

водовоздушними ежекторами с плоскоструйными форсунками // Горный информационно-аналитический бюллетень. Аэрология. – Вып. 5. 2008. – С. 164-168.

12. Лапшин О. Э., Лапшин О. О., Лапшина Д. О. Охрана рудниковой атмосферы. - Кривий Ріг. Криворізький національний університет. 2017. – С. 195-205.

13. Бересневич П. В. Обоснование параметров и технологических схем использования эжекторной установки в процессе пылегазоподавления и проветривания выработок / П. В. Бересневич, А. А. Лапшин // Разработка рудных месторождений – Вып. 89, 2005. – С. 199-203.

14. Гого В. Б. Обоснование параметров диффузор-конфузорных элементов гидродинамической установки пылеулавливания / В. Б. Гого, В. Б. Малеев, А. С. Булыч // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2007. - № 13 (123). – С. 40-44. УДК 622. 807.

Рукопис подано до редакції 16.04.2018

УДК622.273.22

І.П. КУШНЕРЬОВ, Ю.Ю.КРИВЕНКО, кандидати техн. наук, доценти  
Криворізький національний університет

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДПРАЦЮВАННЯ ПОТУЖНИХ ПОХИЛИХ ТА КРУТОСПАДНИХ РУДНИХ ПОКЛАДІВ НА ШАХТАХ КРИВОРІЗЬКОГО БАСЕЙНУ

**Мета.** Удосконалення камерних систем розробки шляхом активного впливу по забезпеченню стійкості оголень порід, що дає можливість їх впроваджувати на глибоких горизонтах, збільшувати розміри камер і, таким чином, покращувати показники добування корисних копалин.

**Методи досліджень.** Аналіз та узагальнення існуючих технологій виймання рудних покладів, лабораторні дослідження втрат рудної маси в камері при відпрацюванні стеліни, аналітичне встановлення місця розташування додаткової виробки доставки в лежачому боці та стійко здатних параметрів.

**Наукова новизна.** Встановлена тенденція впровадження технологічних схем виймання залізних руд, обґрунтована необхідність та можливість застосування камерних систем з глибиною. Вперше з метою зменшення втрат рудної маси на лежачому боці камери передбачається варіант камуфлетно-стрияного підривання глибоких свердловин. Результати дослідів використані при розробці основ технології виймання рудних покладів в умовах активної дії гірського тиску.

**Практична значимість.** Розроблена інноваційна технологічна схема очисного виймання потужних похилих і крутоспадних рудних покладів та керування рудовміщачим масивом на глибоких горизонтах розширює область застосування камерної системи розробки, забезпечує стійкоздатність її конструктивних елементів, дозволяє значно підвищити ефективність добування руд.

**Результати.** Виконано аналіз сучасного стану застосування камерних систем розробки рудних покладів на досягнутих глибинах шахт Кривбасу. Встановлена тенденція впровадження технологічних схем виймання залізних руд, обґрунтовано необхідність та можливість застосування камерних систем з глибиною. Розроблена інноваційна технологічна схема очисного виймання потужних похилих та крутоспадних рудних покладів та керування рудовміщачим масивом на глибоких горизонтах. Пропонуються конструктивні особливості системи розробки покладів стійких руд з слабостійкими оточуючими породами. Запаси очисного блоку відпрацьовуються двома суміжними камерами із залишенням тимчасових стрічкових ціликів і, в подальшому, контрфорсів у вигляді тригранних призм для запобігання нестійкості оголень порід в камерах. Приведена залежність визначення місця розташування додаткової виробки доставки у породах лежачого боку від ряду факторів.

