

Мелконова І.В., Мелконов Г.Л.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

*У роботі проаналізовано питання щодо підвищення енергоефективності промислових підприємств. Автор розглядає питання, пов'язані із основними напрямками підвищення енергоефективності. Щоб політика підвищення енергоефективності була максимально ефективною, необхідно чітко та ясно зрозуміти, що найбільше заважає впровадженню енергоефективних технологій.*

*У статті розглядаються питання запровадження стратегії енергоефективності на промислових підприємствах з метою підвищення їхньої конкурентоспроможності. Пропонується блок-схема впровадження програм енергозбереження, що включає етапи проведення аудиту існуючої системи енергопостачання виробничих та інших бізнес-процесів підприємства, у тому числі просування ідеї енергоефективності.*

**Ключові слова:** енергоефективність, енергозбереження, ресурси.

**Вступ.** Енергоефективність – поняття, що означає можливість отримувати більший ефект за менших витрат енергії, отже, і менших фінансових витрат за забезпечення організації паливно-енергетичними ресурсами [1]. Підвищення енергоефективності — один із основних напрямків, які активно підтримуються та регулюються на законодавчому рівні. Починаючи з 2014 року в Україні ухвалено низку законів спрямованих на енергоефективність та зменшення енергетичних витрат, так у 2017 році було ухвалено Закон України № 2118-VIII "Про енергетичну ефективність будівель", разом з яким у наше життя прийшло таке поняття, як клас енергоефективності.

**Постановка проблеми.** Нині рівень енергоємності України в рази вищий за аналогічний показник розвинених країн, і цей факт робить економіку нашої країни більш витратною та менш конкурентоспроможною. Енергозбереження та енергоефективність визначає збалансований розвиток енергетики та економіки країни. Тому в останні роки завдання енергозбереження як одна з актуальних суспільних проблем є найбільш пріоритетним напрямком міжнародної політики. На міжнародному ринку зростає конкуренція у галузі енергозберігаючих технологій, товарів та послуг, а енергоємність продукції є ключовим фактором, що визначає її вартість. Актуальність та затребуваність проведення заходів щодо підвищення енергоефективності також зумовлена постійно зростаючою конкуренцією, обмеженістю запасів паливно-енергетичних ресурсів та їх ціною, а також екологічною обстановкою, що погіршується.

**Метою роботи** є аналіз підвищення енергоефективності промислових підприємств.

**Результати дослідження.** Основними інструментами підвищення енергоефективності неенергоємних видів діяльності є [2]:

1) створення системи масової реалізації вискоелективних типових технічних проектів шляхом здійснення програмних заходів, за допомогою яких забезпечується мотивація промислових споживачів енергії до цих проектів;

2) створення системи інформаційної та науково-технічної підтримки процесів енергозбереження у малому та середньому підприємстві.

У деяких країнах вже давно прийняті та функціонують національні стандарти щодо систем енергоменеджменту [2], а також стандарт Європейського союзу [3]. В даний час закінчується розробка та планується прийняття міжнародного стандарту ISO 50001 "Система енергоменеджменту - Вимоги з посібником з використання" [5]. В Україні у 2021 р. було ухвалено закон про енергоефективність, який доводить, що на рівні держави розуміється важливість впровадження програм енергозбереження та просування цієї ідеї серед широких верств громадськості, включаючи індивідуальних споживачів, виробничих підприємств, співробітників усіх видів підприємств та організацій. Європейський досвід показує, що саме ці заходи є основою для підвищення енергоефективності на підприємствах. Понад 50 українських компаній вже запровадили системи енергоменеджменту та почали економити ресурси. Таким чином без суттєвих інвестицій можна зекономити до 5-10% енергії.

Для підвищення енергоефективності підприємства необхідно проводити низку енергозберігаючих заходів щодо споживаної електроенергії (рис. 1).



Рисунок 1 – Проведення заходів, щодо підвищення енергоефективності на підприємстві

Важливим напрямом підвищення енергоефективності промислових підприємств є модернізація чи заміна загальнопромислового устаткування високоенергоефективні аналоги. Механізми реалізації цього напрямку:

- стандартизація типового промислового обладнання, встановлення класів енергоефективності та маркування;
- субсидування чи пільгове оподаткування придбання типового промислового обладнання високих класів енергоефективності;
- введення системи підтримки діяльності з енергозбереження у промисловості з боку енергопостачальних компаній;
- створення системи підвищення кваліфікації та нарощування компетенції з питань підвищення енергетичної ефективності у сфері малого та середнього підприємництва.

