

ВЕНТИЛЯЦІЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ПРИ ВІДКРИТО-ПІДЗЕМНІЙ РОЗРОБЦІ ЗАЛІЗНИХ РУД

Відсутність гірничих виробок у кар'єрі за комбінованої розробки родовищ ускладнює одночасне провітрювання всього робочого простору. В окремих випадках вентиляція стає некерованою. Для відкрито-підземної розробки залізних руд запропоновано схему вентиляції, яка дозволяє провітрювати кар'єр і шахту за допомогою однієї вентиляторної установки.

Отсутствие горных выработок в карьере при комбинированной разработке месторождений осложняет одновременное проветривание всего рабочего пространства. В отдельных случаях вентиляция становится неконтролируемой. Для открыто-подземной разработки железных руд предложена схема вентиляции, которая позволяет проветривать карьер и шахту при помощи одной вентиляторной установки.

The absence of mine workings in the open pit at combined exploitation of deposits complicates simultaneous airing of all working space. In certain cases ventilation becomes uncontrollable. For open-underground mining of iron ores proposed the scheme of ventilation, which allows to ventilate the mine and the open pit by one ventilation unit.

Розробка рудних покладів відкрито-підземним способом у Кривбасі розпочалася після 1980-х років. У цей період передбачалося збільшення видобутку залізної руди за рахунок підвищення продуктивності діючих рудників та інтенсивності розробки нових родовищ. Одним із основних напрямків інтенсифікації розробки рудних родовищ і зниження капітальних витрат стала одночасна їх розробка відкритим та підземним способами, а також повторна розробка залишених запасів залізних руд. Повторна розробка застосовується також при видобуванні руди, що була раніше втраченою у відпрацьованих, обвалених покладах, залишених в охоронних ціликах та в надрах у зв'язку із нерентабельністю їх виїмки на діючих або закритих рудниках. Повторна розробка ведеться як підземним, так і відкритим способами в залежності від технічних можливостей та економічної доцільності.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Актуальність розглядуваної проблеми полягає у тому, що розробка залізних руд відкрито-підземним способом значно ускладнює процес вентиляції підземних гірничих виробок і кар'єрного простору. Наявність провалів,

незаповнених відпрацьованих порожнин, зон обвалень обтяжують процес керування вентиляцією. В наслідок цього не забезпечуються належні умови для відведення шкідливих речовин, утворених внаслідок здійснення вибухових робіт, вони потрапляють у робочий простір, що може призвести до отруєнь. Ця проблема є складною та потребує наукових підходів до її розв'язання, вона тісно пов'язана з науковими і практичними завданнями у галузі комбінованої розробки залізрудних родовищ.

Аналіз досліджень та публікацій. За класифікацією В.А. Щелканова відкрито-підземна розробка поділяється на: комбіновану, сумісну і повторну. Пізніше залишився один термін – «комбінований спосіб розробки родовищ залізних руд» [1]. За цим терміном розуміється розробка одного родовища відкритим і підземним способами за взаємопов'язаними технологічними схемами [2]. У роботі А.Д. Черних, присвяченій розробці родовищ комбінованим способом, надано трактування цього способу за назвою «комплексна розробка» [3]. Це взаємопов'язаний технологічний комплекс способів (відкритий, підземний і відкрито-підземний) виїмки та переробки корисних копалин на економічно доцільну глибину і площину родовища (групи родовищ), що забезпечує мінімальний вплив гірничих робіт на довкілля, мінімальні відходи і високу ефективність на весь період.

Для забезпечення ефективності комплексної розробки передбачається:

1) ведення відкритих і відкрито-підземних робіт із використанням кар'єрної техніки і транспорту;

2) відпрацювання рудних покладів у кілька етапів: інтенсивне відпрацювання кар'єра, перехід до відкрито-підземних робіт та підземних робіт;

3) своєчасне формування підземного і відкрито-підземного виробленого простору для заповнення для заповнення його розкривними породами і відходами збагачення;

4) формування бортів кар'єру за умовами їх стійкості та управління виробленим простором для забезпечення безпеки гірничих робіт.

Отже, комплексна розробка родовищ дозволяє: здійснювати екологічний захист довкілля за рахунок розташування відвалів у відпрацьованому просторі; зменшення площини земель, що порушуються; забезпечення повного вилучення цінних компонентів з порід що видобувають.

