



С. О. Попов /д. т. н./

Криворізький національний університет,
м. Кривий Ріг, Україна

В. М. Сидор

ДП «ДПІ «Кривбаспроект», м. Кривий Ріг,
Україна

В. А. Новік

ПАО «Запорізький залізорудний комбінат»,
м. Запоріжжя, Україна

e-mail: ultrapost_2017@ukr.net

Перспективи відновлення підземної розробки магнетитових кварцитів в Україні: гірничотехнічні, технологічні і економічні аспекти

S. O. Popov /Dr. Sci. (Tech.)/

Krivoy Rog National University, Krivoy Rog,
Ukraine

V. M. Sidor

SE "SEI "Krivbasprojekt", Krivoy Rog, Ukraine

V. A. Novik

PJSC "Zaporozhskiy Iron-Ore Combine",
Zaporozhiye, Ukraine

Prospects for resuming the underground development of magnetite quartzites in Ukraine, mining, technological and economic aspects

Мета. Обґрунтування доцільності і перспективності відновлення розробки магнетитових кварцитів підземним способом в Україні.

Методика. Аналіз літературних джерел, проектної документації та даних практики, які містять відомості про сучасний стан і умови розробки залізних руд України та дані про різновиди і стан запасів залізних руд різних видів у надрах України.

Результати. Розглянуто проблему, за якої залізорудні гірничодобувні підприємства виконують видобуток руди на великих, гранично економічних глибинах і можливе виникнення дефіциту сировинних ресурсів у недалекій перспективі. Визначено обсяги магнетитових кварцитів, які є на законсервованих і діючих шахтах України, і які на цей час не експлуатуються, обґрунтовано доцільність і напрями відновлення розробки цих руд для розширення сировинної бази вітчизняної залізорудної гірничодобувної промисловості.

Наукова новизна. Розширено принципи підходи до реалізації на сучасному технологічному і технічному рівнях циклічно-поточної технології підземної розробки запасів магнетитових кварцитів, які спроможні забезпечити економічну ефективність їх видобутку на глибинах, на яких відкритий спосіб їх розробки стає нерентабельним.

Практична значущість. Економічна ефективність підземної розробки запасів магнетитових кварцитів в умовах функціонування залізорудних гірничодобувних підприємств забезпечує суттєве розширення їх сировинної бази, яка невпинно скорочується, підтримку виробничої потужності цих підприємств на тривалий період і дозволяє залишатися Україні одними з лідерів у галузі залізорудного гірничодобувного виробництва у світі. (Іл. 1. Табл. 2. Бібліогр.: 10 назв.)

Ключові слова: підземна та відкрита розробка залізорудних родовищ, магнетитові кварцити.

Вступ. Однією з провідних галузей індустрії України є залізорудна гірничодобувна промисловість. Ця промисловість входить до групи найбільш великих виробничих систем країни і має стратегічне значення для економіки. За потужністю вона займає 7-ме місце серед 52 країн світу, у яких здійснюється залізорудне гірничодобувне виробництво.

У залізорудній гірничодобувній промисловості виникла складна проблема, обумовлена надто інтенсивною експлуатацією родовищ залізних руд у попередні періоди, що суттєво змінило стан її ресурсної бази і умови функціонування. Ці зміни мають негативні наслідки для гірничодобувної промисловості. За цим виникає гостра необхідність оцінки перспектив подальшого функціо-

нування цієї промисловості і можливих напрямів її розвитку.

Аналіз останніх публікацій з цього питання показав, що в основному вони спрямовані лише на оцінку поточного стану залізорудної галузі, а перспективи її розвитку висвітлено вкрай недостатньо. Крім того, публікації з цього питання мають розрізнений характер, що не надає цілісної картини стосовно можливостей і шляхів розвитку цієї промисловості.

Постановка завдання. Спрогнозувати на підставі аналізу стану залізорудної гірничодобувної промисловості і наявних розробок у її сфері доцільний напрям її розвитку на перспективу.

Виклад основного матеріалу

1. Стисла характеристика залізорудної гірничодобувної промисловості України. В Україні функціонує майже 200 галузей промисловості, серед яких однією з провідних є залізорудна гірничодобувна галузь [2; 2].

Її особливе значення обмовлене такими обставинами: ця промисловість входить до групи найбільш потужних за обсягами виробництва промислових структур країни і виробляє біля 9 % її ВВП; вона є основним джерелом базового сировинного ресурсу (залізорудної сировини) для однієї з ключових галузей індустрії України – чорної металургії; ця промисловість є одним з найбільших експортерів в Україні і джерелом надходження іноземної валюти.