Після вивчення даних про поточну ситуацію складається програма енергозбереження, яка є планом заходів, з розрахунком економічної складової проекту та термінами окупності необхідних фінансових вкладень. При цьому всі заходи щодо енергозбереження можна умовно розділити на дві основні групи:

1. **Обов'язкові заходи**, проведення яких зумовлено необхідністю виконання вимог тих чи інших нормативних актів. До таких заходів можна віднести вимогу до оснащення приладами обліку енергоресурсів усіх будівель, споруд, дотримання нормативів щодо освітленості робочих місць. Недотримання таких вимог може спричинити штрафні санкції, при цьому виконати вимоги все ж таки доведеться.

2. **Заходи, проведення яких необов'язкове**, але може бути економічно вигідним. Перед проведенням таких заходів проводиться техніко-економічне обґрунтування.

Програма енергозбереження підприємства має складатися з набору обов'язкових та рекомендованих заходів. За статистикою проведення енергозберігаючих заходів оптимальним є термін окупності 2-3 роки.

Як було зазначено раніше, підвищення енергоефективності підприємств, необхідно знизити споживання електричної енергії (табл. 1).

Таблиця 1 - Пропоновані заходи для зниження споживання електричної енергії на підприємствах.

№	Захід	Отриманий ефект
1	Установка пристроїв компенсації реактивної потужності (УКРМ).	Даний захід дозволяє отримати додаткову потужність і економити електроенергію, так як при перевищенні граничних значень коефіцієнта потужності (понад 150кВт) можуть застосовуватися підвищувальні коефіцієнти до тарифів на послуги з передачі.
2	Установка частотно-регульованих приводів для управління електродвигунами	Даний захід також призводить до істотного скорочення споживання електричної енергії, так як велика частка споживання електричної енергії в промисловості припадає на електродвигуни змінного струму. Даний вид машин надмірно енергоємний і установка ЧРП вирішує дану проблему, знижує енергоспоживання за рахунок оптимізації управління системи і мінімізації встановленої потужності.
3	Установка систем моніторингу споживання електроенергії	Установка систем моніторингу споживання електроенергії дозволить здійснювати контроль за витратами і при правильному плануванні споживання дозволить оптимізувати витрати на електричну енергію
4	Заміна існуючої системи освітлення на більш енергоефективну	Найбільш простий та ефективний захід – заміна існуючої системи освітлення на більш енергоефективну, а також застосування в системах автоматичних вимикачів. Цей захід може принести до 70% економії на витрати на електроенергію

Проведення технічних заходів щодо енергозбереження на промислових підприємствах, суттєво може дозволити заощадити енерговитрати на роботу підприємства (табл.2).

Одним із методів підвищення енергоефективності є зниження реактивної потужності (збільшення  $\cos \phi$ ), оскільки вона призводить до збільшення втрат електроенергії. Якщо на підприємстві відсутні пристрої компенсації реактивної потужності, втрати можуть сягати 10-50% від середнього енергоспоживання.

При значеннях  $\cos \phi$  в проміжку 0.3-0.5 трифазні лічильники допускають похибку у показаннях до 15%. Отже, через помилкові дані споживач змушений платити більше, оскільки у нього збільшується

енергоспоживання і на нього може бути накладений штраф за низький  $\cos \phi$ . Щоб уникнути штрафних санкцій, бажано мати  $\cos \phi$  трохи вище 0.9.

Реактивна потужність стає причиною зниження якості електроенергії та теплових втрат, сприяє перекосу фаз, провокує виникнення високочастотних перешкод в електричній мережі, призводить до перевантажень генераторного обладнання (ГО), кидків по частоті та амплітуді.

За оцінками аналітиків, в Україні щорічно робота мікропроцесорної техніки та комунікаційних систем може бути перервана короткими провалами тривалістю в кілька мілісекунд або перевантаженнями за напругою живлення. Вони відбуваються всього 20-40 разів на рік, але навіть цієї кількості достатньо для серйозних пошкоджень, які можуть вилитися у відчутні збитки. Пряма чи непряма шкода від таких короткострокових перепадів обчислюється мільйонами рублів на рік. За статистикою, повне припинення енергопостачання не перевищує 10% від загальної кількості збоїв у роботі мережі. Зникнення напруги на 1-3 хвилини відбувається вдвічі-втричі рідше, ніж відключення тривалістю менше однієї секунди.

