



**Hanna Temchenko**  
PhD (Economics), Associate Professor,  
Kryvyi Rih National University,  
11 XXII Partyzdu Str., Kryvyi Rih, 50027, Ukraine  
tomskogo3\_2@ukr.net

UDC 622.012: 658.155.2



**Olga Bondarchuk**  
PhD (Engineering), Associate Professor,  
Kryvyi Rih National University,  
11 XXII Partyzdu Str., Kryvyi Rih, 50027, Ukraine  
om\_bond@ukr.net

## Evaluation of energy intensity of mining and processing production in difficult financial and economic conditions

**Abstract.** The paper is dedicated to the urgent issue related to the supply and economical consumption of energy resources at domestic mining and dressing enterprises under the condition of scarce supply of such resources amid continuously growing prices and tariffs. *The purpose* of the article is to conduct a systematic analysis of power intensity of technological processes in mining industry aiming to define rational structure of energy resources consumption in view of limited financial possibilities of the majority of domestic mining enterprises in Ukraine.

*Research methods.* The method of feasibility analysis was used to evaluate the current situation of energy consumption at mining and material processing enterprises; the method of refinement and synthesis was used to define factors that affect the amount of energy consumption, while the method of systemic analysis was applied to generalise theories and methods relevant to the rational level of commodity output power intensity in mining industry.

*Results.* Organisational and technological factors that affect the efficiency of energy resources use with regard to the power intensity of technological processes at mining and dressing enterprises during extraction and processing of iron ore are analysed and systemised in the paper. Based on the derived relationships, a rational structure of energy resource consumption by technological zoning was determined for PJSC «Central Ore Mining and Processing Plant» (SCM Group) with a purpose of holding strong positions in the market of iron ore raw products.

*Conclusions.* A detailed scheme of organisational and technological factors has been formed with consideration of their influence on the power intensity of technological processes of iron ore raw material mining and processing. It can be used in the following scientific research to devise certain measures of energy savings in order to reduce the cost of production at mining and ore-dressing enterprises in the complicated financial and economic conditions.

**Keywords:** Energy Intensity; Energy Saving; Energy Equivalent; Energy Efficiency

**JEL Classification:** C13; O13; Q26

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.21003/ea.V158-12>

### Темченко Г. В.

кандидат економічних наук, доцент, кафедра економіки, організації та управління підприємствами, Криворізький національний університет, Кривий Ріг, Україна

### Бондарчук О. М.

кандидат технічних наук, доцент, кафедра економіки, організації та управління підприємствами, Криворізький національний університет, Україна,

### Визначення енергоємності гірничо-збагачувального виробництва за складних фінансово-економічних умов господарювання

**Анотація.** Стаття присвячена нагальній проблемі забезпечення й ощадного використання енергетичних ресурсів на вітчизняних гірничо-збагачувальних підприємствах в умовах дефіциту ресурсів та постійного зростання цін і тарифів. У статті проаналізовано та систематизовано організаційні й технологічні фактори впливу на ефективність використання енергетичних ресурсів з урахуванням особливостей визначення енергоємності технологічних процесів гірничо-збагачувального виробництва на стадіях видобутку та переробки залізної руди. На підставі отриманих залежностей визначено раціональну структуру використання енергетичних ресурсів за технологічними переділами для умов ПАТ «ЦГЗК» з метою утримання стійких позицій на ринку залізорудної сировини (ЗРС).

**Ключові слова:** енергоємність; енергозбереження; енергетичний еквівалент; енергоефективність.

### Темченко А. В.

кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономики, организации и управления предприятиями, Криворожский национальный университет, Кривой Рог, Украина

### Бондарчук О. М.

кандидат технических наук, доцент, кафедра экономики, организации и управления предприятиями, Криворожский национальный университет, Кривой Рог, Украина

### Определение энергоёмности горно-обогатительного производства в сложных финансово-экономических условиях хозяйствования

**Анотация.** Статья посвящена исследованию актуальной проблемы обеспечения и экономного использования энергетических ресурсов на отечественных горно-обогатительных предприятиях в условиях дефицита таких ресурсов и постоянного роста цен и тарифов. В статье проанализированы и систематизированы организационные и технологические факторы влияния на эффективность использования энергетических ресурсов с учетом особенностей определения энергоёмности технологических процессов горно-обогатительного производства на стадиях добычи и переработки железной руды. На основании полученных зависимостей определена рациональная структура использования энергетических ресурсов по технологическим переделам для условий ПАО «ЦГОК» с целью поддержания устойчивых позиций на рынке железорудного сырья.

