

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ

У статті запропоновано визначення енергозбереження та енергетичної ефективності на підприємстві, показано, що енергозбереження та енергоощадність є частинами діяльності підприємства щодо підвищення енергетичної ефективності. Результатом діяльності щодо підвищення енергетичної ефективності на підприємстві є покращення показників енергетичної ефективності, таких як енерговіддача та енергоємність.

In the article determination of energy-savings and power efficiency on an enterprise is offered, it is shown that an energy-savings and energy-safety are parts of activity of enterprise concerning the increase of power efficiency. The result of activity in relation to the increase of power efficiency on an enterprise is an improvement of indexes of power efficiency, such as an energy return and energy input.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Питання енергетичної ефективності є актуальним для економіки України. Наша країна є надзвичайно залежною від імпорту енергоресурсів, таких як природний газ, нафта та паливо для атомних електростанцій. Залежність економіки України від поставок енергоресурсів була закладена ще за часів Радянського Союзу, коли підприємства отримували енергоресурси майже за безцінь. Це призвело до того, що на підприємствах, особливо промислових, створювалися енергонеефективні технологічні процеси. У результаті витрати енергії для виробництва одиниці валового внутрішнього продукту в Україні є одними з найбільших у світі. Навіть, країни, які повністю забезпечені власними енергоресурсами, наприклад Росія, не можуть дозволити собі такі витрати енергії для виробництва внутрішнього продукту.

Ситуація погіршується ще й тим, що ціни на енергоресурси на світових ринках за останні десять-п'ятнадцять років підвищилися у кілька раз. Незважаючи на зменшення цін підчас світової кризи, можна очікувати їх подальше зростання цін на енергоресурси на світових ринках найближчим часом.

Таким чином, частка енергетичних витрат у собівартості продукції українських підприємств буде неодмінно збільшуватися, що призведе до обов'язкової необхідності зменшення витрат енергії для виробництва одиниці товарів та послуг на українських підприємствах.

Аналіз досліджень і публікацій останніх років. Проблема ефективності використання ПЕР розглядається в багатьох монографіях, дисертаційних дослідженнях, наукових публікаціях.

Деякі науковці вважають, що підвищення енергетичної ефективності є одним із напрямків енергозбереження. М.П. Ковалко, С.П. Денисюк наводять таке визначення енергозбереження: «Енергозбереження – це процес, під час якого скорочується потреба в ПЕР на одиницю кінцевого корисного ефекту від їх використання. Оскільки в процесі виробництва матеріальних благ та послуг споживається тільки та частина енергії, яка здатна виконати роботу, енергозбереження зводиться як до заощадження ПЕР, так і до забезпечення максимальної ефективності їх використання» [1, с.218; 2, с.158].

Інші науковці, такі як А.К. Шидловський, І.Б. Швець, О.В. Захарова, В.Б. Тонкаль, Ю.О. Вихарев, Е.В. Мних, Є.І. Галиновський та О.С. Суходоля практично повністю повторюють вище наведене визначення процесу енергозбереження на підприємстві [3, с.125-280; 4, с.24-170; 5, с.12-140; 6, с.36-150; 7, с.12-17; 8, с.37-40; 9, с.31-36].

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. Не зовсім погоджуючись із зазначеною точкою зору провідних науковців, на нашу думку, процес енергозбереження є лише одним із шляхів підвищення енергетичної ефективності. При цьому виходимо із загального визначення поняття ефективності – відношення результатів діяльності до витрат, або ресурсів, які забезпечують такий результат [10, с.135].

Постановка завдання. На сьогодні відсутні чіткі визначення і характеристики сутності ефективності енергоспоживання. Різні автори по-різному визначають і розуміють взаємозв'язок між поняттями «енергетична ефективність», «енергозбереження», «енергоощадність», «енергоємність». Саме вирішенню проблеми визначення взаємозв'язків та взаємовідмінностей між вище наведеними поняттями присвячується дана стаття.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розгляд взаємозв'язків та взаємовідмінностей між поняттями «енергетична ефективність», «енергозбереження», «енергоощадність», «енергоємність» пропонуємо розпочати з розгляду сутності ефективності використання енергетичних ресурсів.

