

## ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗЕРВІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРИБУТКУ ВІД ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

*Розглянуто основні методи визначення резервів збільшення прибутку від енергозберігаючих заходів. Запропоновано функціональні залежності розрахунку чистої приведеної вартості від характеристик енергозберігаючого процесу.*

**Ключові слова:** енергозбереження, прибуток, промисловість, чиста приведена вартість.

Пошук резервів збільшення прибутку сучасних промислових підприємств за умов енергетичної і економічної кризи є актуальною задачею. Одним з головних напрямків цього пошуку є обґрунтування прибутку, отриманого шляхом економії енергетичних ресурсів. Значна енергетична складова у собівартості продукції промислових підприємств вимагає детальної проробки інвестиційних рішень у цьому напрямку. Зменшення втрат енергії і більш економне використання природних ресурсів є реальним шляхом до збільшення прибутків підприємства. Пошук пріоритетних напрямків енергозбереження здійснюється на основі енергетичного аудиту, а обґрунтування величини резерву збільшення прибутку необхідно виконувати шляхом обчислення показників, що характеризують інвестиційний процес енергозбереження. До таких показників найчастіше зараховують чисту приведену вартість (NPV) та індекс рентабельності інвестицій (PI). Розрахунок вказаних показників необхідно здійснювати, використовуючи характеристики обладнання і матеріалів, що будуть задіяні в реалізації енергозберігаючого заходу. При впровадженні організаційних заходів їх NPV також необхідно визначати через характеристики обладнання і матеріалів, на які ці заходи спрямовані.

Питаннями дослідження енергоефективності промислового виробництва займалися багато вітчизняних і зарубіжних вчених. Проблеми енергоефективності виробництва на галузевому рівні досліджені у працях В. В. Микитенко [1], напрямки зниження енергоємності металургії відображені у роботах Поклонського Ф. Е. [2]. Вчені Суходоля О. М. [3], Півняк Г. [4], Надтока Т. Б. [5], Сотник І. М. [6] вивчали питання енергоефективності у промисловості загалом. У нормативній і методичній літературі [7; 8; 10] частково окреслені перспективні шляхи зменшення енергетичних втрат промисловим підприємством. Однак залишаються недостатньо дослідженими питання класифікації основних напрямків енергозбереження на промислових підприємствах та визначення резервів збільшення прибутку від їх впровадження з використанням характеристики обладнання і матеріалів, що будуть задіяні в реалізації енергозберігаючого заходу.

Метою статті є класифікація основних напрямків енергозбереження на промислових підприємствах та визначення резервів збільшення прибутку від їх впровадження.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. На основі аналізу фахових джерел класифікувати основні напрямки енергозбереження на промислових підприємствах;
2. Надати рекомендації щодо показників енергозберігаючих процесів, які доцільно використовувати для визначення NPV і PI;
3. Навести приклад визначення резерву збільшення прибутку від заходу енергозбереження.

Попри велику складність і розмаїття технологічних і допоміжних процесів, на промислових підприємствах основні заходи з підвищення енергоефективності можна звести у певну сукупність, яка буде містити у собі найбільш значущі і ефективні напрямки. Аналіз наукових джерел [7-13] дозволив сформулювати цю сукупність у наступному вигляді (табл. 1). У таблиці у другій колонці наведені показники, які рекомендовано використовувати для визначення NPV і PI.

Всі напрямки енергозбереження у загальному випадку можна класифікувати на такі, що вимагають зосередити увагу на підвищенні термічних опорів конструкцій і трубопроводів, автоматизації процесів енергопостачання, встановленні сучасного енергоефективного обладнання, формуванні організаційних заходів для зменшення втрат енергії, палива і інших ресурсів.

Наведені у таблиці показники, що рекомендуються для розрахунку NPV і PI, є основними і потребують доповнення допоміжними величинами: часом, вартістю одиниці енергії, площею, масою та інше. Визначення резервів збільшення прибутку від впровадження енергозберігаючих заходів, використовуючи характеристики обладнання і матеріалів, що будуть задіяні в реалізації енергозберігаючого заходу, дозволить більш точно провести необхідні розрахунки без використання проміжних етапів моделювання та різних припущень.

