

УДК 622.012.2: [622.647.1+622.619]

М.І. СТУПНІК, В.О. КАЛІНІЧЕНКО, доктори техн. наук, проф.,
О.Я. ХІВРЕНКО, канд. техн. наук, доц., О.В. КАЛІНІЧЕНКО, канд. економ. наук, доц.,
М.А. ГРИЩЕНКО, асистент, В.О. ТЕЛЯПНЬОВ, магістрант
Криворізький національний університет

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДПРАЦЮВАННЯ ЗАПАСІВ БЛОКІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМБІНОВАНОГО ВИСОКОІНТЕНСИВНОГО ВИПУСКУ РУДИ

Багаті залізні руди на шахтах Криворізького залізорудного басейну видобувається різними варіантами систем підповерхового обвалення руди та вмшуючих порід та підповерхово-камерними системами розробки. Аналіз статистичних даних за останні декілька років показує, що з пониженням рівня гірничих робіт прослідковується тенденція до зменшення застосування систем розробки з відкритим очисним простором і збільшення частки систем з обваленням. Такий перерозподіл відсоткового відношення систем розробки викликаний збільшенням напруженого стану масиву зі збільшенням глибини гірничих робіт, що супроводжується самообваленням покривлі камер та міжкамерних ціликів. При цьому випуск і доставку руди здійснюють скреперними установками, які не відповідають сучасним вимогам як за умовами праці та техніки безпеки, так і з точки зору низької продуктивності робіт. Зараз планується технічне переоснащення шахт із застосуванням самохідних навантажувально-доставочних машин. Через це розробка та дослідження варіантів системи розробки підповерхового обвалення на даний час являє собою актуальне завдання. В статті наведено коротку характеристику основних недоліків існуючих систем підповерхового обвалення, та проведено їх коротке порівняння з аналогічними системами підповерхового обвалення які використовуються за кордоном, і дозволяють застосовувати потужну самохідну навантажувально-доставочну техніку, а також причини неможливості їх використання для розробки родовищ в умовах покладів природно-багатих руд Криворізького залізорудного басейну. Наведено опис запропонованої системи розробки підповерхового обвалення руди та вмшуючих порід з відбійкою руди на вертикальний компенсаційний простір із застосуванням комбінованого випуску та доставки руди скреперними установками та самохідними навантажувально-доставочними машинами та подано загальний вигляд системи. Приводяться результати які отримані під час проведення лабораторного дослідження запропонованого варіанту підповерхового обвалення, а також його якісні та кількісні показники та оптимальні параметри днища.

Ключові слова: підповерхове обвалення, самохідні НДМ, скреперні установки, випуск руди, вилучення чистої руди, інтенсивність відробки.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. У даний час перед багатьма гірничовидобувними підприємствами України, що ведуть розробку родовищ підземним способом, дуже гостро стоїть питання інтенсифікації гірничих робіт. Майже на всіх підприємствах Криворізького залізорудного басейну застосовується застаріла низькопродуктивна техніка, яка є морально і в більшості випадків фізично застарілою. Через це не забезпечуються належні умови праці робітників та підвищуються фізичні навантаження.

Одним із пріоритетних напрямків подальшого розвитку підземного Кривбасу є застосування самохідної техніки, яка характеризується високою продуктивністю та створює безпечні умови праці для робітників. Значною перешкодою для широкого застосування самохідної техніки є складні гірничо-геологічні та гірничо-технічні умови, що виникають на глибоких горизонтах, які в першу чергу проявляються у вигляді високого гірського тиску, який призводить до передчасного руйнування та деформації виробок. Тому вдосконалення систем розробки підповерхового обвалення з застосуванням самохідної техніки адаптованих до умов Криворізького залізорудного басейну, є досить актуальним питанням.

Аналіз досліджень і публікацій. Для застосування сучасної високопродуктивної самохідної техніки на очисному вийманні необхідне проведення виробок з великою площею поперечного перерізу. В наявних гірничо-геологічних умовах підтримання цих виробок є значною проблемою через значний гірський тиск, через це виникає необхідність застосування систем розробки з низькими витратами підготовчо-нарізних виробок та з високою інтенсивністю ведення очисних робіт.

