



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33955 (13) A

(51) 6 E21C41/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ КОМБІНОВАНОЇ РОЗРОБКИ КРУТОСПАДНИХ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

(21) 99052513

(22) 05.05.1999

(24) 15.02.2001

(33) UA

(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

(72) Бизов Володимир Федорович, Сторчак Сергій Олександрович, Воловик Володимир Петрович, Чередниченко Олег Євгенович, Ковальов Юрій Іванович, Романенко Олександр Васильович, Лотоус Віктор Вікторович, Щелканов Владлен Олександрович, Андрєєв Борис Миколайович

(73) Щелканов Владлен Олександрович

(57) 1. Спосіб комбінованої розробки крутоспадних родовищ корисних копалин, що включає першочергову відробку запасів відкритим способом до граничної глибини, формування у виробленому просторі кар'єру внутрішнього відвала розкривних порід, наступну підземну відробку родовища під внутрішнім відвалом системами з масовим обваленням корисної копалини і створення під дном кар'єру "плаваючої" стелини шляхом відділення частини масиву корисної копалини відрізними щілинами, **відрізняючийся** тим, що відповідно до винаходу, в основі внутрішньої відвала утворюють захисний ярус із розпушених скельних порід, що містить

прикордонний шар із крупнокускових порід і має висоту, яку визначають по вираженню

$$h_y \geq \frac{k_c d_{cpk}}{k_\phi (1 - \delta_m)},$$

де h_y - висота захисного ярусу внутрішнього відвала із скельних порід, м; k_c - коефіцієнт, що враховує умови утворення склепіння в прикордонному шарі захисного ярусу, $k_c > 3$; d_{cp} - середній діаметр кусків крупної фракції в породах внутрішнього відвала, м; k_ϕ - коефіцієнт, що враховує частоту влучення кусків породи крупної фракції в прикордонний шар захисного ярусу, $k_\phi = 0,75-0,85$; δ_m - частка дрібних фракцій у загальному обсязі заскладованої сировини, частки од.2. Спосіб по п. 1, **відрізняючийся** тим, що "плаваючу" стелину відокремлюють від масиву корисної копалини відрізними щілинами, ширину яких визначають по формулі

$$b_{щ} \leq k_n d_{ср.к},$$

де $b_{щ}$ - ширина відрізної щілини; k_n - коефіцієнт прохідності, що враховує вірогідність проходження сипучого матеріалу захисного ярусу через відрізну щілину "плаваючої" стелини, $k_n \leq 2$.

Винахід відноситься до гірничодобувної промисловості і може бути використаний при комбінованій розробці родовищ корисних копалин послідовно відкритим, а потім підземним способами.

Відомий спосіб розробки крутоспадних родовищ корисних копалин комбінованим (відкрито-підземним) способом із внутрішнім відвалоутворенням. При цьому родовище по висоті ділиться на три яруси (зони): відкритих гірничих робіт, відкрито-підземних і підземних робіт. Розкривні породи складають у відпрацьованій частині кар'єру (див.: Жигалов М.Л., Ярунин С.А. Технологія, механізація і організація підземних горних робіт. - М.: Недра, 1990. - С. 221, рис. 2.52, схема "г").

До недоліків даного способу відносять: формування внутрішнього відвала ведеться шарами довільної висоти, що призводить до хаотичного перемішування кусків породи дрібної, середньої і крупної фракцій у відвалі; безпосередній контакт

порід внутрішнього відвала і відбитої корисної копалини призводить до значних втрат і засмічення сировини, що видобувається.

