

УДК 681.83

**О. Б. БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ**, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПІ»**АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ  
ЗАХОДІВ З ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ У ПРОМИСЛОВІСТІ ТА  
ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ**

У роботі проведено аналіз методів оцінки економічної ефективності заходів з теплопостачання у промисловості та житлово-комунальному господарстві України. Досліджено сучасний стан та проблеми теплопостачання в Україні. Проведено аналіз методів оцінки економічної ефективності заходів з теплопостачання. Визначено, що економічний ефект може бути досягнутий від реалізації організаційно-технічних заходів щодо теплопостачання і визначається як різниця приведених витрат до і після реалізації цих заходів. Розглянуто докладно складові капітальних вкладень і експлуатаційних витрат.

**Ключові слова:** теплопостачання, економічний ефект, приведені витрати, капітальні вкладення, експлуатаційні витрати.

**Вступ.** На сьогоднішній день в Україні централізованим теплопостачанням охоплено близько 55% населення країни (понад 10 млн сімей), автономні і індивідуальні казани забезпечують ще 25%, залишок – це печі. Проте, централізована подача гарячої води є всього в 19 українських містах. Крім того, практично всі тепломережі створені ще в радянський час, причому значна частина – в 1960–70 рр. І з тих пір проводилися тільки поточні ремонти. Мережі стали ненадійними, недостатня їх теплоізоляція, що приводить до вагомих втрат тепла (до 30%) і збитків від частих аварій. Близько 40% центральних теплових пунктів, що обслуговують групи будівель, знаходиться в старому і аварійному стані. Термін роботи багатьох комунальних котельних давно перевищує стандартні 20 років, і їх експлуатаційний ресурс вже вичерпався. У країні діє 32725 казанів, в т.ч. 9720 – на твердому паливі, 456 – на рідкому паливі, але основна частина на газі – 22120. Це малоефективні агрегати з низьким ККД (60–80%), застарілою автоматикою і пальниками, що означає підвищені витрати палива (на 20% вище за середньосвітовий рівень). А це неприпустимо в умовах критично високих цін на газ як основного палива. Теплостійкість будівель, що побудовані в 1960–90 рр., в 2–4 рази нижче за нормативні вимоги в країнах з аналогічним кліматом. Споживання теплової енергії в житловому фонді міст майже вдвічі вище, ніж у Європі. Погана ізоляція стін, дахів і підлог приводить до 50% втрат тепла.

Причиною сильного зносу систем є те, що на підтримку їх роботи та на оновлення витрачається дуже мало коштів. При цьому тарифи на тепло і гарячу воду в середньому по країні покривають собівартість постачання лише на 72%. Тому аналіз методів оцінки економічної ефективності заходів з теплопостачання є актуальним та має важливе практичне значення.

**Аналіз останніх досліджень та літератури.** Теоретичні та практичні питання щодо методів оцінки економічної ефективності в енергетиці

розглянуто в багатьох працях [1–8], зокрема роботи [3, 5–8] присвячено проблемам теплопостачання. Так у роботах [1, 2, 4] наведена загальна методика розрахунку річного економічного ефекту в енергетиці, а в роботах [3, 5–8] надано рекомендації щодо вибору складових капітальних і експлуатаційних витрат для техніко-економічних розрахунків в області теплопостачання.

**Метою дослідження** є аналіз методів економічної оцінки заходів з теплопостачання у промисловості та житлово-комунальному господарстві України.

**Матеріали і результати досліджень.** *Економічний ефект* відображає різні вартісні показники, що характеризують проміжні та кінцеві результати промислового виробництва на підприємстві (в галузі чи в промисловості в цілому). До таких показників відносять обсяг товарної, чистої або реалізованої продукції, величина одержаного прибутку, економія тих або інших видів виробничих ресурсів або загальна економія від зниження собівартості продукції тощо [1].

