

модернізації ГТУ потужністю 16 МВт, на 18,1 % – при модернізації установок потужністю 10 МВт і на 4,2 % при модернізації установок потужністю 6 МВт. Рекомендовані параметри регенераторів для модернізації існуючих ГТУ: теплова ефективність 0,82, сумарні відносні втрати тис. робочого тіла 0,035, для нових установок – 0,837 і 0,032 відповідно. За рахунок застосування трубчастих поверхонь, профільованих лунками, можна знизити масу трубчатого регенератора на 15-20 % і наблизити його показники до показників пластинчастих регенераторів.

Ключові слова: газотранспортна система, газотурбінні установки, регенерація теплоти, регенератор, коефіцієнт корисної дії, витрати палива.

Надійшла 17.05.2019

Received 17.05.2019

УДК 622.27:005.336.1:622.34.012

С.М. Стовпник, к.т.н, доц., ORCID 0000-0001-5664-8680

О.А. Темченко, д.т.н., проф., ORCID 0000-0003-0020-2430

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Криворізький економічний інститут ДВНЗ

«Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана»

ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГЕОТЕХНОЛОГІЙ НА ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Розглянуто проблеми низької енергоефективності на гірничорудних підприємствах та перспективи впровадження конкурентоспроможних геотехнологій виробництва залізомісткої продукції на Україні. Систематизовані передумови формування та перспективи впровадження ефективних геотехнологій підземної та відкритої розробки залізничних родовищ в умовах трендів сталого розвитку. Наведено науково-технічні проблеми видобутку залізних руд, що впливають на економічну доцільність подальшої розробки родовищ корисних копалин України відкритим способом на глибоких горизонтах кар'єрів (понад 400 м). Запропоновані пріоритетні напрями досліджень щодо впровадження стратегій підвищення енергоефективності вітчизняних гірничорудних підприємств в умовах невизначеності.

Ключові слова: енергоефективність, геотехнологія, гірничорудні підприємства, спосіб розробки залізничних родовищ.

Вступ

В теперішній час цілком зрозуміло, що перед людством стоїть проблема вичерпання запасів горючих копалин, які є одночасно найціннішою хімічною сировиною. При цьому застосування всіх видів палива супроводжується інтенсивним забрудненням навколишнього середовища. Дефіцит енергії змушує людство залучати до енерговиробництва більш широке коло природних явищ, шукати надійні шляхи і способи підвищення коефіцієнту корисної дії, виробництва і використання енергії, а також ширше впроваджувати ресурсозберігаючі екологічно безпечні геотехнології, зокрема на енергоємних технологічних процесах видобутку, транспортування, дроблення та збагачення залізної руди на потужних гірничозбагачувальних комбінатах [1-3]. Сучасні тенденції збільшення споживання енергоресурсів призводять до вражаючих негативних наслідків з одночасним ускладненням екологічного навантаження на довкілля. Виконані дотепер дослідження показують, що, незважаючи на певні досягнення в області енергозбереження [4-7], є значний нереалізований потенціал науково обгрунтованого управління енергетичними ресурсами на підземних гірничих роботах для підвищення їх енергоефективності [8-12].

© С.М. Стовпник, О.А. Темченко, 2019

Тому, в умовах зростаючого дефіциту енергоресурсів вирішення проблеми підвищення економічного потенціалу України можливе шляхом розробки і широкого впровадження енергозберігаючих технологій із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем. Аналіз роботи сучасних залізрудних підприємств й наукової літератури свідчать про низький рівень технологічного забезпечення енергоемності товарної продукції у порівнянні з закордонними аналогами. Незважаючи на те, що в цьому напрямку проводяться теоретичні й практичні роботи, стосовно гірничорудних підприємств Кривбасу комплексні системні дослідження з проблеми управління стратегічними змінами в контексті підвищення їх енергоефективності на основі енергетичної та еколого-економічної оцінки ефективності видобутку та переробки залізних руд з урахуванням сучасних трендів глобальної економіки за останній час практично не виконувалися, що вказує на їх актуальність.

Мета та завдання роботи

З урахуванням вищезазначеного мета та ключове завдання роботи полягають у визначенні пріоритетних заходів щодо впровадження ефективних геотехнологій та стратегій стійкого розвитку з позиції підвищення енергоефективності на сучасних гірничорудних підприємствах в умовах невизначеності.