Найбільш близьким технічним рішенням із відомих є спосіб комбінованої розробки крутоспадних родовищ із внутрішнім відвалоутворенням і відкрито-підземним ярусом із наступним застосуванням систем із масовим обваленням руди. Після відробки відкрито-підземного ярусу і заповнення виробленого простору породами внутрішнього відвала запаси підземних поверхів відпрацьовують у межах виймальних ділянок, обмежених вертикальними бар'єрними ціликами, системою поверхового примусового обвалення. З метою запобігання від засмічення породами внутрішнього відвала руди, що випускається, з масиву корисної копалини створюють горизонтальні рухливі бар'єрні цілики - "плаваючі" стелини, що у міру випуску обваленої руди опускаються в межах виймальної ділянки (див.: Щелканов В.А., Кучерявенко І.А. Классифи-

(13) A

(11) 33955

(19) UA

кация технологических схем комбинированной разработки рудных месторождений // Разработка рудных месторождений: Республ. межвед. научно-техн. сборн. – К.: Техника, 1991. – Вып. 52. – С. 77, рис. 3, схема "б").

Недоліки даного способу: формування внутрішнього відвала ведеться без урахування природної сегрегації (поділу по фракціях) порід, у результаті чого безпосередньо над "плаваючою" стелиною утворюється шар порід неоднорідного гранулометричного складу з перевагою дрібних фракцій; корисна копалина, що знаходиться під "плаваючою" стелиною, засмічується породами внутрішнього відвала, які проникають через відрізнi щілини, утворені по периметру "плаваючої" стелини.

Метою даного винаходу є удосконалення способу комбінованої розробки крутоспадних родовищ корисних копалин за рахунок зміни технології формування внутрішнього відвала і конструктивних параметрів відрізнних щілин по периметру "плаваючої" стелини, що забезпечить зниження засмічення руди породами внутрішнього відвала, які проникають у підземний вироблений простір через відрізнi щілини. Поставлена мета досягається тим, що в основі внутрішнього відвала над усією площею "плаваючої" стелини формують захисний ярус із скельних розкривних порід висотою, що визначають за формулою:

$$h_3 \geq \frac{k_c d_{cp,k}}{k_\phi (1 - \delta_m)}, \quad (1)$$

де h_3 - висота захисного ярусу внутрішнього відвала із скельних порід, м; k_c – коефіцієнт, що враховує умови утворення склепіння в прикордонному шарі захисного ярусу, $k_c \geq 3$; $d_{cp,k}$ - середній діаметр кусків крупної фракції в породах внутрішнього відвала, м; k_ϕ - коефіцієнт, що враховує частоту вилучення кусків породи крупної фракції в прикордонний шар захисного ярусу, $k_\phi = 0,75-0,85$; δ_m - частка дрібних фракцій у загальному обсязі закладованої сировини, частки од.

Ширину відрізнної щілини, що виконується по периметру "плаваючої" стелини, визначають з умови

$$b_{щ} \leq k_n d_{cp,k}, \quad (2)$$

де k_n - коефіцієнт прохідності, що враховує вірогідність проходження сипучого матеріалу захисного ярусу через відрізнну щілину "плаваючої" стелини, $k_n \leq 2$.

Таким чином, забезпечується зниження засмічення руди породами внутрішнього відвала, що проникають у підземний вироблений простір через відрізнi щілини за рахунок утворення в нижній частині відвала захисного ярусу з прикордонним шаром, складеним породами крупної фракції і виконання відрізнних щілин по периметру "плаваючої" стелини шириною, визначеною з урахуванням середнього діаметра кусків прикордонного шару.

Суть запропонованого способу пояснюється фіг. 1-4: на фіг. 1 подана технологічна схема, комбінованої розробки крутоспадного родовища корисної копалини; на фіг. 2 - поперечний переріз по А-А, на якому показана схема утворення "плаваючої" стелини; на фіг. 3 показана схема формування за-

хисного ярусу з прикордонним шаром із кусків породи найбільш крупних фракцій; на фіг. 4 показана схема формування склепіння з порід прикордонного шару захисного ярусу внутрішнього відвала над відрізнною щілиною "плаваючої" стелини.

