

Корисна модель відноситься до гірничої промисловості і може бути використана при веденні буропідричних робіт в умовах залізрудних кар'єрів при розробці родовищ корисних копалин.

Найбільш близьким технічним рішенням, вибраним у якості прототипу, є спосіб ведення буропідричних робіт на кар'єрах, що включає буріння рядів вертикальних технологічних свердловин з поверхні вищележачого уступу гірських порід і буферних свердловин в останньому ряді в вертикальній площині із заданими технологічними параметрами відносно міцності порід, заряджання їх і підривання з формуванням контурної поверхні укосу цього уступу, одночасне буріння на новоутвореному нижчележачому уступі, таких самих вертикальних технологічних свердловин і приконтурного ряду свердловин подібних технологічним з відстанню між ними в ряду в два рази меншою відстані між технологічними свердловинами. Приконтурний ряд свердловин бурять такими як і ряди вертикальних технологічних свердловин, діаметром і глибиною дорівнює діаметру і глибині технологічних свердловин. Крім того відстань між буферними свердловинами в ряду приймають  $r_1 = 0.1 \cdot f \cdot r / n$ , глибиною  $h_1 = 0.1 \cdot f \cdot h / n$  і діаметром  $d_1 = 0.1 \cdot f \cdot d / 2$ . Ряд буферних свердловин бурять на відстані від останнього ряду технологічних свердловин  $r_2 = 0.1 \cdot f \cdot r / 2$ , свердловини в приконтурному ряді бурять на відстані  $r_3 = r / 2$ . Технологічні параметри:  $f$  - коефіцієнт міцності порід по Протодьяконову;  $r$  - відстань між технологічними свердловинами, м;  $n$  - кількість рядів технологічних свердловин;  $r_1$  - відстань між буферними свердловинами, м;  $h_1$  - глибина буферних свердловин, м;  $h$  - глибина технологічних свердловин, м;  $d$  - діаметр технологічних свердловин, м;  $d_1$  - діаметр буферних свердловин, м;  $r_2$  - відстань між рядом буферних свердловин і останнім рядом технологічних свердловин, м;  $r_3$  - відстань між свердловинами в приконтурному ряді, м. Усі технологічні параметри визначені емпірично в залежності від міцності порід. Завдяки цим параметрам диференційована енергія вибуху вертикальних буферних свердловин в вертикальній площині на уступі гірських порід і приконтурного ряду свердловин на новоутвореному нижчележачому уступі перерозподіляється так, що формується контурна поверхня без контурного підривання, але більш виположена, чим крутоспадна до горизонталі, та й ще з частковими заколами на уступі в глибину масиву. [Україна, Патент №20063А, МПК6 E21C37/00; F42D1/00, 1997].

Недоліками відомого способу є недостатня якість контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу по всій його висоті з недостатньою його довготривалою стійкістю при достатньому питомому розході вибухової речовини, так як цей спосіб забезпечує отримання тільки потрібної форми і орієнтації контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу. Формування контурної поверхні укосу на вищележачому і новоутвореному нижчележачому уступі відбувається за рахунок злиття в вертикальній площині воронок вибухів вертикальних зарядів вибухової речовини в буферних свердловинах і приконтурному ряді свердловин із технологічними параметрами одержаними емпірично в залежності від міцності порід. Така технологія приводить до формування контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу недостатньо крутоспадної до горизонталі, а відносно більш положистої, пронизаної сіткою радіальних тріщин і мікротріщин, наведених енергією вибуху. Так як формування контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу здійснюється диференційованим перерозподіленням енергії вибуху вертикальних зарядів вибухової речовини в буферних свердловинах і приконтурному ряді свердловин це приводить до достатньо великого питомого розходу вибухової речовини, значних обсягів викидів шкідливих продуктів вибуху в навколишнє середовище і посиленого негативного сейсмічного впливу на промислові та цивільні об'єкти, що зменшує терміни їх експлуатації. Крім того, значна частина енергії вибуху заряду вибухової речовини витрачається на руйнування масиву вище рівня підшви уступу, при цьому на ділянці між донними частинами буферних свердловин і технологічних свердловин останнього ряду вищележачого уступу утворюється зона деформуючих напруг, проникаючих за межі контуру укосу вищележачого уступу, що приводить до заколоутворення в цій зоні і ускладнює наступне формування контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу, а це приведе до наступного мимовільного сколювання породи при подальшому виконанні вибухових робіт на кар'єрі, порушенню контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу, зменшенню кута укосу утвореного здвоєного уступу і його довготривалої стійкості.