**Ключевые слова:** энергоёмность; энергосбережение; энергетический эквивалент; энергоэффективность.

### 1. Постановка проблеми

Гірничо-збагачувальні підприємства є одними з найбільш енергоємних споживачів у нашій країні, при цьому 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 гірничо-геологічних та гірничо-технічних умов розробки родовищ, зі збільшенням глибини кар'єрів при одночасному зниженні вмісту корисного компоненту в сирій руді, використанням енергоємного гірничого устаткування, впровадженням коштовних інноваційних природоохоронних заходів.

### 2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблемі використання енергетичних ресурсів на промислових підприємствах в останні десятиріччя ХХ століття та на початку 2000-х років присвячені ґрунтовні дослідження відомих учених, зокрема А. А. Бесчинського [1], П. І. Головікіна [2], А. П. Єгоричева [3], А. С. Сальнікова [4], Ю. А. Сосновського [5], Н. О. Кондратенко [6], Д. В. Сталінського [7] та інших, в яких закладено методологічні основи визначення енергоємності промислової продукції. Серед закордонних дослідників, які займалися вивченням даної проблематики, варто відмітити вчених, таких як Д. Попп, Р. Ньюэлл, А. Джаффе, Н. Розенберг (D. Popp, R. Newell, A. Jaffe, V. H. Hall, N. Rosenberg, 2009) [8]. Дослідження Д. І. Блайваса (D. I. Bleivas, 2011) [9] та М. Е. Харві-Еггарта (M. E. Jarvie-Eggart, 2015) [10] присвячені перспективам використання потенційної енергії, що переміщує тверді, рідкі та газоподібні речовини, з подальшим перетворенням у відновлену електричну енергію, яка розглядається як новий потужний георесурс. Енергетичний підхід до оцінки ефективності окремих технологічних процесів й устаткування на гірничо-збагачувальних підприємствах розглядається у наукових працях І. О. Тангасва [11], Б. Р. Ракішева [12], Ю. І. Аністратова [13], М. В. Курленя [14], О. А. Темченка [15; 16] та інших.

Разом із тим, існуючі підходи до енергозбереження не охоплюють усього комплексу невідкладних задач у контексті термінового вирішення специфічних проблем технологічних процесів гірничо-збагачувального виробництва, що суттєво загострюються в останній час унаслідок низької конкурентоспроможності значної частини родовищ залізних руд при їх подальшій розробці й доопрацюванні на глибоких горизонтах, значного старіння основних промислово-виробничих фондів, недостатньої екологічності застосовуваних технологій.

З урахуванням вищезазначеного, існує об'єктивна необхідність доповнення раніше проведених ґрунтовних досліджень енергоємності технологічних процесів на гірничо-збагачувальних підприємствах щодо впровадження сучасної концепції створення техніки й технології нового енергозберігаючого рівня, що сприятиме суттєвому зниженню споживання ресурсів із відповідним дотриманням жорстких вимог екології та безпеки праці при видобутку й переробці залізорудної сировини (ЗРС).

**3. Мета статті** полягає у встановленні раціональної структури використання енергетичних ресурсів в умовах обмежених фінансових можливостей вітчизняних підприємств гірничо-металургійного комплексу (ГМК) України шляхом проведення системного аналізу енергоємності технологічних процесів гірничо-збагачувального виробництва.

### 4. Основні результати дослідження

Для виявлення можливих резервів енергозбереження на сучасному гірничо-збагачувальному підприємстві необхідно виконати аналіз: загального режиму, витрат та структури енергоспоживання; енергозабезпечення підприємства з урахуванням єдиного енергетичного еквівалента; енергетичних потоків кожного з енергетичних ресурсів,

які використовуються на підприємстві з встановленням їхніх структурних характеристик за організаційними, технологічними та іншими ознаками, а також вартісний аналіз кожного енергетичного ресурсу, що оцінений в енергетичному еквіваленті (рис. 1).

Окрім того, варто дати оцінку, навести характеристики, встановити закономірність споживання енергетичних ресурсів і провести критичний аналіз енергетичних потоків із визначенням напрямків зниження рівня енергоспоживання; синтезувати проектні рішення щодо підвищення енергоефективності. Також необхідно провести експертизу проектних рішень, у тому числі з урахуванням їх техніко-економічної оцінки, зі складанням проекту програми підвищення енергоефективності підприємства й презентацію результатів енергетичних ресурсів, що забезпечує мотивацію відповідальних осіб вищого менеджменту відносно реалізації політики підвищення рівня енергозбереження та зниження енергоємності та собівартості кінцевої залізвмісткої продукції [17; 18].