До важливих переваг застосування індивідуальної корекції коефіцієнта потужності можна віднести простоту монтажу та економічність процесу. По-перше, навантаження і саме встановлення компенсації реактивної потужності можуть підключатися/відключатися одночасно. По-друге, при цьому можна використовувати одні й ті самі пристрої захисту від короткого замикання та перевантаження мережі.

На етапі вибору оптимального типу корекції для підприємства необхідно звернути увагу до режим експлуатації навантажень протягом дня. Практика показує, що залежно від особливостей виробничого циклу в повному обсязі підключені до мережі споживачі працюють одночасно. Тривалість деяких процесів займає лише дві-три години протягом зміни, тоді як інші операції можуть виконуватися весь робочий день. Отже, весь день працює і електрообладнання, задіяне у таких технологічних процесах.

Таблиця 2 - Види заходів і межі річної економії [3]

№	Найменування заходу	Границі річної економії,%
системи освітлення		
1	Заміна ламп накаливання і на енергозберігаючі	до 55-70% від споживаної ними електроенергії
2	Перехід на інший тип джерела світла з більш високою світловіддачею	до 8% від споживаної ними електроенергії
3	Оптимізація системи освітлення за рахунок установки декількох вимикачів і ділення площі освітлення на зони	10-15%
Системи опалення		
1	Установка приладу обліку теплової енергії	До 30% від споживання теплової енергії
2	Автоматизація систем теплопостачання будівель через встановлення індивідуальних теплових пунктів (ІТП)	20-30% від споживання теплової енергії
3	Зниження теплових втрат через віконні прорізи установкою третього скла і утеплення віконних рам	15-30 %
4	Поліпшення теплової ізоляції стін, підлог і дахів	15-25 %
Системи гарячого водопостачання (ГВП)		
1	Автоматизація регулювання системи ГВП	15-30% від споживання теплової енергії
2	Розробка й оснащення систем ГВП лічильниками витрати гарячої води	15-30% від споживання гарячої води
3	Зниження споживання за рахунок оптимізації витрат і регулювання температури	10-20% від споживання гарячої води
Системи водопостачання		
1	Установка лічильників витрати води	до 30% від обсягу споживання води
2	Застосування частотного регулювання насосів систем водопостачання	до 50% споживаної електроенергії
3	Застосування економічною водорозбірної арматури	30-35 %
Системи вентиляції		
1	Заміна застарілих вентиляторів з низьким ККД на сучасні з більш високим ККД	20-30% від споживання ними електроенергії
2	Відключення вентиляційних установок під час обідніх перерв і в неробочий час	10-50 %
3	Застосування блокування вентилятора повітряних завіс з механізмами відкривання дверей	До 70% від споживання ними електроенергії
4	Застосування пристроїв автоматичного регулювання і управління вентиляційними установками в залежності від температури зовнішнього повітря	10-15 %
Системи кондиціонування		
1	Вияток перегріву і переохолодження повітря в приміщенні	до 5%
2	Підтримка в робочому стані регуляторів, поверхонь теплообмінників і обладнання	2-5 %
Котельні		
1	Установка систем обліку витрат палива, електроенергії, води і відпуску тепла	до 20%
2	Застосування частотного приводу для регулювання швидкості обертання насосів, вентиляторів і димососів	до 30% від споживаної ними електроенергії

Наведені в таблиці 2 величини економії енергоносіїв є орієнтовними. При проведенні енергетичного обстеження з'явиться можливість більш точно розрахувати економію енергоносіїв від впровадження того чи іншого енергозберігаючого заходу. Так само орієнтовну величину економії енергоресурсів, якою володіє досліджувана установа, можна оцінити, використовуючи результати численних енергетичних обстежень.

**Висновки.** Таким чином, на відміну від розвинених країн, де енергозбереження часто є компонентом економічної та екологічної доцільності, для України це – ключове питання успішного її розвитку, оскільки досі все ще не вирішена проблема збалансованого платоспроможного споживання ПЕР як внутрішнього, так і імпорту.

Слід також зазначити, що розвинені країни у процесі еволюційного розвитку останніх десятиліть більш-менш послідовно вирішили переважно проблеми національної енергоефективності та енергетичної безпеки, а нині – сталого розвитку. Україна ж перебуває практично одночасно у всіх фазах цього процесу. Тим не менш, енергозбереження є ключовою проблемою для успішного вирішення всіх цих завдань. Але проведений аналіз дозволив зробити такий висновок, що в даний час методи та засоби для підвищення енергоефективності тільки набирають обертів, але наша країна рухається в правильному напрямку.