**Ключові слова:** камерна система, порода, додаткова виробка, похилі та крутоспадні рудні поклади.

doi: 10.31721/2306-5451-2018-1-46-147-152

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Відпрацювання рудних покладів на досягнутих глибинах пов'язане зі значним погіршенням показників добування. Особливо це актуально при очисному вийманні руд камерними системами розробки у зв'язку з різким підвищенням негативної дії гірського тиску на її конструктивні елементи. Встановлено, що він збільшується прямо пропорційно пониженню гірничих робіт. Тобто, з глибиною розробки напружений стан руд і оточуючих порід та деформаційні процеси в них зростають і це негативно позначається на стійкості оголень порід. Крім цього, на розміри камер і ціликів значно впливають їх термін існування (експлуатації). Спостерігається зворотно пропорційна залежність між тривалістю (існуванням) конструктивних елементів системи розробки і гірським тиском на досягнутих глибинах. Внаслідок цього стрімко зменшуються параметри камер і, навпаки, зростають розміри ціликів. Таким чином, запаси руди перерозподіляються із камерних в

цілики, тим самим погіршуючи показники виймання по системі розробки.

Останнім часом спостерігається тенденція відмови від камерних систем розробки та перехід до систем підповерхового обвалення, в результаті чого погіршуються показники добування і, в цілому, ефективність очисного виймання руд. Наприклад, аналіз застосування технологічних схем розробки покладів на ш. «Гвардійська» ПАТ «КЗРК» за минуле десятиріччя вказує, що частка камерних систем розробки зменшилась на 35% на користь систем з під поверховим обваленням.

Ефективність окремо взятої підповерхово-камерної системи розробки з глибиною гірничих робіт виглядає таким чином (табл. 1)

Таблиця 1

Аналіз підповерхово-камерних систем розробки

Блок, поклад	Розміри основних елементів системи, м					Запаси руди, т				Втрати, %	Засмічення, %
	Камера			ширина МКЦ	товщина покрівлі	запаси в камері	запаси в цілику	загальні запаси в блоці	% камерного запасу		
	за простяганням	нахрест простягання	висота камери								
Блок у вісях 200-205 у поверсі 870-790 м поклад «Північний»	34	23	40	10	11	115736	65867,4	181603,4	63,730084	7,4	8,2
Блок у вісях 199-204 у поверсі 1110-1030 м поклад «Північний»	28	24	40	11	12	99456	68908,8	168364,8	59,07173	8,3	8,7
Блок у вісях 202-205 у поверсі 1190-1110 м поклад «Північний»	21	23	40	12	15	71484	67654,5	139138,5	51,376147	9,2	10,2
Блок у вісях 212-215 у поверсі 1270-1190 м поклад «Північний»	15	25	40	13	17	55500	71687,5	127187,5	43,636364	12,4	13,8

Для рішення даних проблем необхідно розробити заходи щодо зменшення втрат руди та покращення показників вилучення. Це можливо шляхом активного впливу по забезпеченню стійкості оголень порід, що дає можливість збільшувати розміри очисних камер і, таким чином, покращувати, у крайньому разі, стабілізувати показники добування корисних копалин з пониженням рівня гірських робіт.

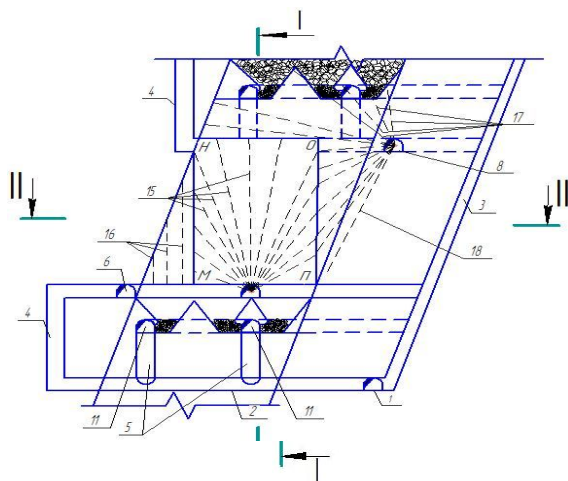
**Аналіз досліджень і публікацій.** З метою удосконалення систем з відкритим очисним простором виконана значна кількість досліджень. Вони, як правило, направлені на розробку нових варіантів систем, удосконалення існуючих, визначення ефективних параметрів очисного виймання, способів проведення підготовчо-нарізних виробок [1-4]. Для камерних систем розробки рудних покладів Криворізького басейну дослідження приведені в роботі [5], де наведені основні наукові та практичні результати щодо підвищення їх ефективності. Викладена технологія відпрацювання багатих та бідних залізних руд, яка дозволяє спростити конструкцію системи розробки. Також виконано удосконалення методу розрахункових функціональних характеристик врахуванням впливу кута падіння, коефіцієнта міцності на стійкість оголень, виявлення взаємозв'язку між параметрами оголень та засміченням рудної маси. В роботі [6] автором розроблено принципову розрахункову схему для визначення параметрів між камерних та бар'єрних ціликів згідно гіпотези склепіння тиску. Існує спосіб підвищення ефективності розробки покладів корисних копалин за рахунок зниження негативного впливу високого гірського тиску на технологічні процеси очисного виймання [7]. Пропонується обвалення руди виконувати підповерхами знизу вгору, підривання віял свердловин-за приведеними формулами в контурах криволінійних трикутників на пірамідальний компенсаційний простір вибуховими речовинами типу акваніти. Відома технологічна схема розробки потужних покладів стійких руд зі слабостійкими оточуючими породами камерними системами з