Розглянемо приклад визначення NPV для інвестиційного процесу енергозбереження «Встановлення рекуператорів тепла повітря на системи вентиляції». Рекуператори тепла – це пристрої, що дозволяють утилізувати тепло викидного повітря та перенести його на нагрів припливного повітря. Значення температур припливного повітря до і після рекуператора можна знайти у відповідних каталогах обладнання. Економічний ефект від встановлення цього пристрою визначиться як вартість зекономленої енергії

за час роботи системи вентиляції (розроблено автором):

$$Z = 0,001 \cdot L \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1) \cdot z \cdot \tau \cdot f \quad (1)$$

де  $Z$  – річна вартість зекономленої енергії на нагрів повітря, грн.;

$L$  – продуктивність системи припливної вентиляції, м<sup>3</sup>/с;

$\rho$  – густина припливного повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$c_p$  – теплоємність припливного повітря, Дж/кг×°C;

$z$  – ціна кВт×год теплової енергії, грн./кВт×год;

$\tau$  – час роботи вентиляції протягом доби, год.;

$t_1$  – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °C;

$t_2$  – температура після рекуператора;

$f$  – кількість діб роботи системи вентиляції з нагрівом протягом року, доба.

Тоді, використовуючи формулу (1), визначимо чисту приведену вартість цього інвестиційного процесу енергозбереження (розроблено автором):

$$NPV = \sum_{n=1}^m \frac{L \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1) \cdot z \cdot \tau \cdot f}{1000 \cdot (1+r)^n} - C \quad (2)$$

де  $m$  – період розгляду проекту, років;

$r$  – ставка дисконтування;

$C$  – величина капітальних витрат на модернізацію системи вентиляції.

**Таблиця 1. Основні заходи з підвищення енергоефективності промислового підприємства та показники, які рекомендовано використовувати для визначення NPV і PI\***

Назва енергозберігаючого заходу	Показники, які рекомендовано використовувати для визначення NPV і PI
Утеплення конструкцій огороження будівлі (стін, підлог, горищ, перекриття та інше), заміна світлопрозорих конструкцій (вікон і дверей)	$q_{опал}$ – питома величина теплової енергії на опалення та вентиляцію будівлі, кВт×год/м <sup>2</sup> [7, ст. 9]; $R_{ф}$ – фактичне значення термічного опору, м <sup>2</sup> °C/Вт
Обладнання систем тепlopостачання і водопостачання приладами обліку, модернізація запірно-регулювальної арматури, організаційні заходи, спрямовані на економію ресурсів і енергії	$\Delta Q_1$ – різниця витрат тепла або води до і після модернізації або впровадження заходів, кВт×год, (м <sup>3</sup> води)
Обладнання теплових пунктів приладами автоматики, частотними регуляторами продуктивності насосів	$\Delta Q_2$ – економія теплової і електричної енергії за рахунок зменшення перегріву приміщень у осінньо-весняний період, кВт×год
Збільшення ККД котельних агрегатів за рахунок улаштування економайзерів, налаштування оптимальних значень коефіцієнтів надлишку повітря і температури живильної води, теплоізоляції поверхонь котлів, подача нагрітого повітря на горіння з верхньої зони приміщень котельні	$\eta_{факт}$ , $\eta_{модер}$ – коефіцієнти корисної дії фактичного і модернізованого котельних агрегатів
Обладнання котельних агрегатів сучасними автоматичними системами керування	$\Delta B_2$ – економія палива, т; $\Delta Q_3$ – економія електричної енергії, кВт×год
Переведення роботи котельних агрегатів на альтернативні палива (біогаз, солом, брикети та інше)	$\Delta B_3$ – зміна споживання палива, т; $\Delta C_3$ – різниця вартості палив, грн;
Використання теплових насосів для тепlopостачання будівель	$COP$ – коефіцієнт перетворення теплового насосу, $t_k$ , $t_0$ – температури конденсації і кипіння холодоагенту, °C
Використання сонячних колекторів для виробництва теплової і електричної енергії	Площа колектора, м <sup>2</sup> ; широта місця встановлення, град.
Заміна освітлювальних приладів на енергозберігаючі	$\Delta Q_4$ – економія електричної енергії, кВт×год; $\Delta I$ – різниця у світловіддачі, лм/Вт
Балансування систем вентиляції та опалення	$P_1$ , $L_1$ , $P_2$ , $L_2$ , – відповідно тиск (Па) і продуктивність нагнітача (кг/год) до і після балансування мережі
Встановлення рекуператорів тепла повітря на системи вентиляції	$t_1$ , $t_2$ – температури припливного повітря до і після рекуператора, °C
Зменшення теплонадходжень у приміщення з штучним охолодженням	$\Delta Q_5$ – економія електричної енергії на привід холодильного компресора, кВт×год; $Q_6$ – тепло надходження у приміщення, кВт.
Зменшення гідравлічних втрат у системах генерації, транспортування і використання стисненого повітря	$\Delta Q_7$ – економія електричної енергії на привід повітряного компресора, кВт×год;

