

Ю.А. Монастирський

ВАРІАНТИ СИСТЕМ ПІДПОВЕРХОВОГО ОБВАЛЕННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ СВЕРДЛОВИННОГО ГІДРОМОНІТОРНОГО РУЙНУВАННЯ

Виконана оцінка ефективності використання свердловинного гідромоніторного руйнування в системах розробки маломіцних залізних руд.

Выполнена оценка эффективности использования скважинного гидромониторного разрушения в системах разработки малопрочных железных руд.

The executed estimation of efficiency of use of chinks of hydromonitor destruction in systems of development there are not enough of strong iron ores.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. До 75...80% запасів продуктивних горизонтів багатих окислених руд шахт «Родіна», «Ювілейна», ім. Фрунзе, «Гвардійська», шахтоуправління ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» та інших складені відокремленими масивами пухкозв'язаних мартитів, які є природними концентратами з вмістом заліза 67...69% і кварцу 0,9...2,0%. Вони стали продукцією нового рівня якості для електросталеплавильного виробництва і високотехнологічних виробництв порошкової металургії.

Сучасна технологія розробки нестійких, маломіцних рудних масивів, з використанням буропідривної відбійки і площадкового випуску руди під обваленими породами, характеризується високими втратами природної якості руди. Тому назріла необхідність створення принципово нової технології виймання багатих руд, що дозволить в складних умовах глибоких горизонтів шахт вести ефективний видобуток запасів без втрат якості.

Аналіз досліджень та публікацій. На сьогодні одним з шляхів вирішення поставленої проблеми є новий підхід до технології видобутку, який полягає у застосуванні свердловинного гідромоніторного руйнування для відбійки руд [1, 2].

Постановка завдання. Розробити варіанти систем підповерхового обвалення з використанням свердловинної гідромоніторної відбійки в різних технологічних процесах, а саме підготовці-нарізці, створення компенсацій та масовій відбійці.

Викладення матеріалу та результати. Камерний варіант системи підповерхового обвалення, ефективний при досить стійких відслоненнях рудного масиву, може бути використаний в умовах шахтоуправління ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» (базовий варіант).

Очисний блок підготовляють за схемою варіанта системи підповерхового обвалення зі сполученим буровим і доставочним горизонтом (рис. 1). З ніш і виробок горизонту доставки бурять похилі, у бік заваленого масиву, під кутом від 5 до 15⁰ від вертикалі свердловини діаметром 100-200 мм. Очисне виймання починають з утворення в частині панелі, пов'язаною з рудним масивом, похилої, у бік заваленого масиву, відрізної щілини. З гори до низу свердловини розширюють свердловинним гідромоніторним агрегатом із соплами великого (15-25 мм) діаметра до максималь-

них параметрів, обумовлених ефективністю струменів води (орієнтовно до радіусу руйнування 2-3 м).

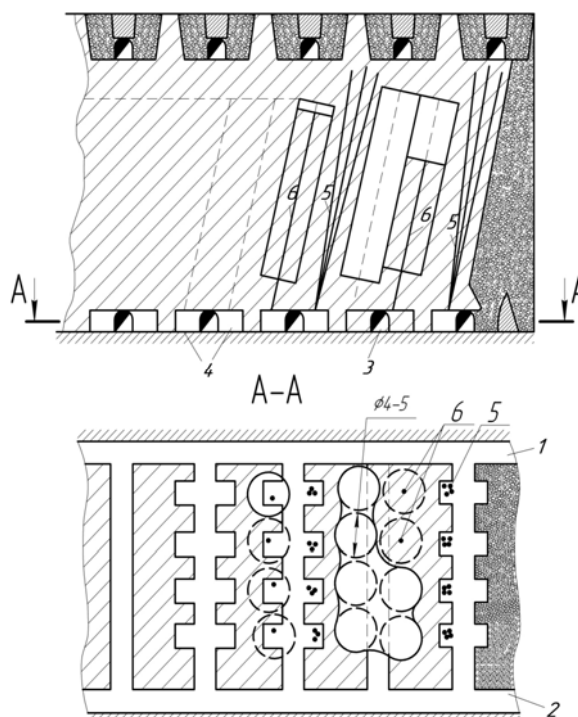


Рис. 1. Схема камерного варіанта системи підповерхового обвалення з похилими ціликами: 1, 2 – господарський і вентиляційний штреки; 3 – орт скреперування; 4 – ніші; 5, 6 – вибухові та гідровидобувні свердловини

Над утвореною порожниною залишають стелю товщиною 4...6 м. Послідовним розширенням свердловин від відрізної щілини до завалених порід формують з кількох ізольованих квазіциліндричних порожнин похилу камеру. Між утвореною камерою і заваленими породами залишають похилий цілик, що обгороджує, параметри якого визначають відповідно до розробленої автором методики. Після виймання камерного запасу свердловинними концентрованими зарядами обвалюють цілик і стелю, при цьому для створення зарядних порожнин використовується свердловинний гідромоніторний агрегат із соплами малого (3...5 мм) діаметра.