Відповідно до ролі, яку відіграє залізорудна гірничодобувна промисловість в економічній системі України, її розвиток становить один з пріоритетних напрямів подальшого розвитку економіки України в цілому [3].

2. Ресурсна база. Вказані можливості залізорудної гірничодобувної промисловості України обумовлені, перш за все, характеристиками її сировинної бази. Ця база представлена великими запасами залізних руд різних видів.

На цей час у надрах України розвідано майже 80 великих родовищ цих руд, обсяг їх промислових запасів складає близько 28,0 млрд т, що становить приблизно 14 % їх світових запасів. За цим обсягом Україна займає 2-ге місце у світі серед 98 країн, які мають запаси цих руд, а їх геологічні запаси оцінюються у 68,0 млрд т.

Залізні руди України представлені в основному трьома різновидами: багаті гематитові руди; бідні магнетитові руди (магнетитові кварцити); бідні гематитові руди (окислені руди).

На цей час 80–85 % товарних видів залізорудної продукції України виробляється із магнетитових кварцитів. Цей різновид руд характеризуються найбільшими запасами (26,5 млрд т) з вмістом заліза магнітного 18–36 %, загального заліза 40–42 %. Інша частина залізорудної продукції (15–20 %)

виробляється із багатих гематитових руд з вмістом заліза 57–62 %.

Із магнетитових кварцитів вітчизняні залізорудні гірничодобувні підприємства виробляють концентрат і окатиші з вмістом заліза $Fe = 62\text{--}65\%$.

Магнетитові кварцити є найбільш поширеним різновидом залізних руд в Україні, при цьому 70 % їх запасів зосереджено всього в одному регіоні – Криворізькому залізорудному басейні. У цьому ж басейні розташовано 90 % виробничих потужностей залізорудної гірничодобувної промисловості.

Криворізький басейн є одним з найбільших таких басейнів у світі. Масштабність запасів цих руд у його надрах демонструється на рис. 1. Геологічна структура Криворізького басейну і розташування покладів залізних руд у ній є достатньо складними. Магнетитові кварцити становлять у ній майже безперервну зону оруднення надр простяганням майже 120 км.

3. Розробка магнетитових кварцитів відкритим способом. Основна частина магнетитових кварцитів розробляється відкритим способом, і її здійснює 8 підприємств, а саме: ПАТ «Південний ГЗК»; ПрАТ «Центральний ГЗК»; ПрАТ «Північний ГЗК»; ПАТ «АМКР»; Компанія «Укрмеханобр»; ПАТ «Полтавський ГЗК»; ТОВ «Ерїстовський ГЗК»; ПрАТ «Інгулецький ГЗК».

В останні 25 років продуктивність видобутку цих руд коливалася від 140,0 млн т до 180,0 млн т на рік. З цього обсягу видобутих руд вироблялося від 60,0 до 87,0 млн т товарних видів залізорудної продукції. Слід відзначити, що у 70-ті роки ХХ ст. продуктивність їх виробництва досягала 127,0 млн т/рік.

Видобуток магнетитових кварцитів здійснюють 11 кар'єрів, і тільки один «Центральний ГЗК» частину цих руд видобуває підземним способом.

Із загального обсягу видобутку магнетитових кварцитів, вихід товарної продукції становить близько 40 %. Відповідно, збагачення цих руд призводить до отримання значного обсягу відходів (шламів). Ці відходи на теперішній час використання не знаходять. Однак вони містять до 10–13 % магнітного заліза за втрати корисного компонента при збагаченні цих руд. Накопичені обсяги цих відходів оцінюються більш ніж у 800,0 млн т, і їх інтенсивне накопичення продовжується, що наносить вкрай значну екологічну шкоду [4].

4. Розробка магнетитових кварцитів підземним способом. У процесі розвитку видобутку магнетитових кварцитів в Україні достатньо тривалий період застосовувався підземний спосіб розробки їх родовищ.

Цей період належить до 70–90-х років ХХ ст. Таку розробку здійснювали: «Першотравневий залізорудний комбінат» (ш. Першотравнева-1 і

ш. Першотравнева-2); ПАТ «Кривбасзалізрудком» (ш. «Гігант-Глибока»); ПрАТ «Центральний ГЗК» (ш. ім. Орджонікідзе); ПАТ «СхідГЗК» (ш. «Нова»).

Продуктивність видобутку кварцитів підземним способом у той період досягала 7,0–10,0 млн т/рік. Однак потім їх видобуток підземним способом став зменшуватися, і на теперішній час працює тільки одна шахта ім. Орджонікідзе з продуктивністю 1,5 млн т/рік.

Дані про найбільші законсервовані запаси магнетитових кварцитів на ряді шахт, наведено в табл. 1.