Матеріал та результати досліджень

Досягнення поставленої мети пропонується вирішити шляхом прогнозування впливу конструктивних елементів та геометричних параметрів систем розробки при випуску і доставці залізної руди на надійність основних технологічних процесів з використанням інтелектуальних інформаційних систем в контексті впровадження заходів з енергозбереження електроенергії, стислого повітря та інших допоміжних ресурсів, при проведенні підземних гірничих робіт на глибоких горизонтах шахт (понад 1500 м) та подальшого відпрацювання залізрудних родовищ корисних копалин України відкритим способом на значних глибинах в кар'єрах (понад 400 м).

Отже, визначальними факторами низької енергоефективності на гірничорудних підприємствах України в теперішній час є:

а) недостатній контроль над процесом споживання енергетичних ресурсів, а саме: облік витрат енергоресурсів не враховує всі їх види, що не дозволяє скласти відповідні баланси енергоспоживання; при цьому такий облік зазвичай не інтегровано з показниками, що характеризують обсяги гірничого виробництва; режими управління енергоспоживаючим устаткуванням на окремих технологічних процесах видобутку руди не забезпечують мінімізації витрат енергоресурсів;

б) планування, оперативне управління та звітність практично не враховують витрати енергетичних ресурсів відносно виконаних обсягів гірничого виробництва та умов технологічного процесу, що змінюється за звітний період;

в) управління енергоресурсами на гірничорудних підприємствах з підземним способом видобутку руди в недостатньому ступеню використовує як технічні (коефіцієнт корисної дії, коефіцієнт потужності, коефіцієнт завантаження спеціалізованого обладнання), так і управлінські (організація, мотивація, інформаційне, маркетингове, інвестиційне забезпечення) чинники. При цьому майже не проводиться якісний енергоаудит поточної оцінки стану управління енергоресурсами;

г) основні засоби, і власне технологічні процеси шахт і рудників характеризуються високою енергоемністю на фоні застосування фізично та морально спрацьованого гірничого устаткування (понад 70 %);

д) недостатнє інвестування енергоефективності, що не дозволяє широко впроваджувати на підземних гірничих роботах енергозберігаючі заходи, а також поліпшувати екологічну ситуацію у навколишньому середовищі регіону;

е) програми підвищення енергоефективності на гірничорудних підприємствах недостатньо враховують сучасні концепції управління енергоресурсами, що повинні базуватися на положеннях і методах енергетичного менеджменту, без відповідного техніко-економічного обґрунтування, що суттєво ускладнює подальший стійкий розвиток вітчизняних промислових компаній, особливо за складних умов господарювання, економічної нестабільності та невизначеності перспектив діяльності;

Рівень енерговитрат на гірничорудних підприємствах (електроенергії, енергії буро-вибухових робіт, стислого повітря, технічної води, теплової енергії при обігріву стовбурів взимку) обумовлюється, насамперед, властивостями гірських порід, технологічними можливостями застосовуваного устаткування і організацією гірничого виробництва. Тому проблему енергозбереження необхідно вирішувати з використанням сучасних інтелектуальних інформаційних систем, розглядаючи основні технологічні процеси видобутку і переробки залізної руди в єдиній організаційній сукупності.

Відомо, що значний вплив на показники енергоефективності подальшої експлуатації залізрудних родовищ України відкритим способом на значних глибинах (понад 400 м) чинить обрана система його розробки. Кожна система має визначені елементи (висота уступу, ширина робочої площадки, довжина

фронті гірничих робіт тощо), параметри яких, насамперед, залежать від обраних видів та типів гірничотранспортного устаткування, зокрема автомобільного.

В якості визначального критерію при встановленні ступеня ефективного використання автомобільного транспорту на рудних кар'єрах передбачається середньозважений ухил автошляхів, який обумовлює умови експлуатації автотранспорту при максимальній глибині відкритих гірничих робіт до 850 м. При цьому умовні витрати палива при транспортуванні гірничої маси кар'єрними автосамоскидами складають 80-140 г/т-км, тобто при перевезенні 1 т гірничої маси необхідно витратити до 2 л дизельного палива. Наприклад, автосамоскид вантажопідйомністю 110 т витрачає приблизно 465 л палива на 100 км. Тому, у загальній собівартості транспортування гірничої маси витрати на дизельне паливо в теперішній час складають 15...30 %.