Техніко-економічні розрахунки (табл. 1) показують, що утворення камер свердловинним гідромоніторним руйнуванням як більш безпечне, так і менш трудомістке, у 1,6 разу при питомій витраті води 0,5 м³/т і 1,4 разу при 1 м³/т; гідроруйнування частини запасів призводить до зниження витрати вибухових речовин у 3 рази і стиснутого повітря в 1,5 рази, але в той же час збільшується витрата електроенергії з 1,6 до 6,2 кВт·год/т.

Таблиця 1
Показники камерного варіанта системи підповерхового обвалення

Показники	Базовий варіант	Новий варіант Питомі витрати води, м ³ /т				
		0,5	1,0	2,0	5,0	
Продуктивність праці, т/зм. по камері	29,7	103,8	89,4	74,6	36,5	
	43,3	61,1	61,1	54,8	43,1	
Питомі витрати вибухових речовин, кг/т						
	електроенергії, кВт·год/т	0,50	0,15	0,15	0,15	0,15
	кВт·год/т	1,60	2,80	3,70	4,70	6,20
	стиснутого повітря, м ³ /т	24,30	16,60	16,70	16,90	17,80

Застосовувана на шахтоуправлінні ВАТ «Арселор Міттал» та на шахті «Родіна» ВАТ «Криворізький залізорудний комбінат» технологія виймання (базовий варіант) включає проведення виробок скреперування й оформлення з них через 5 м парних ніш, що служать для розбурування рудного масиву, утворення випускних лійок і випуску руди.

Очисне виймання починають з утворення в центральній частині панелі поперек виробок горизонту доставки вертикальної відрізної щілини. Над нею залишають стелину товщиною 4...6 м. Застосовуючи зустрічно-направлене висадження, на отриману відрізну щілину, відбивають рудний масив панелі з формуванням камери максимального можливого, за умовами стійкості, об'єму. При цьому на межі з раніше відпрацьованим простором залишають захисні щілики, шириною 5...6 м. Відробивши камерні запаси, заряджають і підривають свердловини, пробурені в тимчасових щіликах, у результаті чого відбувається обвалення тимчасової стелини і заповнення виробленого простору рудою. Для запобігання руйнування доставочних виробок вибухом свердловини в нижній частині незаряджають на глибину 5...7 м, а випускні лійки утворюють висадженням штангових шпурів, пробурених разом зі свердловинами.

В новому варіанті системи підповерхового обвалення зі сполученим буровим і доставочним горизонтом, з ізолюваними квазіциліндричними компенсаційними порожнинами й відбійкою руди глибокими свердловинами при можливості (з умов стійкості) кілька ізолюваних порожнин можуть бути об'єднані в єдиний вироблений простір, і варіант з ізолюваними порожнинами перетворюється в камерний варіант (рис. 2).

Особливістю нарізки блоку при використанні способу свердловинного гідровидобутку для утворення ком-

пенсаційних порожнин є проходка виробок скреперування похилих убік вентиляційних виробок, що використовуються як водозбірник, чи по них прокладають складальний пульповід. Очисні роботи включають утворення вертикальних чи похилих квазіциліндричних порожнин і обвалення масиву глибокими свердловинами. Порожнини діаметром до 5 м формують свердловинним гідромоніторним руйнуванням рудного масиву зі свердловин, пробурених з ніш горизонту доставки. Допускається попереднє камуфлетне висадження в гідровидобувний свердловині чи її частині, для створення додаткової тріщинуватості при перетинанні міцних руд. Відбита струменем води руда направляється для уловлювання, зневоднювання і навантаження руди, освітлення і подачі води для гідроруйнування.