Заявлений спосіб розробки здійснюють таким чином. Крутоспадне родовище корисних копалин відпрацьовують по комбінованій технологічній схемі із суміщенням відкритих і підземних робіт у вертикальній площині при посуванні очисних робіт по простяганню родовища. Родовище 5 на одному із флангів відпрацьовують відкритим способом до граничної глибини кар'єру H_k . Потім зону відкритих очисних робіт 2 поступово переміщують по простяганню до протилежного флангу родовища. Скельні породи розкриву з зони відкритих очисних робіт складують на дно відпрацьованої частини кар'єру 3 у захисний ярус 4, що має висоту h_3 . Захисний ярус безупинно переміщують по простяганню родовища слідом за посуванням фронту відкритих очисних робіт 5. Зверху захисного ярусу 4 формують інші яруси внутрішнього відвала 6. Родовище під дном кар'єру розкривають стволем 7, поверховими квершлагами 8 і підготовляють штреками 9, а також підняттями виробками 10, пройденими до рівня основи "плаваючої" стелини 11. По периметру "плаваючої" стелини на рівні її основи проходять відрізнні виробки 12, із котрих бурять вертикальні свердловини 13 і шляхом їх зарядження і підривання утворюють відрізнну щілину 14 шириною $b_{щ}$. Відрізнку "плаваючої" стелини від масиву в горизонтальній площині роблять шляхом відбійки свердловин 15. Подальшу відробку родовища підземним способом ведуть системою з обваленням корисної копалини. "Плаваюча" стелина, захисний ярус і закладовані у внутрішньому відвалі породи в міру підземної відробки запасів під дією власної ваги переміщуються слідом за обваленою корисною копалиною, що випускається, забезпечуючи мінімальний рівень її засмічення породами внутрішнього відвала.

Висоту захисного ярусу h_3 , що заявляється, визначають за умовою створення в його нижній частині прикордонного шару 16 з кусків порід крупної фракції, що складуються у внутрішній відвал. Товщину цього шару h_{nc} приймають не менше мінімальної висоти склепіння динамічної рівноваги 17, що формується над відрізнною щілиною з кусків породи прикордонного шару при просочуванні їх у підземний вироблений простір через відрізнну щілину, фіг. 4.

Проникнення кусків породи через відрізнну щілину можливо запобігти тільки за умови дотримання визначеного співвідношення ширини щілини $b_{щ}$ і середнього діаметра кусків розкривних порід $d_{cp,k}$. Це співвідношення визначається величиною коефіцієнта прохідності k_n і залежить від умов утворення склепіння, що характеризуються коефіцієнтом k_c . Величина k_c повинна бути рівною або більше мінімального числа шарів часток середовища, достатнього для утворення склепіння динамічної рівноваги. Оскільки в сипучих середовищах вершина еліпсоїда руху будь-якої висоти оформляється склепінням із трьох часток і мінімальне склепіння динамічної рівноваги 17 також складається з трьох часток (див. фіг. 4), k_c повинен приймати значення >2 . Звідси слідує, що висота при-

кордонного шару захисного ярусу, у якому утвориться мінімальне склепіння динамічної рівноваги при середньому розмірі куска породи $d_{cp.k}$ у шарі, повинна відповідати умові

$$h_{п.с.} \geq K_{\phi} d_{cp.k} \quad (3)$$

Звідси також слідує, що для того, щоб забезпечити зависання кусків породи над відрізною щільною, її ширину необхідно приймати менше, ширини склепіння динамічної рівноваги. Оскільки в ідеальному середовищі (тобто при відсутності тертя, зчеплення і вторинного розпушення) ширина параболічного склепіння 17, що складається з трьох часток, за умови найщільнішого упакування, дорівнює діаметрам двох часток, то для найбільш імовірних природних умов значення K_{ϕ} можна прийняти в межах 2-3. Очевидно, що ширина відрізної щільності при цьому відповідає умові, яка описана формулою (2).