Ефективність використання енергії в матеріальному виробництві, як і будь-яких інших видів ресурсів підприємства, можна визначити як відношення результатів використання енергії до величини витрат енергії з метою одержання даних результатів. Показниками ефективності використання енергії можуть бути: енерговіддача – прямий показник, та енергоємність – зворотній показник ефективності.

Існує два узагальнених напрямки діяльності щодо підвищення ефективності використання енергії. У загальному вигляді їх можна представити як зниження витрат енергії та підвищення рівня результатів діяльності. Тобто перший напрямок діяльності пов'язаний зі зменшенням витрати енергії при незменшеному рівні обсягу виробництва, другий – зі збільшенням обсягу виробництва при незбільшеному обсязі витрат енергії. Вище були наведені екстремальні напрямки діяльності, між ними існує велика кількість напрямків діяльності, які призводять або до більш стрімкого збільшення обсягів виробництва порівняно з обсягами споживання енергії, або до більш стрімкого зменшення обсягів споживання енергії порівняно з обсягами виробництва.

Перший напрямок реалізується за допомогою заходів щодо зниження рівня витрат енергії на всіх стадіях руху енергії. Напрямок дій щодо підвищення енергетичної ефективності, спрямованих на зниження витрат енергії, пропонуємо визначити як енергозбереження.

Другий напрямок реалізується за допомогою заходів щодо збільшення обсягу виробництва з використанням інтенсивних методів, спрямованих на модернізацію устаткування, упровадження нових технологій із більшою енергетичною ефективністю.

Також існує третій напрямок дій щодо підвищення ефективності використання енергії, зміна структури споживання енергії як на міжгалузевому рівні, так і на внутрівиробничому рівні.

Розглянемо більш докладно кожен із напрямків підвищення енергетичної ефективності.

Як вже відзначалося, пропонуємо називати енергозбереженням діяльність щодо заощадження на всіх стадіях руху енергії, збереження енергії від витрат. Але виникає протиріччя визначення енергозбереження з загальновідомими законами фізики. А саме, згідно з першим законом термодинаміки енергія не виникає з нічого і не зникає, тобто енергія тільки змінює свою форму і не змінює своєї кількості. На перший погляд цей закон суперечить поняттям «енергозбереження» і «втрати енергії», тому що відсутня необхідність зберігати енергію і не існує поняття втрачена енергія. Теж саме протиріччя виникає у випадку подібного вивчення поняття «економія енергії».

У своїй статті використовуємо терміни «енергозбереження» і «втрати енергії», і не тільки тому, що вони використовуються в широких наукових колах і у нормативно-правовій документації. Вважаємо можливим використання перерахованих вище термінів у такому змісті: «економія енергії» – усунення витрат енергії; «втрати енергії» – втрата енергією свого

корисного, працездатного стану; «енергозбереження» – заощадження і збереження енергії в працездатному стані, в стані, який може бути корисним для людини або підприємства.

Часто для усіх видів енергії застосовується один вид виміру – кількісний, але це не дозволяє врахувати інші характеристики енергії, що визначають її корисність у виконанні визначеної роботи. Якісною мірою будь-якого виду енергії є так звана ексергія.

Згідно з загально визначенням ексергія – це максимальна робота, яку може здійснити термодинамічна система при зворотному переході від даного стану до стану рівноваги з навколишнім середовищем за відсутності інших, крім навколишнього середовища, джерел енергії. Тобто, якщо теплову енергію, яка виходила з парами з димаря в навколишнє середовище, перетворити у електричну енергію за допомогою генератора, з фізичної точки зору нічого не зміниться – кількість енергії буде незмінною, але з економічної точки зору зміниться багато – енергію атмосфери використати набагато складніше, ніж електричну енергію. Іншими словами можна сказати, що під енергією ми будемо розуміти тільки ту енергію, яка може бути використана в корисних цілях. І, як слідство, якщо енергія переходить із стану корисного до стану, який не може бути використаним людиною, при сьогоdnішньому рівні розвитку науки і техніки, це означає для людства, що воно цю енергію втрачає. Діяльність людей з припинення процесу переходу енергії з корисного стану у некорисний можна, на нашу думку, назвати енергозбереженням, економією енергії та усуненням втрат енергії.

