

УДК 622.013:621.317.385

Максимов С.В., Темченко Г.В.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОМІСТКОСТІ ВИТРАТ ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Проведено аналіз структури витрат залізовмістої продукції гірничорудних підприємств з подальшим розрахунком енергомисткості виробництва та визначенням місць застосування електроенергії на основних та допоміжних операціях технологічного циклу видобутку та переробки рудної сировини. Запропоновано впровадження певних енергозберігаючих технологій у виробничий процес гірничорудних підприємств, що дозволить зменшити матеріало- та енергомисткість залізовмістої продукції та підвищити її конкурентні переваги у відповідності до сучасних вимог ринку залізорудної сировини.

**Ключові слова:** гірничорудні підприємства, залізовмістка продукція, структура витрат, енергозберігаючі технології, енергомисткість, енергетичні втрати.

There has been analyzed iron-containing product consumption at mining enterprises with further calculation of resource consumption and determination of energy consumption places in main and auxiliary operations of ore mining and processing technological cycle. There has been proposed introduction of certain energy efficient technologies into mining production that will enable reduction of material and energy consumption of iron containing products and their competitiveness increase.

**Keywords:** mining enterprises, iron-containing product, consumption structure, energy-efficient technology, energy consumption, energy losses.

Ресурсні можливості України, їх кількісний та якісний склад визначають умови для подальшого розвитку народного господарства країни, сприяє добробуту та економічній незалежності. Рушійною силою виробництва є потреби суспільства, а щоб їх задовольнити потрібні в достатній кількості ресурси.

Особливістю сучасного розвитку світової економіки є зростання обсягів виробничої діяльності, а відтак – збільшення частки споживання ресурсів, перш за все енергетичних. Як відомо, Україна належить до енерговитратних держав, тому за рахунок власних джерел вона задовольняє свої потреби у енергетичних ресурсах менш ніж на 50%. Водночас промисловість характеризується надмірними витратами цих ресурсів на одиницю валового внутрішнього продукту.

Населення в світі почало зростати неймовірними темпами, що стало можливим тільки за умови ще більшого розширення виробництва матеріальних благ. Так, якщо населення світу збільшується приблизно на 2% в рік, світове споживання товарів – на 4% в рік, то видобуток корисних копалин на кожну людину – до 10%.

Залізовмістка продукція є найважливішою стратегічною сировиною для чорної металургії – однієї із ключових галузей народного господарства, яка визначає економічну незалежність та безпеку України. Тому, в умовах обмежених фінансових можливостей гірничорудних підприємств України існує об'єктивна необхідність у визначенні оптимальної структури витрат споживаних ресурсів з метою підвищення конкурентоспроможності виробництва залізорудної продукції в цілому.

Одним із вагомих напрямів підвищення конкурентних переваг залізовмістої продукції в Україні є широке впровадження та застосування у виробничий процес енергозберігаючих заходів, враховуючи, що середні питомі витрати електроенергії на гірничорудних підприємствах України більш ніж в два рази вище, ніж на аналогічних закордонних підприємствах.

Вирішення проблеми щодо необхідності застосування енергозберігаючих заходів на промислових підприємствах вже тривалий час є предметом досліджень багатьох вчених та державних діячів, зокрема Іванова М.І., Хижняка Л.Т., Липницького Д.В., Коніщева Н.Й.,

Балашова Р.І. та інших [1]. Економічним аспектам функціонування гірничих підприємств, проблемам формування ефективних механізмів управління ресурсозбереженням на підприємствах гірничо-металургійних комплексів СНД присвячені також наукові праці В. Тарана, А. Богатирьова, І. Півоварчук, О. Харламової, Л. Рубан, С. Половнікової, А. Астахова, Н. Архіпова, Ж. Галієва, В. Ковалю, Н. Лобанова, І. Петрова, А. Петросова, В. Пономаренко, М. Рєвазова, С. Резніченко, В. Харченко та інших.

На сьогоднішній день не існує єдиного підходу у працях науковців щодо питань економії ресурсів: не розроблений єдиний критерій ресурсо- та енергозбереження на промислових підприємствах; не обґрунтовано склад показників оцінки ефективності ресурсозберігаючої діяльності підприємств.