Постановка завдання. Для ефективного провітрювання гірничих робіт при відкрито-підземній розробці залізрудних родовищ необхідно створити систему вентиляції, яка забезпечуватиме надійний повітрообмін і належні умови праці.

Викладення матеріалу і результати досліджень. Розробка родовищ залізних руд Кривбасу здійснюється трьома основними способами: відкритим, підземним і відкрито-підземним. Відкритим способом, кар'єрами, розробляються родовища бідних залізних руд. Підземний спосіб розроб-

ки, шахтами, застосовується при видобуванні багатих залізних руд. Такий спосіб видобутку залізної руди є більш складним технологічно і супроводжується погіршенням умов праці зі збільшенням глибини розробки. На рис. 1 наведено схему відкрито-підземної розробки родовища залізістих кварцитів.

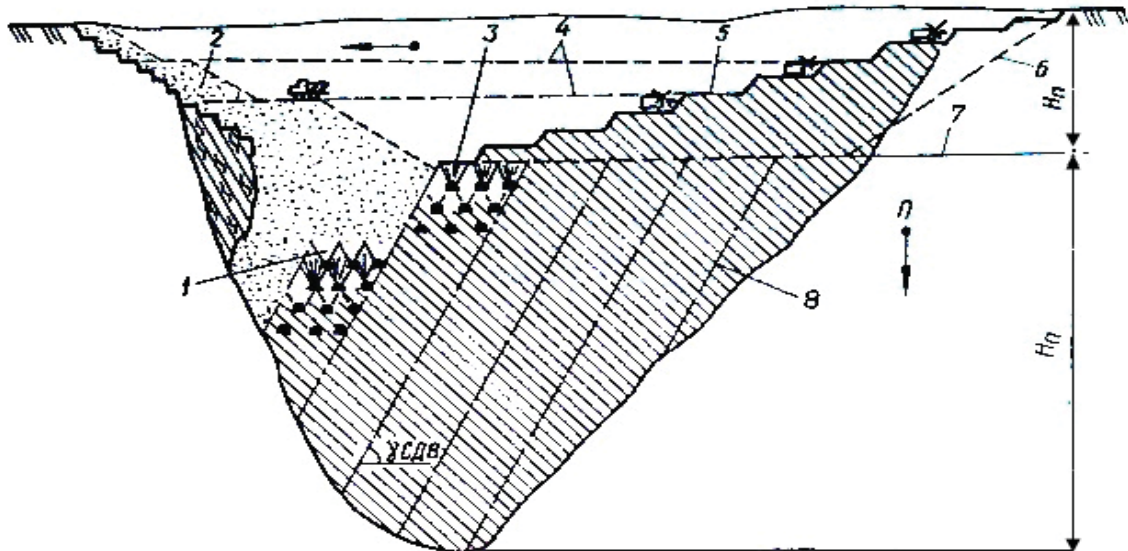


Рис. 1. Схема відкрито-підземної розробки родовища залізістих кварцитів: 1 - підповерхове обвалення нижче відмітки дна кар'єру похилими панелями з кутом нахилу рівним куту зсуву; 2 - внутрішній відвал; 3 - віяло бурових свердловин; 4 - транспортні берми на неробочому борту кар'єру для доставки розкривних порід на внутрішній відвал; 5 - робочий борт кар'єру; 6 - кінцеве положення неробочого борту кар'єру; 7 - гранична глибина кар'єру; 8 - межа похилої панелі.

Згідно цієї схеми розробка ведеться одночасно з видобувними і розкривними роботами в кар'єрі та підземними роботами з відпрацювання підкар'єрних запасів руди. Розкривні породи складаються у внутрішній відвал кар'єру. Перевагою цієї схеми є розв'язання питання розміщення розкривних порід в кар'єрі, а також заповнення ними порожнин відпрацьованих камер залишених при підземній розробці. Розв'язується також й питання утворення відвалів – не займаються під розкривні породи родючі землі. Існуючі провали й тріщини в бортах кар'єру засипаються розкривними породами, що запобігає підсмоктуванню повітря у вентиляційну мережу шахти.

