні дані за 2012 р. для міста Дніпропетровська, взяті за даними метеостанції Дніпропетровськ/Кайдаки (аеропорт).

Як відомо [10], опалювальне теплове навантаження залежить від температури зовнішнього повітря лінійно. Відхилення від лінійної залежності, як видно з графіка, є незначними, що свідчить про достатню якість регулювання, однак резерви для її покращення ще залишаються.

Навантаження ГВП. В табл. 2 наведені дані обліку витрат теплової енергії на ГВП житловими будинками та гуртожитками протягом 2012 р. та виконано порівняння фактичних питомих показників з нормативними згідно

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

з КТМ 204 України 244-94. Як видно з наведених даних, фактичні витрати майже вдвічі менші від нормативних.

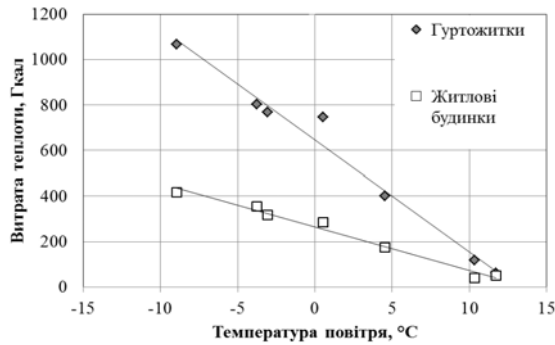


Рис. 4. Залежність витрати теплоти на опалення від середньомісячної температури

Fig. 4. Dependence of heat consumption for heating on the average monthly temperature

Таблиця 2

Витрати теплоти на ГВП

Table 2

Heat consumption for hot water supply

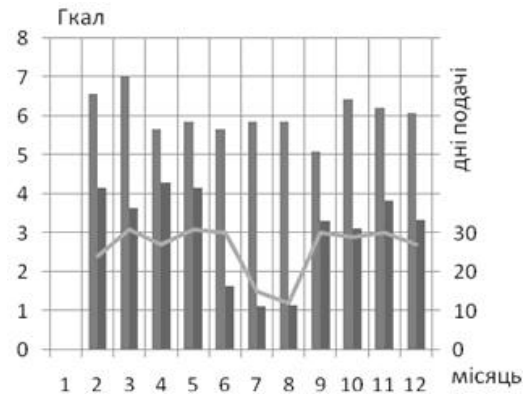
Найменування	Витрати теплоти на ГВП, Гкал/рік	
	Нормативні	Фактичні
Житловий будинок № 1	1,991	1,055
Житловий будинок № 2	1,991	0,690
Гуртожитки	1,517	0,665

На рис. 5 наведено порівняння місячних розрахункових на основі нормативів КТМ 204 України 244-94 (перший стовпчик) і фактичних витрат теплоти (другий стовпчик) на ГВП протягом 2012 р. Лінією зображена кількість днів подачі гарячої води протягом кожного місяця.

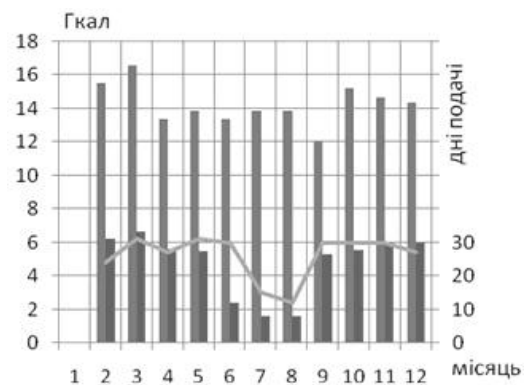
Як видно з графіків, суттєве зменшення споживання гарячої води відбувається влітку, коли більшість студентів, що проживають в гуртожитках, знаходяться на канікулах, а в котельні здійснюють щорічний ремонт обладнання.

За результатами виконаного аналізу споживання теплової енергії було розроблено перелік можливих заходів з енергозбереження, що можуть бути реалізовані в системі теплопостачання та на об'єктах енергоспоживання, надано оцінку економії паливно-енергетичних ресурсів за даними рекомендацій, наведених в [4]. Розроблений перелік заходів наведений в табл. 3.