Розглянемо ключові фактори, що суттєво впливають на показники енергетичних витрат гірничо-збагачувального виробництва, а саме: споживання електроенергії; використання вибухових речовин, дизельного палива, технічної води та природного газу на окремих технологічних переділах (видобуток залізної руди – буровибухові роботи, екскавація та транспортування гірничої маси, дроблення, збагачення, агломерація або огрудкування залізрудних концентратів) гірничо-збагачувальних підприємств.

Сьогодні в загальній структурі енерговитрат на частку видобутку залізної руди припадає близько 12% (6,4–8,3 кВт\*год. на тону руди). Найбільш енергоємні процеси на родовищі пов'язані з використанням внутрішньокар'єрного транспорту (у середньому 3,0–3,5 кВт\*год. на тону залізної руди) і транспортування руди з кар'єру на збагачувальну фабрику (2–3 кВт\*год. на тону руди). Усі заходи щодо енергозбереження на стадії видобутку залізної руди можуть бути розділені на кілька організаційно-технологічних напрямів, основними серед яких



Рис. 1: Енергетичні ресурси для забезпечення технологічного процесу видобутку й переробки ЗРС  
Джерело: Узагальнено авторами

Fig. 1: Energy resources for technological process of iron ore mining and processing  
Source: Author generalization

є удосконалення технології обурювання робочих уступів, технології підривного руйнування як пріоритетної задачі, технології екскавації гірничої маси, технології транспортування гірничої маси. При цьому необхідно прагнути, щоб руйнування руди на кожній попередній стадії здійснювалося таким чином, щоб воно знижувало енергоємність на наступних стадіях. Наприклад, на стадії обурювання масиву слід застосовувати такі техніку й технологію, які б дозволяли одержувати зарядні порожнини заданої конфігурації та сприяли підвищенню ефективності підривної відбійки руди від масиву. Це підтверджується аналізом звітних даних по кар'єру ПАТ «ІНГЗК» за останні п'ять років, який показав, що при розмірі середнього куска підрваної гірничої маси 450 мм питомі витрати електроенергії на екскавацію досягали 1,58 кВт\*год./м<sup>3</sup>, тоді як при розмірі середнього куска 200 мм енергоємність екскавації не перевищувала 0,6 кВт\*год./м<sup>3</sup>. При цьому у першому варіанті витрати електроенергії зросли в 2,63 рази. У роботі [11, 101] запропонована енергетична шкала екскавації, переваги якої, насамперед, полягають у її універсальності, тобто значення питомої енергоємності навантаження практично не залежать від марки екскаватора типу механічна лопата. Отже, незалежна якість дроблення обумовлює високу енергоємність екскавації. Зрозуміло, що неоднорідність розміру кусків породи – серйозний недолік, властивий підривним роботам на вітчизняних залізрудних кар'єрах. Тому, велике значення має гранулометричний склад підрваної породи – кількісне співвідношення вмісту кусків (часток) різної крупності у відбитій гірничій масі. Виходячи з цього, підривні роботи необхідно проводити так, щоб у результаті первинного підривання гірський масив був рівномірно роздроблений на транспортабельні куски породи, а вихід негабаритних блоків зведений до мінімуму, тобто ступінь дроблення породи відповідала параметрам виймально-навантажувальних і транспортних машин та устаткування.

Відомо, що при всіх незаперечних перевагах автомобільного транспорту ефективність його застосування на кар'єрах обмежується досить значною витратою дизельного палива. У теперішній час частка кар'єрного автотранспорту в загальному обсязі споживаного палива досягає 70-80%. Витрати палива для кар'єрних самоскидів обумовлені великою кількістю взаємозалежних факторів конструктивного, організаційно-технічного й технологічного характеру, а також сезонно-кліматичними умовами експлуатації машин. Отже, заходи щодо економії палива необхідно розробляти в кожному конкретному випадку. При цьому енергетичні витрати при переміщенні залізної руди в кар'єрі практично не залежать від її фракційного складу (розмірів куска). Натомість зменшення енергоємності транспортування (у першу чергу витрат дизельного палива) пов'язане з впливом важливих факторів, насамперед висоти підйому вантажу при забезпеченні оптимального ухилу шляху, відстані транспортування, технічного стану автосамоскидів, якості та ширини дорожнього покриття тощо.