У такий спосіб показано, що використання термінів «енергозбереження», «втрати», «економія енергії» не суперечать законам фізики і може використовуватися в економічній науці.

Переходячи до вивчення процесу підвищення ефективності використання енергії за допомогою енергозбереження, необхідно відзначити, що наше розуміння енергозбереження відрізняється від загальноприйнятого. Ми не вважаємо енергозбереження найбільш узагальненим визначенням усіх заходів щодо зменшення втрат і підвищення ефективності використання енергії. Для доведення нашої точки зору пропонуємо звернутися до головного нормативно-правового документа України в енергетичній сфері – Закону України «Про енергозбереження».

Згідно з положенням Закону України «Про енергозбереження»: «Енергозбереження – це діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів у національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів» [11].

Для більшого розуміння наведемо визначення поняття «раціональне використання ПЕР» та «втрати енергії». Раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів – досягнення максимальної ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки та технології й одночасному зниженні техногенного впливу на (навколишнє природне середовище) довкілля. Під економним витрачанням енергії розуміємо зменшення втрат енергії всіх видів. Втрати енергії – це різниця між використаною кількістю енергії та кількістю енергії, що теоретично необхідна для виконання будь-яких енергетичних процесів.

Таким чином, енергозбереження об'єднує види діяльності спрямовані на скорочення втрат енергії при існуючому рівні розвитку науки і техніки. Види втрат енергії залежно від стадії, на якій вони утворилися, поділяються на: втрати при видобутку ПЕР, втрати при транспортуванні, втрати при перетворенні, втрати при збереженні, втрати у виробничому процесі. Більш докладно розглянемо напрямки діяльності щодо енергозбереження під час безпосереднього використання енергії на енергетичних установках, тобто у виробничому процесі. З метою вивчення втрат енергії у виробничому процесі пропонуємо розглянути структуру робочого часу [12, с.48-57].

Як відомо, календарний фонд часу – це кількість годин у календарному році (365дб*24години). Дійсний фонд робочого часу – це максимально-можливий фонд робочого

часу при встановленому режимі роботи підприємства без врахування часу на заплановані ремонтні роботи:

$$\Phi_d = ((D_k - D_v - D_c) D_{zm} - D_{pc}) * K_{zm} - D_p, \quad (1)$$

де Φ_d – дійсний фонд робочого часу;

D_k – кількість діб в календарному році;

D_v – кількість вихідних днів в календарному році;

D_c – кількість святкових днів в календарному році;

D_{zm} – тривалість робочої зміни;

D_{pc} – кількість скорочених годин роботи у передсвяткові дні;

K_{zm} – коефіцієнт змінності роботи;

D_p – тривалість планових ремонтних робіт.

Дійсний фонд робочого часу складається з операційного та позаопераційного. У свою чергу, операційний час складається з ефективного часу, під час якого виконуються основні (технологічні) ланки операції, та часу операційних перерв. Операційні перерви можуть бути викликані: здійсненням ручних операцій, не перекритих часом здійснення основних операцій з використанням енергії; здійсненням допоміжних операцій (завантаження, вивантаження, контроль і т.і.), не перекритих часом здійснення основних операцій з використанням енергії; операціями, що здійснюються природно. Таким чином, операційний час розраховується як наступне додавання:

$$T_o = T_e + T_{op} = T_e + (T_p + T_d + T_n), \quad (2)$$

де T_o – операційний час;

T_e – ефективний час;

T_{op} – час операційних перерв;

T_p – час здійснення ручних операцій;

T_d – час здійснення допоміжних операцій;

T_n – час природних операцій.

У цій формулі і надалі кожен показник розраховується як сума часу всіх відповідних частин операційного циклу. Наприклад, T_e – ефективний час, розраховується як сума ефективного часу всіх операційних циклів за рік.