а – а



б – б



в – в

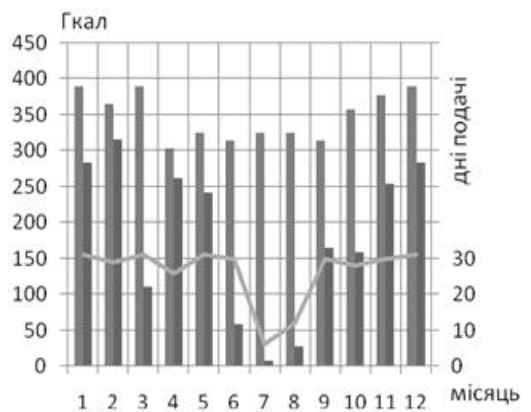


Рис. 5. Порівняння місячних розрахункових і фактичних витрат теплоти на ГВП:
а – житловий будинок № 1, б – житловий будинок № 2,
в – гуртожитки

Fig. 5. Comparison of the monthly calculation and real costs for heat consumption for hot water supply:
а – residential house no. 1, б – residential house no. 2,
с – hostels

Висновки

1. Загальне розрахункове максимальне теплове навантаження системи теплопостачання складає 9,92 МВт, з них 8,95 МВт (90,2 %) –

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

опалювальне навантаження і 0,97 МВт (9,8 %) – навантаження гарячого водопостачання.

2. Найбільшими споживачами опалювального навантаження є навчальні корпуси – 32,1 % від загального розрахункового теплоспоживання, гуртожитки – 22 %, житлові будинки – 15,35 %. Аналіз витрат тепла на опалення саме цими споживачами є найбільш важливим, оскільки ефект від впровадження енергозберігаючих заходів в них буде найбільш відчутним.

3. Структура теплових навантажень системи гарячого водопостачання відрізняється від опалювальних навантажень. Найбільшим споживачем теплового навантаження гарячого водопостачання є гуртожитки, які споживають 6,2 % від загального теплоспоживання.

4. Лічильники теплоти встановлені тільки у деяких споживачів. Для більш ефективного

використання теплоти доцільно встановити лічильники у всіх споживачів, в першу чергу, в системі опалення навчальних корпусів, оскільки вони є одним із найбільших споживачів теплоти на опалення.

5. Витрати теплоти системами опалення житлових будинків, гуртожитків, лабораторії теплових двигунів, неповної середньої школи відповідає нормам КТМ 204 України, але не відповідає вимогам ДБН В 2.6-31-2006, які є обов'язковими після проведення термомодернізації будівель. Це означає, що роботи з термомодернізації споживачів теплоти обов'язково мають бути направлені на енергозбереження.

6. Запропоновані заходи з енергозбереження дозволять знизити споживання теплової енергії на 25...40 % та покращити якість роботи системи тепlopостачання.

Таблиця 3

Оцінка ефективності заходів по енергозбереженню

Table 3

Effectiveness estimation of energy saving measures

Заходи з енергозбереження	Очікувана економія паливно-енергетичних ресурсів	
	%	МВт·год
Економія теплової енергії при опаленні будівель		
Автоматизація та диспетчеризація котельень, абонентських вводів, центральних теплових пунктів	До 15, від загальних витрат теплоти	До 2 617
Встановлення на вводах лічильників теплоти, контроль за витратою теплоти	До 5	до 872
Використання регульованих елеваторів на вводах	3...8	523...1 396
Встановлення на нагрівальних приладах терморегуляторів (місцеве регулювання)	6...7	1 047...1 221
Встановлення радіаторних рефлекторів між зовнішньою стіною та нагрівальним приладом	2...10	349...1 745
Періодичне промивання систем опалення	3	523
Підвищення теплового захисту будинків (зниження тепловтрат)		
Збільшення опору теплопередачі зовнішніх огорожень існуючих будинків	на 10 %: 2...4	від навантаження на опалення
	на 20 %: 4...8	
Встановлення склопакетів	3...5	523...872
Економія теплової енергії при гарячому водопостачанні		
Використання змішувачів з регуляторами температури	До 3, від витрат теплоти на ГВП	до 237
Організація обліку витрат гарячої води	5	394