Причинами, що перешкоджають одержанню технічного результату прототипом корисної моделі, що заявляється, є:

- формування контурної поверхні укосу на вищележачому і новоутвореному нижчележачому уступі за рахунок злиття в вертикальній площині воронок вибухів зарядів вибухової речовини в вертикальних буферних свердловинах і приконтурному ряді вертикальних свердловин із технологічними параметрами одержаними емпірично в залежності від міцності порід приводить до формування контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу недостатньо крутоспадної до горизонталі, а більш положистої, нерівномірно проробленої енергією вибуху уздовж і по усій висоті площини укосу уступу, пронизаної сіткою радіальних тріщин і мікротріщин, наведених енергією вибуху;

- формування контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу здійснюється диференційованим перерозподілом енергії вибуху зарядів вибухової речовини в вертикальних буферних свердловинах приконтурної зони вищележачого уступу і приконтурному ряді вертикальних свердловин приконтурної зони новоутвореного нижчележачого уступу приводить до достатньо великого питомого розходу вибухової речовини, значних обсягів шкідливих викидів продуктів вибуху в навколишнє середовище і посиленого негативного сейсмічного впливу на промислові та цивільні об'єкти, що зменшує терміни їх експлуатації;

- буріння приконтурного ряду вертикальних свердловин роблять діаметром і глибиною дорівнюють діаметру і глибині технологічних свердловин, приводить до того, що значна частина енергії вибуху заряду вибухової речовини витрачається на руйнування масиву вище рівня підшви уступу, при цьому на ділянці між донними частинами буферних свердловин і технологічних свердловин останнього ряду вищележачого уступу утворюється зона деформуючих напруг, проникаючих за межі контуру укосу вищележачого уступу, що приводить до заколоутворення в цій зоні, ускладнює наступне формування контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу, приводить до мимовільного сколювання породи при подальшому виконанні вибухових робіт на кар'єрі, порушенню контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу, зменшенню кута укосу утвореного здвоєного уступу і його довготривалої стійкості.

Завданням корисної моделі, що заявляється, є розробка способу ведення буропідричних робіт на кар'єрах в

якому шляхом забезпечення можливості диференційованого і направленого впливу енергії вибуху рівномірно, як уздовж, всієї площині укосу по усій його висоті, так і в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі, послідовно спочатку після вибуху свердловин вищележачого уступу, потім після вибуху свердловин новоутвореного нижче лежачого уступу с послідовним формуванням відповідно достатньо гладкої контурної поверхні максимально можливо крутоспадної до горизонталі укосу уступу - суцільної в одній площині укосу утвореного здвоєного уступу з мінімально-можливими порушеннями цілісності масиву за межами контуру укосу утвореного здвоєного уступу за рахунок можливості диференційованого направленого рівномірного подвійного впливу енергії вибуху, утвореної у вигляді відбитої і переорієнтованої хвилі стиску і потоку продуктів вибуху, направленої як уздовж усієї площини укосу уступу по усій його висоті, так і в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі в приконтурній зоні укосу вище і нижче лежачого уступів, досягають підвищення якості контурної поверхні укосу здвоєного уступу з площиною максимально наближеної до вертикалі з підвищенням його стійкості і забезпеченням довго тривалості, зменшення питомого розходу вибухової речовини і за рахунок цього покращується захист навколишнього середовища, забезпечується збереження промислових і цивільних об'єктів із збільшенням терміну їх експлуатації і зменшення коефіцієнта розкриття.