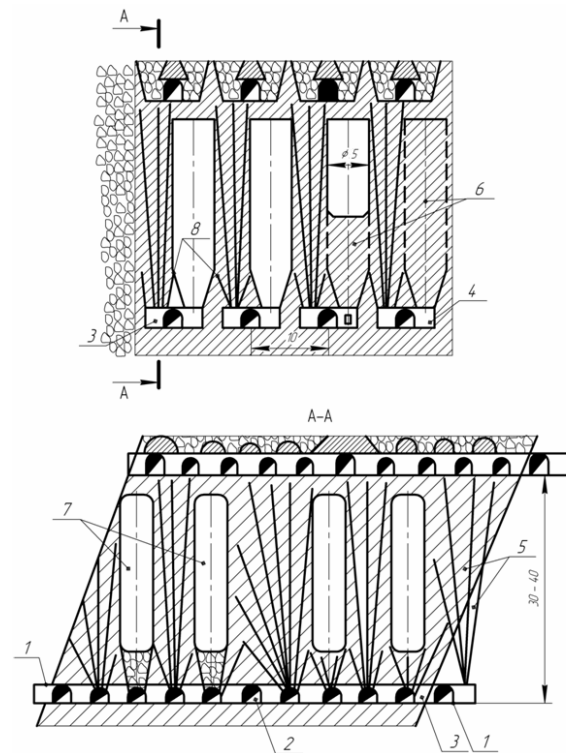


Рис. 2. Схема варіанта системи підповерхового обвалення зі сполученим буровим і доставочним горизонтом: 1, 2 – господарський і вентиляційний штрек; 3 – орт скреперування; 4 – ніші; 5, 6 – вибухові і гідровидобувні свердловини; 7 – компенсаційні порожнини; 8 – штангові шпури

Одночасно з гідровідбійкою із сусідніх ніш бурять крутопохилі чи вертикальні вибухові свердловини діаметром 100...105 мм, що можуть розширювати свердловинними гідромоніторами до діаметра 140...160 мм, залежно від міцності руди і проектного розташування свердловин. Після утворення компенсаційних порожнин вибухові свердловини заряджають і одночасно з розворотом випускних лійок підривають. Завалена руда випускається на виробки скреперування, доставляється і вантажиться скрепером у вагони чи рудоспуск.

При камерному вийманні 50% запасів блоку у такий спосіб досягаються такі показники (табл. 2):

Таблиця 2

Показники системи підповерхового обвалення зі сполученим буровим і доставочним горизонтом

Показник	Базовий варіант	Новий варіант			
		Питомі витрати води, м ³ /т			
		0,5	1,0	2,0	5,0
Продуктивність праці, т/зм.					
по камері	29,7	103,8	89,4	74,6	26,5
по системі	39,2	62,4	55,1	43,8	33,1
Питомі витрати					
вибухових речовин, кг/т	0,50	0,30	0,30	0,30	0,30
електроенергії, кВт·год/т	1,70	2,40	3,10	3,70	5,60
стиснутого повітря, м ³ /т	26,10	16,60	16,70	16,90	17,80

Таким чином, даний варіант у порівнянні з базовим має такі технологічні та техніко-економічні переваги та недоліки:

- утворення компенсаційного простору свердловинним гідромоніторним руйнуванням менш трудомісткий, у 1,6 разу при питомих витратах води 0,5 м³/т і 1,4 разу при 1 м³/т;

- свердловинна гідромоніторна відбійка частини запасів призводить до зниження витрати вибухових речовин у 1,6 разу і стисненого повітря в 1,5 рази, але в той же час збільшує витрати електроенергії з 1,7 до 5,6 кВт·год/т.

Варіант системи підповерхового обвалення з відбійкою руди на вертикальну відрізню щілину, утворену свердловинною гідромоніторною відбійкою руди (рис. 3) може бути застосований в рудах з найменшою міцністю, де не допускаються значні відслонення масиву.

У базовому варіанті після проходки з відкаточного орта на всю висоту поверху блокового господарського підняття проводять підповерхові господарські орти. У процесі проходки ортів уточнюють границі рудного тіла і вибирають траси штреків скреперування. Штреки скреперування розташовують між собою на відстані 10 м, з них через 4...5 м проходять парні дучки на висоту 5 м. По границях панелі штреки скреперування з'єднуються вентиляційними ортами. На 10 м вище горизонту скреперування проводять буровий штрек, що розташовують з боку недоторканого масиву. Відбійку масиву роблять вертикальними шарами в напрямку обвалиної частини покладу. Для цього застосовують короткоуповільнене висадження віял свердловинних зарядів. Перед відбійкою виконують розворот лійок. Відбита руда випускається і доставляється скреперними лебідками на відстань до 30 м у рудоспуск чи вантажиться через полок безпосередньо у вагони.

Відбійка в затиснутому середовищі призводить до нерівномірності дроблення руди, великим втратам і засорінням корисної копалини при випуску шарів, які приймають до пустих порід. Ці всі недоліки зменшуються при використанні варіантів систем з відбійкою на компенсаційний простір. У пухких мартизових рудах утворення простору необхідного розміру буропідірвним способом надзвичайно складно і дуже небезпечно. Вибухи додатково порушують і без того слабостійкий масив, а невибухові способи в даний час не застосовуються.

