

ЕНЕРГОАУДИТ У СИСТЕМІ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА

© Акіншина О.В., Третьякова Л.І., Антоненко О.М., 2012

Розглядаються пріоритетні напрями енергетичної стратегії та політики енергозбереження промислових підприємств, досліджуються першочергові завдання щодо підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів проведенням енергетичного аудиту, представлені інструментарій і порядок проведення енергоаудиту.

Ключові слова: політика енергозбереження, енергетичні ресурси, енергетичний аудит, потенціал енергозбереження, енергетичний паспорт.

ENERGY AUDIT IN SYSTEM OF ENERGETIC MANAGEMENT

© Akintshina O.V. Tretyakova L.I., 2012

The paper examines the priority directions of the Ukrainian energy saving policy as well as a potential for increase in energy efficiency of industrial production through the use of technological component of the energy-saving potential where more effective utilization of material and energy resources is achieved via introducing the energy audit. The stages and order of implementation of the energy audit are defined, including the compilation of balance of energy and material resources.

The analysis of the tool-set for energy assessment is presented with the focus on establishment of scientific basis for the estimation of fuel and energy consumption in the industrial production, identification of most efficient resource consumption approach, implementation of energy-saving measures and improvement of energy management.

Key words: Energy policy, energy resources, energy audit, energy saving potential, the energy passport.

Постановка проблеми. Необхідність впровадження енергоменеджменту й енергоаудиту, що вже давно стали частиною проектів з оптимізації споживання енергоресурсів країн ЄС, Японії, США, викликана насамперед дефіцитом та вкрай неефективним використанням паливно-енергетичних ресурсів підприємствами України. Варто зазначити, що питоме енергоспоживання на одиницю виробленої продукції в Україні у 15 разів вище, ніж у Японії, у 10 разів вище, ніж у Франції і у 5–6 разів вище, ніж у США [1]. Показник енергомісткості ВВП України становить 0,5 кілограма нафтового еквівалента на 1 долар США. Цей показник у Японії становить 0,1, у Великобританії – 0,14, у Німеччині й Франції – 0,18, в Росії – 0,47. [2]. Висока енергомісткість ВВП в Україні є наслідком істотного технологічного відставання більшості галузей економіки від рівня промислово розвинених країн, незадовільної галузевої структури національної економіки.

Сучасне енергозбереження – це багатоаспектна комплексна проблема, що охоплює, крім технічних і організаційно-правових аспектів, методологічні аспекти, питання збереження та безпеки життєвого простору людини, здійснення промислової діяльності з найменшими витратами з високо-ефективним використанням матеріального та інтелектуального потенціалу. Вирішення проблеми енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності може забезпечуватись тільки комплексним підходом, який включає проведення енергетичного обстеження для визначення ефективності енерговикористання і потенціалу енергозбереження, впровадження системи енергетичного менеджменту, розроблення програми заходів з підвищення ефективності енерговикористання, реалізацію програми моніторингу та підтвердження ефекту від реалізованого заходу з енергозбереження.

Одним з найважливіших напрямів Енергетичної стратегії України на період до 2030 року є створення передумов для докорінного зменшення енергомосткості вітчизняної продукції за рахунок впровадження нових технологій, прогресивних стандартів, сучасних систем контролю управління та обліку на усіх етапах виробництва, транспортування та споживання енергетичних продуктів, розвиток ринкових механізмів стимулювання енергозбереження в усіх галузях економіки. Тому питання впровадження енергоаудиту в систему енергоменеджменту підприємства залишається вкрай актуальним і потребує ґрунтовних досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми енергозбереження і підвищення енергоефективності промисловості і підходи до їх вирішення досліджуються у багатьох наукових працях як вітчизняних, так і зарубіжних учених. За активної участі провідних науковців НАН України розроблена Комплексна державна програма енергозбереження (КДПЕ), Енергетична стратегія України на період до 2030 року, нова редакція закону України “Про енергозбереження” – закон України “Про енергоефективність”, зміни до податкового законодавства та інші законодавчі заходи у сфері енергозбереження. Питання енергозбереження, енергоаудиту та енергоменеджменту в Україні висвітлені у наукових працях Д.В. Зеркалова, А.А. Андрижівського, Н. Дацкера, С. Черевко, В. Жовтянського, М.П. Ковалко та багатьох інших. Водночас слід відзначити недостатність напрацювань щодо розкриття сутності, важливості і відповідальності елементів системи енергоменеджменту промислових підприємств. Подальших досліджень потребують проблеми впровадження енергоаудиту в практику енергоменеджменту промислових підприємств.