Як видно з табл. 1, загальні запаси магнетитових кварцитів на вказаних шахтах є великими і складають більше 22,6 млрд т.

Разом з цим значні запаси цих руд залягають і у полях діючих шахт, які видобувають багаті залізні руди. Дані про ці запаси, наведено в табл. 2.

З даних табл. 1 і 2 видно, що загальний обсяг запасів магнетитових кварцитів у полях шахт є дуже великим і досягає 40,0 млрд т.

Таким чином, запаси магнетитових кварцитів становлять суттєвий ресурсний потенціал для вітчизняної залізорудної гірничодобувної промисловості [5].

5. Проблема відновлення розробки магнетитових кварцитів підземним способом. Актуальність відновлення розробки магнетитових кварцитів підземним способом обумовлюється однією вкрай небезпечною ситуацією.

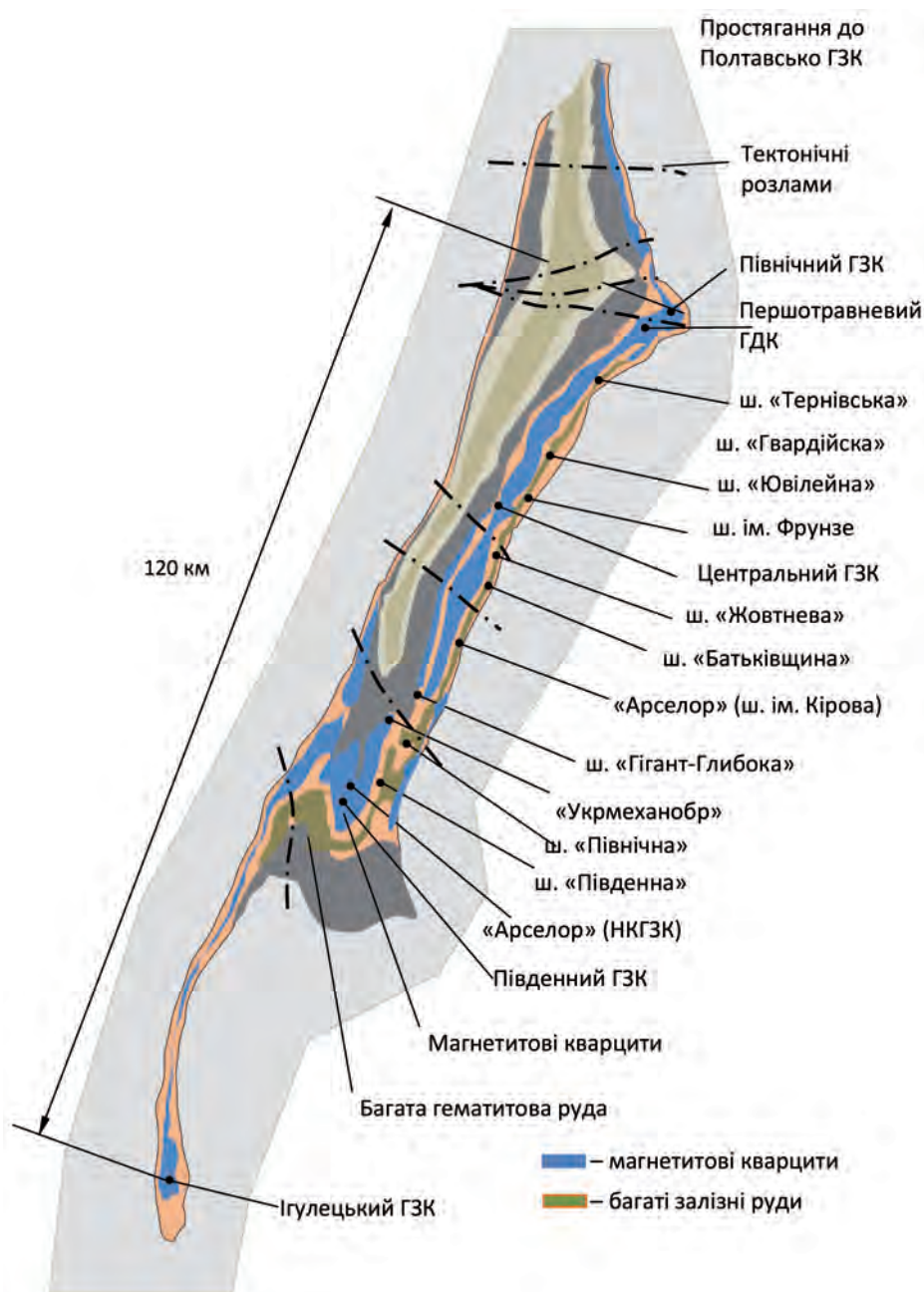


Рис. 1. Схема-план Криворізького залізорудного басейну

Запаси залізистих кварцитів у законсервованих шахт України

№ з/п	Назва підприємства	Назва шахти	Глибина, м	Запас, А+В+С ₁ +С ₂ , тис. т,	Fe загальне, %	Fe магнітне, %
1	ЦЗК	ш «Гігант-Глибока»	300-1120	879516,0	32,39	23,83
2	ПГЗК	ш. «Першотравнева»	220-1480	1 043 088,0	39,50	31,00
3	АрселорМіттал	ш. ім. Артема	130-700	342 350,0	32,80	24,80
Усього				2 264 954,0	35,73	27,28

Таблиця 2

Запаси залізистих кварцитів у полях діючих шахт України

№ з/п	Назва підприємства	Назви шахти	Глибина, м	Запаси, А+В+С ₁ +С ₂ , тис. т,	Fe загальне, %	Fe магнітне, %
1	ПАТ «КЗРК»	ш. «Тернівська»	527-1500	311 957,0	34,60	26,30
2	ПАТ «КЗРК»	ш. «Гвардійська»	100-1110	259 628,0	37,16	27,11
3	ПАТ «Суша Балка»	ш. «Ювілейна»	500-1500	1 021 884,0	34,12	24,75
4	ПрАТ «ЦЗК»	ш. ім. Орджонікідзе	447-607	107 923,0	36,81	27,91
Усього				1 701 392,0	35,26	26,09

Ця ситуація полягає у тому, що інтенсивна розробка цих руд в Україні протягом більше 60 років супроводжувалася швидким зростанням глибини ведення добувних робіт. Так, річне пониження рівня гірничих робіт при відкритій розробці кварцитів досягло $h_p = 12-15$ м/рік, і ці значення були одними з найвищих у світі. Це призвело до того, що до початку 2000-х років кар'єри ГЗК досягли глибин розробки 400-500 м, а в перспективі вони поглиблюються до 600-700 м.

На цих глибинах на кар'єрах виникає ряд суттєвих складностей, обумовлених такими аспектами [6; 7]: складності підйому на поверхню видобутої руди і пустих порід з великих глибин; складність провітрювання глибоких кар'єрів; відсутність площ для складування порід розкриття. Фінансові витрати, пов'язані з цими складностями, досягають 60 % собівартості продукції.