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрижьевский, А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент / А. А. Андрижьевский, В. И. Володин. – М. : Высш. шк., 2005. – 205 с.
2. Дахин, С. В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / С. В. Дахин. – Воронеж : ГОУ ВПО «Воронеж. гос. техн. ун-т», 2010. – 182 с.
3. Энергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи / «НДІ проект-реконструкція». – Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), 2006. – 144 с.
4. Костюченко, П. А. Практическое пособие по разработке энергосберегающих проектов / П. А. Костюченко, О. А. Костюченко, В. С. Мещерский. – М. : Технопромстрой, 2006. – 668 с.
5. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби – К. : ВПОЛ, 2001. – 376 с.
6. Маляренко, О. Є. Пропозиції до методики нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у бюджетних установах / О. Є. Маляренко, А. І. Симборський // Пробл. заг. енергетики. – 2011. – Вип. 2 (25). – С. 40–48.
7. Новічонок, С. М. Основи енергозбереження : навч.-метод. посіб. / С. М. Новічонок, В. М. Комаров, В. В. Тарасова. – Х. : ХУПС, 2006. – 121 с.
8. Праховник, А. В. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житлово-комунального господарства України / А. В. Праховник, В. В. Прокopenko, В. І. Дешко. – Луганськ : Місячне сяйво, 2009. – 696 с.
9. Самойлов, М. В. Основы энергосбережения / М. В. Самойлов, В. В. Паневчик, А. Н. Козалев. – Минск : БГЭУ, 2002. – 198 с.
10. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. – М. : МЭИ, 2001. – 360 с.
11. Al-Shemmeri, T. Energy audits: a workbook for energy management in buildings / Tarik Al-Shemmeri. – Iowa : Wiley-Blackwell, 2011. – 292 p.
12. Mitchell, J. W. Principles of heating, ventilation, and air conditioning in buildings / John W. Mitchell, James E. Braun. – N. J. : Wiley, 2013. – 600 p.
13. Thumann, A. Handbook of energy audits / Albert Thumann, William J. Younger. – Lilburn, GA : Fairmont Press, 2008. – 467 p.

А. Н. ПШИНЬКО¹, В. А. ГАБРИНЕЦ², В. Н. ГОРЯЧКИН^{2*}

¹Каф. «Здания и строительные материалы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010

²Каф. «Теплотехника», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 87

^{2*}Каф. «Теплотехника», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 87, ел. пошта vgora@ukr.net

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ СТУДГОРОДКА ДНЕПРОПЕТРОВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Цель. Расходы теплоты на отопление и горячее водоснабжение жилищных и промышленных объектов составляют существенную часть потребления тепловой энергии. Необходимой предпосылкой разработки мероприятий по энергосбережению в уже существующих системах теплоснабжения является их предварительное обследование. В статье приведены результаты обследования системы теплоснабжения студгородка Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. На основе выполненного анализа необходимо предложить мероприятия по энергосбережению и провести оценку их эффективности. **Методика.** В процессе исследования выполнен расчетный анализ структуры потребления тепловой энергии на отопление, горячее водоснабжение и проведено сравнение фактических расходов теплоты в течение календарного года с нормативными. **Результаты.** Проанализированы данные по учету расходов тепловой энергии на отопление жилыми домами и общежитиями в течение 2012 г. и проведено сравнение фактических удельных показателей с нормативными. На основе этого сравнения выявлены проблемы, решение которых поможет эффективно использовать тепловую энергию. **Научная новизна.** Впервые

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

проанализировано и оценено влияние климатических условий, особенностей схем и конструкций систем теплоснабжения на эффективное использование тепловой энергии. Изучен вклад каждой составляющей.

Практическая значимость. На основе проведенного анализа потребления тепловой энергии был разработан перечень возможных мероприятий по энергосбережению, которые могут быть реализованы в системе теплоснабжения и на объектах энергопотребления, а также проведена оценка экономии топливно-энергетических ресурсов. Представлен перечень мероприятий с ожидаемой экономией топливно-энергетических ресурсов.

Ключевые слова: энергоэффективность; теплотребление; затраты тепловой энергии; термоизоляция; горячее водоснабжение

O. M. PSHINKO¹, V. O. GABRINETS², V. M. GORIACHKIN^{2*}

¹Dep. «Buildings and Construction Materials», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010

²Dep. «Heat Engineering», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 04

^{2*}Dep. «Heat Engineering», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 04, e-mail vgora@ukr.net