Разом із цим існуюча схема не дає відповіді щодо можливості провітрювання підземних виробок і простору кар'єру. Вентиляційна мережа шати функціонує окремо, а кар'єрний простір залишається ізольованим, активного повітрообміну не спостерігається.

На рис. 2 наведено схему відпрацювання законтурного покладу руди системою підповерхового обвалення.

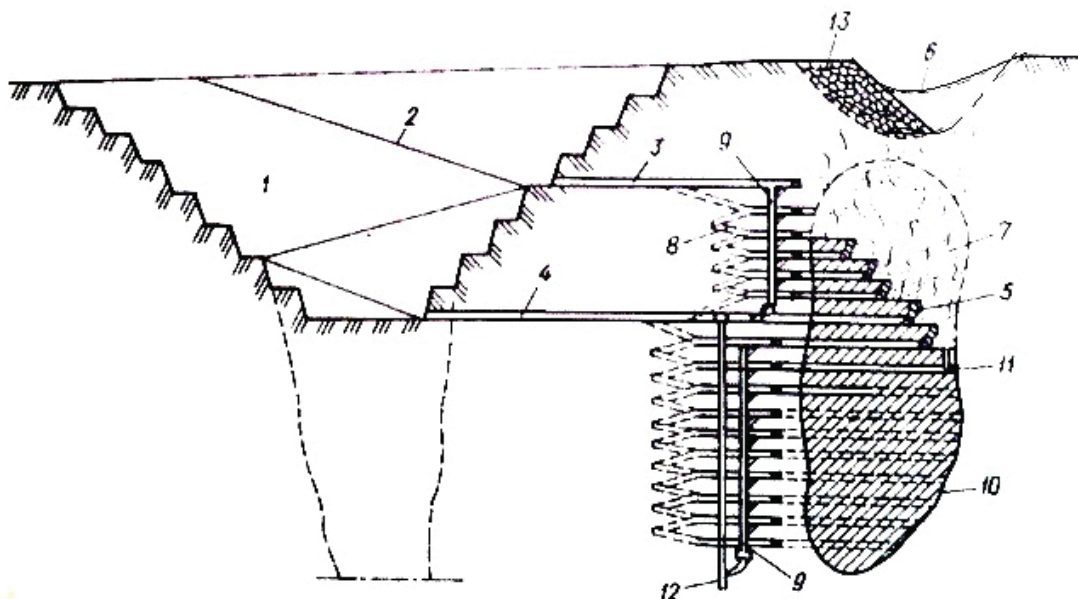


Рис. 2. Схема відпрацювання законтурного покладу руди системою підповерхового обвалення: 1 - кар'єр на стадії допрацювання; 2 - кар'єрний з'їзд; 3,4 - транспортні штольні, пройдені з неробочого борту кар'єра; 5 - торцьовий випуск відбитої руди; 6 - просідання поверхні; 7 - зона зсуву і обвалення; 8 - спіральний з'їзд між підповерхами; 9 - рудоспуски; 10 - контур рудного тіла; 11 - підповерховий штрек; 12 - сліпий рудопідйомний ствол; 13 - відвал для засипки зони обвалення

Перевагою наведеної схеми є те, що вона дозволяє використовувати все обладнання, яке застосовується в кар'єрі для відпрацювання покладів руди підземним способом. За цією схемою кар'єрна техніка надходить у бурові виробки транспортними штольнями, пройденими з неробочого борту кар'єру, а розкривні породи складаються в зоні обвалення, утвореній внаслідок підземного видобутку руди. Незважаючи на існування виробок, що з'єднують кар'єрний простір із підземним простором шахти, питання сумісної вентиляції залишається нерозв'язаним.

Практика сумісного відпрацювання покладів залізних руд, розташованих в одному гірничому відводі, свідчить про те, що переважно застосовуються три способи провітрювання шахт: всмоктувальний (Гайський ГЗК, рудники Кривбасу), нагнітальний (рудник «Молібден» Терніаузького комбінату, рудники Уралу та ін.) і комбінований.