Особливі проблеми обумовлені тим, що при відкритому способі розробки необхідно вилучати з надр не тільки видобуту рудну масу, а і великий обсяг пустих порід, які отримуються при розкритті нових горизонтів. На теперішній глибині розробки, на кожен тону видобутку руди вилучається з надр до 0,3-0,5 м³ пустих порід, а на глибинах 600-700 м прогнозується збільшення їх обсягів до 0,8-1,5 м³/т. На цей час щороку вилучається 90,0-100,0 млн м³/рік пустих порід.

Крім того, з пониженням глибини розробки для створення безпечних умов ведення добувних робіт необхідно розширювати площі кар'єрів, які вже досягають 15,0-25,0 км², і в гірничодобувних підприємств вже виникають проблеми з наданням додаткових площ для їх розширення.

Ще одним негативним фактором є те, що в останні роки спостерігалася суттєве зниження цін на залізородну сировину на світових ринках

(майже у 2,5 рази з 150-200 \$/т до 50-70 \$/т), що значно знизило прибутковість підприємств.

Усі ці аспекти в комплексі призвели до значного зниження рентабельності виробництва на ГЗК, і деякі з них навіть були поставлені на межу економічної доцільності функціонування.

Описана ситуація змусила певні ГЗК, оцінивши невтішні перспективи подальшого застосування відкритої розробки кварцитів, звернути увагу на підземний спосіб [7]. За цим «Українським гірничодобувним холдингом» були викуплені законсервовані ЗРК «Першотравневий» і ш. «Гігант-Глибока», які раніше здійснювали розробку магнетитових кварцитів підземним способом, а також, підйомний комплекс ш. ім. Артема № 2 для видачі магнетитових кварцитів. Були також замовлені ДП «ДП «Кривбаспроект» 14 техніко-економічних обґрунтувань і 2 проекти на підземну розробку магнетитових кварцитів.

Другим важливим аспектом у питанні відновлення підземної розробки магнетитових кварцитів є такий. На цей час в Україні розвідано близько 7,0 млрд т запасів багатих гематитових руд. Ці запаси розробляються підземним способом. Інтенсивність їх розробки була також високою $h_p = 20-25$ м/рік (на цей час $h_p = 10-12$ м/рік). У результаті до 2000-х років майже всі залізородні шахти України досягли глибин 1400-1500 м, а в перспективі ця глибина сягатиме 1600-1800 м.