Не дивлячись на те, що та база, яка вже розроблена, висвітлює широкий спектр напрямлень щодо вдосконалення механізму енергозбереження, але при цьому не носить комплексний характер в частині зниження енергоємності товарної продукції по всьому виробничому циклу. Тому, для підвищення ефективності діяльності гірничорудних підприємств та для обґрунтування потреби в енергозберігаючих заходах необхідно детально проаналізувати структуру виробничої собівартості залізвмісткої продукції та окреслити заходи для зниження найбільш питомих витрат. Враховуючи вищевикладене, в кризових та післякризових умовах господарювання гірничорудних підприємств існує об'єктивна необхідність створення та широкого застосування ресурсозберігаючих технологій з можливістю модернізації вже існуючих та їх подальшого удосконалення, що безперечно забезпечить стабільну та ефективну роботу підземних рудників, шахт та залізрудних кар'єрів.

В ринковій економіці найважливішою задачею для будь-якого підприємства є забезпечення рентабельності виробництва. В останні роки високі показники рентабельності гірничорудних підприємств були обумовлені здебільшого високим рівнем світових цін на залізрудну сировину. В таких сприятливих умовах робота щодо контролю та скороченню виробничих витрат на багатьох підприємствах відійшла на другий план. Зараз, коли ситуація змінилась, і очікується суттєве зростання світових цін на енергоресурси в 1,7 рази це може призвести при збереженні сучасних питомих витрат цих ресурсів до втрати конкурентоспроможності залізвмісткої продукції більшості українських гірничо-збагачувальних комбінатів. Крім того, за таких умов в найближчі декілька років існує реальна загроза системних обмежень в подачі електроенергії промисловим споживачам.

Необхідно зазначити, що основні статті витрат українських підприємств традиційно включають матеріальні витрати, енергетичні ресурси та заробітну плату. В середньостроковій перспективі динаміка вказаних статей буде визначатися, перш за все, зростанням цін на енергоносії, а також темпами інфляції в країні. Структура собівартості гірничорудних підприємств за 2008–2010 роки наведена в таблиці 1.

Однією з найбільш вагомих складових виробничої собівартості залізвмісткої продукції є витрати на електроенергію, які складають від 20,59% до 32,79% на підприємствах з відкритим способом видобутку та 8,71% до 12,97% на підприємствах з підземним способом видобутку залізної руди.

Така висока вага енерговитрат в собівартості залізвмісткої продукції обумовлена тим, що розвиток виробництва залізних руд в Україні здійснювався, в основному, за рахунок видобутку відкритим способом бідних магнетитових кварцитів з низьким вмістом корисного компоненту в руді (заліза магнітного), їх глибокого збагачення і огрудкування тонкоподрібнених кварцитів та багатих аглоруд методом агломерації та огрудкування. Добре відомо, що процес рудопідготовки та збагачення бідних залізних руд

характеризується великими витратами електроенергії та матеріалів, особливо при дробленні та подрібненні гірських порід. Сукупне споживання електроенергії підприємствами залізорудної галуззі України в 2010 склало 3% від загального енергоспоживання в державі. Із загального обсягу споживання електроенергії на видобуток залізної руди та виробництво концентрату припадає 64%, на виробництво агломерату – 21%, на випуск обкотишів – 15%.