Формування прикордонного шару захисного ярусу здійснюють із кусків найбільш крупних фракцій, наявних у породах, що складаються у внутрішній відвал, за рахунок природної сегрегації скельних порід при формуванні відвала. Механізм, що обумовлює сегрегацію потоку відвальної маси, що рухається, полягає в наступному. При розвантаженні скельної маси на укіс відвала кожному уламку в потоку породи, що рухається, під дією прискорення передається обертаючий момент, величина котрого тіш більша, ніж більше діаметр і маса уламка. В міру переміщення потоку породи по укосі відвала відбувається вихід більш крупних кусків породи на поверхню потоку, що рухається, із наступним розподілом фракцій матеріалу, що складається, по висоті відвала. Найбільш крупні куски породи концентруються в нижній частині ярусу, що відсипається, більш дрібні фракції розташовуються вище.

В результаті вивчення явища сегрегації в лабораторних і природних умовах установлена залежність товщини прикордонного шару захисного ярусу від гранулометричного складу порід, що від-

сипаються, і розміру захисного шару, що інтерпретується формулою

$$h_{п.с.} = h_s K_{\phi} (1 - \delta_m) \quad (4)$$

де h_s - висота захисного ярусу, м; K_{ϕ} - коефіцієнт, що враховує частоту влучення кусків породи крупної фракції в прикордонник шар захисного ярусу, $K_{\phi} = 0,75-0,85$; δ_m - частка дрібної фракції в загальному обсязі закладованої сировини, частки од.

Прирівнявши вирази (3) і (4), одержимо формулу (1), що дозволяє розраховувати висоту захисного ярусу внутрішнього відвала з урахуванням дотримання умов формування прикордонного шару.

На підставі статистичної обробки даних про розподіл кусків породи різноманітного діаметра при складуванні скельного розкриття кар'єрів Кривбаса отримана емпірична залежність, що дозволяє визначити долю дрібної фракції δ_m у загальному обсязі закладованого розкриття залежно від середнього діаметра кусків крупної фракції у відвалі

$$\delta_m = 0,2258 \ln(d_{cp.k}) + 1,0372 \quad (5)$$

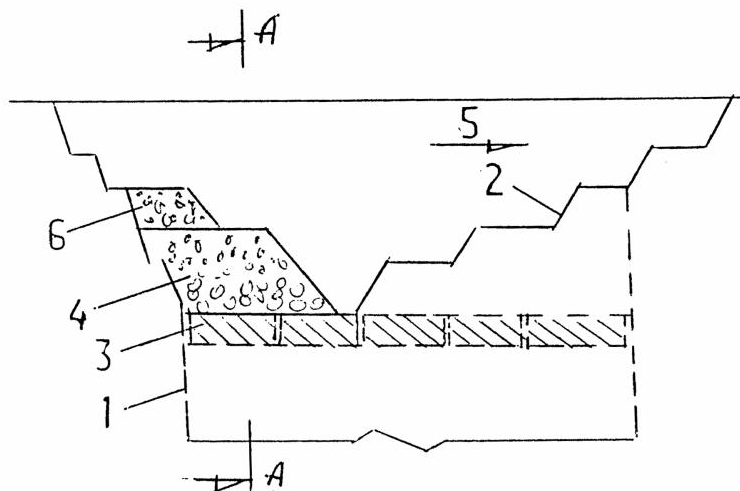
За умови, що для конкретних умов кар'єрів Кривбаса $d_{cp.k} = 0,65$ м, значення δ_m відповідно до формули (5) складе 0,94. Підставивши величини $d_{cp.k}$ і δ_m у формулу (1), одержимо фактичне значення висоти захисного ярусу, формованого в основі внутрішнього відвала

$$h_g = \frac{3 \times 0,65}{0,8 \times (1 - 0,94)} = 40,6 \text{ м.} \quad (6)$$

При цьому ширина відрізної щільності, виконуваної по периметру "плаваючої" стелини відповідно до формули (2), складе

$$b_{щ} \leq 2 \times 0,65 \leq 1,3 \text{ м} \quad (7)$$

Лабораторне моделювання дозволило установити, що при даних параметрах захисного ярусу і відрізної щільності забезпечується зниження засмічення руди породами внутрішнього відвала, що проникають у підземний вироблений простір, в 3-4 рази.