Формулювання цілей статті. Мета роботи – дослідити основні засади підвищення енергетичної ефективності промислових підприємств, які передбачають досягнення найвищого рівня показників енергозбереження, проведення енергетичного обстеження для визначення ефективності енерговикористання і потенціалу енергозбереження, впровадження системи енергетичного менеджменту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Енергетичною стратегією України на період до 2030 року передбачається досягнення світового рівня показників енергетичної ефективності за рахунок двох основних чинників:

1. Технічної (технологічної) складової потенціалу енергозбереження:

– підвищення ефективності виробництва (видобутку), перетворення, транспортування та споживання енергоресурсів і відповідно зниження енергомосткості продукції та надання послуг за рахунок впровадження новітніх енергоефективних технологій та енергоощадних заходів;

– технічного (технологічного) енергозбереження, що передбачає модернізацію або заміну енергомостких наявних технологій підвищення енергоефективності промисловості і соціально-комунального сектору економіки та зменшення втрат енергоресурсів.

2. Структурної складової потенціалу енергозбереження:

– зміна макроекономічних пропорцій в економіці з метою зниження рівнів енергоспоживання;

– зменшення питомої ваги енергомостких галузей і виробництв промисловості та транспорту за рахунок розвитку наукомостких галузей і виробництв з низькою енергомосткістю та матеріаломосткістю.

Загальний потенціал енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) та структурного чинників в економіці України у 2030 році за базовим сценарієм розвитку економіки та її сфер становитиме 318,36 млн. т у. п.

Одним з найефективніших і наймасштабніших напрямів енергозбереження за рахунок технічного (технологічного чинника), що істотно впливає на рівень енергоспоживання, є впровадження галузевого енергозбереження за такими основними напрямками:

- впровадження нових енергоощадних технологій та обладнання;
- удосконалення існуючих технологій та обладнання;
- скорочення втрат енергоресурсів;
- підвищення якості продукції, вдосконалення та скорочення втрат сировини та матеріалів;
- заміщення і вибір найефективніших енергоносіїв.

Галузеве енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) чинника в 2030 р. порівняно з 2005 р. може забезпечити економію 122,51 млн. т у. п. паливних ресурсів, 71,58 млрд. кВтг електричної енергії, 204,67 млн. Гкал теплової енергії, або загалом 175,93 млн. т у. п.

Міжгалузеве технологічне енергозбереження має доволі значний потенціал, проте його відмінністю від галузевого потенціалу енергозбереження є вища економічність – у 2 – 4 рази.

До основних міжгалузевих заходів необхідно зарахувати:

- використання сучасних ефективних систем обліку та контролю за витратами енергоресурсів;
- використання вторинних енергетичних ресурсів;
- впровадження автоматизованих систем керування енергоспоживанням;
- використання економічних систем і приладів електроосвітлення;
- впровадження сучасних систем і засобів силової електроніки;
- вдосконалення систем теплопостачання;
- використання сучасних технологій спалювання низькоякісного твердого палива;
- вдосконалення структури парку електроприладів у галузях тощо.

Потенціал міжгалузевго економічно доцільного енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) чинника до 2030 р. (порівняно з 2005 р.) оцінюється в обсязі 22,13 млн. т у. п., зокрема палива – 5,91 млн. т у. п., електричної енергії – 12,26 млрд. кВтг, теплової енергії – 3,96 млн. Гкал.

При цьому потрібно зазначити, що сьогодні структурний чинник, як складова потенціалу енергозбереження, здається вичерпаним. Для збереження існуючих темпів зниження енергомісткості ВВП (4 – 6 % щороку) необхідно невідкладно задіяти технологічний чинник потенціалу енергозбереження. У разі невжиття кардинальних заходів, відставання показників енергоефективності економіки України від показників розвинених країн стане хронічним. Це, своєю чергою, значно ускладнить в коротко- та середньостроковій перспективі конкурентоспроможність вітчизняного продукту на світових ринках.

Враховуючи це, визначені основні проблеми енергозбереження, які вимагають першочергового вирішення:

1. Приведення окремих положень законодавства у сфері енергозбереження у відповідність з економічною ситуацією. Зокрема створення умов економічного стимулювання суб'єктів господарювання до підвищення ефективності використання енергоресурсів (удосконалення податкового законодавства).

2. Удосконалення порядку нормування питомих витрат енергоносіїв.

3. Удосконалення системи державної експертизи з енергозбереження.

4. Запровадження обов'язкової статистичної звітності щодо використання енергоресурсів.