Річний економічний ефект від реалізації заходів з теплопостачання на основі сучасних підходів можна визначити в такий спосіб [2]:

$$\Delta B = B_1 - B_2 = (C_1 + E_H K_1) - (C_2 + E_H K_2), \quad (1)$$

де  $B_1 - B_2$  – приведені витрати відповідно до і після реалізації заходів з теплопостачання на основі сучасних підходів;  $C_1, C_2$  – відповідні річні витрати виробництва (експлуатаційні витрати) за тими варіантами;  $K_1, K_2$  – капіталовкладення;  $E_H$  – нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності капіталовкладень.

Перегрупувавши доданки у формулі (1) і замінивши річні витрати виробництва  $J$  добутком собівартості  $S$  на річний випуск продукції  $\epsilon$ , одержимо формулу річного економічного ефекту, грн./рік

$$\Delta S = \Delta S \epsilon - E_H \Delta K, \quad (2)$$

де  $\Delta S$  – це економія (зниження) собівартості, що дорівнює  $S_1 - S_2$ .

Очевидно, що умовою економічно правильного рішення є:

$$\Delta S \epsilon > E_H \Delta K. \quad (3)$$

Запланований приріст річного прибутку від зниження собівартості теплової енергії, грн./рік ( $\Delta m$ ):

$$\Delta m = (S_1 - S_2) \epsilon, \quad (4)$$

де  $S_1, S_2$  – собівартість теплової енергії до і після реалізації заходів з теплопостачання на основі сучасних підходів;  $\epsilon$  – кількість виробленої теплової енергії.

Розглянемо докладно складові річного економічного ефекту.

*Приведені витрати* – це сумарні витрати, що враховують капіталовкладення і експлуатаційні витрати, та зведені до єдиного вимірника [3]. Також, *приведені витрати* – це сума поточних витрат, які приведені до однакової розмірності відповідно до нормативного коефіцієнта ефективності [4].

Для економічно вигідного варіанту повинно:

$$C + E_H K = \min. \quad (5)$$

Основними складовими капіталовкладень і експлуатаційних витрат, які доводиться враховувати при техніко-економічних розрахунках в області теплопостачання, є такі [5]:

1) *капіталовкладення*:

✓ у джерела теплової і електричної енергії: теплоелектроцентралі (ТЕЦ), районні теплові електричні станції (КЕС), районні або місцеві котельні;

✓ у теплові і електричні мережі, в центральні (ЦТП) і місцеві (МТП) теплові пункти;

✓ у місцеві абонентські установки і окремі елементи систем теплопостачання: насоси, теплообмінники, баки-акумулятори та ін.

2) *експлуатаційні витрати*:

✓ щорічні відрахування від перерахованих вище капіталовкладень на амортизацію, поточний ремонт, техніку безпеки та ін.;

✓ щорічні витрати на паливо, теплові втрати, перекачування теплоносія, воду, хіміводоочистку підживлювальної води і на обслуговування систем теплопостачання.

Крім того, при будівництві систем теплопостачання доводиться іноді враховувати додаткові витрати, пов'язані з відторгненням землі, перенесенням існуючих виробництв з компенсацією продукції, що втрачається, та ін.

1. Автори В.Є. Козін, А.П. Сафонов для вирішення поставлених техніко-економічних задач пропонують у капітальних витратах враховувати три складові: *капітальні витрати на теплові мережі, абонентські системи і теплову ізоляцію* [3, 6].

1.1. *Капітальні вкладення в теплові мережі* проф. Б.Л. Шифрінсон рекомендує визначати за формулою [3, 6, 7]

$$K_{т.м} = \sum_1^m (a + b d_i^\beta) l_i, \quad (6)$$

де  $m$  – число ділянок теплової мережі;  $a$ ,  $b$ ,  $\beta$  – коефіцієнти, що залежать від способу прокладки і конструкції мереж, методу виробництва робіт;  $d_i$ ,  $l_i$  – діаметр і довжина ділянки теплопроводу, м.

У техніко-економічних розрахунках можна приймати  $\beta = 1$ , тоді

$$K_{\text{т.м}} = a \sum_1^m l_i + bM, \quad (7)$$

де  $M = \sum_1^m d_i l_i$  – це матеріальна характеристика теплової мережі, м<sup>2</sup>.