З технічної літератури досить відомим є так званий «шведський» варіант підповерхового обвалення [1,2], сутність якого полягає в наступному:

поверх ділять на підповерхи, на рівні кожного з них проводять орт на всю потужність рудного покладу, який використовується для розбурювання масиву з наступною відбійкою руди на «затиснене» середовище та торцевим випуском і доставкою відбитої руди за допомогою само-

хідного обладнання. Даний варіант системи розробки застосовується для відпрацювання стійких руд при їх заляганні в стійких вміщуючих породах, які допускають створення виробок з площею поперечного перерізу 12-16 м² без кріплення або із застосуванням простих видів кріплення (анкерного). Недоліками даного варіанту є можливість його застосування лише при відпрацюванні переважно стійких руд, які не схильні до надмірного ущільнення в умовах відбивання на «затиснене» середовище, значне розубоження рудної маси при очисному вийманні (до 20-30 %), що роблять дану технологію в класичному варіанті неприйнятною в умовах підземних рудників Кривбасу, оскільки природно багаті залізні руди характеризуються невисокою міцністю та стійкістю, є схильними до переущільнення при недостатньому об'ємі компенсаційного простору, а також дуже важко збагачуються.

Відомі варіанти підповерхового обвалення руди та вміщуючих порід з відбійкою на компенсаційний простір [1,2], які в даний час застосовуються в Криворізькому залізорудному басейні, мають більші витрати підготовчо-нарізних робіт та меншу інтенсивність відпрацювання ділянок покладу.

Для виключення недоліків обох варіантів підповерхового обвалення було розроблено систему розробки підповерхового обвалення з застосуванням високоінтенсивного випуску руди скреперними установками та самохідними НДМ.

Отже, за рахунок модернізації системи розробки можливо покращити кількісні та якісні показники вилучення руди, збільшити продуктивність скреперної доставки та інтенсивність випуску руди з панелі.

Постановка завдання. Зважаючи на переваги та недоліки розглянутих вище варіантів підповерхового обвалення руди та вміщуючих порід постає завдання в подальшому їх вдосконаленні завдяки поєднанню «шведського» варіанту та варіанту з відбійкою на компенсаційний простір, при одночасному підвищенні інтенсивності відпрацювання ділянок покладів.

Викладення матеріалу та результати. Для відпрацювання потужних та середньої потужності рудних покладів багатих залізних руд в умовах Криворізького залізорудного басейну представлених недостатньо стійкими рудами та породами пропонується застосувати варіант системи підповерхового обвалення руди та застосування високоінтенсивного випуску обваленої руди скреперними установками та самохідними НДМ.

Даний варіант систем підповерхового обвалення руди представлений на рис. 1.

Підготовчі роботи полягають в проведенні в породах лежачого боку польового відкотного штреку - 1, з якого через 60 м проводяться орти заїзди - 2, довжиною, яка забезпечує розміщення рухомого складу відкотної техніки. Із орта-заїзда у породах лежачого боку проходять блоковий вентиляційно-ходовий підняттявий - 12, на всю висоту поверху, та рудоперепускний підняттявий-3 до рівня верхнього горизонту доставки, та господарчого підняттявого - 4. Для доступу на підповерхи самохідної техніки в породах лежачого боку проводять похилий з'їзд - 16, який збивають з кожними горизонтом доставки. В нижній частині поверху в породах лежачого боку проходять вентиляційний збірний штрек-колектор - 10, який збивають з кожними горизонтом за допомогою вентиляційних ортів - 8, та вентиляційних підняттявих - 11.

Блок по висоті нарізними виробками ділиться на два підповерхи приблизно рівні по висоті. За простяганням блок ділять на дві панелі шириною 30 м.

Нарізні роботи полягають у проведенні на рівнях підповерхів польових транспортних штреків лежачого боку - 17, та доставочних ортів - 5. Відстань між доставочними ортами - 30 м. Для випуску обваленої рудної маси в панелі в покрівлі доставочних ортів проводять штрек скреперування - 6, та чотири дучки лежачого боку - 7 для кожного штрека. В центральній частині штреку скреперування проводять вентиляційний орт - 8, який збивають з вентиляційним підняттявим - 11.

На рівні горизонту випускних воронок проводиться буровий штрек - 15, з якого для утворення вертикальної компенсаційної камери проводять відрізний орт - 13 з боку непідробленого рудного масиву. Буровий штрек збивають з рудоперепускним, господарчим та вентиляційно-ходовим підняттявим за допомогою господарчих ортів - 20. Для утворення вертикального компенсаційного простору з відрізного орта проводять відрізний підняттявий - 9. Розбурювання масиву панелі проводять паралельними віялами глибоких свердловин з бурового штреку - 15.

Очисні роботи в панелі розпочинають з утворення вертикальної компенсаційної камери - 18 над рядом дучок з боку непідробленого масиву, для чого спочатку розширюють відрізний

підняттясвий - 9 навхрест простягання на проектну ширину, відбиваючи на нього 3-4 глибокі свердловини - 19, які вибурюють з відрізного орта - 13, далі ведеться розширення навхрест простягання до проектних розмірів. Висота вертикальної компенсаційної камери дорівнює відстані від підшови відрізного орта до днища верхньої панелі, з залишенням рудного цілика товщиною 5 м над нею, ширина компенсаційної камери 5-6 м. Після утворення компенсаційної камери - 18 та випуску руди з неї, з залишенням рудної подушки на випускних воронках, проводиться відбійка основного запасу свердловинами - 19, вибуреними з бурового штреку - 15.