Енерговитрати на стадії дроблення здебільшого пов'язані з модернізацією устаткування та відповідним добром раціональних параметрів виробничого процесу (рис. 2).

У порівнянні зі стадією підривної відбійки гірничої маси на залізрудних кар'єрах ці заходи більш витратні й у ряді випадків вимагають проведення капітальної реконструкції усього комплексу дроблення.

Встановлено, що в процесах дроблення й подрібнювання залізної руди енергія руйнування залежить від трьох факторів: властивостей вихідного матеріалу – його міцності, наявності великих і дрібних тріщин, абразивності; крупності вихідних часток до дроблення й заданої крупності кінцевих часток після дроблення; способу руй-

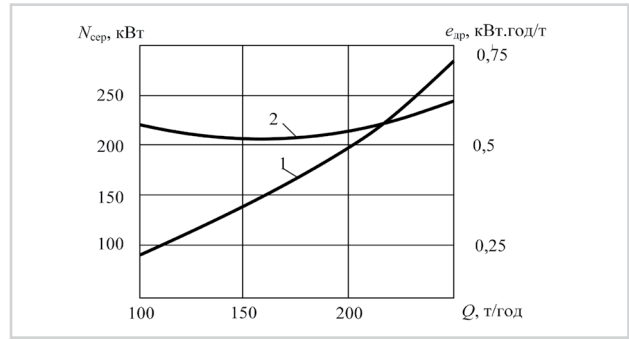


Рис. 2: Зміна потужності, що споживається  $N_{сер}$  (1) та питомої енергоємності дроблення  $e_{др}$  (2) в залежності від ступеня завантаження дробарки крупного дроблення типу ККД - 1500/180 (Q)  
Джерело: Власна розробка

Fig. 2: Change of consumed power  $N_{сер}$  (1) and energy intensity of ragging  $e_{др}$  (2) depending on the rate of the primary cone crusher KKD - 1500/180 (Q) utilization  
Source: Authors' elaboration

нування часток. Зокрема, аналіз звітних даних дробарної фабрики ПАТ «ІНГЗК» у 2013 році показав, що при розмірі середнього куска підрваної гірничої маси 400-450 мм питомі витрати електроенергії становили 3,13 кВт\*год./т, тоді як при розмірі середнього куска 200 мм енергоємність дроблення не перевищувала 2,0 кВт\*год./т. При цьому витрати електроенергії на переділі дроблення руди зросли у 1,57 раза.

Цикл збагачення залізної руди витрачає понад 19% усіх енергоресурсів гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК) та є основним споживачем електроенергії – 44,08% загальних витрат, у тому числі на подрібнення руди припадає до 30% цих витрат (табл. 1).

Табл. 1: Орієнтовний розподіл сумарних енерговитрат по технологічним процесам на ГЗК України / країн СНД, % (станом на 2010 рік)

Tab. 1: Total energy costs by technological processes at ore mining and processing plant of Ukraine / CIS, % (as for 2010)

Розподіл енерговитрат	Видобуток і транспортування гірничої маси	Збагачення	Хвостове господарство й водообіг	Огрудкування	Допоміжні цехи
Сумарні енерговитрати	14,53 / 7	19,07 / 31	7,96 / 13	53,12 / 34	12 / 15
у тому числі електроенергія	6,68 / 5,6	44,08 / 50,8	18,98 / 11,4	8,29 / 18,2	21,97 / 14

Джерело: Розраховано авторами на основі [19]

Source: Calculated by the Authors based at [19]

У цілому, при енергоємності виробництва на ГЗК у межах 75-105 кВт\*год./т, витрати електроенергії на подрібнення складають 50-60 кВт\*год./т. Отже, при виробництві 60 млн т/рік концентрату на збагачувальних фабриках України витрати електроенергії складають приблизно 6 млрд кВт\*год., у тому числі тільки на подрібнення – 3 млрд кВт\*год. [19]. Найбільш енергоємна технологічна операція збагачення сирової руди за питомим споживанням енергії (електроємністю) – це подрібнення [20] (наприклад, в умовах ПАТ «ПВДГЗК» на неї припадає близько 80% енерговитрат); перекачування пульпи насосами – понад 8%; зневоднення концентрату – 5,84%; сепарація та дешламація – 1,65%; завантаження млинів 1 стадії – 0,87%; транспортування готового концентрату на склад – 0,85%; інше електроспоживання по переділу (зварювання, освітлення, робота кранів) – 4,76% [21]. Зрозуміло, що основним споживачем електроенергії на ГЗК за вищенаведеної кількості операцій по переділу збагачення будуть рудозбагачувальні фабрики. Так, дві рудозбагачувальні фабрики (РЗФ) ПАТ «ПВДГЗК» споживають разом

