

**МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

*О. А. Темченко, д. т. н., професор, tema72@mail.ru, М. І. Горлов, к. т. н., доцент,  
Г. В. Темченко, к. е. н., ст. викладач, tomskogo3\_2@ukr.net  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»*

У статті проаналізовано технологічні й організаційні фактори впливу на ефективність використання енергетичних ресурсів з урахуванням особливостей визначення їх питомих витрат за технологічними процесами гірничозбагачувального виробництва на стадіях видобутку та переробки залізної руди. Запропоновано науково-методичний підхід до оцінки використання ресурсів на промислових підприємствах, що базується на урахуванні сукупних витрат енергетичних ресурсів гірничо-збагачувального виробництва у натуральному виразі.

**Ключові слова:** енергетичні ресурси, енергозбереження, енергоефективність, енергоспоживання, енергоємність, питомі витрати, гірничорудні підприємства.

**Постановка проблеми.** В умовах дефіцитності енергоресурсів головне завдання при використанні різних видів енергії на гірничорудних підприємствах полягає в удосконаленні техніки, технології та організації виробництва з метою підвищення його ефективності за рахунок забезпечення оптимального рівня витрат ресурсів на одиницю товарної продукції. При цьому підвищення ефективності управління процесами використання енергоресурсів можливе лише за наявності надійних показників та критеріїв їх оцінки, що потребує відповідного коригування та уточнення. Про необхідність розробки і застосування показників рівня та ефективності енергозбереження в виробничій сфері наголошує Закон України «Про енергозбереження». Він передбачає «створення бази для реалізації економічних заходів управління енергозбереженням у вигляді системи державних стандартів, які містять показники питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів для основних енергоємних видів продукції та технологічних процесів в усіх галузях народного господарства. Норми і нормативи витрат паливно-енергетичних ресурсів в обов'язковому порядку включаються в енергетичні паспорти машин і механізмів, що споживають паливно-енергетичні ресурси» [1].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Для характеристики рівня ефективності використання енергетичних ресурсів на підприємстві використовується система узагальнюючих та локальних (часткових)

показників. Узагальнюючі показники базуються на визначенні впливу процесу використання енергетичних ресурсів на кінцеві результати роботи підприємства (виробничі витрати, обсяги випуску продукції, дохід, прибуток, тощо). Оскільки узагальнюючі показники дають лише загальне уявлення про рівень використання енергетичних ресурсів не розкриваючи причин і обумовлюють досягнення кінцевого результату, то для виявлення таких причин застосовуються локальні (часткові) показники. Залежно від специфіки виробництва (наприклад гірничорудного) локальними показниками можуть бути витрати окремих видів енергії за перedілами, енергетична оснащеність виробництва, основних фондів, праці, виробничої потужності тощо.

Незважаючи на тривалий час застосування вказаних показників, та використання їх в системі статистичної звітності підприємств, дотепер відсутній єдиний підхід до визначення їх складових. Одним із дискусійних питань є визначення переліку витрат енергії, що включаються в розрахунок показника енергоємності продукції.

Так, наприклад, А. А. Бесчинський, Ю. М. Коган та деякі інші автори пропонують обмежити склад енергетичних ресурсів електричною енергією та визначати ефективність її використання показником електроємності продукції як співвідношення спожитої електричної енергії та валової продукції підприємства [2–8]. Це пояснюється переважачою більшістю електричної

енергії у складі енергетичних ресурсів. Так, на гірничорудних підприємствах в структурі споживання енергетичних ресурсів у вартісному виразі, електрична енергія займає найбільшу питому вагу – 55 – 65%; паливо – 44 – 34%. На інші (похідні) енергоресурси припадає не більше 1% витрат.