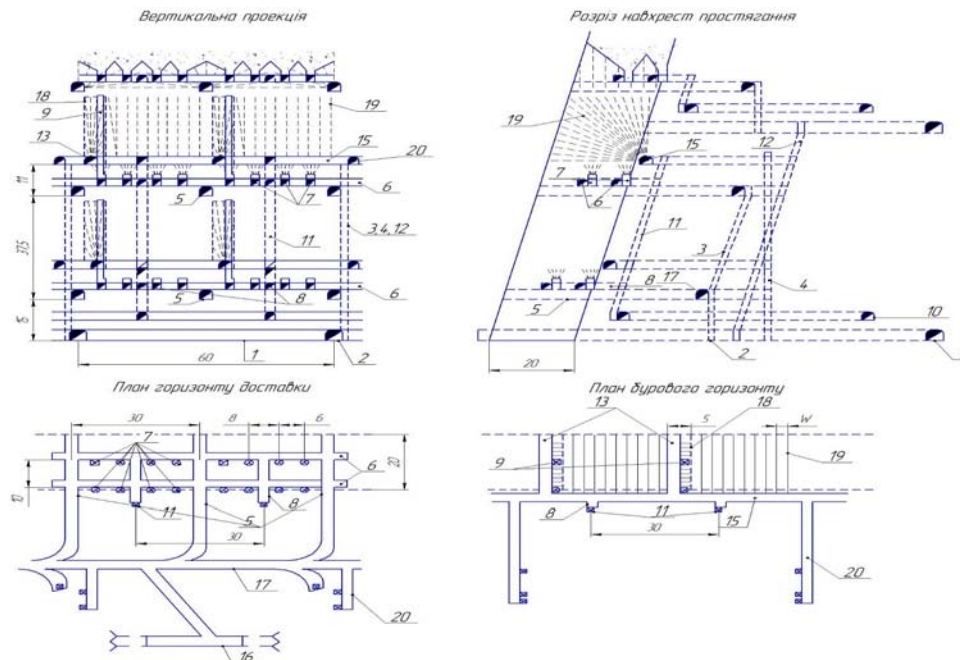


Рис. 1. Система розробки з комбінованою доставкою руди скреперними установками та самохідними НДМ

Випуск руди з панелі проводять в штреку скреперування через випускні дучки. Скреперування в панелі двостороннє на два доставочні орти. Середня довжина доставки руди по штреку скреперування становить 7 м. Розвантаження скреперної установки виконується через обладнаний штрек-полок на підшову доставочного орта, це дає змогу створювати навал руди на підшві доставочного орта. Самохідна НДМ здійснює наповнення ковша рудною масою з навалу, при цьому для покращення умов завантаження та збільшення коефіцієнта заповнення ковша рудою можливе встановлення штучної упори. Після завантаження машина рухається по доставочному орту до транспортного польового штрека лежачого боку та здійснює розвантаження рудної маси у рудоспуск, по якому вона під дією власної ваги переміщується до орта-заїзду, де через люк вантажиться у вагонетки.

Особливістю даного варіанту системи розробки підповерхового обвалення руди та вміщуючих порід є застосування схеми нарізки панелі яка дозволяє застосувати високопродуктивну техніку, зменшити середню відстань скреперування, та при рівномірно-послідовному режимі випуску створити випускні траншеї над кожним штреком скреперування, що дозволяє збільшити кількість випущеної чистої руди.

Для дослідження запропонованого варіанту системи розробки було проведено лабораторні дослідження процесу випуску руди на фізичній моделі яка імітує ділянку покладу в масштабі 1:100. Для імітування рудної маси було використано магнетитову руду гранулометричний склад якої наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Класифікація руди по гранулометричному складу

Клас крупності, мм	-7+5	-5+3	-3+2	-2+1	-1+0,5	Всього
Кількість, %	5	39,7	25	25,2	5,1	100

Як пусті обвалені породи використовувалась гранітна крошка такого ж гранулометричного складу як і руда. Площинний випуск шару руди висотою 40 см проводився через ряди випуск-

них отворів, що були розташовані в 2 ряди. Випуск проводився рівними дозами з кожного випускного отвору. Режим випуску руди обрано рівномірно-послідовний.

Для забезпечення розрихлення відбитої руди при початку випуску перші дві дози було зменшено вдвічі. З випускних отворів розташованих біля скла випускалась відбита рудна маса у кількості 0,8-0,9 від маси руди випускаємої з інших отворів, оскільки вони мають зменшені розміри.