понад 55% електроенергії, що використовується на комбінаті. Для порівняння агломераційна фабрика споживає лише 12% електроенергії; шламове господарство (транспортвання відходів виробництва у хвостосховища) – близько 10%; залізничний цех – 7,58%; силовий цех – 6,2%; дробарна фабрика – 4,33%; рудник – 2,64%; кисневий цех – 1,59%; інші споживачі – 1,29%. Отже, для мінімального споживання електроенергії на РЗФ у цілому необхідно в першу чергу визначити та підтримувати раціональні показники роботи кульових млинів МШР – 3600х4000 та подібних їм аналогів, більш потужних типорозмірів, як найбільш енергоємного гірничого устаткування.

Енергоємність виробництва агломерату та обкотишів також суттєво впливає на собівартість кінцевої залізвмісткої продукції. Агломераційне енерговитратне виробництво гірничо-металургійних підприємств України в складі десяти аглофабрик із загальною річною виробничою потужністю 50 млн т офлюсованого залізородного агломерату багато десятиліть (40-70 років, залежно від «віку» аглофабрик) не зазнало істотної реконструкції; воно фізично зношене (70-90%) та морально застаріле за рядом найважливіших технологічних процесів, оскільки практично не застосовуються сучасні технології та новітнє устаткування для якісної підготовки, спікання шихти й глибокої обробки продукту спікання – агломераційного спеку, що негативно впливає на стан навколишнього середовища [22]. При цьому в агломераційному виробництві використовується 5,1 м<sup>3</sup> природного газу та 15,2 кг ум. пал. електроенергії на 1 т агломерату, (для порівняння у доменному – 98,3 м<sup>3</sup>/т чавуну, у мартенівському – 72,3 м<sup>3</sup>/т сталі, у прокатному – 36,6 м<sup>3</sup>/т прокату), тобто його споживання суттєво впливає на формування показників собівартості товарної продукції й ефективність застосування енергоресурсів в цілому на окремому підприємстві. Встановлено, що дотримання у технологічному процесі оптимальної крупності аглоруди й повернення (не більше 5-6 мм), концентрату (0,07-0,1 мм), флюсових вапняків (0-3 мм, бажано 2 мм), твердого палива (0,5-3 мм, бажано 1-2 мм) забезпечує не тільки підвищення продуктивності та поліпшення міцності агломерату, але й суттєве зниження твердого палива до 15%. Крім того, впровадження додроблення руди і повернення, фактична крупність яких інколи досягає 15-20 мм, дозволить зменшити витрати твердого палива на 7%, підвищити міцність агломерату на 6% і збільшити продуктивність процесу спікання на 10%. Разом з тим витрати теплової енергії й питомі витрати твердого палива на процес спікання на вітчизняних аглофабриках вище показників для закордонної агломерації на 40-50%, а викиди шкідливих речовин у атмосферу в 4-6 разів перевищують гранично допустимі рівні. Для їх зменшення логічним буде зменшення витрат палива, енергоспоживання й використання паливних первинних ресурсів, у тому числі шляхом переходу на більш екологічнобезпечну та енергозберігаючу технологію огрудкування залізородних концентратів із подальшим отриманням та реалізацією високоякісних обкотишів на рівні сучасних видів ринку ЗРС.

## Література

1. Бесчинский А. А. Экономические проблемы электрификации / А. А. Бесчинский, Ю. Коган. [2-е изд. перераб. и доп.] – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 432 с.
2. Головкин П. И. Энергосистема и потребители электрической энергии / П. И. Головкин [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 360 с.
3. Егорьев А. П., Лисиенко В. Г., Розин С. Е., Щелоков Я. М. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов (Экономия топлива и электроэнергии) / А. П. Егорьев, В. Г. Лисиенко, С. Е. Розин, Я. М. Щелоков. – М. : Metallurgy, 1990. – 149 с.
4. Сальников А. Х. Нормирование потребления и экономия топливно-энергетических ресурсов / А. Х. Сальников, Л. А. Шевченко. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 240 с.
5. 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.