Більшість розробок базується на врахуванні всіх груп енергетичних витрат, що споживаються у виробничій діяльності підприємств. В теперішній час прийнято характеризувати енергоємність продукції окремими витратами енергетичних ресурсів: палива в тоннах, літрах, м<sup>3</sup>, або зведених до єдиної розмірності – тонни умовного палива; електроенергії в кВт\*год; теплоенергії в Мкал. При цьому враховуються тільки прямі витрати палива і купованої енергії, тобто витрати ПЕР (паливно-енергетичних ресурсів) цеху, в якому завершується виробничий процес. Такий спосіб врахування енерговитрат прийнятий в офіційній статистиці (форма №11-МТП). Оцінка енергоємності продукції за допомогою прямих питомих витрат палива і енергії є не тільки неповною, але й необ'єктивною. Кардинальним вирішенням цього питання може бути застосування показника «наскрізних енергетичних витрат», які враховують витрати палива і енергії на всіх етапах виробництва товарної продукції [9, 10]. Такі витрати включають: прямі витрати палива і енергії на виробництво продукції, витрати похідних енергоносіїв, перераховані в еквівалентні витрати закуплених палива та енергії, витрат палива і енергії уречевлених в продукції попередніх переділів. Як правило, такі наскрізні витрати у 5–10 разів перевищують прямі витрати енергії.

Аналогічно Б. М. Волков, М. А. Яновський енергоємність продукції представляють як «витрати паливно-енергетичних ресурсів, необхідних для організації виробництва продукції, технічного обслуговування і ремонту устаткування на всіх стадіях виробництва продукції» [11].

Спроба поєднати різні види спожитих енергетичних ресурсів при розрахунках показника енергоємності продукції через їх вартість [12], теж має певні недоліки.

Аналіз споживання енергетичних ресурсів на одиницю виробленої продукції по-

казує, що їх вартість не може слугувати критерієм ефективності енергозбереження, оскільки крім витрат енергетичних ресурсів враховує їх ціну, а це категорія суб'єктивна, що не залежить від ефективності організації та управління використанням енергетичних ресурсів на підприємстві. Ціна енергетичних ресурсів може змінюватися у звітному періоді порівняно з базовим більше або менше зміни ціни на вироблену продукцію і це буде спотворювати розрахунковий показник економії (перевитрат) енергетичних ресурсів. Така методика може використовуватися для визначення рівня енергетичної безпеки підприємства, як рівня забезпеченості енергетичними ресурсами, що дозволяє здійснювати беззбиткову діяльність і встановлювати ціни на продукцію підприємства, що забезпечує її конкурентоспроможність. За таких обставин необхідне проведення додаткових наукових досліджень для обґрунтування об'єктивних критеріїв оцінки сучасного рівня використання енергетичних ресурсів у натуральному вигляді з метою забезпечення оптимального управління цими процесами.

**Формулювання мети статті.** Метою статті є розробка і обґрунтування методичних підходів щодо оцінки рівня використання енергетичних ресурсів та розробка заходів з енергозбереження на гірничорудних підприємствах.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На великих гірничозбагачувальних підприємствах технологічний процес виробництва кінцевої (товарної) продукції – концентрату та агломерату (обкотишів) складається з декількох послідовних стадій. На виробництво концентрату відносяться тільки енерговитрати збагачувальної фабрики. В енергоємність концентрату не включаються витрати енергоресурсів на видобуток і подрібнення руди в натуральному вигляді. Крім того, на кожному підприємстві для здійснення технологічного процесу необхідні не тільки паливо, електро- і теплоенергія, але й інші – похідні енергоносії: кисень, стиснене повітря, хімічно очищена і технологічна вода і т. ін. На їх виготовлення і транспортування підприємство витрачає значну кількість палива і закупленої енергії, інших матеріальних та трудових ресурсів. В статистичній звітності ці похідні енергоносії

враховуються в натуральних та вартісних показниках без визначення кількості енергії, спожитої на їх виробництво. Якщо не враховувати витрати палива і енергії на проміжні технологічні процеси і виготовлення похідних енергоносіїв, то енергоємність продукції буде суттєвим чином занижена.