Застосування того чи іншого способу провітрювання здійснюється відповідно із техніко-економічним розрахунком різних варіантів схем розкриття і вентиляційних систем. Так, всмоктувальний спосіб провітрювання зберігся на шахтах Кривбасу, де він застосовується при підземній розробці рудних покладів. За цим способом свіже повітря надходить у підземні виробки головним і допоміжним стволами, а після провітрювання зони гірничих робіт видається на поверхню вентиляційними стволами. Головні вентиляційні установки, за цим способом провітрювання, функціонують на всмоктування.

Недоліком цього способу є те, що при його застосуванні відбувається підсмоктування повітря з кар'єрного простору через провали, воронки, тріщини тощо. Застосування систем розробки із закладкою виробленого простору зменшує, але не виключає підсмоктування непродуктивного повітря у вентиляційну мережу [4, 5]. Наявність підсмоктувань у вентиляційну мережу шахти ускладнює управління розподілом повітря в зоні гірничих робіт, воно стає неконтрольованим.

Застосування нагнітального способу провітрювання на діючих рудниках обтяжується тим, що відпрацьоване повітря після вентиляції зони гірничих робіт має видаватися через шахтні виробки, де розташовується складне обладнання та здійснюється спуск-підйом людей і вантажів. Крім того, нагнітальний спосіб провітрювання гірничих виробок при комбінованій розробці родовища не розв'язує проблему вентиляції кар'єру, оскільки відсутні виробки для надходження повітря в його простір. У цьому випадку не виключається можливість витoku забрудненого повітря в кар'єр після масових вибухів під час ведення гірничих робіт у шахті через провали і тріщини у розділяючому бар'єрному цілику.

Зменшити неконтрольований аеродинамічний зв'язок шахтної вентиляційної мережі з кар'єрним простором можливо шляхом застосування комбінованого способу провітрювання. При цьому на рівні зони обвалення і бар'єрного цілика утворюється «нульова зона депресії», що дає можливість уникнути неконтрольованих витоків повітря, або хоча б зменшити їх величину. Але застосування цього способу провітрювання потребує проведення додаткових вентиляційних виробок і, щонайменше, двох вентиляційних установок, одна з яких працює на нагнітання повітря в зону гірничих робіт, а інша – відсмоктує забруднене повітря. Застосування комбінованого способу провітрювання підземних виробок розв'язує проблему вентиляції кар'єра.

Уперше провітрювання кар'єрів і шахт за сумісною схемою вентиляції було запропоновано у 1990 році. Спосіб передбачував використання підземних гірничих виробок і вентиляторної установки, розташованої на поверхні шахти [6]. За цим способом значно зменшуються енергетичні витрати, оскільки працює всього одна вентиляторна установка (рис. 3).

За цією схемою провітрювання кар'єру і шахти здійснюється наступним чином. Спочатку свіже повітря надходить у зону підземних гірничих робіт 3 нагнітальними виробками 5 за допомогою вентиляторної установки 4. Після провітрювання гірничих виробок воно рухається збірною вентиляційною виробкою 6 до ударно-компенсаційного фільтру 7, де відбувається його очищення від шкідливих газів і пилу. Очищене повітря надходить у нижню частину кар'єра 8. Оскільки, щільність цього повітря є більшою відносно повітря в кар'єрі 1, відбувається видалення (витиснення) забрудненого повітря з кар'єру з допомогою вентиляторної установки 4.