Табл. 2: **Раціональна структура використання енергетичних ресурсів по технологічним переділам ПАТ «ЦГЗК» (станом на 2013 рік при офіційному курсі долара 7,99 грн.)**

Tab. 2: **Rational structure of energy resources consumption by technology processes of PJSC «Central Ore Mining and Processing Plant» of SCM Group (as for 2013, under exchange rate of 1 USD = 7.99 UAH)**

Види енергетичних ресурсів	Видобуток руди		Дроблення руди		Збагачення руди		Огрудкування руди	
	тис. дол.	питома вага, %	тис. дол.	питома вага, %	тис. дол.	питома вага, %	тис. дол.	питома вага, %
<i>Паливо:</i>								
Газ	16,96	3,04	10,93	0,75	11,53	0,09	6899,46	58,71
Дизельне паливо	101,91	18,18	0,95	0,07	101,19	0,85	-	-
Бензин	5,12	0,91	1,36	0,09	76,85	0,65	0,42	0,004
Разом палива	123,99	22,13	13,24	0,91	189,57	1,6	6899,88	58,714
<i>Енерговитрати:</i>								
Електроенергія	421,09	75,12	1257,94	86,58	11456,30	96,67	4699,37	40,01
Вода	9,58	1,7	15,24	1,05	9,58	0,08	19,96	0,16
Стоки	5,87	1,05	9,84	0,68	5,78	0,05	13,13	1,11
Теплоенергія	-	-	156,69	10,78	189,43	1,59	114,42	0,006
Разом енергозатрат	436,54	77,87	1439,71	99,09	11661,09	98,4	4846,88	41,286
Всього	560,53	100	1452,95	100	11850,66	100	11746,76	100

Джерело: Розраховано авторами

Source: Calculated by the Authors

На підставі проведених досліджень визначено раціональну структуру застосування основних енергетичних ресурсів на гірничо-збагачувальних комбінатах (на прикладі ПАТ «ЦГЗК») (табл. 2).

## 5. Висновки

На підставі визначення енергоємності технологічних процесів встановлено вплив ключових факторів на ефективність використання енергетичних ресурсів з урахуванням особливостей і специфіки змін гірничо-збагачувального виробництва в часі та просторі у відповідності до мінливих умов ринкового господарювання та до вимог Міжнародної організації зі стандартизації (International Organisation for Standardisation, ISO). До ключових стандартів ефективності використання енергетичних ресурсів на сучасному промисловому підприємстві відносять, зокрема, наявність та впровадження у виробництво ISO 50001: 2011 – «Система енергетичного менеджменту» у комплексі з ISO 14001: 2004 – «Система екологічного менеджменту»; ISO 9001: 2008 – «Система менеджменту якості. Вимоги»; OHSAS 18001: 2007 – «Система менеджменту професійної безпеки і здоров'я».

Для оцінки ефективності й оптимізації кожного переділу й усього виробничого циклу в цілому проведено аналіз енергоємності послідовних і взаємозалежних технологічних процесів гірничо-збагачувального виробництва з відкритим способом розробки родовищ корисних копалин як універсального показника. Підкреслено вирішальне значення дотримання якості дроблення гірничої маси у кар'єрі буро-вугливого способом і рекомендоване пріоритетне регулювання його енергоємності на користь запропонованих переділів гірничо-збагачувального виробництва, зокрема в плані можливого зниження витрат на подрібнювання рудної маси.

Запропоновану схему організаційних і технологічних факторів з урахуванням визначення їх впливу на енергоємність технологічних процесів видобутку та переробки залізородної сировини доцільно застосовувати у подальших наукових дослідженнях з метою розробки відповідних заходів з енергозбереження для зниження виробничої собівартості товарної продукції на гірничо-збагачувальних підприємствах у складних умовах господарювання.