При оцінці рівня та ефективності використання енергоресурсів доцільно використовувати показники, що визначають співвідношення обсягів виробленої продукції з обсягами енергетичних ресурсів, використаних для її виробництва – питомих енергетичних витрат [13]. В якості таких показників можуть бути використані: показник енергоємності продукції:

$$EC = \frac{E}{V}, \quad (1)$$

або зворотній йому показник енерговіддачі:

$$EB = \frac{V}{E}, \quad (2)$$

де  $E$  – кількість енергетичних ресурсів, що використані для виробництва продукції в певному періоді;  $V$  – кількість продукції, що виготовлена за цей же період.

Принцип підвищення ефективності використання енергоресурсів тут проявляється зниженням їх витрат на виробництво постійних обсягів продукції, зростанням обсягів продукції при тих же витратах, або при одночасному зростання обсягів виробництва і витрат енергетичних ресурсів, при умові, що останні зростають меншими темпами та передбачені додаткові джерела їх забезпечення. Основним завданням енергозбереження є економія різних видів енергії, яка розраховується на основі зміни показників прямих питомих витрат палива (енергії) в звітному періоді порівняно з базовим періодом, що прийнятий для порівняння

$$\Delta E_i = O_T \cdot (e_{i_i} - e_{0_i}), \quad (3)$$

де  $\Delta E_i$  – економія (перевитрати)  $i$ -го виду енергії (палива, електро- або теплоенергії), т у.п., кВт\*год, Гкал;

$O_T$  – кількість товарної продукції, виготовленої підприємством за період, що аналізується в натуральних одиницях, т, шт., м<sup>3</sup>;

$e_{i_i}$ ,  $e_{0_i}$  – питомі витрати  $i$ -го виду енергії на виготовлення кінцевої (товарної) продукції підприємства.

Спроба приведення різних видів енергії, що використовуються гірничорудними підприємствами у виробничій діяльності, у співставний вид була здійснена проф. А. Г. Темченко, вченими Криворізького технічного університету, зокрема запропоновані коефіцієнти переводу енергії будь-якого виду до єдиної розмірності – МДж [14]. Такі коефіцієнти розраховані виходячи з енергетичної цінності енергоносія та граничної (максимально допустимої) ціни 1 МДж енергії, що крім фактичної ціни враховує додаткову цінність, яка може бути отримана за рахунок використання такої енергії. Коефіцієнт (еквівалент) для приведення будь-якого виду енергії до енергії з граничною (максимальною) ціною визначається:

$$\rho_i = \frac{Z_i}{k_i \cdot Z_{II}} \quad (4)$$

де  $Z_i$  – фактична ціна одиниці  $i$ -го виду енергетичних ресурсів (1 кг палива, 1 кВт\*год електричної енергії), грн.;

$k_i$  – коефіцієнт переводу одиниці  $i$ -го виду енергії в МДж за їх енергетичною цінністю;

$Z_{II}$  – гранична (допустима) цінність 1 МДж енергії, грн.

Виконаний нами ексергетичний аналіз показав, що повна енергоємність гірничозбагачувального виробництва складає 4,166 ГДж/т, а рівень загальних втрат енергії (гірнична маса у відвалах, відходи збагачення, енерговитрати, пов'язані з роботою технологічного обладнання) складає 3,574 ГДж/т. При цьому енергоефективність виробництва дорівнює  $\eta_{екс} = 4,21\%$ . Паливна складова енерговитрат складає 2,139 ГДж/т та включає електроенергію і природний газ з питомими витратами 145 кВт\*год/т та 25 м<sup>3</sup>/т відповідно, а також дизельне паливо, тверде паливо і мазут. Найбільша кількість корисної ексергії витрачається на переробку мінеральної сировини, з якої 65% втрачається у відходах збагачення та розкривних породах. При зниженні витрат ПЕР на гірничозбагачувальному комбінаті до світового рівня, ексергетичний ККД підприємства зросте на 4,05% та складе 18,26%, а комплексне використання мінеральної сировини ще більше покращить цей показник.