\*Розроблено автором на основі [7-13]

Проведемо аналіз інвестиційного процесу енергозбереження «Встановлення рекуператорів тепла повітря на системи вентиляції». Початкові умови і результати розрахунку внесемо у таблицю 2. Для розрахунку чистої приведеної вартості скористаємось формулою (2). Цей енергозберігаючий захід не вимагає значних капітальних витрат. Навіть встановлення рекуператорів на системи малої продуктивності (до

10000 м<sup>3</sup>/год) дозволяє отримати значну економію теплової енергії. У цьому прикладі розглядається система промислової вентиляції продуктивністю  $L=3\text{ м}^3/\text{с}=10800\text{ м}^3/\text{год}$ . Вартість кВт×год теплової енергії, генерованої з електрики, приймаємо за тарифом 2 грн./кВт×год. За каталожними даними визначено, що рекуператор дозволяє нагріти повітря від -1,1°C до +12°C.

**Таблиця 2. Початкові умови і результати розрахунку\***

Параметр	Значення	Параметр	Значення	Параметр	Значення
L, м <sup>3</sup> /с	3	τ, год.	12	m	15
ρ, кг/м <sup>3</sup>	1,2	f, дБ	190	г	0,18
c <sub>p</sub> , кДж/(кг×°C)	1	t <sub>1</sub> , °C	-1,1	NPV, грн	1,08×10 <sup>6</sup>
z, грн./кВт×год.	2	t <sub>2</sub> , °C	+12	PI	72

\* Розроблено автором

З результатів розрахунку видно, що цей енергозберігаючий захід є вигідним, чиста приведена вартість за 15 років експлуатації становитиме майже 1,1 мільйони гривень. Таким чином, використовуючи дані з таблиці 1, можна сформувані аналітичні залежності для визначення NPV і PI для всіх розглянутих енергозберігаючих заходів.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

На основі аналізу фахових джерел класифіковано основні напрямки енергозбереження на промислових підприємствах;

Для цих перспективних напрямів енергозбереження надано рекомендації щодо показників, які доцільно використовувати для визначення NPV і PI інвестиційного процесу підвищення енергоефективності промислового підприємства;

Наведено приклад визначення резерву збільшення прибутку від заходу енергозбереження «Встановлення рекуператорів тепла повітря на системи вентиляції». Визначено, що системи вентиляції продуктивністю L=3 м<sup>3</sup>/с влаштування рекуперації тепла викидного повітря дозволить зекономити до 1,1 млн. гривень за 15 років експлуатації.

При виборі альтернативних варіантів енергозберігаючих процесів необхідно використовувати не тільки кількісні характеристики обладнання і матеріалів, але і якісні. Тому у подальших дослідженнях необхідно звернути увагу на створення математичних моделей, що поєднують комплексні характеристики, результати аналітичних і експериментальних досліджень, а також експертну інформацію.

