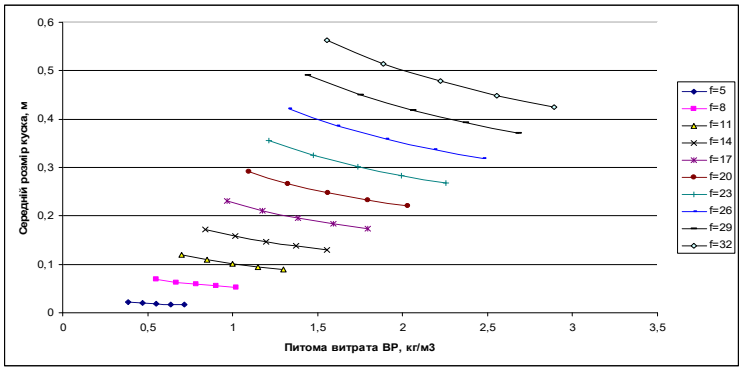

Рис. 1. Графік залежності середнього розміру куска від питомої витрати ВР

Висновки та напрямок подальших досліджень. Отримано загальну формулу для розрахунку середнього розміру куска в розвалі порід залежно від властивостей порід, їх блочності, застосовуваної ВР і питомої її витрати. Означена формула може бути використана для розрахунку середнього розміру куска гірських порід з будь-якими фізичними властивостями і різними умовами підривання.

Список літератури

1. В.А. Кузнецов**,** автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук.
2. **В.М. Кузнецов**, Математические модели взрывного дела, Новосибирск, 1977.
3. **Шапурін О.В., Кирик П.Я.** Руйнування гірничих порід вибухом: Навч. посібник.-К.:ІСДО, 1995.-280 с.

Рукопис подано до редакції 12.11.11

УДК 622.272

І.П. КУШНЕРЬОВ, Ю.Ю. КРИВЕНКО*, кандидати техн. наук., доц.
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДПРАЦЮВАННЯ РУДНИХ ПОКЛАДІВ КАМЕРНИМИ СИСТЕМАМИ НА ГЛИБОКИХ ГОРИЗОНТАХ

Представлено нові технологічні рішення відпрацювання рудних покладів камерними системами на глибоких горизонтах. Обґрунтована доцільність формування у відкритому очисному просторі тимчасового цілика, який здійснює підтримання налягаючих порід по моменту відробки основного камерного запасу. Запропоновано враховувати при визначені параметрів цілика реологічні властивості гірничого масиву.

Проблема та зв'язок з науковими та практичними задачами. На досягнутих глибинах рудних шахт Криворізького басейну спостерігається тенденція до зменшення питомої ваги застосування камерних систем розробки та перехід до систем підповерхового обвалення. Внаслідок цього зростає собівартість видобутку руди, погіршуються показники видобування в цілому, ефективність відпрацювання покладів. Перш за все це пов'язано з погіршенням гірничо-геологічних умов відпрацювання рудних покладів і зростанням активної негативної дії гірського тиску. У результаті цього є стрімке зменшення камерних запасів, і у той же час, зростання параметрів циліків, які відпрацьовуються з гіршими показниками видобутку корисних копалин. Камерні системи розробки порівняно із системами з обваленням руди та налягаючих порід є більш ефективними. Основними їх перевагами є низькі втрати і засмічення руди за рахунок того, що більш ніж 30 % балансових запасів виймальної одиниці (блоку) випускаються практично чистими. Як правило, чим більше об'єм камери, ти м кращі показники добування по системі розробки.

Обов'язкова умова застосування камерних систем - це стійкість руди та вміщуючих порід. Але на досягнутих глибинах стійкість оточуючих порід, особливо висячого боку значно знизилась. Виходячи з цього, актуальною задачею є удосконалення технології очисного виймання руд камерними системами, що дозволить підвищити їх ефективність при безпечному виконанні гірничих робіт.

Аналіз досліджень та публікацій. З метою удосконалення та підвищення ефективності систем розробки з відкритим очисним простором виконана значна кількість досліджень. Причому, вони направлені як на підвищення ефективності гірничих робіт на процесах очисного вий-

* © Кушнерьов І.П., Кривенко Ю.Ю., 2012

мання, так на створення нових технологічних рішень відпрацювання покладів із забезпеченням стійкості конструктивних елементів [1,2].