Однак умови залягання і характеристики покладів, багатих цими рудами, не надають можливості тільки ними компенсувати недостачу залізородної продукції у разі припинення розробки кварцитів відкритим способом. Відповідно, підземним гірничодобувним підприємствам стає доцільним звернути увагу на запаси магнетитових кварцитів, які залягають у полях шахт на глибинах 400-900 м.

Такий інтерес до розробки цих руд підземним способом обумовлений також низкою специфічних технічних можливостей, які відсутні у відкритого способу і які надають йому певних переваг. Однією з головних таких переваг є те, що підземний спосіб виключає необхідність вилучення з надр надто великих обсягів пустих розкритих порід.

Однак разом з цією важливою перевагою підземний спосіб має і низку складностей, які на теперішній час стримують його широке застосування для відпрацювання магнетитових кварцитів, а саме:

1. Технологія підземної розробки більш складна і багатоелементна.
2. Вона потребує зведення складних за конструкціями гірничо-технологічних виробничих об'єктів у підземних умовах.
3. Гірничі роботи здійснюються у вкрай небезпечних геомеханічних умовах.
4. Підземні гірничі роботи потребують застосування особливо складних і вартісних засобів механізації і технологічного устаткування.

Вказані складності обмовили те, що на початковому етапі розвитку розробки магнетитових кварцитів (у 1950-х роках) підземна розробка не була прийнята через меншу рентабельність виробництва, яку вона забезпечувала порівняно з відкритою розробкою.

Однак на цей час економічна ситуація розробки магнетитових кварцитів підземним способом і його технічні аспекти суттєво змінилися. Враховуючи потенційні можливості і певні технічні переваги підземного способу розробки та перспективи, які надає розширення сировинної бази за рахунок залучення до розробки магнетитових кварцитів підземним способом, стає доцільним більш детально розглянути питання про відновлення його застосування, допоки економічна ситуація на ГЗК не стала ще більш складною.

Для цього необхідно розв'язати низку достатньо складних питань, спрямованих на підвищення технічної та економічної ефективності підземної розробки, інакше переваги цього способу складно реалізувати у повному обсязі.

6. Шляхи підвищення ефективності розробки магнетитових кварцитів підземним способом. У період достатньо широкомасштабного видобутку магнетитових кварцитів підземним способом і навіть у період зниження обсягів їх видобутку його наукове забезпечення все ж велось інтенсивно. Метою цих досліджень було підвищення його економічної ефективності.

Підґрунтям для виконання вказаних досліджень було розуміння провідними спеціалістами у сфері залізорудної гірничодобувної промисловості можливостей і перспектив розширення її си-

ровинної бази за рахунок залучення до розробки підземним способом магнетитових кварцитів на глибинах, недоступних для відкритого способу з економічних причин. Відповідно, це потребувало розв'язання комплексу завдань, і на цей час вже накопичено достатньо багато таких рішень.

Найбільш вагомими серед цих рішень є такі: технологія повного переходу шахт з видобутку багатих залізних руд на великих глибинах на відпрацювання магнетитових кварцитів на менших глибинах; схеми розкриття запасів кварцитів, які враховують існуючі схеми розкриття на законсервованих шахтах, а також у полях діючих шахт, які розробляють багаті залізні руди; технологія спільної (відкрито-підземної) розробки кварцитів, тобто одночасна розробка кварцитів і підземним, і відкритим способами у межах одного родовища [8; 9]; методика визначення економічно обґрунтованої глибини переходу залізородних кар'єрів з видобутку відкритим способом на підземний спосіб з урахуванням конкретних гірничотехнічних умов функціонування кар'єру; створення підземних збагачувальних комплексів при підземній розробці кварцитів, які забезпечують прямо видачу з шахти залізородного концентрату з виключенням видачі всієї видобутої гірської маси; технологія відпрацювання кварцитів із твердіючою закладкою, яка виключає обвалення уміщуючих порід; системи підземної розробки кварцитів з комплексною механізацією робіт самохідною технікою; оптимізація параметрів систем підземної розробки кварцитів з урахуванням характеру впливу на їх елементи сейсмічної дії масових вибухів; методика нормування економічно доцільних величин показників вилучення руди при підземній розробці кварцитів; застосування станків шарошечного буріння БШ-200 з продуктивністю буріння по кварцитах у два рази вищою за станки, які використовують пневмо-ударний принцип; технологія розширення свердловин у кварцитах плазмотронами; відбійка кварцитів вертикальними концентрованими зарядами; підвищення ефективності випуску рудної маси шляхом оптимізації конструкцій і параметрів горизонтів випуску та режимів випуску руди з очисного простору; схеми підготовки запасів магнетитових кварцитів до виймання з використанням виробок, які були проведені при їх відпрацюванні відкритим способом, та ін.