Енергозбереження може бути реалізовано за двома напрямками. Перший формує

динаміку енергоспоживання шляхом безпосередніх змін витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виготовленої продукції за рахунок зменшення її матеріалоемності. Це здійснюється шляхом переходу на нову техніку або нові технології та внаслідок прямої заміни більш енергоємних видів продукції менш енергоємними. Такий напрямок є активною формою енергозбереження. Другий, навпаки, створює енергозберігаючий ефект не цілеспрямованими змінами якісних параметрів продукції без яких-небудь змін енергоємності по кожному її виду, а шляхом простого нарощування виробництва частки менш енергоємної продукції в загальному її обсязі. Це є пасивною формою енергозбереження.

У першу чергу, зниження енергоємності виробництва досягається за рахунок організаційно-технічних заходів з мінімальними строками окупності. Навпроти, енергозберігаючі заходи, що потребують значних інвестицій, навіть високоефективні, найчастіше узгоджуються між собою в рамках програм технічного переозброєння й обумовлюються не завжди чіткими перспективами виробничої діяльності. Із цієї причини їхня реалізація дуже часто відкладається на невизначений час. Однак, якщо складності реалізації організаційно-технічних заходів обмежуються відсутністю зацікавленості експлуатаційно-виробничого персоналу, то проблеми дорогих проєктів – це проблеми власника. Більш висока цінність організаційно-технічних заходів визначається не тільки проблемами практичної реалізації інвестиційних проєктів, але й більш високими показниками зростання енергоефективності. За даними різних вітчизняних й іноземних джерел, приблизно 50 ÷ 70% реалізованих можливостей енергозбереження припадає на маловитратні і, в першу чергу, організаційно-технічні заходи і економічні методи вирішення проблем економії енергетичних ресурсів, які отримали широке розповсюдження у світовій практиці. Задачі і функції управління енергозбереженням при використанні економічних методів представлено на рис. 1.

Процес енерговикористання на гірничорудних підприємствах повинен включати: аналіз загального по підприємству режиму

енергоспоживання та витрат на нього, а також його структуру; аналіз енергозабезпечення підприємства з врахуванням єдиного енергетичного еквіваленту; вартісний аналіз кожного енергетичного ресурсу, що оцінений в енергетичному еквіваленту; аналіз енергетичних потоків кожного з енергетичних ресурсів, які використовуються на підприємстві з встановленням їх структурних характеристик за організаційними, технологічними та іншими ознаками; встановлення оцінок, характеристик, закономірностей та споживання енергетичних ресурсів, критичний аналіз енергетичних потоків з визначенням напрямів зниження рівня енергоспоживання; синтез проєктних рішень з підвищення енергоефективності; експертизу проєктних рішень, у тому числі проведення їх техніко-економічної оцінки з складанням проєкту програми підвищення енергоефективності підприємства; презентацію результатів енергетичних ресурсів, що забезпечує мотивацію відповідальних осіб вищого менеджменту щодо реалізації політики підвищення енергоефективності та зниження собівартості продукції.

Раціональне використання різних видів ресурсів у процесі гірничого виробництва має особливо важливе значення в контексті підвищення продуктивності праці, рентабельності виробництва, фондоддачі, збільшення прибутку шляхом зменшення питомих витрат, витрат ресурсів і зниження кількості відходів, які утворюються у процесі виробництва залізовмісткої продукції. Крім того, оскільки ресурси є основною частиною оборотних коштів, то прискорення їх обігу дозволить вивільнити додаткові фінансові ресурси в умовах їх обмеженості, а також знизити матеріало- та енергоємність товарної продукції на основі використання у виробництві вторинних ресурсів і відходів, впровадження технологій замкнутого циклу, що зменшить негативний вплив на навколишнє середовище.

При цьому важлива роль відводиться системі нормування енергоспоживання, що пов'язана з енергетичним обліком, контролем і аналізом енерговикористання та утворює разом з ними комплексну систему робіт, що планомірно проводяться і періодично повторюються, та забезпечують ефектив-