6. Кондратенко Н. О. Удосконалення організації 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.
7. Сталинский Д. В. Проблемы и перспективы энергосбережения в горно-металлургическом комплексе / Д. В. Сталинский, В. Г. Литвиненко, Р. А. Перетятко. // Экология и промышленность. – 2012. – № 1. – С. 4–10.
8. Popp D. Energy, the Environment and Technological Change [Electronic resource] / D. Popp, R. Newell, A. Jaffe, B. // Handbook of Economics of Innovation. – 2010. – No 2 – P. 873–937. – Access mode : [https://www.researchgate.net/publication/228248343\\_Energy\\_the\\_Environment\\_and\\_Technological\\_Change](https://www.researchgate.net/publication/228248343_Energy_the_Environment_and_Technological_Change) doi: 10.1016/S0169-7218(10)02005-8
9. Bleiwas D. I. Estimates of electricity requirements for the recovery of mineral commodities, with examples applied to sub-Saharan Africa. US Geological Survey, 2011. – 108 p.
10. Jarvie-Eggart Michelle E. Responsible Mining: Case Studies in Managing Social & Environmental Risks in the Developed World. Englewood, Colorado : Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2015. – 804 p.
11. Тангаев И. А. Энергоёмкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых / И. А. Тангаев. – М. : Недра, 1986. – 231 с.
12. Ракишев Б. Р. Энергоёмкость механического разрушения горных пород. / Б. Р. Ракишев. – Алматы : Баспагер, 1998. – 210 с.
13. Анистратов Ю. И. Технологические потоки на карьерах (Энергетическая теория открытых горных работ). / Ю. И. Анистратов. – М. : «Глобус», 2005. – 304 с.
14. Курленя М. В. Энергетический подход к анализу и управлению открытым способом разработки крутопадающих рудных месторождений / М. В. Курленя, М. Л. Медведев // Известия вузов. Горный журнал. – 2008. – № 1. – С. 18–28.
15. Темченко О. А. Оцінка діяльності гірничорудних підприємств при формуванні їх конкурентних позицій з урахуванням ризиків [Електронний ресурс] / О. А. Темченко // Економічний часопис XXI. – Київ. – 2015. – № 3–4 (1). – С. 80–83. – Режим доступу : [http://soskin.info/en/ea/2015/3-4-1/contents\\_19.html](http://soskin.info/en/ea/2015/3-4-1/contents_19.html)
16. Темченко О. А. Оцінювання ефективності застосування відкритої гірничої технології з позиції енергоємності / О. А. Темченко // Актуальні проблеми економіки. – 2015. – № 9. – С. 250–257.
17. Кузнецов Н. М. Рациональное электропотребление на горнодобывающих и горно-обогатительных предприятиях / Н. М. Кузнецов, В. И. Щуцкий. – М. : Апатиты, 1997. – 211 с.
18. Плащанский Л. А. Основы электроснабжения горных предприятий / Л. А. Плащанский. – М. : МГУ, 2006. – 499 с.
19. Губін Г. Г. Гірничо-металургійний комплекс України між кризами / Г. Г. Губін, А. Г. Губіна // Вісник Криворізького технічного університету. – 2010. – № 25. – С. 170–175.
20. Ляхомский А. В. Моделирование поверхности показателей энергоэффективности обогатительных производств горных предприятий / А. В. Ляхомский, С. В. Вахрушев, М. Г. Петров // Горный информационно-аналитический бюллетень, М : МГУ – 2006. – № 10. – С. 313–316.
21. Авилов-Карнаухов Б. Н. Экономия электроэнергии на рудообогатительных фабриках / Б. Н. Авилов-Карнаухов, Л. Г. Зюбровский. – М. : Недра, 1987. – 160 с.
22. Мищенко И. М. Совершенствование технологии и оборудования агломерационного производства / И. М. Мищенко, В. В. Кочура, Я. Ю. Асламова [и др.] // Metallургические процессы и оборудование. Международный научно-технический и производственный журнал. – 2011. – № 3. – С. 35–44.