Особливо велике значення серед цих розробок мають основи циклічно-поточної технології (ЦПТ) підземної розробки магнетитових кварцитів [10]. Значення цієї технології полягає у тому, що вона дозволяє розвинути високу продуктивність видобутку руди шляхом організації безперервного рудопотоку, без різких змін обсягів і якості руди у потоці.

Продуктивність розробки є одним з визначальних факторів у мінімізації її собівартості. Однак, ураховуючи специфічні властивості цих руд і складні підземні умови розробки, реалізувати ЦПТ у таких умовах є завданням достатньо складним.

Загальні принципи ЦПТ підземної розробки кварцитів становлять:

1. Ув'язка зведення і функціонування виїмкових одиниць з таким розподілом між ними параметрів робіт з розкриття, підготовки, нарізання і очисного виїмання руди за продуктивністю, тривалістю виконання технологічних процесів, часом їх початку і закінчення, який дозволяє сформулювати монотонний рудопотік при циклічному характері виконання кожного з окремих процесів у вузлах рудопотоку.

2. Застосування камерних систем розробки з масовим обваленням руди, у яких очисні камери виконують роль бункеру і дозволяють накопичувати великі об'єми руди зі стабільною якістю. Це забезпечує можливість маневрування продуктивністю видачі руди з виїмкових одиниць для компенсації її можливих коливань і якості у рудопотоці.

3. Створення додаткових бункерних ємностей по трасі рудопотоку, які дозволяють мінімізувати коливання продуктивності видачі руди і її якості, тобто стабілізувати вже з високою точністю ці параметри.

4. Оптимізація параметрів масового вибуху і схем його здійснення, яка забезпечує отримання кусків руди з кондиційними розмірами, що виключає необхідність створення додаткового підземного подрібнювального комплексу.

5. Інтенсифікація випуску руди з очисного простору шляхом застосування вібраційної випускної техніки, торцевого випуску руди, комплексів самохідних навантажувально-доставочних машин та оптимізаційне планування процесу випуску і доставки руди у межах виїмкової одиниці.

6. Організація рудопотоку на ділянці відкатки руди у режимі безперервного потоку із застосуванням конвеєрів, конвеєрних поїздів, бункер-поїздів.

7. Застосування машин з модульною будовою, що максимально зменшує втрати часу на ремонти.

8. Спеціалізація потоків вантажів відповідно до їх видів: руда, матеріали, устаткування, робітники. Бажано для цих потоків використовувати різні транспортні виробки, включаючи стволи шахт, з виключенням їх взаємного впливу.

9. Застосування роботизованих комплексів для виконання технологічних процесів, що забезпечує їх високу продуктивність.

10. Широке впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами,

які забезпечують максимальне узгодження методів їх виконання і параметрів у єдиному виробничому процесі.

11. Реалізація системного проектування, оперативного планування, системного аналізу та управління виробничого процесу.

12. Впровадження системи ризик-менеджменту в управлінні безпечністю розробки, особливо у сфері геомеханіки, як найбільш небезпечної сфери.

Описані рішення у разі їх раціонального застосування дозволяють забезпечити суттєві економічні результати розробки магнетитових кварцитів підземним способом.

Висновки

1. Серед багатьох галузей індустрії, які функціонують в Україні, одну з провідних ролей відіграє залізорудна гірничодобувна промисловість. У цьому виді виробництва склалася складна ситуація, обумовлена надто інтенсивною експлуатацією запасів залізних руд у попередні періоди. Це призвело до досягнення гірничодобувними підприємствами надто великих глибин ведення добувних робіт і виникнення низки проблем технічного і економічного характеру.

2. Крім основних запасів багатих гематитових руд, які розробляються підземним способом, і магнетитових кварцитів, які розробляються відкритим способом, Україна має великі запаси руд (магнетитових кварцитів), які розташовані в межах полів законсервованих шахт, а також у полях діючих шахт і не розробляються. Їх запаси оцінюються більш ніж у 40,0 млрд т і становлять значний сировинний резерв для гірничодобувної промисловості.

3. Можливість відновлення розробки магнетитових кварцитів на цих шахтах все ж потребує розв'язання ряду складностей, які негативно впливають на економічні результати розробки.

Достатньо тривале наукове супроводження підземної розробки цих руд у попередній період дозволило розробити цілий комплекс технологій і засобів, які усувають такі складності і спроможні суттєво підвищити технічну і економічну ефективність підземного способу розробки магнетитових кварцитів. Наявність таких рішень надає серйозних перспектив для розширення сировинної бази вітчизняної залізорудної гірничодобувної промисловості.