формуванням підпiрного цiлика в камерi для пiдтримки порiд висячого боку[8]. Недолiком цього способу є те, що формування тимчасового цiлика забезпечує пiдтримку тiльки слабостiйких порiд висячого боку у мiсцi його утворення. При цьому не забезпечується стiйкiсть слабостiйких порiд лежачого боку та й довготривалих прогонiв в очиснiй камерi по висячому боку. Збiльшенi за цим способом параметри конструктивних елементiв системи розробки та тривалий час стояння оголень порiд в камерах можуть привести до передчасного обвалення оточуючих порiд в камеру i, як наслiдок, значному погiршенню умов виймання блоку та техніко-економічних показникiв вилучення рудної маси.

**Постановка завдання.** Аналіз робіт показує, що мало досліджень виконано щодо можливості застосування камерних систем і в подальшому на глибоких горизонтах ряду рудних шахт. Недостатньо нових заходів по підвищенню стійкості оголень в камерах та цiликiв, зниженню тривалостi iснування пiдземних конструкцiй за рахунок iнтенсифікацiї випуску та доставки рудної маси i покращенню показникiв вилучення її при цьому. Практика показує, що на досягнутих глибинах на шахтах за умов незабезпечення стiйкостi конструктивних елементiв iснує вiдмова вiд ефективних камерних систем розробки на користь систем з обваленням, якi гiршi за показниками вилучення рудної маси. В той же час на ринку рудної сировини стали жорсткішими вимоги з якостi продукцiї. Тому розробка технологiчних схем вiдпрацювання рудних покладiв на глибоких горизонтах, якi забезпечують зниження обсягу робіт на процесах очисного виймання, безпечні умови та iнтенсифікацiю вiдробки покладiв з мiнiмальним часом iснування пiдземних конструкцiй i зменшення втрат та засмiчення рудної маси в очисних блоках є актуальною задачею.

**Викладення матеріалу та результати.** Нами запропонована та розроблена технологічна схема і конструкція системи розробки потужних покладiв стiйких руд зi слабостiйкими оточуючими породами, що включає виймання запасiв руди блоку камерами, формування мiжкамерних цiликiв та стелини, створення в камерi тимчасових цiликiв (рис. 1-3). При цьому запаси блоку вiдпрацьовують двома сумiжними камерами зi стiйкими вертикальними та горизонтальними оголеннями iз залишенням тимчасових пiдтримуючих оточуючi породи стрiчкових трикутних у площинi навхрест простягання покладу цiликiв. В подальшому, по випуску основних камерних запасiв обвалюють стрiчкові цiлики iз залишенням у межах подiлення на сумiжні камери контрфорсiв у виглядi тригранних призм, при цьому однією гранню призма у висячому боцi пiдпирає оголення цих порiд i iншою - спирається на рудний масив горизонту доставки. Призма-цiлик бiля лежачого боку похилою гранню спирається на породи лежачого боку та верхньою пiдтримує частину стелини. Розмiри прогонiв в камерах та цiликiв визначаються з урахуванням термiнiв експлуатацiї сформованих конструкцiй. Причому стелина у розрiзi навхрест простягання пропонується з геометричними формами у виглядi паралелограму або ж трапецiї.