Для зменшення питомої ваги підготовчо-нарізних робіт застосовуються різні схеми відбійки та переміщення рудної маси в блоці. Для підвищення стійкості вміщуючих порід, особливо висячого боку, можуть залишатись так звані, «рудні кірки». Раніше було запропоновано та на ш. «Ювілейна» ПАТ «Суха Балка», впроваджено технологічну схему відпрацювання рудних покладів з розділенням підтримуючим циліком очисної камери на дві суміжні [3,4]. При цьому забезпечувалась стійкість оточуючих порід та стелини на термін відпрацювання очисного блоку зі збільшенним камерним запасом. Але цій технології властиво значний об'єм підготовчонарізних робіт при утворенні днища блоку, а також великі витрати на доставку рудної маси.

Постановка задачі. Задачею досліджень була розробка нових технологічних та технічних рішень, які направлені на удосконалення відпрацювання рудних покладів на глибоких горизонтах камерними системами з метою розширення області їх застосування, поліпшення показників видобутку рудної маси з очисного блоку та забезпечення стійкості оточуючих порід.

Викладення матеріалу та результати. Виконані дослідження та розроблена технологічна схема відпрацювання родовищ корисних копалин, яка направлена на скорочення витрат при проведенні виробок приймального горизонту за рахунок низьковитратної вибуходоставки в камерах. Формування *Y*-подібного тимчасового цілика дозволяє забезпечити стійкість оточуючих порід та підвищити ефективність камерної системи розробки.

Запропонована технологічна схема очисного виймання рудних покладів передбачає наступне. Запаси поверху висотою 75-80 м відпрацьовуються очисними блоками з поділенням їх на підповерхи, а у межах блоку на камери, міжкамерні цілики, стелину з підтримуючим циліком посередині камерних запасів (*Y*-подібний просторовий цілик). Важливою ланкою в цій технології є розміри, порядок формування та подальше відпрацювання *Y*-подібного цілика, від якого залежать стійкість оточуючих порід та показники вилучення рудної маси з блоку. Виконаними дослідженнями встановлено, що основними вихідними даними для визначення оптимальної технології формування *Y*-подібного підтримуючого цілика для розділення очисної камери на дві суміжні є: параметри допустимих оголень руди та оточуючих порід, напружено-деформований стан системи «камери-цілики», діючі при цьому навантаження, а також фізико-механічні властивості масиву руди та порід, які змінюються у часі. Для встановлення параметрів конструктивних елементів в різних гірничо-геологічних умовах існують ряд методичних вказівок [5-7]. Для умов Криворізького басейну на протязі багатьох років геометричні розміри камерних систем визначають згідно методу розрахункових функціональних характеристик [8]. Останній базується на практичному аналізі лінійних розмірів оголень в камерах та циліків і дозволяє використовуючи функціональні комплексні характеристики встановлювати параметри підземних конструкцій.

Оскільки підтримуючий *Y*-подібний цілик повинен забезпечувати стійкий стан суміжних оголень на весь термін відробки камер, то при визначенні його розмірів необхідно встановлювати запас стійкості з урахуванням зміни в часі властивостей та стану масиву руди. При цьому час стійкого стану підтримуючого цілика можливо визначити з виразу

$$t = \sqrt[m]{(n_t - 1)b^{-1}} ,$$

де m - коефіцієнт, який характеризує зміну властивостей та стану гірських порід з часом, для руд середньої та нижче середньої міцності дорівнює 0,18; n_t - коефіцієнт запасу міцності з урахуванням фактору часу; b - коефіцієнт, який залежить від форми цілика.

У рівнянні запас стійкості n_t повинен прийматися таким, щоб забезпечувалась надійність 0,9-0,95 для відповідальних підземних конструкцій.

Після визначення параметрів підтримуючого цілика аналогічним чином приймаються інші конструктивні розміри системи розробки.

Технологічна схема відпрацювання блоку пропонується за такої послідовності. Першочергово верхній підповерх: запаси лівої та правої камер, частину запасів підтримуючого цілика, запаси стелини та залишеної частини підтримуючого цілика і в останню чергу запаси міжкамерного цілика з боку виробленого простору. Аналогічно відпрацьовується нижній підповерх.