З бурового штреку проходять відрізні орти, з яких бурять низку гідровидобувних свердловин. Розширенням цих свердловин утворюють одну чи кілька вертикальних

відрізнних щілин необхідного обсягу, розташовуваних паралельно площини віял вибухових свердловин. Відбита струменем води руда направляєється на дільничний пункт зневоднювання і навантаження руди. Після утворення відрізнної щілини паралельними свердловинами змінного діаметра обвалюють руду в панелі.

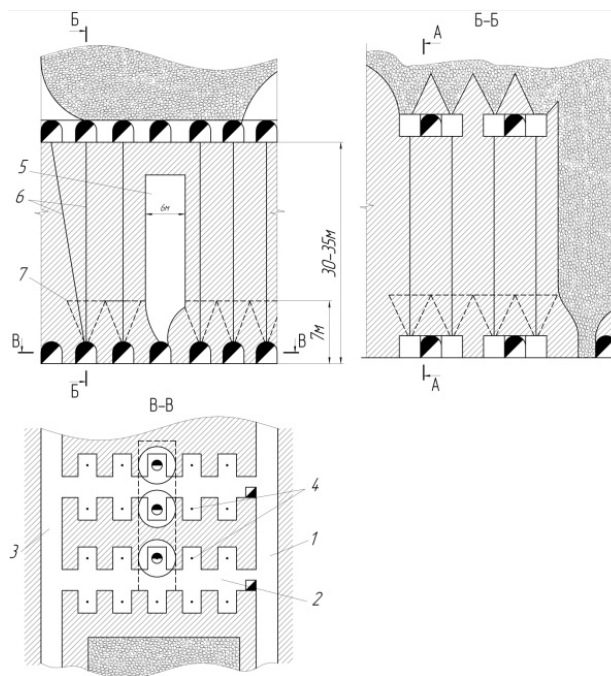


Рис. 3. Варіант системи підповерхового обвалення з відбійкою руди на вертикальну відрізню щілину чи штреки, утворену свердловинною гідромоніторною відбійкою руди. 1, 2, 3 – господарська, доставочна і вентиляційна виробки; 4 – парні бурові ніші; 5 – вертикальна відрізню щілина, 6 – глибокі свердловини; 7 – штреки

У варіантах з гідромоніторною відбійкою 30% запасів при різній питомій витраті води і використанні насоса ЦНС-105-490 показники наступні (табл. 3):

- витрати праці на виймання 1 т руди в технології з гідровидобутком нижче при питомих витратах води до 4 м³/т;

- у запропонованій технології питомі витрати ВР зі стисненого повітря нижче, чим у базовому варіанті відповідно в 1,7 і 1,4 разу, незалежно від питомої витрати води;

- питомі витрати електроенергії в базовому варіанті нижче в 3 рази в порівнянні з варіантом з питомими витратами води 0,5 м³/т, приріст витрати електроенергії складає 0,45 кВт год / м³ води.

Варіант системи підповерхового обвалення з відбійкою руди свердловинами змінного діаметра на горизонтальне підскакування. Застосовується для умов відпрацьовування маломіцних руд, у яких свердловинне гідромоніторне руйнування масиву в порівнянні з вибуховим не ефективне, але в порівнянні з механічним бурінням свердловин ефективне.

Варіант системи підповерхового обвалення з відбійкою горизонтальних шарів руди (рис. 4) містить проходку з блокового орта трьох-чотирьох штреків скреперування, що на граничній панелі збиваються вентиляційним

підняттям зі складальним вентиляційним ортом, розташованим на 10 м нижче горизонту скреперування.

Таблиця 3
Показники системи підповерхового обвалення з відбійкою на вертикальну відрізну щілину

Показники	Базовий варіант	Новий варіант			
		Питомі витрати води, м ³ /т			
		0,5	1,0	2,0	5,0
Продуктивність праці, т/зм. на гідровідбійці по системі	— 37,1	780 76,1	390 68,9	200 58,2	80 39,6
Питомі витрати:					
вибухових речовин, кг/т	0,232	0,136	0,136	0,136	0,136
електроенергії, кВт*год./т	0,65	1,71	2,26	2,70	4,05
стиснутого повітря, м ³ /т	14,1	10,3	10,3	10,5	11,8