5. Створення єдиного механізму державного контролю у сфері енергозбереження і енергоефективності, уникаючи дублювання функцій органів державного управління.

6. Встановлення адекватної юридичної відповідальності юридичних осіб, посадовців та громадян за неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів.

7. Забезпечення переходу до масового застосування та заміни на сучасні приладів обліку споживання енергоресурсів. Існує нагальна необхідність упорядкування оплати за спожиті ресурси споживачами житлово-комунальних послуг, яка сьогодні проводиться здебільшого за встановленими нормами, що значно перевищують фактичні обсяги споживання ресурсів

Вирішення цих проблем передбачається з прийняттям нової редакції законів України “Про енергоефективність” та “Про енергетичний аудит”.

Згідно з проектом закону України “Про енергетичний аудит” енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – це вивчення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо їх поліпшення.

Діяльність у сфері енергетичного аудиту (енергоаудиторська діяльність) – це одна із форм проведення державної політики у сфері енергозбереження, яка полягає в наданні допомоги суб'єктам господарювання (підприємствам, організаціям та установам) в підвищенні ефективності використання ними паливно-енергетичних ресурсів проведенням енергетичних аудитів, оцінки потенціалу енерго-

збереження та розроблення рекомендацій з впровадження організаційних, правових, технічних і технологічних заходів з енергозбереження. На жаль, в Україні ще не діють повною мірою закони “прямої” дії, які б регламентували діяльність енергоаудиторів (“Про енергетичний аудит”) і енергоменеджерів (“Про енергетичний менеджмент”). Ці законопроекти поки що розробляються у Верховній Раді України за участю фахівців та представників громадських організацій. Крім того, сьогодні у майже 46-мільйонній Україні працює не більше трьох сотень енергоаудиторів. Та й рівень цих фахівців не завжди відповідає вимогам сьогодення. У Данії з 5-мільйонним населенням працює близько 3500 енергоаудиторів у галузі теплотехніки і майже 1500 – в галузі електротехніки [3].

Енергетичний аудит проводиться з метою:

- оцінки ефективності, повноти і обґрунтованості енергоощадних заходів, що вживаються суб’єктом господарської діяльності – замовником енергетичного аудиту;
- визначення відповідності фактичних питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів нормам питомих витрат;
- визначення шляхів раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, запровадження енергоощадних заходів та вдосконалення енергетичного менеджменту;
- уникнення необґрунтованих витрат на проведення енергоощадних заходів;
- установлення обґрунтованих обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів;
- виконання конкретних завдань щодо підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів у кожному окремому випадку, визначеному замовником, враховуючи його потреби.

Початковим етапом для проведення енергоаудиту є дослідження схеми технологічного процесу підприємства від операцій завантаження сировини та матеріалів до завершальної стадії упакування, зберігання та відвантаження готової продукції.

Енергоаудит передбачає ретельні дослідження щодо складання балансу енергетичних і матеріальних ресурсів по структурних підрозділах підприємства та технологічному обладнанню. Крім того, необхідно здійснити перевірку режиму роботи підприємства протягом довгих часових інтервалів як у нічний час і у вихідні дні, так і у нормальний робочий час, з тим, щоб скласти стандартний профіль режиму роботи підприємства.

Для проведення інструментальних замірів використовуються такі прилади (табл. 1)

Таблиця 1

Прилади для проведення інструментальних замірів під час здійснення енергоаудиту

№ з/п	Назва приладу	Призначення
1	Тепловізійний комплекс (тепловізор)	безконтактний контроль температури поверхонь твердих (сипких) тіл, газових струменів та розплавів різних матеріалів за їх тепловим (інфрачервоним) випроміненням, візуалізація, запис, обробка, аналіз відображень теплових полів
2	Комплект витратометриста	вимірювання кількості та витрати рідини (нафти, мазуту, нафтопродуктів, води, рідких хімічних речовин), пари, газу для технологічних та комерційних вимірювань
3	Термометр контактний	вимірювання за постійного або оперативного (вибіркового) контролю температури рідких, сипких, вязких, повітряних і газових середовищ, поверхонь твердих тіл, відносної вологості повітряно-газових середовищ, точки роси, а також розплавів кольорових і чорних металів
4	Течетрасопошуковий комплект	визначення місця розташування і глибини залягання скритих комунікацій (кабель, трубопровід) на глибині до 5 м; визначення місць пошкодження кабельних ліній, пошук витоків з трубопроводів
5	Газоаналізатор	вимірювання складу димових газів для налаштування теплоенергетичних установок, контролю викидів NOx (налагоджування режимів горіння, екологічний контроль); контроль і сигналізація перевищення вмісту у повітрі робочої зони токсичних, вибухонебезпечних газів