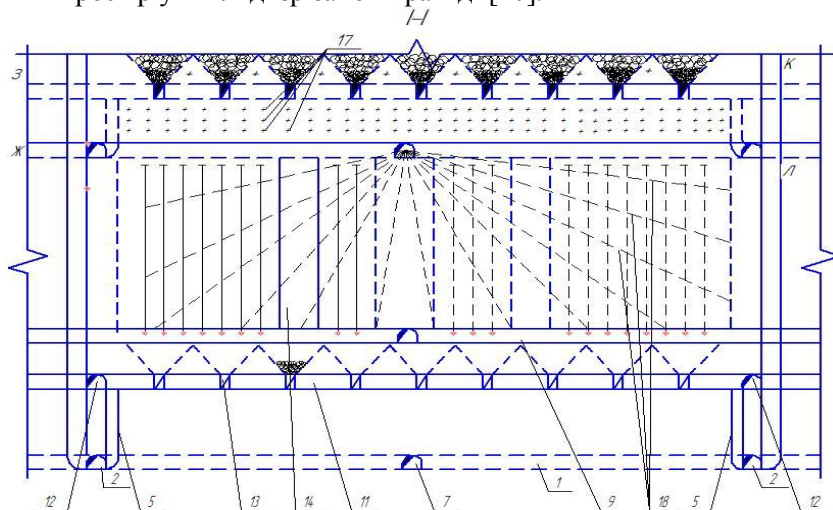
Запропонований спiсiб виконується таким чином. Поклад стiйких руд зi слабостiйкими оточуючими породами вiдпрацьовують блоками камерними системами розробки (рис.1). Запобiгання обвалення порiд при максимально можливих по стiйкостi рудних прогонiв може бути забезпечене шляхом формування стрiчкових тимчасових пiдтримуючих цiликiв i, в подальшому, контрфорсiв залежно вiд часу стояння оголень.



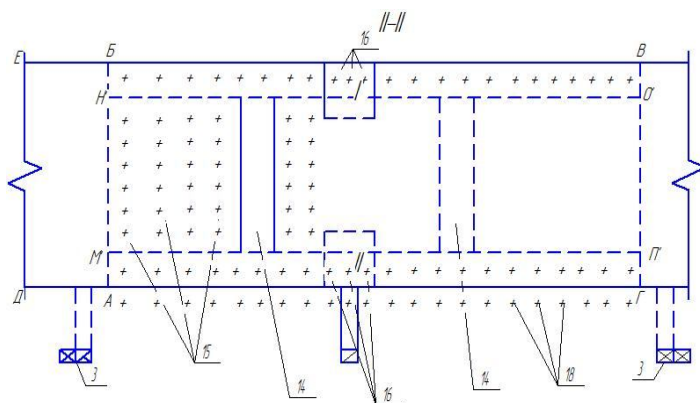
**Рис.1.** Розріз покладу навхрест простягання з контурами основних запасiв камери, стелини та пiдтримуючих стрiчкових цiликiв зi схемами розбування масиву

Запаси блоку подiляють на камерні АБВГ, мiжкамерного цiлика ДЕБА та запаси стелини ЖЗКЛ (рис. 2, 3). При вiдпрацюванні камерних запасiв в слабостiйких оточуючих породах для їх пiдтримки передбачається залишення трикутних стрiчкових цiликiв бiля висячого та лежачого блоку з подальшим їх обваленням в камери та залишенням контрфорсiв I,II для тимча-