Перехід на автомобільно-конвеєрний транспорт для більшості сучасних кар'єрів відбувається на глибині понад 100 м. Нижня межа використання конвеєрного підйомника залежить від витрат на гірничо-капітальні роботи (проведення траншей, стовбурів, облаштування естакад, мостів), на облаштування галерей та спорудження будівель перевантажувальних вузлів з їх устаткуванням. При цьому, продуктивність конвеєрного підйомника не залежить від глибини розташування перевантажувального пункту, що є основною перевагою перед автомобільно-скаповим транспортом. В глибоких кар'єрах скапові підйомники ефективно застосовувати до глибини 400 м (зокрема, 250...350 м), рідше на діючих родовищах до 450 м. Вже на глибинах після 350 м скапове устаткування стає громіздким, потребує використання канатів великого діаметра та по енергетичним витратам є не конкурентоспроможним по відношенню до автомобільно-конвеєрного транспорту, зокрема, з збільшенням глибини розташування перевантажувального пункту суттєво знижується продуктивність кар'єрного скапового підйомника.

Проведений аналіз енергоефективності гірничого виробництва дозволяє стверджувати, що можливість використання різних технологічних процесів, окремих видів і типів устаткування й технологічних схем їх взаємодії, певних способів здійснення видобувних і розкривних робіт дозволяє формувати безліч технологічних варіантів розробки родовища. При цьому вибір певної організаційно-технологічної схеми розглядається як динамічна сукупність кар'єрного устаткування і гірничотехнічних елементів, зокрема, відображення динаміки розташування кар'єрного устаткування та динаміки зміни елементів систем розробки і розкриття, їх параметрів, наприклад, визначення кількісних та якісних показників вантажопотоків.

Оскільки всі гірничі підприємства мають власні унікальні умови розробки родовищ корисної копалини, що відрізняють їх один від одного, а також різні техніко-економічні показники, які дозволяють їм займати певні місця у ринковому середовищі, виникає проблема їх рейтингової оцінки. Однак рейтингова оцінка це статична характеристика, яка дозволяє визначати сучасний стан підприємства. Для того щоб одержувати перемогу у ринковій боротьбі необхідно постійно й наполегливо займатись удосконаленням виробничо-господарської діяльності. Тому проблема полягає не тільки в оцінці, але й у формуванні ефективної стратегії подальшої розробки родовищ корисних копалин з позиції забезпечення конкурентоспроможності товарної продукції та можливості підвищення її конкурентних переваг на Європейському та світовому ринку залізорудної сировини.

Аналіз наукових праць і практики роботи глибоких залізорудних кар'єрів показує, що існує цілий ряд характерних проблем, обумовлених: істотним збільшенням витрат на видобуток корисної копалини у зв'язку з досягненням кар'єрами глибини 400 метрів і більше; обмеженими можливостями в інтенсифікації виробничих процесів через скорочення фронту робіт, у тому числі при вирішенні задачі формування оптимальних кар'єрних рудопотоків та забезпечення надійності функціонування гірничотранспортних комплексів у несприятливих умовах в контексті підвищення ефективності залізорудного виробництва; зменшенням ґрунтовних досліджень щодо перспектив подальшого ефективного застосування відкритої гірничої технології за останні 30 років, і відповідно відсутністю належного практичного досвіду ведення гірничих робіт на великих глибинах; відсутністю апробованих науково-методичних рекомендацій із проектування розвитку гірничих робіт у глибоких кар'єрах на основі економічних показників.

Значна частина цих проблем є наслідком погіршення гірничо-геологічних умов виробництва з ростом глибини гірничих робіт, а також відсутністю науково проробленої концепції та стратегій розвитку кар'єрів на весь строк експлуатації залізорудного родовища. У той же час практика роботи потужних глибоких кар'єрів вказує на те, що вже сформовано передумови для вирішення вище перерахованих проблем: розроблені й випускаються промисловістю мобільні дробильно-перевантажувальні пункти у комбінації з мобільними міжступінними перевантажувачами, озброєними крутопохилими (до 45°) конвеєрами; досягнуто істотного прогресу у проведенні буро-вибухових робіт, що забезпечує високу ефективність підготовки гірничої маси до транспортування конвеєрами; накопичено досвід роботи з навантажувально-транспортним устаткуванням великої продуктивності та одиначної потужності.