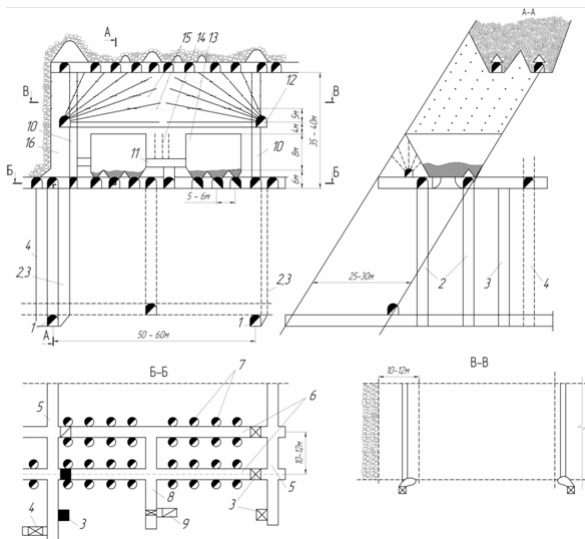


Рис. 4. Варіант системи підповерхового обвалення з відбійкою руди свердловинами змінного діаметра на горизонтальне підсікання: 1 – орт-заїзд; 2 – рудоспуск; 3,4 – ходовий та господарські підняттяві; 5,8 – господарський та вентиляційний орт; 6 – штрек скреперування; 7 – дучка; 9,10 – вентиляційний та буровий підняттяві; 11 – підсічна виробка, 12 – буровий орт, 13 – горизонтальний компенсаційний простір, 14, 16 – тимчасовий міжпанельний та міжблоковий цілик, 15 – глибокі свердловини

Для утворення траншейного підсікання зі штреків скреперування через 5 м проходять парні випускні дучки, що на висоті 6 м від горизонту скреперування збивають між собою. Розбурювання масиву виконують віялами свердловин з бурових ортів, які проходять з бурового і ходових підняттявих. Очисні роботи в панелі починають з утворення траншейного підсікання шляхом висадження шпурів. Потім обвалюють масив руди. Для цього спочатку підриваються штангові шпури, пробурені з дучок, розташованих у тимчасовому цілику, потім по черзі – свердловини з бурових ккамер. Панелі на підповерху відпрацьовують послідовно від раніше відпрацьованого блоку в напрямку від лежачого боку до висячого. До основних недоліків даного варіанта варто віднести: високу трудомісткість робіт із проходки і кріплення бурових

ортів, підйому устаткування і погані умови провітрювання бурових виробок. Крім того, попереднє підсікання навіть на невеликій площі (400...500 м²) можуть викликати само обвалення масиву, що приведе до поганого дроблення руди і низьких показників видобутку.

Після традиційної підготовки блоку з бурових виробок бурять свердловини діаметром 100...110 мм, що розташовують у межах віяла по сітці, параметри якої визначаються за методикою розрахунку параметрів відбійки свердловинами змінного діаметра. Після буріння чергової свердловини в неї поміщують свердловинний гідромонітор і струменем води від малогабаритної насосної установки, яка забезпечує напір до 8 МПа і витрату води в межах 5...10 м³/год виконують розширення визначених інтервалів свердловин до необхідного діаметра. Варто врахувати, що свердловини діаметром понад 150 мм повинні мати положистий кут нахилу, оскільки застосовувані гранульовані ВР не забезпечать нормальне формування заряду. Після утворення горизонтального підсікання свердловини змінного діаметра заряджають і підривають.

Таблиця 4
Показники системи підповерхового обвалення з відбійкою руди свердловинами змінного діаметру на горизонтальне підсікання

Показник	Базовий варіант	Новий варіант			
		Питомі витрати води, м ³ /т			
		0,5	1,0	2,0	5,0
Продуктивність праці по системі, т/зм.	23,1	6,1	68,9	58,2	39,6
Питомі витрати:					
вибухових речовин, кг/т	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232
електроенергії, кВт*год./т	0,65	0,71	1,26	1,70	2,05
стиснутого повітря, м ³ /т	14,1	10,3	10,3	10,5	11,8

Висновки

Запропоновані варіанти систем розробки та виконана оцінка ефективності використання свердловинного гідромоніторного руйнування в системах розробки маломіцних залізних руд показали перспективність даного напрямку вдосконалення систем розробки на шахтах Криворізького басейну.

Список літератури

1. Тарасютин В.М. Монастырский Ю.А. Подземная скважинная гидротехнология селективной без потерь качества выемки богатых мармитовых руд // Качество минерального сырья // Сб. науч. тр. – Кривой Рог: Минерал, 2005. – С. 281-284.
2. Тарасютин В.М., Гирич В.С., Монастырский Ю.А. Экспериментальные исследования процессов скважинной гидротехнологии в шахтных условиях // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог, КТУ, 1998. – Вып. 63. – С. 16-20.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Голінком 30.11.09