Фіг. 1

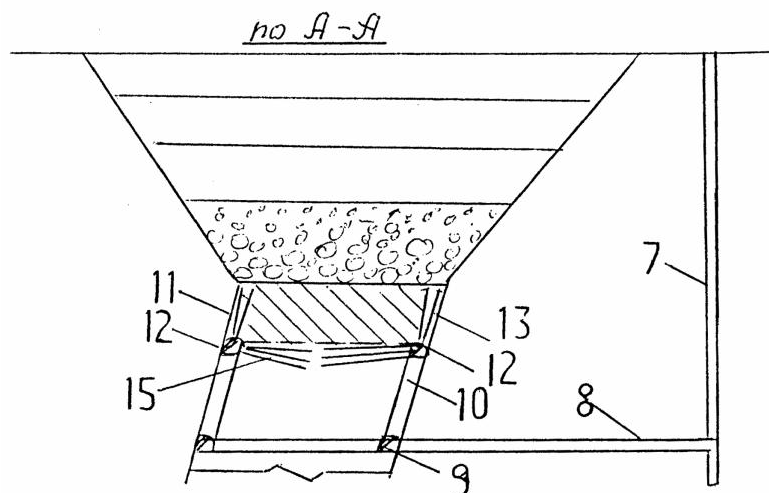


Fig. 2

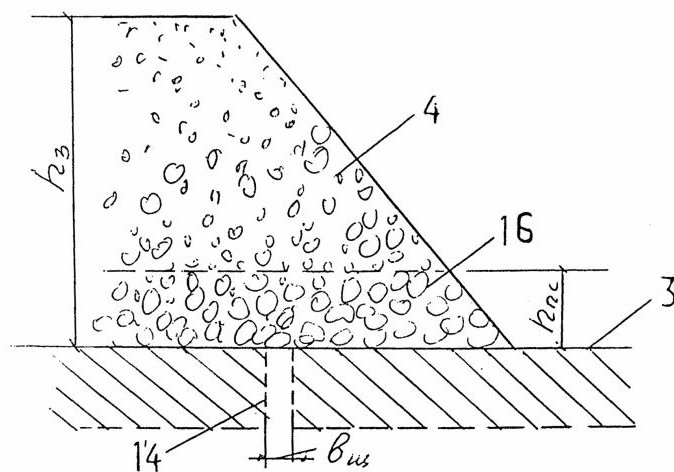


Fig. 3

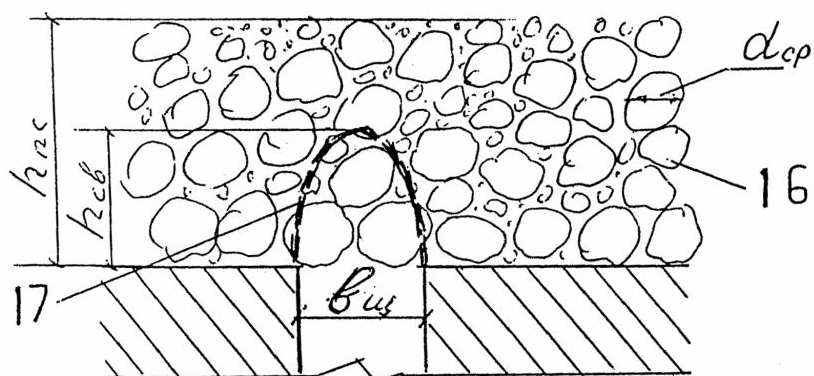


Fig. 4

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