Отже, необхідно розробити сучасні рекомендації для встановлення раціональних параметрів відкритої розробки родовищ. Підвищення ефективності відкритої розробки родовищ базується на ідеї

широкого впровадження ресурсо- енергозберігаючих та природоохоронних технологій, що передбачає вирішення таких питань, як: складання балансу по мінеральній сировині; створення умов для залучення усіх мінерально-сировинних ресурсів у господарський оборот з максимальним використанням їх відходів і ліквідацією неминучих залишків; повний облік усіх можливих джерел утворення мінеральної сировини не тільки природного, але й техногенного походження.

В останні десятиріччя на багатьох гірничорудних підприємствах відбувалося значне недовиконання обсягів розкривних робіт по відношенню до проектних показників. Це було викликано скороченням поточних обсягів розкривних робіт, яке відбулося за рахунок подвоєння уступів, скорочення ширини робочої площадки, що призвело до зменшення довжини активного фронту гірничих робіт та створення тимчасово неробочих бортів у кар'єрі. У цих умовах з'являються не передбачені проектом ділянки робіт, де продуктивність екскаваторно-автомобільного комплексу устаткування стає нижчою з урахуванням роботи гірничотранспортного устаткування на здвоєних уступах, відпрацювання вузьких заходок, збільшення тривалості рейсу автосамоскидів за відсутності наскрізного проїзду по горизонту тощо. За таких обставин з'являється об'єктивна необхідність підвищення ефективності використання устаткування, у тому числі шляхом забезпечення оптимізації параметрів робочого борту кар'єру на основі математичного моделювання його побудови. Тому, технологічні передумови, що формують та визначають ефективність відпрацювання запасів родовища, важливо доповнити теоретичними напрацюваннями з питань формування обґрунтованої стратегії розвитку кар'єру на весь період його експлуатації. При цьому визначальним напрямком є вибір технологічних комплексів транспортування гірничої маси відповідно до раціональної області їх використання, оскільки помилки у виборі транспортного технологічного комплексу на початковому етапі призведуть до необхідності продовження строку їх роботи в нераціональній області й зменшать ефективність розробки родовища в цілому. Отже, в теперішній час для успішного проведення стратегічних змін з метою підвищення ефективності виробничо-господарської діяльності гірничорудних підприємств України необхідно розробляти і впроваджувати нові підходи щодо методів оцінки й оптимізації параметрів гірничих робіт, засновані на раціональному використанні ресурсів, що беруть участь при розробці і ефективній подальшій експлуатації залізрудного родовища.

Традиційна технологія ведення відкритих гірничих робіт на глибоких горизонтах кар'єрів майже вичерпала свої можливості. Тому необхідно оперативнo впроваджувати більш прогресивні способи розробки родовищ, що передбачають своєчасну утилізацію максимальних обсягів відходів гірничорудного виробництва у вироблених просторах, збільшення кутів укосів нижніх ділянок бортів кар'єрів з подальшим їх підтриманням у стійкому стані піднавантаженням розкривними породами, підпірними ціликами або відповідним режимом відкритих і підземних робіт. Поліпшення екологічної ситуації в регіонах, підтримання потужностей з видобутку руд і підвищення ефективності гірничого виробництва можливі за рахунок комплексного способу розробки родовищ корисних копалин, що дозволить зберегти не тільки навколишнє середовище за рахунок своєчасного розміщення максимальних обсягів відходів гірничо-металургійного комплексу у вироблених просторах, скорочення площ вилучених земель і повного вилучення цінних компонентів з порід і руд, що виймаються, але й знизити на 26...38% капітальні та поточні витрати шляхом організації єдиної схеми розкриття, осушення, провітрювання, електропостачання з одночасним поліпшенням довкілля тощо.