EFFECTIVENESS ANALYSIS OF CAMPUS HEAT SUPPLY SYSTEM OF DNIPROPETROVSK NATIONAL UNIVERSITY OF RAILWAY TRANSPORT

Purpose. Heat consumption for heating and hot water supply of housing and industrial facilities is an essential part of heat energy consumption. Prerequisite for development of energy saving measures in existing heating systems is their preliminary examination. The investigation results of campus heating system of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan are presented in the article. On the basis of the analysis it is proposed to take the energy saving measures and assess their effectiveness. **Methodology.** Analysis of the consumption structure of thermal energy for heating domestic and hot water supply was fulfilled. The real costs of heat supply during the calendar year and the normative costs were compared. **Findings.** The recording expenditures data of thermal energy for heating supply of residential buildings and dormitories in 2012 were analyzed. The comparison of actual performance with specific regulations was performed. This comparison revealed problems, whose solution will help the efficient use of thermal energy. **Originality.** For the first time the impact of climate conditions, features of schemes and designs of heating systems on the effective use of thermal energy were analyzed. It was studied the contribution of each component. **Practical value.** Based on the analysis of thermal energy consumption it was developed a list of possible energy saving measures that can be implemented in the system of heat and power facilities. It was evaluated the fuel and energy resources saving.

Keywords: energy efficiency; heat demand; costs of heat supply; heat insulation; hot water supply

REFERENCES

1. Andrizhiyevskiy A.A., Volodin V.I. *Energoberezhniye i energeticheskiy menedzhment* [Energy saving and energy management]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2005. 205 p.
2. Dakhin S.V. *Energoberezhniye v teploenergetike i teplotekhnologiyakh* [Energy saving in heat power engineering and heat technologies]. Voronezh, Voronezhskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet Publ., 2010. 182 p.
3. *Enerhozberezhennia u zhytlovomu fondi: problemy, praktyka, perspektyvy* [Energy saving in housing fund: problems, practices, perspectives]. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), InstitutsWohnenundUmweltGmbH (IWU) Publ., 2006. 144 p.
4. Kostyuchenko P.A., Kostyuchenko O.A., Meshcherskiy V.S. *Practicheskoye posobiye po razrabotke energoberegayushchikh proyektov* [Practical manual for development of energy saving projects]. Moscow, Tehnoprostroy Publ., 2006. 668 p.
5. *Normy ta vказivky po normuvanniu vytrat palyva ta teplovoi enerhii na opalennia zhytlovykh ta hromadskykh sporud, a takozh na hospodarsko-pobutovi potreby* [Norms and instructions of fuel rate and heat energy for heating of housing and common buildings and for household needs]. Kyiv, VIPOL Publ., 2001. 376 p.

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

6. Maliarenko O.Ye., Symborskyi A.I. Propozytzii do metodyky normuvannia pytomykh vytrat palyvno-enerhetychnykh resursiv u biudzhetykh ustanovakh [Propositions for methodology of specific consumption norming of fuel and energetic resources in budget organizations]. *Problemy zahalnoi enerhetyky – Problems of total energetics*, 2011, issue 2 (25), pp. 40-48.
7. Novichonok S.M., Komarov V.M., Tarasova V.V. *Osnovy energozberezhenia* [Fundamentals of energy saving]. Kharkiv, KHUPS Publ., 2006. 121 p.
8. Prakhovnyk A.V., Prokopenko V.V., Deshko V.I. *Praktychnyi posibnyk z enerhozberezhenia dlia ob'ektiv promyslovosti, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy* [Practical manual for energy saving for industrial objects, constructing and house holding of Ukraine]. Luhansk, Misiachne siaivo Publ., 2009. 696 p.
9. Samoylov M.V., Panevchik V.V., Kozalev A.N. *Osnovy energozberezhenia* [Fundamentals of energy saving]. Minsk, BGEU Publ., 2002. 198 p.
10. Sokolov E.Ya. *Teplofikatsiya i teplovyie seti* [District heating and heat networks]. Moscow, MEI Publ., 2001. 360 p.
11. Al-Shemmeri Tarik. *Energy audits: a workbook for energy management in buildings*. Iowa, Wiley-Blackwell Publ., 2011. 292 p.
12. Mitchell John W., Braun James E. *Principles of heating, ventilation, and air conditioning in buildings*. N. J., Wiley Publ., 2013. 600 p.
13. Thumann Albert, Younger William J. *Handbook of energy audits*. Lilburn, GA, Fairmont Press Publ., 2008. 467 p.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. М. М. Біляєвим (Україна); д.т.н., проф. М. В. Губинським (Україна)

Надійшла до редколегії 06.02.2014

Прийнята до друку 21.03.2014