сової підтримки оголень вміщуючих порід та стелини. Це дає можливість збільшити камерні запаси, які вилучаються з балансовим вмістом корисних копалин, зменшити запаси стелини з гіршими показниками вилучення. Підготовку та нарізку блоку виконують шляхом проведення відкотного штреку 1, ортів-заїздів 2, блокових підняткових 3, вентиляційно-господарчих 4, рудозвальних 5, господарчих штреків 6, ортів 7, бурових штреків 8, 9 та буропідсічних ортів 10. Також просувають доставочні штреки 11, вентиляційно-господарчі орти 12, утворюють воронки 13 та компенсаційну щілину 14. Рудний масив розбурюють глибокими свердловинами 15 за схемами, які представлено на рис. 1-3. Камерні запаси в першу чергу відпрацьовують у площині МНОП (рис. 1) та М'Н'О'П' (рис. 3). Після випуску цих запасів на вироблений простір камери відбивають трикутні стрічкові цілики руди біля висячого та лежачого боку із залишенням контрфорсів I, II. Таким чином, збільшують запас відбитої чистої рудної маси, яка випускається. Після цього з уповільненням масово відбивають заряди глибоких свердловин 16 контрфорсів та стелини 17. З метою зменшення втрат рудної маси на лежачому боці камери передбачають камуфлетно-стрясне підривання глибоких свердловин 18. Параметри камери та ціликів приймають згідно методичних вказівок з урахуванням часу стояння конструктивних елементів запропонованої технології. Розміри міжкамерного цілика з запроєктованим терміном його існування можливо визначити згідно формул, які приведені в роботі [9]. Техніко-економічні показники технологічних процесів очисного виймання корисних копалин значно залежать від збереженості вибухових свердловин, які вибурені. Для забезпечення не втрати їх діаметру та підвищення ефективності відбійки нами запропонована технологія розбурювання і обвалення рудного масиву. Розроблена методика визначення напрямку та довжини кожної свердловини згідно схеми відбійки. Заряди комутуються таким чином, щоб обвалення запасів виконувалось пошаровими півкругами з перемінною потужністю на компенсаційний простір у вигляді зрізаної піраміди [10].



**Рис.2.** Вертикальна проекція покладу за простяганням з параметрами очисних камер, компенсаційних щілин та схемами розбурювання запасів блоку



**Рис.3.** Горизонтальна проекція у площині II-II з ціликами-контрфорсами, компенсаційними щілинами та слідами бурових свердловин

Відомо, що запаси стелини відпрацьовуються з найгіршими показниками вилучення рудної маси. Стелині може надаватись форма у проекції навхрест простягання у вигляді паралелограма або ж трапецієвидна. В першому варіанті запаси стелини обвалюються в камеру по мірі її виймання. При цьому значні втрати руди на лежачому боці покладу зменшують різними способами, наприклад [11, 12]. Але це не

завжди дає бажаних результатів. Сутність запропонованої ефективної технології відпрацювання стелини полягає в наступному. Стелина може бути горизонтальною або похилою. Її відпрацювання ведеться в два етапи після масового випуску камерних запасів. Частина трапецієвидної стелини у висячого боку відбивається на камеру і випускається на горизонті доставки поверху (підповерху) з самопливним переміщенням розпушених оточуючих порід у вироблений простір. При цьому за рахунок природного укусу обвалених порід або закладочного матеріалу під запасами стелини другої черги обвалення формується компенсаційна траншея. Для приймання рудної маси в породах лежачого боку на визначеній відстані просуваються бурові та доставочні виробки. Розбурюється масив залишеної частки стелини та обвалюється на цю траншею і затиснене середовище. Випускаються запаси стелини зі значно меншими втратами рудної маси на лежачому боці. Для підтвердження вказаних положень та порівняльного визначення втрат на моделі масштабом 1:100 були виконані лабораторні досліді. Прийняті наступні параметри під поверхово-камерної системи розробки: кут падіння покладу потужністю 27 м -60°; висота підповерху-40м; відстань між випускними отворами  $\varnothing$  1,5м -5м; висота камери-25м; товщина стелини 15м. Всього виконано шість серій дослідів: 3- по традиційній технології відпрацювання стелини і 3- по її обваленню у дві стадії та перепуском порід у камеру. Виконані заміри та обробка результатів серій дослідів дозволили провести порівняльну оцінку двох вищевказаних схем. Встановлено, що технологія відпрацювання запасів стелини у дві стадії з перепуском порід в камеру та додатковим горизонтом доставки більш ефективна. Вона забезпечує зниження втрат рудної маси на лежачому боці в середньому за серіями дослідів на 26% та загальних втрат по очисному блоку на 12,5%. Але слід відмітити, що доцільність застосування запропонованої технологічної схеми виймання запасів стелини регламентується отриманим прибутком при реалізації довилучених "втрат" рудної маси на лежачому боці та витратами на проведення додаткових виробок. Дослідженнями встановлена залежність  $x=2h_n(k_p-1)k_p^{-1}$ , яка пов'язує координату розташування уловлюючої виробки  $X$ , потужності стелини  $h_n$  та коефіцієнта розпушення  $k_p$ .