Оскільки діаметр ділянки теплопроводу розраховується за формулою

$$d_i = 0,073 \frac{G_i^{0,38} l_i^{0,19}}{\Delta P_l^{0,19}}, \quad (8)$$

то після підстановки  $d_i$  у рівняння матеріальної характеристики та нескладних перетворень отримаємо

$$K_{\text{т.м}} = a \sum_1^m l_i + 0,073b \frac{L^{0,19}}{\Delta P_l^{0,19}} \sum_1^m G_i^{0,38} l_i; \quad (9)$$

або

$$K_{\text{т.м}} = a \sum_1^m l_i + 0,91b \frac{L^{0,19}}{(\delta\tau)^{0,38} \Delta P_l^{0,19}} \sum_1^m Q_i^{0,38} l_i. \quad (10)$$

де  $L$  – довжина головної магістралі, м;  $\Delta P_l$  – лінійні втрати тиску у всій мережі, Па;  $G_i$  – витрата води на ділянці мережі, т/г;  $Q_i$  – теплове навантаження на ділянці, МВт. У додатку 19 [3] наведено значення коефіцієнтів  $a$  і  $b$ .

1.2. *Капітальні вкладення в абонентські системи житлових і громадських будівель* можна приймати такими. Питома вартість опалювальних систем при розрахункових температурах води  $\tau_1' = 95^\circ\text{C}$ ,  $\tau_2' = 70^\circ\text{C}$  складає від 18 до 26 тис. грн. на 1 МВт розрахункової теплової потужності.

Вартість одного еквівалентного квадратного метра поверхні опалювальних приладів складає 5-6 грн., калориферів – 2-3 грн./м<sup>2</sup>, водоводяних підігрівачів – 20-30 грн./м<sup>2</sup>. Кошторисна вартість 1 м<sup>3</sup> ємкості баків-акумуляторів з комунікаціями складає близько 30-40 грн.

1.3. *Вартість теплової ізоляції на ділянці теплопроводу* визначається за формулою

$$K_{\text{и}} = \pi l [a_{\text{и}} \delta (d + \delta) + a_{\text{п}} (d + 2\delta)], \quad (11)$$

де  $l$ ,  $d$  – довжина і діаметр ділянки теплопроводу, м;  $\delta$  – товщина ізоляції, м;  $a_{\text{и}}$  – питома вартість ізоляції, грн./м<sup>3</sup>;  $a_{\text{п}}$  – питома вартість захисного покриття, грн./м<sup>2</sup>. За відсутності точних даних про вартість основних елементів теплової ізоляції можна приймати  $a_{\text{и}} = 40-50$  грн./м<sup>3</sup>,  $a_{\text{п}} = 1,8-2,2$  грн./м<sup>2</sup>.

На думку А.А. Іоніна, А.В. Клименка, В.М. Зоріна, капіталовкладення в елементи та вузли систем тепlopостачання повинні визначатися за кошторисними даними, що складаються на підставі опрацювань порівнюваних

варіантів, робочих креслень або типових проектів [5, 8]. При відсутності таких для попередніх розрахунків можна використовувати укрупнені показники. В останньому випадку капіталовкладення в елементи та вузли систем теплопостачання визначаються, як правило, за формулою

$$K = K_{\text{пит}}P, \quad (12)$$

де  $K_{\text{пит}}$  – питомі капіталовкладення у окремі елементи або вузли, грн./од.,  $P$  – повна потужність (габарити) елемента або вузла, що виражена в одиницях вимірювання (теплова і електрична потужність, навантаження, сумарна довжина мережі, площа теплообмінної поверхні і т.д.). Зокрема, питомі капіталовкладення у міські теплові магістральні та розподільні мережі (без урахування транзитних мереж) при розрахункових температурах води 150/70°C в тис. грн./(ГДж/год.) розрахункового максимального навантаження визначаються за формулою

$$K_{\text{пит}}^{\text{т.м.}} = 3,47\varphi_c\varphi_n \frac{Q^{0,16}}{q^{0,8}}, \quad (13)$$

де  $Q$  – розрахункове максимальне теплове навантаження району, ГДж/год.;  $q$  – теплощільність району в межах площі забудови, ГДж/(год. Га);  $\varphi_c$  і  $\varphi_n$  – поправочні коефіцієнти. Так коефіцієнт  $\varphi_c$  враховує характер зміни поточної витрати води в мережі залежно від схем приєднання споживачів, методу регулювання відпуску тепла і співвідношення навантажень гарячого водопостачання і опалення, а  $\varphi_n$  – враховує тип і умови прокладання теплової мережі.