Для контролю за виходом чистої руди на поверхню руди у моделі були вкладені жетони над кожним випускним отвором і по їх виходу фіксувалось вилучення чистої руди та початок засмічення. При виході жетону з випускного отвору випуск з нього припинявся.

Основні стадії процесу випуску на моделі при рівномірно-послідовному випуску приведено на рис. 2а-г.

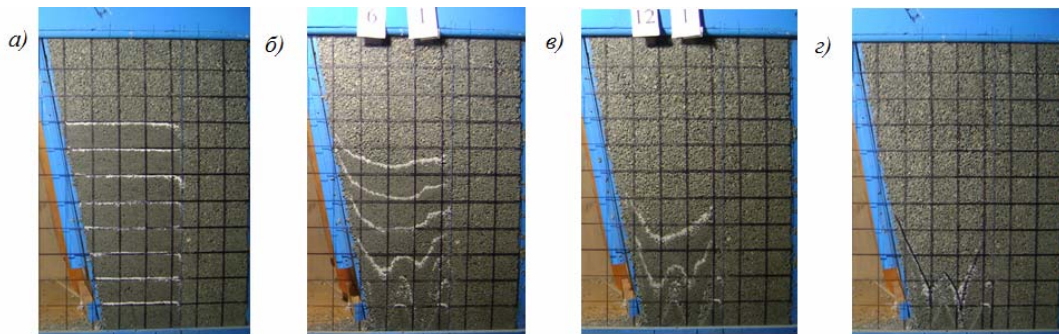


Рис. 2. Основні стадії процесу випуску : а-перед початком випуску; б-після випуску шостої дози; в-після випуску дванадцятої дози; з-після закінчення випуску

Висновки та напрямок подальших досліджень. Проведені лабораторні дослідження показали, що при застосуванні запропонованого варіанту системи розробки з витратами підготовчо-нарізних виробок на рівні 5,5 м/тис.т можливе вилучення чистої руди на рівні 72 %, підвищення інтенсивності випуску з 1-2 т/м² при стандартній технології до 3-4 т/м², зростання продуктивності скреперної лебідки з 170-200 т/зм, при стандартній технології до 500-600 т/зм, за рахунок зменшення середньої довжини скреперування від 15 до 7 м, а також до підвищення стійкості штреків скреперування за рахунок зменшення кількості випускних отворів та їх одно-стороннього розташування.

На основі проведених дослідів встановлено наступні оптимальні параметри: оптимальна кількість випускних отворів на один штрек скреперування становить 4 отвори, відстань між штрекам скреперування - 8 м та між доставочними ортами - 30 м. У подальших дослідженнях планується дослідити рівень засмічення при застосуванні даної технології.

Список літератури

1. Чернокур В.Р. Добыча руд с подэтажным обрушением / В.Р. Чернокур, Г.С. Шкробко, В.И. Шелегеда // М.: Недра, 1992.- 271 с.
2. Агошков М.И. Подземная разработка рудных месторождений / М.И. Агошков, Г.М. Малахов // М.: Недра, 1966. – 663 с.
3. Малахов Г.М., Теория і практика випуску руди / Г.М. Малахов, Р.В. Безух, П.Д. Петренко // М.: Недра, 1968.
4. Черненко А.Р., Подземная добыча богатых железных руд / А.Р. Черненко, В.В. Черненко // М.: Недра, 1992.
5. Фугзан М.Д., Интенсивность подземной эксплуатации рудных месторождений / Д.Р. Каплунов, В.И. Пазынич // М.: Недра, 1980.
6. Барон Л.И., Исследование выпуска руды при системе этажного принудительного обрушения с выемкой полями / М.Д. Фугзан // М.: Недра, 1959.
7. Д.Ф. Зенюк, В.З. Рябец, В.М. Тарасютин., М.Б. Фелько, О.Я. Хівренко. Комбінований спосіб доставки рудної маси при підземній розробці крутоспадних потужних рудних покладів / Патент на корисну модель, Україна, UA№75110 «U»
8. Цыганов М.Н. Подземная разработка с высокой полнотой извлечения руд // М. Недра, 1985.
9. Борисенко С.Г. Технология подземной разработки рудных месторождений // К. Вища школа, 1987.
10. Малахов Г.М. Проблемы разработки рудных месторождений Криворожского бассейна на глубине 700-800 м // . Горный журнал, 1957. №7.
11. Куликов В.В. Выпуск руды // М. Недра, 1980.
12. Кунин И.К. Выпуск и доставка руды при подземной добыче // М. Недра, 1964.
13. Сун Сяо-Тянь. Исследование зависимости величин и характера распределения давления обрушения пород на днище от интенсивности, порядка и схем выпуска // Изв. вузов. Горный журнал №1, 1960.

Рукопис подано до редакції 22.03.16