Таблиця 1

**Структура витрат на виробництво продукції гірничорудними підприємствами України за 2008-2010 рр.**

| Підприємство   | Роки | Витрати на виробництво залізвмісткої продукції |                         |                        |                            |                             |                            |                           |
|--|------|--|-------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
|  |      | Матеріальні ресурси                            |                         | Амортизація            | Оплата праці               | Відрахування на соц. захист | Інші витрати               | Разом                     |
|  |      | Матеріали                                      | Електроенергія          |                        |                            |                             |                            |                           |
| <b>Підприємства з підземним способом видобутку залізної руди</b> |      |  |                         |                        |                            |                             |                            |                           |
| ПАТ «КЖРК»   | 2008 | <u>213209</u><br>20,94                         | <u>103050</u><br>10,12  | <u>62769</u><br>6,16   | <u>26769</u><br>6<br>26,29 | <u>105105</u><br>10,32      | <u>266449</u><br>26,17     | <u>101827</u><br>8<br>100 |
|  | 2009 | <u>245117</u><br>22,75                         | <u>105388</u><br>9,78   | <u>67840</u><br>6,3    | <u>27644</u><br>0<br>25,65 | <u>113295</u><br>10,51      | <u>269506</u><br>25,01     | <u>107758</u><br>6<br>100 |
|  | 2010 | <u>403537</u><br>26,16                         | <u>179393</u><br>11,63  | <u>68158</u><br>4,42   | <u>37561</u><br>2<br>24,35 | <u>153993</u><br>9,98       | <u>361811</u><br>23,46     | <u>154250</u><br>4<br>100 |
| ПАТ «Євраз Суха Балка»   | 2008 | <u>134996</u><br>24,85                         | <u>51389</u><br>9,46    | <u>23295</u><br>4,29   | <u>13393</u><br>4<br>24,66 | <u>52725</u><br>9,7         | <u>146889</u><br>27,04     | <u>543228</u><br>100      |
|  | 2009 | <u>102341</u><br>16,46                         | <u>54140</u><br>8,71    | <u>128923</u><br>20,74 | <u>11702</u><br>5<br>18,83 | <u>45693</u><br>7,35        | <u>173459</u><br>27,91     | <u>621581</u><br>100      |
|  | 2010 | <u>68490</u><br>9,07                           | <u>75052</u><br>9,93    | <u>123888</u><br>16,39 | <u>13118</u><br>5<br>17,36 | <u>60878</u><br>8,05        | <u>296313</u><br>39,2      | <u>755806</u><br>100      |
| ЗАТ «ЗЗРК»   | 2008 | <u>333722</u><br>43,24                         | <u>100104</u><br>12,97  | <u>34619</u><br>4,49   | <u>18906</u><br>2<br>24,5  | <u>62762</u><br>8,13        | <u>51533</u><br>6,67       | <u>771809</u><br>100      |
| <b>Підприємства з відкритим способом видобутку залізної руди</b> |      |  |                         |                        |                            |                             |                            |                           |
| ПАТ «Полтавський ГЗК»  | 2008 | <u>1271238</u><br>37,29                        | <u>802898</u><br>23,56  | <u>156639</u><br>4,6   | <u>27727</u><br>7<br>8,13  | <u>101243</u><br>2,97       | <u>799282</u><br>23,45     | <u>340857</u><br>7<br>100 |
|  | 2009 | <u>1438116</u><br>38,77                        | <u>853339</u><br>23,01  | <u>211682</u><br>5,71  | <u>29075</u><br>8<br>7,84  | <u>106725</u><br>2,88       | <u>807938</u><br>21,79     | <u>370855</u><br>8<br>100 |
|  | 2010 | <u>2116338</u><br>36,12                        | <u>1527879</u><br>26,08 | <u>241312</u><br>4,1   | <u>35214</u><br>7<br>6,0   | <u>130625</u><br>2,2        | <u>149013</u><br>1<br>25,5 | <u>585843</u><br>2<br>100 |
| ПАТ «Північний ГЗК»  | 2008 | <u>1208510</u><br>36,21                        | <u>774461</u><br>23,2   | <u>150537</u><br>4,51  | <u>33561</u><br>3<br>10,05 | <u>125289</u><br>3,75       | <u>743783</u><br>22,28     | <u>333819</u><br>6<br>100 |
|  | 2009 | <u>1514754</u><br>36,69                        | <u>852022</u><br>20,64  | <u>562913</u><br>13,64 | <u>30430</u><br>4<br>7,372 | <u>113276</u><br>2,744      | <u>780746</u><br>18,91     | <u>412801</u><br>5<br>100 |
|  | 2010 | <u>1757570</u><br>32,51                        | <u>1292359</u><br>23,89 | <u>1039768</u><br>19,2 | <u>36930</u><br>4<br>6,8   | <u>137013</u><br>2,5        | <u>813608</u><br>15,1      | <u>540962</u><br>2<br>100 |