4. Основними напрямками мають стати: детальне вивчення розроблених рішень і їх промислове випробування; створення технологічних схем розробки магнетитових кварцитів із застосуванням найбільш передових рішень з технології, механізації і організації розробки; проектне обґрунтування економічної ефективності підземної роз-

робки магнетитових кварцитів на основі таких схем з урахуванням конкретних інженерно-геологічних, гірничотехнічних і економічних умов, у яких функціонує кожне гірничодобувне підприємство, що має такі запаси.

Бібліографічний список / References

1. Качан Е. Н. Межотраслевые комплексы Украины / Е. Н. Качан, Е. К. Царик. – К.: Экономическая мысль, 1999. – 216 с.

Kachan E. N., Tsarik E. K. *Mezhotraslevye kompleksi Ukrainy*. Kyiv, Ekonomicheskaya mysl', 1999, 216 p.

2. УКРРУДПРОМ. Горнодобывающая промышленность Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukrrudprom.ua/reference/industry/gmk.html>

UKRRUDPROM. Gornodobyvayushchaya promyshlennost' Ukrainy. Available at: <http://www.ukrrudprom.ua/reference/industry/gmk.html>

3. Указ Президента України від 12.01.2015 р. № 5/2015 «Про стратегію сталого розвитку України до 2020 року» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/go/5/2015/documents/52015-18245

Ukaz Prezidenta Ukrainy vid 12.01.2015 r. No. 5/2015 "Pro strategiyu stalogo rozvitku Ukraini do 2020 roku". Available at: zakon.rada.gov.ua/go/5/2015/documents/52015-18245

4. Четверик М. С. Негативные последствия ведения горных работ и пути улучшения экологического состояния окружающей среды / М. С. Четверик, Е. А. Бубнова, Е. А. Ворон // Геомеханічні аспекти та екологічні наслідки відпрацювання рудних покладів: зб. наук. праць. – Кривий Ріг: НІГРІ, 2012. – С. 200-201.

Chetverik M. S., Bubnova E. A., Voron E. A. *Negativnye posledstviya vedeniya gornakh rabot i puti uluchsheniya ekologicheskogo sostoyaniya okruzhayushchey sredy*. Geomekhanichni aspekti ta ekologichni naslidki vidpratsyuvannya rudnikh pokladiv. Kriviy Rig, NIGRI, 2012, pp. 200-201.

5. Евтехов Е. В. Неиспользуемый железорудный потенциал Криворожского бассейна / Е. В. Евтехов, В. Д. Евтехов // Геомеханічні аспекти та екологічні наслідки відпрацювання рудних покладів: зб. наук. праць. – Кривий Ріг: НІГРІ, 2012. – С. 83-86.

Evtexov E. V., Evtexov V. D. *Neispol'zuemyy zhelezorudnyy potentsial Krivorozhskogobasseyina*. Geomekhanichni aspekti ta ekologichni naslidki vidpratsyuvannya rudnikh pokladiv. Kriviy Rig, NINRI, 2012, pp. 83-86.

6. Бабец Е. К. Проблемные вопросы отработки железорудных месторождений глубокими карьерами / Е. К. Бабец, Б. Е. Сова, Б. Е. Яценко, В. А. Ковальчук // Геомеханічні аспекти та екологічні наслідки відпрацювання рудних покла-

дів: зб. наук. праць. – Кривий Ріг: НІГРІ, 2012. – С. 64-66.

Babets E. K., Sova B. E., Yashchenko B. E., Koval'chuk V. A. *Problemnye voprosy otrabotki zhelezorudnykh mestorozhdeniy glubokimi kar'erami*. Geomekhanichni aspekti ta ekologichni naslidki vidpratsyuvannya rudnikh pokladiv. Kriviy Rig, NINRI, 2012, pp. 64-66.

7. Ближайшие перспективы подземной добычи магнетитовых кварцитов в Криворожском бассейне / Н. И. Ступник, Ю. П. Капленко, Е. И. Логачов // Сб. научных трудов Национального горного университета. – Днепропетровск: НГУ, 2005. – № 23. – С. 277-283.

Stupnik N. I., Kaplenko Yu. P., Logachov E. I. *Blizhayschie perspektivy podzemnoy dobychi magnetitovykh kvartsitov v Krivorozhskom basseyne*. Sb. nauchnykh trudov Natsional'nogo gornogo universiteta. Dnepropetrovsk, NGU, 2005, no. 23, pp. 277-283.