Сучасний гірничо-збагачувальний комбінат переробляє близько 35 млн. тон сирової руди, при видобутку якої на залізрудних кар'єрах використовується в основному електроенергія, дизельне паливо і енергія вибухових речовин (ВВ), а також застосовується обладнання з встановленою потужністю близько 700 МВт, зокрема, на виробництво товарної залізвмісткої продукції витрачається близько 2,5 млрд. кВт.год електричної енергії. Постачання таких підприємств електроенергією здійснюють напругою 110 - 120 кВ з облаштуванням декількох підстанцій глибокого вводу. Електроприймачі живляться напругою 6-10 кВ і 0,4 кВ, а основними споживачами є: бурові верстати, екскаватори, електровозний транспорт, конвеєрні підйомники з дробарками. З урахуванням вищезазначеного зрозуміло, що основну частку в кошторису операційних витрат для видобутку 1 т руди на сучасних залізрудних кар'єрах становлять саме витрати на енергоресурси. Зокрема, орієнтовний розподіл сумарних енерговитрат на гірничо-збагачувальних комбінатах України виглядає наступним чином: на видобуток 1 тони сирової руди припадає 6,4 - 8,3 кВт-год електроенергії, на внутрішньокар'єрний транспорт рудника - 3,0- 3,5 кВт-год., і транспортування залізрудної сировини з поверхових площадок кар'єра до збагачувальних фабрик – 2-3 кВт-год, а для отримання 1 тони товарного концентрату витрачається близько 145 кВт.год електроенергії. Отже, найбільш енергоємним технологічним процесом переробки руди є збагачення, у якому витрачається близько 20% всіх енергоресурсів комбінату і є основним споживачем електроенергії – понад 45 % загальних витрат, а на подрібнення мінеральної сировини приходиться до 30% зазначених витрат. Разом з тим, витрати на амортизацію з метою відновлення техніко-експлуатаційних характеристик застарілого гірничого устаткування в цілому по гірничозбагачувальним підприємствам Кривбасу за 2016 – 2017 роки змінюються лише в межах від 23,8% до 18,5%, причому спостерігається тенденція до їх зниження, що

негативно впливає на можливості оновлення техніко-технологічної бази і відповідно зниження значних коефіцієнтів спрацювання енергоємного обладнання на рівні 70 % по основним технологічним переділам видобутку і переробки залізорудної сировини. Енергетичні витрати на матеріали протягом останніх років мають тенденції суттєво підвищуватись і досягають 50 % усіх операційних витрат гірничорудного підприємства.

Значимість підвищення ефективності енергозбереження на сучасних кар'єрах обумовлюється загальним зростанням потреби в енергії, відносною обмеженістю і подорожчанням первинних енергоресурсів, посиленням екологічних вимог до гірничодобувної галузі вітчизняної промисловості та до охорони навколишнього середовища в цілому. За таких умов успішний розвиток енергоефективності буде полягати в нарощуванні обсягів виробництва первинних енергоресурсів при пріоритетному впровадженні енергозбереження, насамперед, в енергоємні технологічні процеси, зокрема на етапі подрібнюванні залізорудної сировини кульовими млинами.

Висновки

З урахуванням вищезазначеного, перспективними напрямками подальшої ефективної експлуатації залізорудних родовищ України відкритим способом є:

розробка та оперативне впровадження обґрунтованих ресурсозберігаючих екологічно безпечних геотехнологій та природоохоронних стратегій своєчасного переходу на комбінований відкрито-підземний спосіб відпрацювання певного родовища корисних копалин;

використання підземних виробок для транспортування гірничої маси автосамоскидами, а також застосування сучасних дизель-тролейзовів та похилих кар'єрних автомобільних підйомників і похилих кар'єрних конвеєрних або скіпових підйомників з метою комплексного відпрацювання глибоких горизонтів крутопохилих родовищ в найближчій перспективі;

впровадження мобільних дробарних комплексів у кар'єрі та внутрішнього відвалоутворення;

здійснення енергозбереження за рахунок широкого впровадження у технологічний процес видобутку і переробки руди ресурсо- та енергозберігаючих заходів, у тому числі шляхом підвищення куту укоса робочого та неробочого бортів кар'єру, а також створення сучасних екологічнобезпечних міні-металургійних заводів;

технічне переозброєння гірничих підприємств та створення ефективної системи усереднення руди, а також формування стаціонарних та тимчасових перевантажувальних пунктів;

прийняття обґрунтованих рішень та управлінських заходів на основі розрахунку економічних індикаторів як ключових факторів успіху з визначенням доцільності здійснення технологічних змін у виробництві за певних ситуацій на ринку залізорудної сировини.