|                  |          |                         |                         |                        |                            |                       |                        |                           |
|------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| ПАТ «ЦГЗК»       | 200<br>8 | <u>479647</u><br>27,62  | <u>447722</u><br>25,78  | <u>94396</u><br>5,44   | <u>24714</u><br>6<br>14,23 | <u>93338</u><br>5,37  | <u>374454</u><br>21,56 | <u>173670</u><br>2<br>100 |
|                  | 200<br>9 | <u>596982</u><br>31,1   | <u>395181</u><br>20,59  | <u>216652</u><br>11,29 | <u>22388</u><br>6<br>11,67 | <u>87102</u><br>4,54  | <u>399483</u><br>20,81 | <u>191928</u><br>6<br>100 |
|                  | 201<br>0 | <u>665081</u><br>26,6   | <u>684410</u><br>26,3   | <u>423719</u><br>16,3  | <u>27343</u><br>4<br>10,5  | <u>103209</u><br>3,9  | <u>452468</u><br>17,4  | <u>260232</u><br>1<br>100 |
| ПАТ<br>«ПівдГЗК» | 200<br>8 | <u>973653</u><br>41,16  | <u>724529</u><br>30,63  | <u>91428</u><br>3,87   | <u>25845</u><br>1<br>10,93 | <u>96332</u><br>4,07  | <u>221031</u><br>9,34  | <u>236542</u><br>4<br>100 |
|                  | 200<br>9 | <u>590664</u><br>28,68  | <u>579466</u><br>28,14  | <u>102623</u><br>4,98  | <u>24765</u><br>7<br>12,03 | <u>92376</u><br>4,49  | <u>446439</u><br>21,68 | <u>205922</u><br>5<br>100 |
|                  | 201<br>0 | <u>795206</u><br>25,29  | <u>1030275</u><br>32,76 | <u>95347</u><br>3,03   | <u>32704</u><br>5<br>10,39 | <u>146402</u><br>4,66 | <u>750642</u><br>23,87 | <u>314491</u><br>7<br>100 |
| ПАТ<br>«ІнГЗК»   | 200<br>8 | <u>806552</u><br>36,77  | <u>636478</u><br>29,02  | <u>195169</u><br>8,9   | <u>31732</u><br>6<br>14,47 | <u>107891</u><br>4,92 | <u>129822</u><br>5,92  | <u>219323</u><br>8<br>100 |
|                  | 200<br>9 | <u>716915</u><br>26,8   | <u>793786</u><br>29,68  | <u>358849</u><br>13,42 | <u>28736</u><br>5<br>10,74 | <u>102076</u><br>3,82 | <u>415491</u><br>15,54 | <u>267448</u><br>2<br>100 |
|                  | 201<br>0 | <u>1037853</u><br>27,71 | <u>1228004</u><br>32,79 | <u>487221</u><br>13,01 | <u>33824</u><br>0<br>9,03  | <u>123909</u><br>3,31 | <u>529828</u><br>14,15 | <u>374505</u><br>5<br>100 |

Примітка: чисельник – тис. грн., знаменник – відсоток

Використання електроенергії на основних (в відсотках до виробничих витрат, в середньому для гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу по переділам- видобуток руди, дроблення, збагачення, огрудкування або агломерація) і допоміжних операціях технологічного процесу видобутку та переробки залізорудної сировини наведено на рис. 1.

Процес споживання енергетичних ресурсів на гірничорудних підприємствах формується під впливом великого числа гірничо-геологічних, виробничо-технологічних, організаційно-управлінських факторів і представляє собою випадковий процес. Це тягне за собою необхідність застосування при проведенні енергетичних досліджень методів аналізу, які дозволили б ідентифікувати процес енергоспоживання як випадковий процес.

Процес енергоспоживання на гірничорудних підприємствах передбачає: аналіз загального по підприємству режиму енергоспоживання, 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, споживання енергетичних ресурсів, критичний аналіз енергетичних потоків з визначенням напрямів зниження рівня енергоспоживання; синтез проектних рішень з підвищення енергоефективності; експертиза проектних рішень в тому числі проведення їх техніко-економічної оцінки з складанням проекту програми підвищення енергоефективності підприємства; презентація результатів енергетичних ресурсів, що забезпечує мотивацію відповідальних осіб вищого менеджменту щодо реалізації політики підвищення енергоефективності та зниження собівартості продукції.