2. *Експлуатаційні витрати* на виробництво та передачу електричної та теплової енергії, грн./рік, групуються у кошторисі відповідно з їхнім економічним змістом і розраховуються за формулою [7, 8]

$$C = C_{\text{мат}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{соц.п}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{ін}}, \quad (14)$$

де  $C_{\text{мат}}$  – матеріальні витрати;  $C_{\text{оп}}$  – витрати на оплату праці;  $C_{\text{соц.п}}$  – відрахування на соціальні потреби;  $C_{\text{ам}}$  – амортизація основних засобів на їх повне відновлення (реновацію);  $C_{\text{ін}}$  – інші витрати. Зокрема, матеріальні витрати містять такі складові: 1) витрати на придбання сировини та основних матеріалів, які є необхідними компонентами при виготовленні продукції; 2) витрати на допоміжні матеріали; 3) плата за воду, що забирається енергетичними підприємствами з водогосподарчих систем; 4) витрати на оплату послуг виробничого характеру, що виконуються сторонніми організаціями; 5) витрати на паливо, що придбане зі сторони та витрачається на виробництво електричної та теплової енергії, на транспортні роботи, що виконуються власним транспортом із обслуговування виробництва; 6) витрати на покупну енергію всіх видів.

В.Є. Козін, А.А. Іонін, А.П. Сафонов для вирішення вузького класу техніко-економічних задач пропонують враховувати тільки такі складові експлуатаційних витрат [3, 6]:

$$C = C_T + C_{\Pi} + C_{T,\Pi} + C_o, \quad (15)$$

де  $C_T$  – витрати на паливо, грн/рік;  $C_{\Pi}$  – витрати на перекачування теплоносія;  $C_{T,\Pi}$  – річна вартість теплових втрат теплопроводами;  $C_o$  – вартість річних відрахувань від капітальних вкладень на відновлення основних фондів, капітальний і поточний ремонт.

2.1. Щорічні витрати на паливо становлять [5]:

$$C_T = zB, \quad (16)$$

де  $z$  – питомі замикаючі витрати на умовне паливо, грн./т;  $B$  – річні витрати палива, т/рік.

2.2. Річні витрати на перекачування теплоносія визначають за формулою [3, 5, 6]

$$C_{\Pi} = z_e E_{\Pi}, \quad (17)$$

де  $z_e$  – питомі замикаючі витрати на електроенергію, грн./кВт\*г;  $E_{\Pi}$  – річна витрата електроенергії мережевими насосами, кВт\* г/рік,

$$E_{\Pi} = 2,9 \cdot 10^{-7} (1 + \alpha) \sum_1^k \frac{G \Delta P_{\pi} n}{\eta_{\text{н.у}}}, \quad (18)$$

де  $\alpha$  – частка місцевих опорів;  $k$  – кількість гідравлічних режимів роботи системи протягом року;  $G$  – витрата мережевої води при даному режимі роботи, т/г;  $\Delta P_{\pi}$  – лінійні втрати тиску у всій мережі;  $n$  – час роботи насосів при тому ж режимі мережі, год./рік;  $\eta_{\text{н.у}}$  – ККД насосної установки.

Якщо протягом року здійснювалося тільки центральне якісне регулювання відпустки тепла, то

$$E_{\Pi} = 2,9 \cdot 10^{-7} (1 + \alpha) \sum_1^k \frac{G \Delta P_{\pi} n_0}{\eta_{\text{н.у}}}, \quad (19)$$

де  $n_0$  – час роботи системи теплопостачання протягом року, год./рік.