Для підвищення енергоефективності підземних гірничих робіт в мінливих умовах економічної нестабільності та невизначеності цінних характеристик товарної продукції необхідно встановити об'єктивні закономірності та взаємозв'язки між параметрами підземних виробок, послідовністю їх формування, технологічними процесами гірничих робіт з позиції зниження їх енергоємності, екологічної безпеки та економічної доцільності подальшого вилучення корисних копалин із надр на глибоких горизонтах шахт і рудників в складних гірничо-геологічних умовах. З урахуванням вищенаведеного, основні напрямки фундаментальних досліджень в галузі перспектив ефективного застосування підземних геотехнологій для подальшого освоєння родовищ пов'язан з наступними проблемами:

- створення підземних рудників багатифункціонального призначення, що забезпечують раціональне використання і своєчасне відтворення георесурсу надр різного призначення;

- розробка комбінованих ресурсо та енергозберігаючих геотехнологій реконструкції підземних рудників, спрямованих на збереження і розвиток їх виробничого потенціалу в нових складних макроекономічних і екологічних умовах та невизначеності цінних характеристик вітчизняної продукції на ринках мінеральної сировини;

- наукове обґрунтування стратегії збалансованого функціонування та розвитку гірничорудної та машинобудівних галузей, та у цілому гірничо-металургійного комплексу України.

Список використаних джерел

1. Бардась А. В. Науково-технічні принципи впровадження ресурсозберігаючих екологічно безпечних геотехнологій / А. В. Бардась, К. С. Богач // Сталій розвиток економіки. - 2013. - № 1. - С. 177-180. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sre_2013_1_40.

2. Анистратов Ю.И. Расчётно-теоретические предпосылки энергосбережения на рудных карьерах / Ю.И. Анистратов, С.А. Гончаров // Горный журнал. - 2009. - №11. - С. 21-23.

3. Кравець В.Г. Дослідження надійності функціонування гірничотранспортного устаткування на глибоких залізорудних кар'єрах / В.Г. Кравець, О.А. Темченко, В.В. Вапнічна, Г.В. Шиповський // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. - К.: НТУУ "КПІ", 2016. - Вип. 30.- С. 48- 60.

4. Бережний Є.О. Энергоэффективность Украины: виклики часу / Є.О. Бережний та ін. // Вісник Національної академії наук України. — 2013. — № 7. — С. 61—69.
5. Давидова Ю.В. Досвід Європейського Союзу у сфері підвищення енергоефективності / Ю.В. Давидова, В.О. Струк // Ефективність державного управління. — 2013. — Вип. 34. — С. 165—172.
6. Денисенко Л.О. Система енергетичного менеджменту як основа ефективного управління енергоспоживанням [Електронний ресурс] / Л.О. Денисенко, Р.Л. Малогловець. // Технології та дизайн. — 2013. — № 3. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2013_3_19.
7. Домбровський З.І. Напрями удосконалення управління проектами енергоефективності / З.І. Домбровський // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. — 2012. — № 6. — С. 54—57.
8. Розен В.П. Режими, параметри та ефективність функціонування систем електропостачання підземних рудників / В.П. Розен, Р.О. Пархоменко, К.Д. Казембе // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2018. - № 1. - С. 86 -91.
9. Ляхомский А.В. Управление энергетическими ресурсами горных предприятий / А.В. Ляхомский, Г.И. Бабокин. - М.: Горная книга, 2011. - 232 с.
10. Ляхомский А.В. Энергетические показатели и критерии оценки энергоэффективности технологических процессов горного производства / А.В. Ляхомский, А.В. Пичуев, Е.Н. Перфильева // Труды международного научного симпозиума «Неделя Горняка-2014». Сборник статей. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала), 2014. - С. 450–459.
11. Троицкий-Марков Т.Е. Принципы построения системы мониторинга энергоэффективности. / Т.Е. Троицкий-Марков, Д.В. Сенновский // Мониторинг. Наука и безопасность. 2011. - Т. 4. - С. 34-39.
12. Новиков В.В. Интеллектуальные измерения на службе энергосбережения / В.В. Новиков // Энергоэксперт. – 2011. – № 3. – С. 68-70.