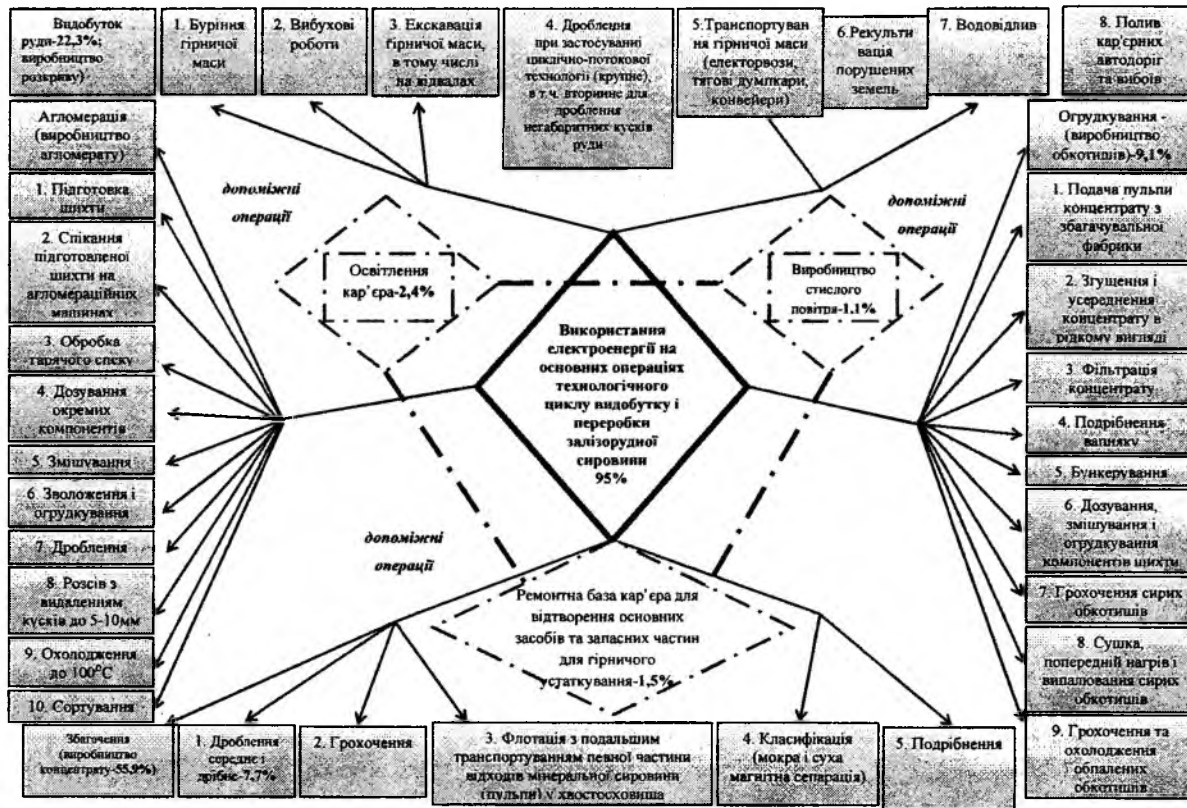


Рис.1. Використання енергетичних ресурсів (електроенергії) на основних і допоміжних операціях технологічного процесу видобутку та переробки залізорудної сировини

Як відомо, основна частка техніко-економічних обґрунтованих енергозберігаючих заходів припадає на електроенергію і становить 60–65%. Це обумовлено тим, що електроенергія є найбільш застосованим видом енергії і разом з тим достатньо коштовним. В зв'язку з цим, більшість заходів, направлених на економію електроенергії пов'язано перш за все з компенсацією реактивною потужності, фільтрацією вищих гармонічних складових, використанням енергоефективних джерел освітлення; з оптимізацією режимів навантаження трансформаторів і електродвигунів; використанням частотно-регульованого електроприводу на насосних установках із стабілізацією тиску в гідросистемі та рівня рідини в ємностях; заміною енергоємних компресорних установок на установки з меншим питомим енергоспоживанням.

Раціональне використання різних видів ресурсів у процесі виробництва має особливо важливе значення в економіці, а саме:

Досягається зростання продуктивності праці, рентабельності виробництва, фондівіддачі, прибутку шляхом зменшення питомих витрат, витрат ресурсів і зниження кількості відходів, які утворюються у процесі виробництва залізозмісткої продукції;

Оскільки ресурси є основною частиною оборотних коштів, то прискорення їх обігу дозволить вивільнити додаткові фінансові ресурси;

Зниження матеріало- та енергомискості продукції, використання у виробництві вторинних ресурсів і відходів, впровадження технологій замкнутого циклу зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.

Існує декілька узагальнюючих показників, які характеризують ступінь використання ресурсів на підприємстві: виробництво продукції на одиницю витрат ресурсів; витрати на

одиночку реалізованої продукції; прибуток на одиницю загальних витрат; рентабельність реалізованої продукції; частка приросту продукції за рахунок інтенсифікації виробництва; темп зростання реалізованої продукції; показники відносної економії основних виробничих фондів, нормованих оборотних коштів, матеріальних витрат, фонд оплати праці.