Стаття надійшла до редакції 11.01.2016

## References

- Beschinskiy, A. A., & Kogan, Yu. (1983). *Economic issues of the electrification*. Moscow: Energoatomizdat (in Russ.).
- Golovkin, P. I. (1984). *Power supply system and power consumers*. Moscow: Energoatomizdat (in Russ.).
- Yegorychev, A. P., Lisienko, V. G., Rozin, S. E., & Schelokov, Ya. M. (1990). *Rational use of fuel energy resources*. Moscow: Metallurgiya (in Russ.).
- Salnikov, A. H., & Shevchenko, L. A. (1986). *Rationing of consuming and economy of fuel energy resources*. Moscow: Energoatomizdat (in Russ.).
- Sosnovskii, Yu. A., Ilnatenko, S. N., & Ponomareva, A. P. (1980). *Management of electrical and heat power savings at industrial enterprises*. Kyiv: Tekhnika (in Ukr.).
- Kondratenko, N. O. (2005). *Improvement of energy saving management* (Doctoral dissertation). Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University (in Ukr.).
- Stalinskiy, D. V., Litvinenko, V. G., & Peretyatko, R. A. (2012). Problems and outlooks of energy saving in mining and metallurgical industries. *Ekologiya i promyshlennost (Ecology and Industry)*, 1, 4–10. (in Ukr.).
- Popp, D., Newell, R., & Jaffe, A. (2010). Energy, the Environment and Technological Change. *Handbook of Economics of Innovation*, 2, 873–937. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/228248343\\_Energy\\_the\\_Environment\\_and\\_Technological\\_Change](https://www.researchgate.net/publication/228248343_Energy_the_Environment_and_Technological_Change) doi: 10.1016/S0169-7218(10)02005-8
- Bleiwas, D. I. (2011). *Estimates of electricity requirements for the recovery of mineral commodities, with examples applied to sub-Saharan Africa*. US Geological Survey.
- Jarvie-Eggart, M. E. (2015). *Responsible Mining: Case Studies in Managing Social & Environmental Risks in the Developed World*. Englewood, Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Exploration.
- Tangaev, I. A. (1986). *Power intensity of minerals mining and processing*. Moscow: Nedra (in Russ.).
- Rakishev, B. R. (1998). *Power intensity of mechanical rock crushing*. Almaty: Baspager (in Kazakhstani).
- Anistratov, Yu. I. (2005). *Technological flows at open mining pits (Energy theory of open pit mining)*. Moscow: Globus (in Russ.).
- Kurlenya, M. V., & Medvedev, M. L. (2008). Energy approach to analysis and management of steep-grade ore deposit mining. *Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal (College News. Mining Periodical)*, 1, 18–28 (in Russ.).
- Temchenko, O. A. (2015). Evaluation of mining enterprises activity while forming their competitive position with risk consideration. *Ekonomicnij chasopis XXI (Economic Annals-XXI)*, 3–4(1), 80–83. Retrieved from [http://soskin.info/en/ea/2015/3-4-1/contents\\_19.html](http://soskin.info/en/ea/2015/3-4-1/contents_19.html) (in Russ.)
- Temchenko, O. A. (2015). Evaluation of open mining technology efficiency from the position of power intensity. *Aktualni problemy ekonomiky (Actual Problems of Economy)*, 9, 250–257 (in Ukr.).
- Kuznetsov, N. M., & Schutskiy, V. I. (1997). *Rational energy consuming at mining and processing enterprises*. Moscow: Apatityi (in Russ.).
- Plaschanskiy, L. A. (2006). *Basics of energy savings at mining enterprises*. Moscow: MGGU (in Russ.).
- Hubin, H. H., & Hubina, A. H. (2010). Mining and metallurgical industry of Ukraine between breakdowns. *Visnyk Kryvorizkoho tekhnichnoho universytetu (Herald of Kryvyi Rih Technological University)*, 25, 170–175 (in Ukr.).
- Lyahomskiy, A. V., & Vahrushev, S. V., & Petrov, M. G. (2006). Energy efficiency index surface modeling for mining enterprises. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy biulleten (Mining Informational and Analytical Bulletin)*, 10, 313–316 (in Russ.).
- Avilov-Karnauhov, B. N., & Zyubrovskiy, L. G. (1987). *Energy economy at ore processing factories*. Moscow: Nedra (in Russ.).
- Mischenko, I. M., Kochura, V. V., & Aslamova, Ya. Yu. (2011). Technology and equipment development for sintering production. *Metallurgicheskie protsessy i oborudovaniye (Metallurgical Processes and Equipment)*, 3, 35–44 (in Ukr.).

Received 11.01.2016

### Index Copernicus

засвідчив високий науковий рівень  
журналу «Економічний часопис-XXI»

«Економічний часопис-XXI» пройшов процес оцінки в Index Copernicus International за 2014 рік  
([http://journals.indexcopernicus.com/Economic+Annals-XXI.p25873.html?utm\\_source=SARE&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=ICI+Journals+Master+List+2014](http://journals.indexcopernicus.com/Economic+Annals-XXI.p25873.html?utm_source=SARE&utm_medium=email&utm_campaign=ICI+Journals+Master+List+2014))

За результатами експертного висновку, імпакт-фактор «Економічного часопису-XXI»:

**Index Copernicus Value: 76.81 (Standardized Value: 7.38)**

Це свідчить про високу наукову цінність нашого видання.

Наразі «ЕЧ-XXI» зареєстровано у 8 провідних міжнародних наукометричних базах.

Пропонуємо науковцям публікувати свої статті у визнаному міжнародною науковою спільнотою українському фаховому журналі «Економічний часопис-XXI».

Редакція ЕЧ-XXI