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** На досягнутих глибинах ефективно застосування камерних систем розробки рудних покладів проблематично у зв'язку з активними негативними проявами гірського тиску і вимушеним прийняттям збільшених розмірів ціликів та зменшенням камерних запасів, які відпрацьовуються з незначними втратами та засміченням у порівнянні з ціликами. Перехід до систем підповерхового обвалення тягне погіршення показників добування і, в цілому, знижує ефективність очисного виймання руд. Розроблена інноваційна технологічна схема очисного виймання потужних похилих і крутоспадних рудних покладів та керування рудовміщаючим масивом на глибоких горизонтах розширює область застосування камерних систем розробки, дозволяє значно знизити втрати корисних копалин на виймовій дільниці та підвищити ефективність добування руд. Вперше, з метою зменшення втрат рудної маси на лежачому боці камери передбачається камуфлетно-стрясне підривання глибоких свердловин. Приведена залежність визначення місця розташування додаткової виробки доставки у породах лежачого боку від ряду чинників. Технологія відпрацювання стелини забезпечує зниження втрат її відбитих запасів у середньому на 12-13%. Подальші дослідження направлені на встановлення раціонального співвідношення геометричних розмірів конструктивних елементів камерних систем розробки покладів, виду і типорозміру застосовуваної самохідної геотехніки шляхом їх оптимізації із забезпеченням екологічної безпеки.

#### Список літератури

1. Патент на корисну модель №38406, Україна. Спосіб підземної розробки похилих родовищ корисних копалин./Кушнерьов І.П., Кривенко Ю.Ю.//№ заявки u200810803, заявл.01.09.2008, опубл. 12.01.2009.Бюл.№1.
2. Системы разработки для подземных рудников Криворожского бассейна( типовые паспорта).-Кривой Рог, НИГРИ, 1986-76 с.
3. Жуков В.В. Расчет элементов системы разработки по фактору прочности.-М.: Наука,1977.-205с.
4. Кушнерьов І.П., Кривенко Ю.Ю. Удосконалення технології відпрацювання рудних покладів камерними системами на глибоких горизонтах. Вісник КНУ, вип.30,2012,с.23-26.
5. Цариковський В.В., Цариковський Вал.В., Ляшенко В.І. Підвищення ефективності камерних систем розробки родовищ на шахтах Кривбасу. Металлургическая и горнорудная промышленность-2011,-№1-с.82-88.
6. Ветров С.В. Допустимые размеры обнажений горных пород при подземной разработке руд.-М.: Наука,1975.-230с.

7. Кушнерёв И. П. Совершенствование технологии выемки рудных залежей на глубоких горизонтах. Разр.рудн.м-й. -вып.88,2005,с.39-41.
8. А.С.СССР №1723324 ,кл.Е21С341/16, 1991.
9. Кушнерёв І.П., Кривенко Ю.Ю. Технологія відпрацювання потужних крутоспадних рудних покладів. Вісник Криворізького національного університету, вип.45, 2017, с.47-50.
10. А.С.СССР №1642005, кл.Е21С341/16. Способ разработки рудных залежей/ Кушнерёв И.П., Абашин П.А., Терещенко О.А.//№ заявки 4698180, заявл. 31.03.1989, опубл. 15.04.1991.Бюл. №14.
11. Малахов Г. М., Безух В.Р. Петренко П.Д. Теория и практика выпуска руды.- М.: Недра.1968 .
12. Патент на корисну модель №18734. Спосіб підземної розробки похилих рудних покладів./ Кушнерёв І.П., Хівренко О. Я., Кривенко Ю.Ю., Прокопчук К.Л.//№ заявки u200605999, заявл. 31.05.2006, опубл. 15.11.2006. Бюл.№11.