Позаопераційний час складається з перерв, що виходять за межі операційного часу, але знаходяться у межах дійсного робочого часу. Такі перерви, пов'язані: з організаційно-технічним рівнем виробництва (перерви пов'язані з поточним обслуговуванням робочого місця, з регламентованими невиходами робітників, з поганою організацією системи постачання, з поганою трудовою дисципліною робітників, з порушенням нормальних режимів енергопостачання, з диспропорцією заводських потужностей, з аваріями та позаплановим ремонтом); з серійним випуском продукції (перерви пов'язані з переналагоджуванням обладнання та ознайомленням робітника з новим завданням); із невідповідністю обсягу виробництва виробничій потужності (перерви пов'язані з диспропорціями між потужностями окремих агрегатів або цехів, з незавантаженістю). Таким чином, позаопераційний час розраховується як додавання:

$$T_{po} = T_{ot} + T_{sv} + T_{ov}, \quad (3)$$

де T_{po} – позаопераційний час;

T_{ot} – перерви пов'язані з організаційно-технічним рівнем виробництва;

T_{sv} – перерви пов'язані із серійним випуском продукції;

T_{ov} – перерви, пов'язані з невідповідністю обсягу виробництва і виробничої потужності.

У цілому дійсний фонд робочого часу має такий вигляд:

$$\Phi_d = T_e + T_p + T_d + T_n + T_{ot} + T_{sv} + T_{ov}. \quad (4)$$

З точки зору роботи обладнання дійсний фонд робочого часу поділяється на корисну роботу (T_e) та перерви корисної роботи ($T_p + T_d + T_n + T_{ot} + T_{sv} + T_{ov}$). Таким чином:

$$\Phi_d = T_e + T_{пк}, \quad (5)$$

де $T_{пк}$ – час перерв корисної роботи обладнання.

Далі розглянемо структуру споживання енергії залежно від періоду робочого часу, на якому це споживання відбувається.

Час перерв корисної роботи в енергетичному відношенні поділяється на час холостих ходів (гарячих простоїв) та на час зупинок обладнання. Об'єднання часу корисної роботи та часу холостих ходів може бути названо машинним часом, або часом робочого стану. У цей період дійсного робочого часу відбувається витрачання технологічної енергії.

В економічному сенсі й холості ходи й зупинки обладнання супроводжуються втратами енергії. При холостих ходах втрачається енергія на роботу обладнання, а при зупинках втрачається енергія на розігрів обладнання (пускові втрати). Таким чином, загальне споживання енергії за дійсний час роботи обладнання можна навести графічно (рис. 1).



Рис. 1. Структура споживання енергії під час здійснення виробничого процесу

Як свідчить рис. 1, витрачання енергії під час виробничого процесу розподіляється на ефективне споживання та чотири види втрат енергії: пускові операційні втрати, втрати операційних гарячих простоїв, пускові позаопераційні втрати, втрати позаопераційних гарячих простоїв.

Виходячи з визначення енергозбереження, зменшення втрат енергії всіх видів належить до напрямів діяльності з енергозбереження. Метою енергозбереження у конкретному виробничому процесі є доведення обсягів споживання технологічної енергії до рівня обсягів споживання енергії окремо за ефективний робочий час. Повне досягнення цієї мети неможливе, тому процес енергозбереження є нескінченним.

Збільшенням ефективності енерговикористання за ефективний час займається другий напрям діяльності щодо підвищення ефективності використання енергії, який пов'язаний із збільшення обсягу виробництва. Метою заходів цього напрямку є впровадження нового обладнання і технологій, що дозволяють змінити якісні характеристики споживання енергії. У виробничому процесі це належить до скорочення ефективного часу одного операційного циклу, чи, іншими словами, до збільшення кількості операційних циклів у рамках річного ефективного робочого часу, що приводить до збільшення обсягу виробництва. Упровадження нових технологій і модернізація устаткування під час видобутку, транспортування і перетворення енергії повинні приводити до підвищення якісних характеристик цих процесів, наприклад, до підвищення ККД енергетичного устаткування, до зниження часу транспортування ПЕР, до збільшення продуктивності устаткування тощо.