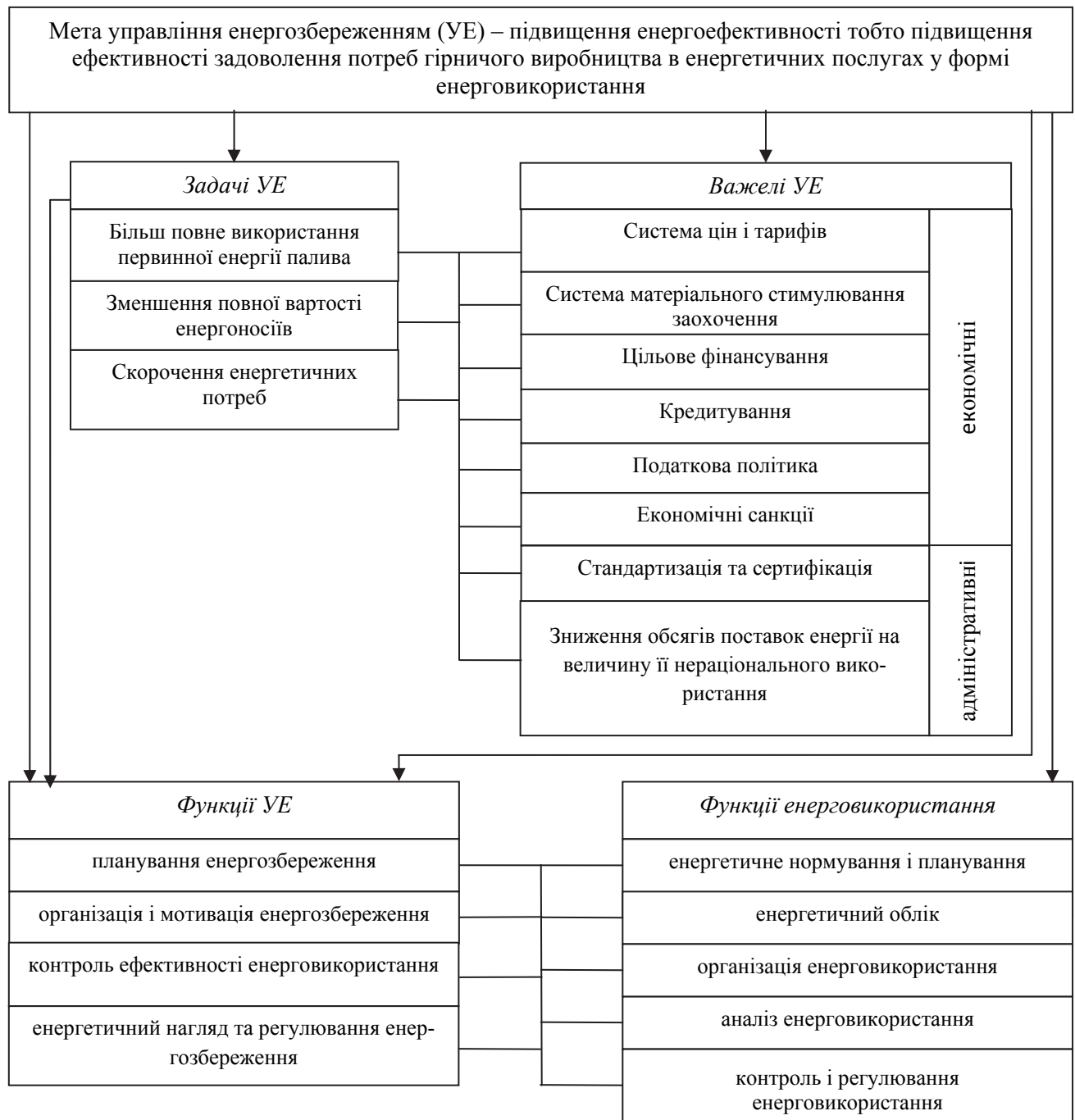


Рис. 1. Основні задачі і функції управління енергозбереженням на гірничорудному підприємстві

не використання енергоресурсів. Невідкладне вирішення вказаної проблеми передбачено законодавством України, зокрема, Законом України «Про енергозбереження», а також нагальною необхідністю забезпечення конкурентоспроможності гірничо-збагачувального виробництва у цілому.

Схематично така послідовність робіт та їх кругообіг у часі та в її зв'язках з плануванням енергоспоживання і визначення результатів енерговикористання на гірничо

рудному підприємстві представлена на рис. 2.