УДК 622. 274. 53:622. 063. 44:622. 234. 5

В. М. ТАРАСЮТІН, канд. техн. наук, доц., А. В. КОСЕНКО, асистент, аспірант  
Криворізький національний університет

### ОБГРУНТУВАННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПІДЗЕМНОМУ ВИДОБУТКУ РІЗНОСОРТНИХ ЗАЛІЗНИХ РУД КРИВБАСУ

**Мета.** Обґрунтування параметрів ресурсозберігаючих технологічних процесів очисного виймання різносортних шарів руд у залізрудних покладах за рахунок використання гідро-технологічного і самохідного обладнання, що дозволяють підвищити якість товарної продукції і ефективність ведення гірничих робіт

**Методи.** Конструктивно-функціональний аналіз системи розробки підповерхового обвалення, чисельний аналіз і оцінка параметрів оголень очисних камер, моделювання на еквівалентних матеріалах технологічного процесу випуску руди, технологічне проектування схем очисної виїмки багатих руд, техніко-економічна оцінка варіантів системи розробки.

**Наукова новизна.** Встановлено, що в умовах розробки глибоких горизонтів залізрудних шахт раціональні технологічні параметри процесів геотехнологій очисної виїмки визначається геомеханічними умовами і комплексами геотехніки, яка застосовується. Отримали подальшого розвитку залежності: трансформації напружено-деформованого стану навколо вироблених просторів і гірничих виробок при розробці залізрудних родовищ; раціональних режимів високо інтенсивного випуску рудної маси; оптимізації схем комплексної механізації процесу доставки рудної маси.

**Практичне значення.** Для похило-падаючих середньої потужності залізрудних покладів, представлених зонально-розподіленими масивами різносортових природно-багатих руд середньої і нижче середньої міцності і стійкості, розроблені раціональні ресурсозберігаючі технологічні схеми процесів очисної виїмки, що забезпечують роздільне отримання рудного суперконцентрату, високоякісної чистої руди і рядовий рудної маси без підвищення собівартості видобутку.

**Результати.** Вперше розроблено ресурсозберігаючі варіанти комбінованої системи розробки підповерхового обвалення з утворенням стійких, згідно падаючих, компенсаційних просторів шляхом випереджаючої виїмки найбільш багаті частини масивів руд свердловинною гідротехнологією і подальшим відпрацюванням рядових запасів другої черги технологією з відбійкою руди віялами глибоких свердловин оптимальної довжини і орієнтації та інтенсивним лінійно-рівномірним режимом випуску рудної маси на базі високопродуктивних комбінованих доставочних комплексів скреперних установок і самохідних навантажувально-доставочних машин. Комбінована геотехнологія очисної виїмки, забезпечує: простоту конструкції; високу безпеку і санітарно-гігієнічні умови праці; продуктивність очисного вибою – 70-110 тис. т; продуктивність праці робітника по системі – 60-80 т/чол. зміну; втрати – 10-15%; засмічення – 3-7%; собівартість – 65-75% від традиційної.

**Ключові слова:** багаті багатосортні залізні руди, ресурсозберігаючі технології, глибокі горизонти, підповерхове обвалення, роздільна виїмка, технологічна схема, самохідні машини і установки, свердловинна гідро-технологія, процеси очисної виїмки, техніко-економічні показники.

doi: 10.31721/2306-5451-2018-1-46-152-159

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Конкурентоспроможність підземних рудників Кривбасу, які розробляють потужні поклади природно-багатих різносортних, з вмістом заліза в шарах від 52 до 69%, залізних руд на великих глибинах (1200-1400 м), залежить від вирішення основної проблеми – підвищення якості продукції, яка на першому етапі гірничих робіт досягається завдяки впровадженню технологічних схем очисного виймання з високою часткою вилучення чистої руди. Це створює виключно перспективні передумови для розширення номенклатури продукції – аглоруди і високоякісних залізрудних концентратів, придатних для використання в електросталеплавильній, порошковій і феритовій металургії [1].