№ з/п	Назва приладу	Призначення
6	Вимірювач теплових потоків	вимірювання густини теплових потоків, що проходять через ізолювальні конструкції споруд, через личкування та теплоізоляцію енергооб'єктів
7	Вимірювач-реєстратор	дають змогу вимірювати силу струму безконтактним способом з високою точністю, не перериваючи подачі електроенергії споживачам. Вимірювання і реєстрація показників якості електроенергії (ПЯЕ), вимірювання електроенергетичних величин у одно - та трифазних мережах, реєстрація активної, реактивної та повної потужності через заданий інтервал часу
8	Кліщата струмовимірювальні	індикація, реєстрація з прив'язкою у часі і зберігання цих різних фізичних величин (температура, вологість, тиск, вага) під час транспортування, зберігання і у технологічних процесів з подальшим роздрукуванням у вигляді графіків і таблиць, передаванням їх на комп'ютер для візуалізації у вигляді таблиць і графіків
9	Анемометр	вимірювання параметрів у системах вентиляції, кондиціонування, метеорологічні вимірювання на суші, морі, у шахтах, родовищах
10.	Люкошукач	пошук та ідентифікація металевих предметів у діелектричних (сухий силіконовий пісок, дерево тощо) та слабопровідних середовищах (грунти, цегляні стіни тощо). Максимальна глибина виявлення – 250 см
11.	Мегометр або мегаметр (від мега, ом та метр)	прилад для вимірювання дуже великих (понад 105 ом) електричних опорів. Мегаометри застосовуються для вимірювання опору ізоляції електричних проводів, кабелів, розйомів, трансформаторів, обмоток електричних машин та інших пристроїв, а також для вимірювання поверхневих та об'ємних опорів ізоляційних матеріалів
12.	Люксометр	вимірювання енергетичної освітленості, освітленості, що створюється різними джерелами, яскравості та коефіцієнта пульсації оптичного випромінювання у видимій, ультрафіолетовій та інфрачервоній областях спектра
13.	Тахометр	застосування для контролю частоти обертання колінчастого вала двигунів внутрішнього згоряння фактично на усіх типах транспортних засобів (автомобілях, тракторах, тепловозах, судах, літаках). Також застосовують тахометри для контролю частоти обертання робочих органів технологічних машин
14.	Шумомер	вимірювання та аналіз шуму та вібрації у житлових, виробничих та польових умовах, оцінка загальної та локальної вібрації, вимірювання рівнів звуку та рівнів звукового тиску
15	Показчик правильності чергування фаз	призначений для перевірки енергетичних трифазних установок у діапазоні міжфазних напруг від 100 до 600 В. Живлення показника здійснюється від вимірюваної установки (окремого живлення не вимагається). Прилад показує наявність напруги усіх фаз, контролює симетрію усіх напруг і відсутність симетрії і вимірює правильність чергування фаз. Усі результати відображаються за допомогою яскравих, добре видимих світлодіодів

Вимірювальні системи повинні бути простими у використанні і забезпечувати достатню, а не максимально можливу точність вимірювань. Аналіз даних, отриманих під час проведення енергоаудиту, здійснюється у такому порядку:

1. Побудова діаграми потоку процесів.
2. Визначення етапів процесу.
3. Визначення потоків відходів та явних невикористаних витрат енергоресурсів.

Зокрема, необхідно перерахувати усі енергоресурси на вході в процес (електроенергію, гаряче водопостачання, пару, газ, потоки холоду на вході у процес та інші джерела енергоресурсів), а також усі потоки вторинних енергоресурсів на виході з процесу (невикористані витрати гарячої пари або баштових охолоджувачів, потоки відходів для переробки на підприємстві та за його межами).

На завершення цього етапу аудиторського дослідження готується огляд роботи, до якого повинні бути включені найважливіші етапи енергетичного процесу, напрямки використання сировини, матеріалів та енергоресурсів та джерела відходів, що має бути відображено на схемі потоку процесів [4].