Необхідно зазначити, що в теперішній час гірничо-збагачувальні комбінати України є найбільш енергоємними споживачами, при чому останнім часом для них характерний випереджувальний ріст рівня енергоспоживання в порівнянні зі зростанням випуску залізвмісткої продукції. Це пов'язано зі зміною умов видобутку й переробки корисних копалин, постійним погіршенням

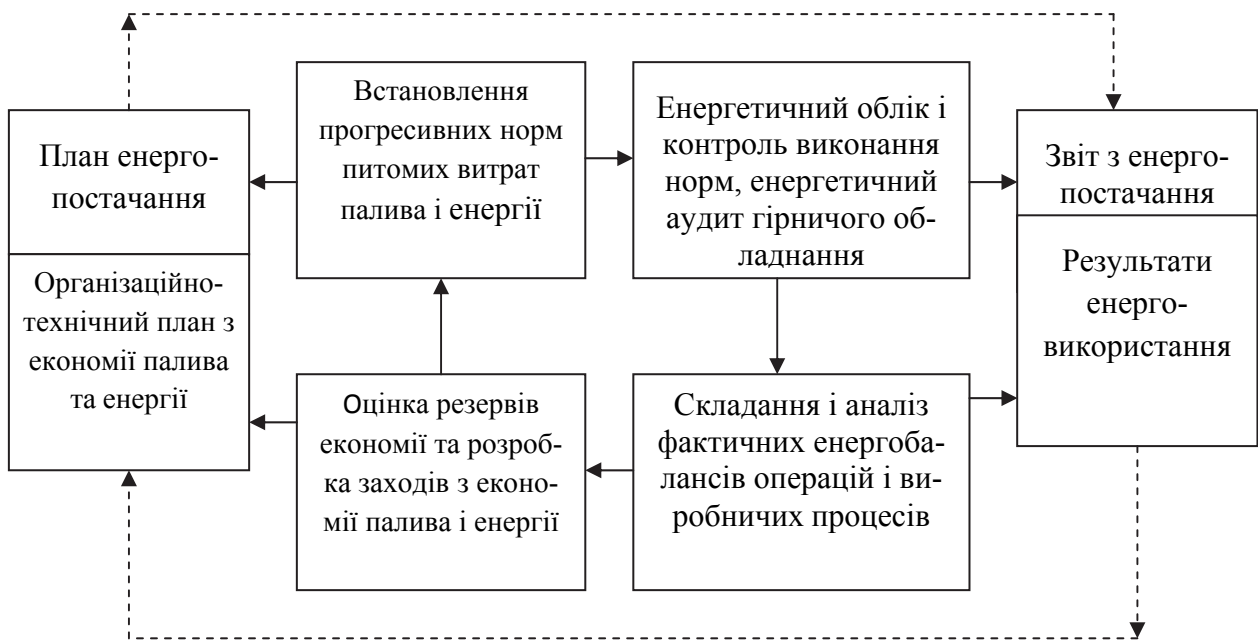


Рис. 2. Схема комплексу робіт з економії енергії при нормуванні, плануванні, обліку і аналізу енерговикористання на гірничорудному підприємстві

гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов розробки родовищ зі збільшенням глибини кар'єрів при одночасному зниженні вмісту корисного компоненту в руді, використанням енергоємного гірничого устаткування, впровадженням інноваційних природоохоронних заходів. Тому, впровадження запропонованих методичних підходів в практику роботи гірничорудних підприємств дозволить суттєво підвищити ефективність використання енергетичних ресурсів в умовах їх дефіциту та обмежених фінансових можливостей переважної більшості вітчизняних промислових підприємств.

**Висновки.** Наведені результати досліджень надають можливість розраховувати основні показники використання енергетичних ресурсів та управляти цим процесом на гірничорудних підприємствах. З урахуванням особливостей гірничо-збагачувального виробництва правомірно зробити висновок, що наведені науково-методичні підходи відносно організаційно-економічного забезпечення енергозбереження потребують подальшого розвитку та удосконалення з метою їх швидкої адаптації до технологічних змін у виробництві окремих видів товарної продукції.