УДК 622.27: 005.336.1: 622.34.012

С.М. Стовпник, к.т.н., доц., **ORCID** 0000-0001-5664-8680
О.А. Темченко, д.т.н., проф., **ORCID** 0000- 0003- 0020 - 2430
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»,
Криворожский экономический институт ГВУЗ
«Киевский национальный экономический университет им. В. Гетьмана»

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ НА ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рассмотрены проблемы низкой энергоэффективности на горнорудных предприятиях и перспективы внедрения конкурентоспособных геотехнологий производства железосодержащей продукции на Украине. Систематизированы предпосылки формирования и перспективы внедрения эффективных геотехнологий подземной и открытой разработки железорудных месторождений в условиях трендов устойчивого развития. Приведены научно-технические проблемы добычи железных руд, влияющие на экономическую целесообразность дальнейшей разработки месторождений полезных ископаемых Украины открытым способом на глубоких горизонтах карьеров (более 400 м). Предложены приоритетные направления исследований по внедрению стратегий повышения энергоэффективности отечественных горнорудных предприятий в условиях неопределенности.

Ключевые слова: энергоэффективность, геотехнология, горнорудные предприятия, способ разработки железорудных месторождений.

S. Stovpnyk, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., ORCID 0000-0001-5664-8680

O. Temchenko, Dr. Eng. Sc., Prof., ORCID 0000-0003-0020-2430

¹National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute»

²Kryvyi Rih Economic Institute of SHEE «Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman»

THE PROBLEM OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF GEOTECHNOLOGY IN MINING COMPANIES

The problems of low energy efficiency in mining enterprises and the prospects for the introduction of competitive geotechnologies of production of iron-containing products in Ukraine are considered in the study. Preconditions of formation and prospects of introduction of effective geotechnologies of underground and strip mining of iron ore deposits in the conditions of sustainable development trends are systematized. The scientific and technical problems of iron ore mining, affecting the economic feasibility of further development of mineral deposits of Ukraine open pit on the deep horizons of quarries (more than 400 m). The priority directions of research on the implementation of strategies to improve the energy efficiency of domestic mining enterprises in the face of uncertainty.

Key words: energy efficiency, geotechnology, mining enterprises, method of field development of iron ore deposits.

References

1. A. V. Bardas', and K. S. Bohach, "Scientific and technical principles of implementation of resource-saving environmentally friendly geotechnologies", *Sustainable economic development*, no. 1, pp. 177-180, 2013.
2. YU.I. Anistratov, and S.A. Goncharov, "Calculation and theoretical prerequisites of energy saving at ore mines", *Mining journal*, no. 11, pp. 21-23, 2009.
3. V.H. Kravets', O.A. Temchenko, V.V. Vapnichna, and H.V. Shypovs'kyi, "Research of reliability of functioning of the mining transport equipment on deep iron ore open-cast mine", *Bulletin of NTUU "KPI". Series "Mining": Collection of scientific works*, no. 30, pp. 48-60, 2016.
4. YE.O. Berezhnyy, "Energy efficiency of Ukraine: challenges of the time", *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, no. 7, pp. 61-69, 2013.
5. YU.V. Davydova, and V.O. Struk, "The experience of the European Union in the field of energy efficiency", *Effectiveness of public administration*, no. 34, pp. 165-172, 2013.
6. L.O. Denysenko, and R.L. Malohlovet's', "Energy management system as a basis for effective energy management", *Technology and design*, no. 3, 2013.
7. Z.I. Dombrovs'kyi, "Areas for improvement of energy efficiency project management", *Bulletin of Lviv state University of life safety*, no. 6, pp. 54-57, 2012.
8. V.P. Rozen, R.O. Parkhomenko, and K.D. Kazembe, "Modes, parameters and efficiency of underground mine power supply systems", *Bulletin of Vinnitsa Polytechnic Institute*, no. 1, pp. 86-91, 2018.
9. A.V. Lyakhomskyy, and H.Y. Babokyn, *Management of energy resources of mining enterprises*. Moscow, Russia: Mountain book, 2011.
10. A.V. Lyakhomskyy, A.V. Pychuev, and E.N. Perfyl'eva, "Energy performance and assessment criteria of efficiency of technological processes of mining production", in *International scientific Symposium "Miner's Week-2014"*, 2014, pp. 450-459.
11. T.Ye. Troitskiy-Markov, and D.V. Sennovskiy, "Principles of construction of energy efficiency monitoring system", *Monitoring. Science and security*, vol. 4, pp. 34-39, 2011.
12. V.V. Novikov, "Intelligent measurements in the service of energy saving", *Energy expert*, no. 3, pp. 68-70, 2011.

Надійшла 15.04.2019

Received 15.04.2019