### Л і т е р а т у р а

1. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / Під заг. ред. А.К. Шидловського. – К.: «Українські енциклопедичні знання», 2007. – 559 с.
2. Жовтянський В.А. Стан виконання Комплексної державної програми енергозбереження та перспективи її послідовної реалізації // Проблеми загальної енергетики. – 2000. – № 1. – С. 36 – 41.
3. Стратегія енергозбереження в Україні: Аналітично-довідкові матеріали / Колективна монографія в 2 т. за ред. В.А. Жовтянського, М.М. Кулика, Б.С. Стогнія. – Т.1: Загальні засади енергозбереження. – К.: Академперіодика, 2006. – 510 с.; Т. 2: Механізми реалізації політики енергозбереження. – К.: Академперіодика, 2006. – 600 с. Шелдон Р.А. Химические продукты на основе синтез-газа. – М.: Химия, 1987. – 248 с.
4. Стогній Б.С., Жовтянський В.А. Енергозбереження та енергетична безпека України // Проблеми загальної енергетики. – 2005. – № 12. – С. 7–14

### References

1. Enerhoefektyvnist' ta vidnovlyuvani dzherela enerhiyi / Pid zah. red. A.K. Shydlovs'koho. – K.: «Ukrayins'ki entsyklopedychni znannya», 2007. – 559 s.
2. Zhovtyans'kyu V.A. Stan vykonannya Kompleksnoyi derzhavnoyi prohramy enerhozberezhennya ta perspektyvy yiyi poslidovnoyi realizatsiyi // Problemy zahal'noyi enerhetyky. – 2000. – № 1. – S. 36 – 41.
3. Stratehiya enerhozberezhennya v Ukraini: Analitychno-dovidkovi materialy / Kolektyvna monohrafiya v 2 t. za red. V.A. Zhovtyans'koho, M.M. Kulyka, B.S. Stohniya. – T.1: Zahal'ni zasady enerhozberezhennya. – K.: Akademperiodyka, 2006. – 510 s.; T. 2: Mekhanizmy realizatsiyi polityky enerhozberezhennya. – K.: Akademperiodyka, 2006. – 600 s. Sheldon R.A. Khymycheskye produkty na osnove syntez-haza. – M.: Khymyua, 1987. – 248 s.
4. Стогний Б.С., Жовтянский В.А. Энергосбережение и энергетическая безопасность Украины // Проблемы общей энергетики. – 2005. – № 12. – С. 7–14

*The paper analyzed the issue of increasing the energy efficiency of industrial enterprises. The author examines the issues related to the main areas of energy efficiency. To improve energy efficiency policies have been most effective, you need to clearly understand what most hinders the implementation of energy efficient technologies and behaviors. The article discusses the implementation of an energy efficiency strategy at industrial enterprises in order to increase their competitiveness. A block diagram of the implementation of energy saving programs is proposed, including the stages of an audit of the existing energy supply system of production and other business processes of the enterprise, including the promotion of the idea of energy efficiency. The strategic goal of energy saving is one and follows from its definition - it is to increase energy efficiency in all industries, in all settlements and in the country as a whole. And the task is to determine by what measures and to what extent this increase can be carried out. The goals of energy saving coincide with other goals of municipalities, such as improving the environmental situation, increasing the efficiency of energy supply systems, etc.*

*Reducing consumption allows connecting new consumers with minimal capital costs for infrastructure development and removes the problem of allocating land for new construction of generation facilities, the alienation of sanitary protection zones, etc., which generally has a positive impact on urban development. Solving the problems of energy efficiency at this stage, when there is a large reserve of low-cost activities, also coincides with most of the strategic goals of the state and economic entities.*

*Energy saving should be attributed to the strategic objectives of the state, being both the main method of ensuring energy security and the only real way to maintain high revenues from the export of hydrocarbons. The energy resources required for internal development can be obtained not only by increasing the production of raw materials in hard-to-reach areas and building new energy facilities, but also, at lower cost, by saving energy directly in the centers of energy consumption - large and small settlements.*

**Key words:** energy efficiency, energy saving, resources.

**Мелконова І. В.** к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, melkonova@snu.edu.ua

**Мелконов Г. Л.** к.т.н., доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, g.melkonov78@snu.edu.ua