2.3. Річну вартість теплових втрат теплопроводами визначають за формулою [3, 5, 6]

$$C_{T,\Pi} = z_T Q_{T,\Pi}, \quad (20)$$

де  $z_T$  – питомі замикаючі витрати на тепло, грн./мВт-г;  $Q_{T,\Pi}$  – річні втрати тепла всіма теплопроводами мережі, мВт-г/рік.

Орієнтовано річні втрати тепла можна визначити за формулою

$$Q_{T,\Pi} = 0,95 k \pi (\tau_{\text{сер}} - t_0) (1 + \beta) n_0 10^{-6} \frac{L^{0,19}}{(\delta \tau')^{0,38} \Delta P_{\pi}^{0,19}} \sum_1^m Q_i^{0,38} l_i, \quad (21)$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі теплопроводу з урахуванням ізоляції, каналів,

грунту, віднесений до поверхні неізольованої труби ( $k = 1.1 \div 1,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$ );  $t_0$  – середньорічна температура навколишнього середовища,  $\text{°С}$ ;  $\beta$  – коефіцієнт місцевих втрат тепла;  $n_0$  – кількість годин роботи мережі в році, г/рік;  $Q_i$  – розрахункове теплове навантаження на ділянці теплопроводу, МВт;  $l_i$  – довжина ділянки мережі, м;  $\tau_{\text{сер}}$  – середньорічна температура теплоносія,  $\text{°С}$ ,

$$\tau_{\text{сер}} = \frac{\tau_1 n_1 + \tau_2 n_2 + \tau_3 n_3 + \dots}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots}, \quad (22)$$

де  $\tau_1, \tau_2, \tau_3$  – середні температури в теплопроводі, що відповідають температурам зовнішнього повітря  $t_{н1}, t_{н2}, t_{н3}, \dots$  і мають тривалість протягом року  $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$ .

2.4. Річні відрахування від капіталовкладень на відновлення основних фондів, капітальний і поточний ремонт визначають за формулою [3, 5, 6]

$$C_o = pK, \quad (23)$$

де  $K$  – капіталовкладення у споруду, грн.;  $p$  – річні відрахування.

**Висновки.** 1. Досліджено сучасний стан та проблеми централізованого тепlopостачання в Україні. Наголошено, що практично всі тепломережі, центральні теплові пункти, комунальні котельні, будівлі українських міст створені ще в радянський час і вичерпали свій експлуатаційний ресурс, що приводить до вагомих втрат тепла. При цьому споживання теплової енергії в житловому фонді міст майже вдвічі вище, ніж у Європі, а тарифи на тепло і гарячу воду в середньому по країні покривають собівартість постачання лише на 72%. 2. Проведено аналіз методів оцінки економічної ефективності заходів з тепlopостачання. Аналіз показав, що економічний ефект у тепlopостачанні може бути одержаний від реалізації відповідних організаційно-технічних заходів і визначається як різниця приведених витрат до і після реалізації цих заходів. 3. Розглянуто докладно складові річного економічного ефекту, тобто капітальних вкладень і експлуатаційних витрат. Визначено, що для техніко-економічних розрахунків у області тепlopостачання достатньо для капіталовкладень враховувати витрати на теплові мережі, абонентські системи і теплову ізоляцію, а для експлуатаційних витрат – витрати на паливо, перекачування теплоносія, теплові втрати теплопроводів, відновлення основних фондів, капітальний і поточний ремонт.