Вартість енергоаудиту повинна оцінюватись за такими елементами об'єктів аудиторського обстеження [5] (табл. 2):

Таблиця 2

Елементи об'єктів аудиторського обстеження

Об'єкти обстеження	Елементи обстеження
1. Теплові мережі, мережі гарячого водопостачання:	<ul style="list-style-type: none"> – система опалення та гарячого водопостачання будівлі – зовнішня система опалення та гарячого водопостачання – обстеження котельні – визначення питомої витрати палива та електроенергії на відпуск тепла – обстеження пристроїв та обладнання, що споживає паливо (печі, сушарки тощо) – розробка заходів щодо підвищення надійності та економічної ефективності енерготехнологічного обладнання
2. Електричні мережі:	<ul style="list-style-type: none"> – обстеження трансформаторних підстанцій – обстеження зовнішніх низьковольтних мереж електропередач – аналіз технологічних ліній, аналіз витрати енергоспоживання для технологічних процесів – обстеження схем електропостачання будівель
3. Системи вентиляції:	<ul style="list-style-type: none"> – обстеження систем природної вентиляції будівель – обстеження систем витяжної вентиляції будівель – обстеження систем припливної вентиляції будівель
4. Проведення інструментальних замірів:	<ul style="list-style-type: none"> – підготовка до інструментальних замірів – проведення електротехнічних замірів – проведення теплотехнічних замірів, витрата теплоносіїв, продуктивність систем вентиляції, тепловізійна зйомка – проведення метеорологічних замірів
5. Вартість проведення енергетичних обстежень	
6. Вартість проведення експертизи енергопаспорту	<ul style="list-style-type: none"> Енергетичний паспорт, складений за результатами енергетичного обстеження, повинен містити інформацію – про оснащеність приладами обліку енергетичних ресурсів – про обсяг енергетичних ресурсів, що використовуються, та його зміну – про показники енергетичної ефективності – про величину втрат переданих енергетичних ресурсів (для організацій, що здійснюють передачу енергетичних ресурсів) – про потенціал енергозбереження, зокрема про оцінку можливої економії енергетичних ресурсів у натуральному вираженні – про перелік типових заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності
7. Загальна вартість	

Енергетичний паспорт, що складений за результатами енергоаудиту, має бути постійно діючим документом. Усі зміни показників енергетичної ефективності, які відбуваються від одного обстеження до наступного у разі проведення технічних заходів, ремонтних робіт, встановлення обладнання високих класів ефективності тощо, мають бути відображені у цьому документі. Сучасне енергозбереження охоплює питання не тільки зменшення енергетичних втрат, але й зменшення шкідливих викидів в довкілля, використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії. Тому до енергетичного паспорта необхідно внести показники оцінювання екологічності процесів, що проходять енергетичне обстеження.

За результатами енергетичного обстеження необхідно скласти звіт, до якого повинен бути включений опис енергоресурсів на вході і продукції на виході з основних відділів і цехів підприємства, а також оцінка ефективності кожного етапу виробничого процесу.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Енергетичний аудит в системі енергетичного менеджменту забезпечує переваги у вирішенні проблеми енергозбереження і підвищення

енергетичної ефективності промислових підприємств. Проведення енергетичного обстеження на основі дослідження схем технологічного процесу з використанням високоточних приладів складання енергетичних і матеріальних балансів дасть змогу встановити обґрунтовані обсяги споживання енергетичних ресурсів та чітко визначити завдання щодо підвищення ефективності їх використання. За результатами енергоаудиту повинен бути складений перелік заходів щодо підвищення ефективності енергоощадних заходів, а також проведена попередня оцінка витрат, пов'язаних з їх реалізацією, для визначення очікуваного терміну окупності капіталовкладень. В аудиторському висновку необхідно навести конкретні рекомендації щодо необхідності проведення інжинірингових досліджень та техніко-економічного обґрунтування доцільності інвестування вказаних заходів з енергозбереження.

З огляду на надзвичайну важливість енергозбереження, впровадження енергоаудиту ставить все нові завдання з удосконалення механізму його впровадження на промислових підприємствах. Вивчення позитивного досвіду передових підприємств з використання системи енергетичного аудиту, удосконалення структури та інформаційного наповнення енергетичного паспорта за результатами обстежень можуть бути питаннями подальших досліджень.

1. <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F>. 2. *Ukranews*. 3. <http://ua-energy.org/post/3109>. 4. <http://energoauditsro.ru/onlinecalculator>. 5. <http://energoauditsro.ru/onlinecalculator>. 6. Дацкер Н. Энергоэкологический аудит и закон об энергосбережении // Энергоэффективная Россия // Справочники // Организационные мероприятия // статья по материалам доклада на конференции “Энеркон = 2010” (Москва). 7. Жовтянський В., Стогній Б. // ДТ. – 2006. – № 22 (601) 10–16 червня.