### Список літератури

1. Микитенко В. В. *Енергоефективність промислового виробництва [Текст] : моногр. / В. В. Микитенко. – К.: Об'єднаний ін-т економіки НАН України, 2004. – 282 с.*
2. Поклонский, Ф. Е. *Основные направления решения проблемы энергоёмкости продукции металлургических предприятий Украины [Текст] / Ф. Е. Поклонский // Экономика промышленности. – 2010. – № 3. – С. 74.*
3. Суходоля, О. М. *Енергоефективність національної економіки: методологія дослідження та механізми реалізації [Текст] : монографія / О. М. Суходоля. – К.: НАДУ, 2006. – 400 с.*
4. Півняк, Г. *Енергозбереження в промисловому секторі економіки [Текст] / Г. Півняк // Енергозбереження. – 2007. – № 8. – С. 17-22.*
5. Надтока, Т. Б. *енергетична безпека підприємства як інструмент забезпечення його сталого соціально-економічного розвитку [Текст] / Т. Б. Надтока, О. В. Амеліницька // Економіка і організація управління. – 2010. – № 2 (8). – С. 15-24.*
6. Сотник, І. М. *Еколого-економічні механізми мотивації ресурсозбереження [Текст]: монографія / І. М. Сотник. – Суми: Мрія, 2008. – 330 с.*
7. *Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель [Текст] : ДБН В.2.6-31:2006 / Мінбуд України. – К.: 2006. – 68 с.*
8. *Галузева програма з енергоефективності та енергозбереження на період до 2017 року [Текст]. – К.: Мінпромполітики України. – 2009. – 123 с.*
9. Подольчак, Н. Ю. *Методи зниження ризиків енергоресурсів і оцінювання ефективності енергоощадних заходів машинобудівного підприємства [Текст] / Н. Ю. Подольчак, В. Є. Матвішин // Науковий вісник НТЛУ України. – 2009. – Вип. 19.10. – С. 283-291.*
10. *Методика визначення нераціонального (неефективного) використання паливно-енергетичних ресурсів [Текст] / – К.: НАЕР, 2006. – 134 с.*
11. *Енергетична стратегія України на період до 2030 року: офіц. текст станом на 19.06.2011 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://naer.gov.ua/ekonomicheskaya-politika-1/cili-ta-zavdannya>.*
12. Сотник, І. М. *Проблеми та напрямки підвищення енергоефективності економіки України [Текст] / І. М. Сотник, К. О. Охтенко, Є. О. Сидоренко // Механізми регулювання економіки – 2010. – №4. – С. 214-218*
13. *Переосмислення ступеню відповідальності перед майбутнім [Текст] : національна доповідь з питань реалізації державної політики у сфері енергоефективності за 2009 рік / М. Пашкевич та інші – К., НАЕР-НАУ, 2010. – 254 с.*

### РЕЗЮМЕ

**Джеджула Вячеслав**

#### Определение резервов увеличения прибыли от энергосберегающих мероприятий

На основе анализа литературных источников классифицированы основные направления энергосбережения на промышленных предприятиях. Для данных перспективных направлений энергосбережения даны рекомендации относительно показателей, которые целесообразно использовать для определения NPV и PI инвестиционного процесса повышения энергоэффективности промышленного предприятия. Приведен пример определения резерва увеличения прибыли от мероприятия энергосбережения.

## RESUME

*Djedjula Vyacheslav*

### **Definition of increase profits reserves on energy saving actions**

The main directions of energy saving at the industrial enterprises in the basis of the analysis of references are classified. Energy saving recommendations concerning indicators which are expedient for using for definition NPV and PI of investment process of increase of power efficiency the industrial enterprise for the given perspective directions are made. An example of a reserve of increase in profit on energy saving action definitions is given.

*Стаття надійшла до редакції 17.10.2012 р.*