У зв'язку з тим, що зменшити ефективний час одного операційного циклу або втрати енергії до нуля неможливо, процес підвищення ефективності використання енергії є також нескінченним.

Останнім напрямком дій щодо підвищення ефективності використання енергії у сфері

матеріального виробництва є структурні зміни в споживанні енергії. Кожен цех, підприємство, галузь і група галузей має свої співвідношення чинників результативності енергоспоживання – витрат енергії і результатів діяльності. Між цехами одного підприємства і між однорідними підприємствами існують розходження в структурі споживання енергії в залежності від виду частини технологічного часу. Це приводить до різних співвідношень кількості операційних циклів і обсягу витраченої енергії для їхнього здійснення.

У випадку зміни структури обсягу виробництва або споживання енергії цілою системою змінюється ефективність використання енергії в системі. Наприклад, у результаті змін в економіці України в період з 1990 по 2002 роки структура суспільного виробництва істотно змінилася. У першу чергу, у бік збільшення частки виробництв і галузей з низькою ефективністю витрат енергії, таких як чорна і кольорова металургія. Такі структурні зміни зумовили різке зниження ефективності використання енергії в цілому в економіці України.

Висновки і перспективи подальших розробок. Таким чином, на сьогоднішній день відсутні чіткі визначення і характеристики сутності ефективності енергоспоживання. Різні автори по-різному визначають і розуміють взаємозв'язок між поняттями «енергетична ефективність», «енергозбереження», «енергоощадність», «енергоємність». У статті запропоновано визначення енергозбереження та енергетичної ефективності, показано, що енергозбереження та енергоощадність є частинами діяльності підприємства щодо підвищення енергетичної ефективності. Також у статті визначено енергозбереження як напрямок діяльності щодо скорочення втрат енергії під час всіх проміжків технологічного процесу (як в операційний, так і в позаопераційний час) за виключенням часу ефективної діяльності обладнання.

Література

1. ПЕК України на порозі третього тисячоліття / під заг. ред. А. К. Шидловського, М. П. Ковалка. – Київ: УЕЗ, 2001. – 400 с.
2. Ковалко М. П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М. П. Ковалко, С. П. Денисюк. – Київ: УЕЗ, 1998. – 506 с.
3. Енергетичні ресурси та потоки / під заг. ред. А. К. Шидловського. – Київ: УЕЗ, 2003. – 472 с.
4. Швець И. Б. Управление энергетическими ресурсами на предприятии: [монография] / И. Б. Швець, О. В. Захарова / НАН Украины, Институт экономики промышленности. – Донецк, 2002. – 184 с.
5. Тонкаль В. Б. Методи та засоби розробки та впровадження регіональних комплексних науково – технічних програм енергозбереження; част. 2. / В. Б. Тонкаль, С. П. Денисюк, Ю. О. Вихарев. – К.: ІПЕ НАН України, 1995. – 142 с.
6. Мных Е. В. Анализ эффективности использования ТЭР / Е. В. Мных. – Львов: Свит, 1991. – 176 с.
7. Проблемы энергосбережения. – К.: ИПЭ НАН Украины, 1995. – № 1. – С. 12–17.
8. Галиновський Є. І. Показники ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів / Є. І. Галиновський // Енергетика и электрификация. – 1996. – № 1. – С. 37–40.
9. Суходоля О. Поєднання ринкового і державного регулювання енергозбереження / О. Суходоля // Економіка України. – 2004. – № 5. – С. 31–36.
10. Осипов В. І. Економіка підприємства: [підручник] / В. І. Осипов. – Одеса: Маяк, 2005. – 720 с.: 12 л. іл.
11. Закон України «Про енергозбереження» від 01 липня 1994р. – №74/94-ВР. – Офіц. вид. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>.
12. Гофман И. В. Нормирование потребления энергии / И. В. Гофман. – М.: Энергия, 1996. – 176 с.