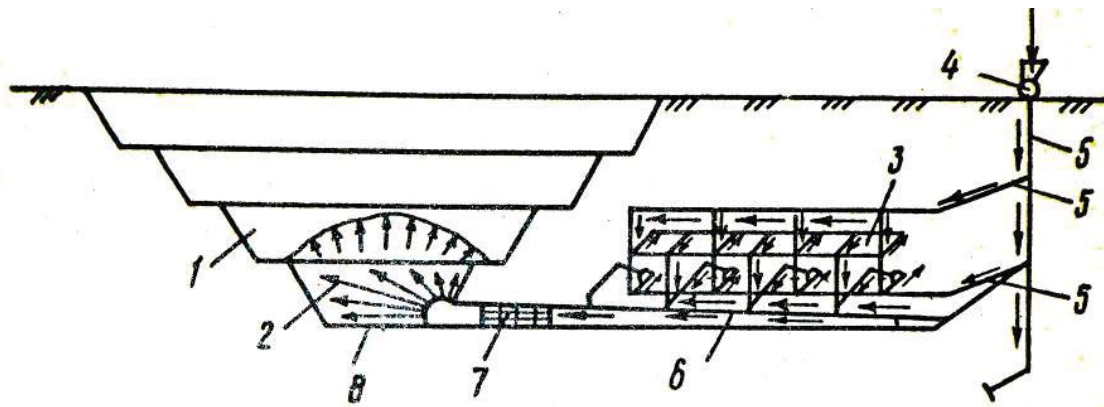


Рис. 3. Схема провітрювання кар'єрів і шахт при комбінованій розробці родовищ: 1 – кар'єр; 2 – відпрацьоване повітря; 3 – підземна зона гірничих робіт; 4 – шахтна вентиляторна установка; 5 – нагнітальні виробки; 6 – збірна вентиляційна підземна виробка; 7 – ударно-компенсаційний фільтр; 8 – нижній шар кар'єру

Цей спосіб провітрювання кар'єрів і шахт однією вентиляторною установкою є ефективним у теплий період року, коли природна тяга діє сумісно з тягою, утвореною вентиляторною установкою 4. У холодний період року природна тяга протидіє роботі вентилятора і ефективність вентилятора знижується. Для уникнення цього негативного явища запропоновано схему провітрювання для відкрито-підземного способу розробки родовищ. Яка наведена на рис. 4.

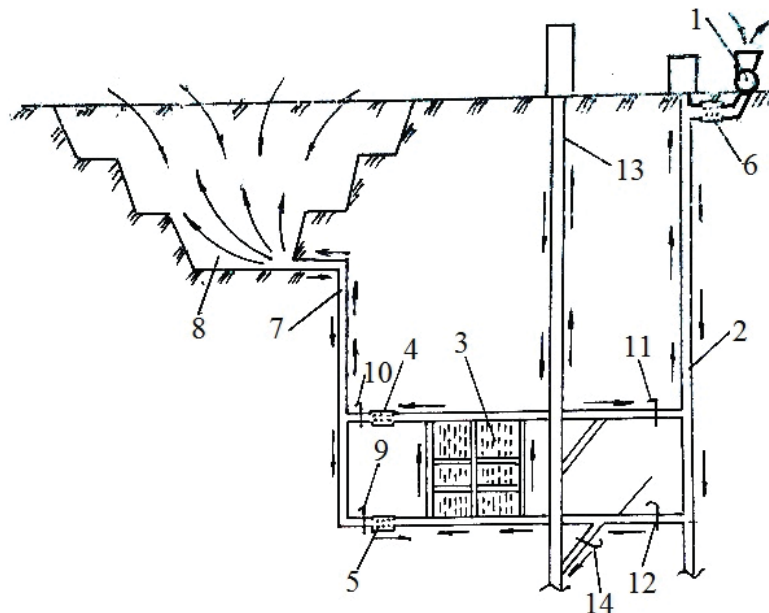


Рис. 4. Схема провітрювання для відкрито-підземного способу розробки родовищ: 1 – шахтна вентиляторна установка; 2 – вентиляційні виробки; 3 – зона підземних робіт; 4, 5, 6 – підземні камери зрошення; 7 – сполучний вентиляційний колектор; 8 – кар'єр; 9, 10, 11, 12 – вентиляційні перемички; 13 – головний ствол; 14 – регулююча перемичка

Згідно із цією схемою вентиляторна установка працює в узгодженому режимі з природною тягою. Так, у теплий період року вентиляторну установку 1 вмикають на нагнітання повітря в шахту – природна тяга в цей період діє сумісно з вентиляторною установкою. В холодний період року вентиляторну установку 1 перемикають на всмоктування повітря з шахти – природна тяга і в цей період діятиме сумісно з вентиляторною установкою.

Ефективне провітрювання зони підземних робіт і кар'єру при роботі вентиляторної установки на нагнітання (у теплий період року) повітря в шахту здійснюється за умови що перемички 9 і 11 закриті, а перемички 10 і 12 відкриті. У цей період року свіже повітря надходить з головних виробок 2 в зону гірничих робіт 3, провітрює виробки і очисні блоки, а потім відбувається його очищення від шкідливих газів і пилу в камері зрошення 4. Після цього очищене повітря вентиляційною виробкою 7 надходить в кар'єр 8 і провітрює його простір.