**Список літератури:** 1. *Микитенко В.В.* Енергоефективність промислового виробництва. Монографія. – К.: Об'єднаний інститут економіки НАН України, 2004. – 282 с. 2. *Федишин Б.П.* Економіка енергетики: навч. посіб. для студентів енергетичних спеціальностей ВНЗ. – Тернопіль: Астон, 2003. – 160 с. 3. *Козин В.Е.* Теплоснабжение: учебник для студентов вузов / В.Е. Козин, Т.А. Левина, А.П. Марков, И.Б. Пронина, В.А. Слемзин. – М.: Высш. школа, 1980. – 408 с. 4. *Проскурня О.М.* Економіка в енергетиці: навч. посіб. / О.М. Проскурня, О.І. Ганус. – Х.: Підручник НТУ «ХПІ», 2012. – 272 с. 5. *Ионин А.А.* Теплоснабжение: учебник для вузов / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенков, Е.Н. Терлецкая; Под ред. И.И. Ионина. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с. 6. *Сафонов А.П.* Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям: учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 232 с. 7. *Соколов Е.Я.* Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2001. –

472 с. 8. Теплоэнергетика и теплотехника: общие вопросы: справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. – М.: МЭИ, 1999. – 528 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Mykytenko, V.V. Enerhoefektyvnist' promyslovoho vyrobnytstva. Monohrafiya. Kyev: Ob'yednanyy instytut ekonomiky NAN Ukrainy, 2004. Print. 2. Fedyshyn, B.P. Ekonomika enerhetyky: navch. posib. dlya studentiv enerhetychnykh spetsial'nostey VNZ. – Ternopil': Aston, 2003. Print. 3. Kozyn ,V.E., et al. Teplosnabzhenye: uchebnyk dlya studentov vuzov. Moscow: Vissh. shkola, 1980. Print. 4. Proskurnya, O.M. and O.I. Hanus. Ekonomika v enerhetytsi: navch. posib. – Kharkiv.: Pidruchnyk NTU «KhPI», 2012. Print. 5. Yonyn, A.A., et al. Teplosnabzhenye: uchebnyk dlya vuzov. Moscow: Stroyizdat, 1982. Print. 6. Safonov, A.P. Sbornik zadach po teplofikacii i teplovym setjam: ucheb. posobie dlja vuzov. Moscow: Jenergoatomizdat, 1985. Print. 7. Sokolov, E.Ja. Teplofikacija i teplovyje seti: uchebnyk dlja vuzov. – Moscow: Izdatel'stvo MJeI, 2001. Print. 8. Klimenko, A.V. and V.M. Zorin. Teplojenergetika i teplotehnika: obshhie voprosy: spravochnik. – Moscow: MJeI, 1999. Print.

*Надійшла (received) 24. 09.2014*

УДК 658.5:628.4.032

**К. Д. БЕРЛЕТОВА**, студентка НТУ «ХПІ»

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ДЕРЖАВИ І ПРИВАТНОГО БІЗНЕСУ В СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ**

Охарактеризована існуюча система поводження з твердими побутовими відходами в Україні. Виявлені недоліки взаємодії держави і приватного бізнесу у сфері поводження з твердими побутовими відходами. Запропоноване вирішення основних проблем взаємодії держави і бізнесу шляхом створення партнерських відносин. Визначена сутність поняття «державно-приватне партнерство» і його основні риси. Описані вихідні умови застосування державно-приватного партнерства та модель його функціонування у сфері поводження з твердими побутовими відходами.

**Ключові слова:** тверді побутові відходи, відходи як товар, державно-приватне партнерство, екологічна ефективність.

**Вступ.** Світовий технічний прогрес закономірно призвів до того, що існування людини стало екологічно небезпечним. Відходи виробництва та споживання вимагають для складування не тільки значних площ, а й забруднюють шкідливими речовинами, пилом, газоподібними виділеннями атмосферу, територію, поверхневі і підземні води.

Ці відходи можуть розглядатися як джерело постійно поповнюваних матеріально-сировинних ресурсів. За оцінками фахівців, більше 60% міських відходів – це потенційна вторинна сировина, що може бути перероблена і реалізована. Ще близько 25% – це органічні відходи, які можуть бути перетворені в компост [1].

Сфера поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) є соціально значущою. Тому дана сфера знаходиться у віданні держави. Сформована до теперішнього часу система державного регулювання поводження з відходами в Україні має переважно природоохоронний характер. Інтереси наглядових органів спрямовані на розширення обмежень і заборон, що прямо протилежно економічним інтересам здорового бізнесу [2]. В результаті – кількість