Підготовка блоку виконується шляхом проведення відкотного штреку *1*, ортів-заїздів *2*, блокових підняттєвих *3*,*4*,*5* (рис. 1.2)

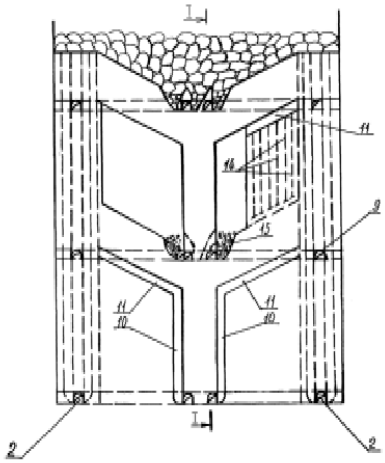

Рис. 1. Вертикальна проекція за простяганням підготовлених запасів очисного блоку з вибуходоставкою та формуванням *Y*-подібного просторового цілика

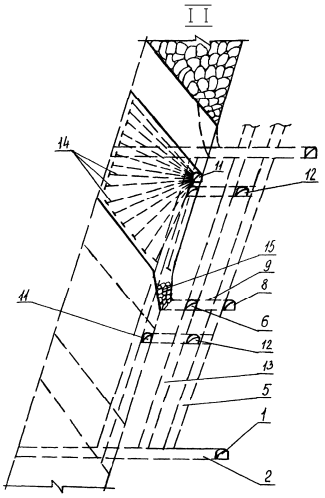

Рис. 2. Вертикальна проекція навхрест простягання підготовлених запасів очисного блоку з контурами цілків та розбуреними запасами камери верхнього підповерху

Один з варіантів підготовки підповерху із суміщенням з основним горизонтом представлено на рис. 3. Вона може бути орієнтована на використання різних способів переміщення рудної маси від пункту випуску до рудозвальних підняттєвих. При цьому проходять підповерхові штреки *6,8* та орти *9*, доставочні орти *7*. Відрізні підняттєві *10* та похилі з урахуванням дії вибуходоставки руди в камері бурові штреки *11*, які з'єднуються з господарчими штреками *12*. Проходяться також рудозвалювальні підняттєві *13*. Камерні запаси з виробки 11 розбурюються віялами глибоких свердловин *14*. Останні заряджаються та з забезпеченням вибуходоставки відбиваютьсґ на раніше утворені воронки *15* та компенсаційну щілину.

Після відпрацювання камерних запасів за відомими технологіями виймаються запаси інших елементів очисного блоку.

При відробці рудних покладів зі слабостійкими оточуючими породами для підвищення стійкості їх оголень в камерах пропонується розроблений спосіб створення несучого шару шляхом зміцнення слабких порід анкерами на стадії відбійки камерних запасів [9]. Дослідженнями встановлено залежності між сіткою та величиною закладення анкерів в породах оголень і параметрами буро-підривних робіт з відбійки запасів руди в камері.

Висновки та напрям подальших досліджень. Впровадження запропонованого с пособу розробки родовищ дозволяє знизити витрати на спорудження приймального горизонту да доставку рудної маси. Шляхом формування оригінальної просторової конструкції стелини з підтримуючим циліком забезпечити стійкість оточуючих порід, розширити область застосування камерних систем та поліпшити показники видобутку корисних копалин з блоку. Підвищення показників видобутку руди також може бути здійснено за рахунок заповнення відроблених камер твердіючою закладкою, яка забезпечує підтримання налягаючих порід на період відпрацювання цілків. Подальші дослідження направлені на встановлення раціонального співвідношення геометричних розмірів виїмкових одиниць, параметрів конструктивних елементів системи розробки, порядку очисної виїмки, виду і типорозміру застосовуваної геотехніки шляхом їх спільної оптимізації.

Список літератури

1. Системы разработки для подземных рудников Криворожского бассейна (типовые паспорта). - Кривой Рог, НИГРИ, 1986. - 73 с.

2. Патент № 29978. UA Спосіб розробки рудних родовищ. - Бюл. № 3, 2008 р.

3. А.С. № 1723324, СССР. Способ разработки мощных залежей крепких руд с неустойчивыми породами. - Бюлл. № 12, 1992 г.

4. **Кривенко Ю.Ю., Кушнерев И.П.** Отработка залежей руд со слабоустойчивыми вмещающими породами / Разраб. рудн. месторожд.. - вып. 15, 2001, С. 56-61.

5. **Жуков В.В.** Расчет элементов системы разработки по фактору прочности. - М.: Наука, 1977. - 205 с.

6. **Борисенко С.Г., Комской Е.И.** Расчет на прочность элементов блоков при разработке рудных месторождений. К.: Техніка,1973.

7. **Баранов А.О.** Расчет параметров технологических процессов подземной добычи руд.- М.: Недра, 1985. – 224с.