В період роботи вентиляторної установки на всмоктування (у холодний період року) свіже повітря надходить у кар'єр 8, провітрює його простір, а потім рухаючись вентиляційною виробкою 7 потрапляє у зрошувальну камеру 5, де очищується від пилу і газу. Після цього очищене повітря надходить у зону гірничих робіт 3, провітрює гірничі виробки і очисні блоки та видається вентиляційним стволом 2 у камеру зрошення 6 для остаточного очищення і видалення в атмосферу.

Головний ствол 13 при нагнітанні повітря в шахту видає певну його частину на поверхню, а при всмоктуванні – частина свіжого повітря надходить в шахту. Регулювання кількості повітря, що надходить або видається по стволу 13 здійснюється за допомогою автоматичної перемички 14. При нагнітанні і при всмоктуванні повітря вентиляторною установкою 1 по головному стволу 13 завжди надходить або видається чисте повітря.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Запропонована схема провітрювання має економічні переваги, оскільки застосовується одна вентиляторна установка, а використання кар'єрного простору як гилки вентиляційної мережі значно знижує її загальний аеродинамічний опір. Провітрювання кар'єру і підземних виробок шахти здійснюється при сумісній дії вентиляторної установки і природної тяги в теплий і холодний періоди року, що сприяє підвищенню ефективності функціонування вентиляційної мережі і поліпшенню умов праці на робочих місцях. Після провітрювання гірничих виробок і кар'єрного простору забруднене повітря очищується в камерах зрошення з використанням шахтних вод, що сприяє їх утилізації і нормалізації мікроклімату в глибоких кар'єрах і шахтах.

Список літератури

1. Щелканов В.А. Комбинированная разработка рудных месторождений / Владлен Александрович Щелканов. –М. : Недра, 1979. –234 с.

2. Щелканов В.А. Основные направления развития открыто-подземного способа разработки рудных месторождений / Владлен Александрович Щелканов. – М. : ИПКОН АН СССР, 1979. – С. 16-29.

3. Черных А.Д. Комплексная разработка рудных месторождений / Александр Дмитриевич Черных. – К. : Техніка, 2005. – С. 4-23.

4. Ладыничев Л.В. Проветривание шахт при разработке месторождений одновременно открытым и подземным способами / Л.В. Ладыничев // Проблемы охраны труда, 1982. – С 316-317.

5. Ярцев В.А. Оптимизация шахтной вентиляционной сети Гайского подземного рудника с учетом аэродинамических связей с карьером и увеличением глубины отработки месторождения / В. А. Ярцев, Л.В. Ладыничев // Вентиляция шахт и рудников, 1982. – № 9. – С. 53-55.

6. А. с. 1583625 СССР, Е 21 F 1/00. Способ проветривания карьеров / А.Е. Лапшин, В.Г. Слюсаренко, И. Б. Ошмянский. (СССР). - №4410992/31–03; заявл. 15.04.88; опубл. 07.08.90, Бюл. № 29.

УДК.622.788

С. А. ЗАБОЛОТНИЙ, В. Н. КРАВЦОВ, канд. техн. наук, доцент,
Ю.В. ВЕЛИЧКО, Н. К. КРАВЦОВ, канд. техн. наук
НПП «Укрэкология»

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Досліджено та обґрунтовано варіанти підвищення якості залізорудної концентрату при зниженні втрат з хвостами.

Исследованы и обоснованы варианты повышения качества железорудного концентрата при снижении потерь с хвостами.

Motivated and explored ways to improve the quality of iron ore concentrate by reducing losses with tails.

В современных условиях работы горнообогатительных комбинатов, при переработке железорудного сырья все большее значение приобретает решение задачи повышения эффективности рудоподготовки.

Проблема и ее связи с научными и практическими задачами. Повышение качества железорудного концентрата и снижение потерь металла с отходами при обогащении осуществляется, как правило, путем дальнейшего усложнения технологии переработки: увеличение стадий измельчения и магнитной сепарации. Однако экономическая эффективность при усложнении технологических схем возрастает в меньшей мере, чем растут затраты на обогатительный передел. Кроме того, снижение круп-