### Література

1. Закон України «Про енергозбереження» // *Ведомости Верховной Рады Украины*. – 1994. – № 30. – С. 894–904.
2. Бесчинский А. А. Экономические проблемы электрификации / А. А. Бесчинский, Ю. Коган. – [2-е изд. перераб. и доп.] – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 432 с.
3. Головкин П. И. Энергосистема и потребители электрической энергии / П. И. Головкин. – [2-е изд., перераб. и доп.] – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 360 с.
4. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов (Экономия топлива и электроэнергии) / А. П. Егорычев., В. Г. Лисиенко, С. Е. Розин, Я. М. Щелоков. – М. : Металлургия, 1990. – 149 с.
5. Сальников А. Х. Нормирование потребления и экономия топливно-энергетических ресурсов / А. Х. Сальников, Л. А. Шевченко. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 240 с.
6. Сосновский Ю. А. Организация работы по экономии электрической и тепловой энергии на промышленных предприятиях / Ю. А. Сосновский, С. Н. Игнатенко, А. П. Пономарева. – [2-е изд., перераб. и доп.] – К. : Техніка, 1980. – 64 с.
7. Metcalf G. Measuring The Energy Savings From Home Improvement Investments: Evidence From Monthly Billing Data / G. Metcalf, K. Hassett. // *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, 1999. – vol. 81(3). – P. 516–528.
8. Popp D. Energy, the Environment and Technological Change / D. Popp, R. Newell, A. Jaffe, B. H. Hall, N. Rosenberg // *Handbook of Economics of Innovation*. – 2009. – P. 2 – P. 874–894.
9. Кондратенко Н. О. Удосконалення органі-

зації управління процесами енергозбереження: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук: спец. 08.02.03 «Організація управління, планування і регулювання економікою» / Н. О. Кондратенко. – Харків, 2005. – 20 с.

10. Сталинский Д. В. Проблемы и перспективы энергосбережения в горно-металлургическом комплексе / Д. В. Сталинский, В. Г. Литвиненко, Р. А. Перетяко // Экология и промышленность. – 2012. – № 1. – С. 4–10.

11. Волков Б. Н. Основы ресурсосбережения в машиностроении: уч. пос. / Б. Н. Волков, В. Бакумен-

ко, Г. Яновский. – Л. : Политехника, 1991. – 180 с..

12. Бердникова Т. Б. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия. / Т. Б. Бердникова. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 215 с.

13. Юрин Ю. Топливо-энергетические ресурсы в промышленности / Ю. Юрин // Экономика и предпринимательство. – М. : Вопросы экономики, 2001. – № 6. – С. 52–61.

14. Темченко А. Г. Ресурсозберігаючі технології гірничого виробництва / А. Г. Темченко. – Кривий Ріг : Мінерал, 2000. – 211 с.

В статье проанализированы технологические и организационные факторы влияния на эффективность использования энергетических ресурсов с учетом особенностей определения их удельных затрат по технологическим процессам горно-обогатительного производства на стадиях добычи и переработки железной руды. Предложен научно-методический подход к оценке использования ресурсов на промышленных предприятиях, который базируется на учете совокупных затрат энергетических ресурсов горно-обогатительного производства в натуральном выражении.

**Ключевые слова:** энергетические ресурсы, энергосбережение, энергоэффективность, энергопотребление, энергоёмкость, удельные затраты, горнорудные предприятия.

Technological and organizational factors of influence on the efficiency of the use of power resources are analysed taking into account the calculation of specific cost at the technological processes of ore-dressing production on the stages of extraction and processing of iron ore. A scientific-methodological approach is offered for the estimation of the use of resources on industrial enterprises based on taking into account the combined costs of power resources of ore mining and processing production in natural terms.

**Keywords:** energy resources, energy saving, energy efficiency, energy consumption, power consumption, specific costs, mining enterprises.

*Рекомендовано до друку д. е. н., проф. Вагоновою О. Г.*

*Надійшла до редакції 28. 08.14*