Узагальнюючим показником, який відображає співвідношення результатів діяльності з витратами підприємства (Р), що були витрачені для одержання максимального доходу є ресурсоемність виробництва (1).

$$P = \frac{ПС + ІОВ + ФВ + ВК + ІВ}{ЧД + ІОД + ДК + ІФД + ІД + НД}, \quad (1)$$

де Р – ресурсоемність підприємства (грн./грн.); ПС – повна собівартість реалізованої продукції; ІОВ – інші операційні витрати; ФВ – фінансові витрати; ІВ – інші витрати; ЧД – чистий дохід від реалізації (товарів, робіт, послуг); ІОД – інші операційні доходи; ДК – дохід від участі в капіталі; ІФД – інші фінансові доходи; ІД – інші доходи; НД – надзвичайні доходи.

Але на нашу думку, узагальнюючим (інтегральним) показником ефективності використання електроенергії по видобутку залізної руди (Е) краще визначати з виразу (2) [2]:

$$E = \frac{W_{ит}, MB_{г} \cdot 200^2 \cdot \text{осіб}}{\Pi_{пр} \cdot m^2}, \quad (2)$$

де,  $W_{ит}$  – питомі витрати електроенергії на видобуток залізної руди, МВтгод/т;  $\Pi_{пр}$  – продуктивність праці по видобутку руди, т/люд-год.

В свою чергу показники питомих витрат електроенергії ( $W_{ит}$ ) та продуктивності праці ( $\Pi_{пр}$ ) розраховуються виходячи із формул відповідно (3) та (4).

$$W_{ит} = \frac{X_1}{X_2}, \quad (3)$$

$$\Pi_{пр} = \frac{X_2}{X_3 \cdot X_4}, \quad (4)$$

де,  $X_1$  – обсяг спожитої електроенергії, МВт/год.;  $X_2$  – обсяг видобутку залізної руди, т.;  $X_3$  – середньоспискова чисельність працівників, осіб.;  $X_4$  - кількість відпрацьованих змін, год.

Виходячи із вищезазначеного, особливу увагу в найближчій перспективі потребує розвиток технологічного аспекту подальшої розробки залізородних родовищ, а саме створення і впровадження сучасних ресурсозберігаючих технологій, що забезпечить збереження природних та техногенних мінеральних ресурсів і природного середовища при зниженні трудових, енергетичних і матеріальних ресурсів, збереження і відновлення порушених земель і ландшафтів, а також режиму поверхневих і підземних вод. З метою вирішення наведених завдань слід виділити наступні пріоритетні технології: глибока переробка корисних копалин (витяг всіх корисних компонентів, що утримуються в залізородній сировині в контурах кар'єру, складах збалансованих руд, в хвостах збагачувальних фабрик, металургійних шлаків та інших відходах гірничо-металургійного виробництва); комплексне освоєння надр природних і техногенних родовищ; гідросвердловинний витяг цінних компонентів із родовищ корисних копалин; збагачення корисних копалин з використанням вібраційних впливів; виймання мінеральної сировини в вибоях без застосування людської праці; очищення промислових та природних вод; переробка та водопідготовка при збагаченні різних видів мінеральної та техногенної

сировини; широке застосування комбінованих геотехнологій (поєднання відкритого і підземного способу розробки родовищ корисних копалин) [3].

Таким чином, впровадження вищезазначених енергозберігаючих технологій у виробничий процес гірничорудних підприємств дозволить суттєво зменшити матеріало- та енергоміскість залізвмісткої продукції та підвищити її конкурентні переваги на внутрішніх та зовнішніх ринках залізорудної сировини, а також забезпечить певний економічний, екологічний та соціальний ефекти для підприємств ГМК України в цілому.

### *Література:*

1. Ресурсосбережение промышленных предприятий /Н.И. Иванов, А.В. Бреславцев, Л.Г. Хижняк и др.; под ред. Н.И. Иванова; НАН Украины, Ин-т эк-ки пром-ти.-Донецк: ИЭН, 1999.-355 с.
2. Васильев И.Е. Анализ, расчет и прогнозирование потребления электроэнергии в горнорудной промышленности: Монография. Владикавказ: СОГУ,1992.-196 с.
3. Трубецкой К.Н. Развитие науки, техники и технологии в области комплексного освоения месторождений при открытом способе //Горный журнал.-2009.-№1.-С.4-7.

*Рекомендовано до публікації*  
д.е.н. Варва Л.М. 12.03.12

*Надійшла до редакції*  
01.04.12