8. Определение и контроль допустимых размеров конструктивных элементов систем разработки на рудниках Кривбасса / **Цариковский В.В., Сакович В.В., Недзвецкий А.В**. и др. Кривой Рог, НИГРИ, 1987. - 75 с.

9. Патент № 39175, UA Спосіб підвищення стійкості оголень гірських порід. - Бюл. № 3, 2009 р.

Рукопис подано дро редакції 12.11.11

УДК 622.274.53

В.М. ТАРАСЮТІН[·], канд. техн. наук, доц., В.В. РЯБЕЦЬ, ПАТ «Кривбасзалізрудком»,
А.С. ДОЛГИЙ, аспірант, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УМОВ ГЛИБОКИХ ГОРИЗОНТІВ НА ПІДГОТОВКУ ТА ВІДПРАЦЮВАННЯ ПОТУЖНИХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ПОКЛАДІВ

У статті наведено результати геомеханічних досліджень стійкості виробок та конструктивних елементів технологій очисного виймання руд із потужних покладів з подальшим розрахунком ефективності застосування раціональних конструктивно-технологічних параметрів технологій очисного виймання в умовах глибоких горизонтів.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. Забезпечення раціональної підготовки та відпрацювання потужних покладів природно-багатих залізних руд в умовах глибоких горизонтів є одним із найголовніших питань, які постають перед сучасними гірничовидобувними підприємствами.

Як показала практика, в сучасних умовах відпрацювання потужних покладів в умовах глибоких горизонтів збільшилися масштаби проявів геомеханічних процесів при експлуатації підготовчих виробок та веденні гірничих робіт у виймальних одиницях у вигляді обвалень порід у виробки, зсувів їх контурів, а також динамічних проявів. На стадії проектування для обґрунтування вибору способів й засобів запобігання цих проявів необхідна попередня оцінка ступеню розвитку геомеханічних процесів в конкретних геомеханічних обставинах. Експлуатаційні витрати та якісні показники пов'язані з вивченням геомеханічних процесів, що протікають у рудопородному масиві в зоні ведення гірничих робіт, і визначаються початковими геомеханічними параметрами, формою і розмірами виробленого простору, макроструктурою родовища.

Вирішення проблеми впливу гірничо-геологічних, гірничо-технологічних та гірничо-геомеханічних умов глибоких горизонтів є актуальною науково-технічною задачею підземного видобутку природно-багатих залізних руд із покладів південної групи Криворізького басейну.

Аналіз досліджень та публікацій. Ведення гірничих робіт, і в особливості проведення гірничих виробок, супроводжується порушенням природного (початкового) напружено-деформованого стану породних масивів. Як результат відбувається деформування породних масивів й перерозподіл напруг навколо поверхні оголень.

Головними факторами, що визначають величину зсуву порідного контуру є: параметри початкового стану рудо-породного масиву, глибина ведення гірничих робіт, макроструктура рудного масиву, напружено-деформовані стани рудного та породного масивів, що утворюються в процесі розробки покладу, просторова орієнтація виробок [1].

Згідно з попередніми дослідженнями НДГРІ виявлено, що економічно ефективна глибина розробки багатих руд підземним способом в Кривбасі визначається рівнем 2000 м. Перспективи розвитку відпрацювання природно-багатих залізних руд в умовах глибоких горизонтах пов'язані з дослідженням геомеханічного стану рудо-породного масиву й врахування його при підготовці та відпрацюванні рудних покладів.

Питання вивчення параметрів трасування транспортно-підготовчих виробок в умовах глибоких горизонтів потужних залізорудних покладів є відкритим.

В процесі відпрацювання покладу тиск обвалених порід лежачій бік є одним з найголовніших чинників, що знижають неврівноваженість масиву в лежачому боці і обмежують його зсув. Вивчення характеру деформації порід лежачого боку нададуть можливості обґрунтування вибору розташування транспортно-доставочної виробки лежачого боку в умовах глибоких горизонтів. Параметризація технологій відпрацювання малостійких руд потребує урахування впливу структурно-деформаційних характеристик рудо-породного масиву, місця розташування виймальних одиниць в рудному тілі в залежності від віддалення панелі від висячого боку покладу, характеру зони обвалень й зсувів у висячому боці покладу, технологічних особливостей утворення камерних оголень й технологічних ціликів.

· © Тарасютін В.М., Рябець В.В., Долгий А.С., 2012