8. Комплексная разработка рудных месторождений / А. Д. Черных, В. А. Колосов, О. С. Брюховецкий [и др.]; под ред. А. Д. Черных. – Киев: Техніка, 2005. – 376 с.

Chernykh A. D., Kolosov V. A., Bryukhovetskiy O. S. *Kompleksnaya razrabotka rudnykh mestorozhdeniy*. Kyiv, Tekhnika, 2005, 376 p.

9. Четверик М. С. Вопросы перехода Анновского карьера СевГОКа на открыто-подземную разработку / М. С. Четверик, А. А. Икол // Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов. – Днепропетровск, 2015. – Вып. 124. – С. 216-225.

Chetverik M. S., Ikol A. A. *Voprosy perekhoda Annovskogo kar'era SevGOKa na otkryto-podzemnyuyu razrabotku*. Geotekhnicheskaya mekhanika. Dnepropetrovsk, 2015, issue 124, pp. 216-225.

10. Малахов Г. М. Циклично-поточная технология подземной добычи магнетитовых кварцитов / Г. М. Малахов, В. А. Лубенец, А. С. Колодезнев, В. Ф. Полевой // Горный журнал. – 1980. – № 4. – С. 34-56.

Malakhov G. M., Lubenets V. A., Kolodeznev A. S., Polevoy V. F. *Tsiklichno-potochnaya tekhnologiya podzemnoy dobychi magnetitovykh kvartsitov*. Gornyy zhurnal, 1980, no. 4, pp. 34-56.

Цель. Обоснование целесообразности и перспективности возобновления разработки магнетитовых кварцитов подземным способом в Украине.

Методика. Анализ литературных источников, проектной документации и данных практики, которые содержат сведения о современном состоянии и условиях разработки железных руд Украины, а также данные о разновидностях и состоянии запасов этих руд.

Результаты. Рассмотрена проблема, при которой железорудные горнодобывающие предприятия осуществляют добычу руды на больших, предельно

ГОРНОРУДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

экономичных, глубинах и возможно возникновение дефицита сырьевых ресурсов в недалекой перспективе. Определенны объемы магнетитовых кварцитов, которые находятся на законсервированных и действующих шахтах Украины и которые в настоящее время не используются. Обоснована целесообразность и направления возобновления разработки этих руд для расширения сырьевой базы отечественной железорудной горнодобывающей промышленности.

Научная новизна. Расширены принципиальные подходы реализации на современном технологическом и техническом уровнях циклично-поточной технологии подземной разработки запасов магнетитовых кварцитов, которая способна обеспечить экономическую эффективность их добычи на глубинах, на которых открытый способ их разработки становится нерентабельным.

Практическая значимость. Экономическая эффективность подземной разработки запасов магнетитовых кварцитов в условиях функционирования железорудных горнодобывающих предприятий Украины обеспечивает существенное расширение их сырьевой базы, которая постоянно сокращается, поддержку производственной мощности этих предприятий на длительный период времени и позволяет оставаться Украине одними из лидеров в отрасли железорудного горнодобывающего производства в мире.

Ключевые слова: открытая и подземная разработка, магнетитовые кварциты, горнотехнические, технологические, экономические аспекты добычи руд.

Purpose. Substantiation of expediency and prospects for resuming the development of magnetite quartzites by underground method in Ukraine.

Methodology. Analysis of literature sources, project documentation and practical data that contain information

on the current state and conditions for the development of iron ore in Ukraine, as well as data on varieties and state of reserves of different types of these ores.

Findings. The problem, faced by domestic iron ore mining enterprises in connection with reaching the large depths of mining operations and the emergence of a shortage of raw material resources, is described. The volumes of magnetite quartzites, which are contained in the dormant mines, operating mines, and those mines of Ukraine that are not currently in operation, are determined. The expediency and directions for resuming the development of these ores, as well as expanding the raw material base of the domestic iron ore mining industry, are justified.

Originalty. The principal approaches to the implementation at a modern technological and technical level of the cyclic-flow underground mining technology for the development of magnetite quartzite reserves, which is capable of ensuring the economic efficiency of their extraction at depths where the open method of their development becomes unprofitable, are expanded.

Practical value. Ensuring the economic efficiency of underground development of magnetite quartzite reserves in operating conditions of the iron ore mining enterprises of Ukraine leads to a significant expansion of their raw material base, which is currently constantly decreasing, as well as support of the production capacity of these enterprises for a long period of time, and allows Ukraine to remain one of the leaders in the iron ore mining industry in the world.

Key words: prospects, underground mining, magnetite quartzites, mining, technological, economic aspects.

Рекомендована к публикации
д. т. н. Б. И. Римарчуком

Поступила 18.09.2018