Суттєвими ознаками корисної моделі, що заявляється, є:

- буріння рядів вертикальних технологічних свердловин з поверхні вищележачого уступу гірських порід і вертикальних буферних свердловин в останньому ряді із заданими технологічними параметрами відносно міцності порід;

- заряджання свердловин на вище лежачому уступі;

- підривання свердловин на вищележачому уступі з формуванням контурної поверхні укосу цього уступу і утворення нижчележачого уступу;

- буріння на новоутвореному нижчележачому уступі таких же вертикальних технологічних свердловин і приконтурного ряду вертикальних свердловин;

- заряджання свердловин на нижчележачому уступі;

- підривання свердловин на нижчележачому уступі з формуванням контурної поверхні укосу цього уступу з утворенням спільної суцільної похилої контурної поверхні в одній площині укосу утвореного здвоєного уступу;

- буріння буферних свердловин і приконтурного ряду свердловин діаметром  $d$  і глибиною  $h$  відповідно дорівнюють  $0,60-0,80$  діаметра  $D$  і  $0,94-0,95$  глибини  $H$  технологічних свердловин;

- буріння буферних свердловин і приконтурного ряду свердловин з відстанню  $g$  між свердловинами дорівнює  $8-10$  їх діаметра  $d$  і з відстанню  $g_1$  від останнього ряду технологічних свердловин -  $12-14$  діаметра  $d$ .

- розміщення по усій довжині буферних свердловин і приконтурного ряду свердловин плоских перегородок похилими в напрямку технологічних свердловин під кутом  $\alpha=82-83^\circ$  до горизонталі і з поділом їх об'єму на рівні частини;

- заповнення об'єму буферних свердловин і свердловин приконтурного ряду із сторони технологічних свердловин розсипною вибуховою речовиною, а вільного об'єму - флегматизаторно-демпферною сумішшю;

- довжину заряду вибухової речовини  $l$  приймають не більше  $0,75+0,80$  глибини  $h$  цих свердловин.

Новими суттєвими ознаками корисної моделі, що заявляється, є:

- буріння буферних свердловин і приконтурного ряду свердловин діаметром  $d$  і глибиною  $h$  відповідно дорівнюють  $0,60-0,80$  діаметра  $D$  і  $0,94-0,95$  глибини  $H$  технологічних свердловин;

- буріння буферних свердловин і приконтурного ряду свердловин з відстанню  $g$  між свердловинами дорівнює  $8-10$  їх діаметра  $d$  і з відстанню  $g_1$  від останнього ряду технологічних свердловин -  $12-14$  діаметра  $d$ .

- розміщення по усій довжині буферних свердловин і приконтурного ряду свердловин плоских перегородок похилими в напрямку технологічних свердловин під кутом  $\alpha=82-83^\circ$  до горизонталі і з поділом їх об'єму на рівні частини;

- заповнення об'єму буферних свердловин і свердловин приконтурного ряду із сторони технологічних свердловин розсипною вибуховою речовиною, а вільного об'єму - флегматизаторно-демпферною сумішшю;

- довжину заряду вибухової речовини  $l$  приймають не більше  $0,75\div 0,80$  глибини  $h$  цих свердловин.

Таким чином, завдяки сукупності відомих і нових суттєвих ознак стало можливим здійснення причинно-наслідкового зв'язку між ними і одержаним технічним результатом.

Завдяки тому, що буферні свердловини і приконтурний ряд свердловин бурять діаметром  $d$  і глибиною  $h$  відповідно рівним  $0,60\div 0,80$  діаметра  $D$  і  $0,94\div 0,95$  глибини  $H$  технологічних свердловин з відстанню  $g$  між свердловинами дорівнює  $8\div 10$  їх діаметра  $d$  і з відстанню  $g_1$  від останнього ряду технологічних свердловин дорівнює  $12\div 14$  діаметра  $d$ , розміщенню по всій довжині буферних свердловин і приконтурного ряду свердловин плоских повздовжніх перегородок, похилих в напрямі технологічних свердловин під кутом  $\alpha=82\div 83^\circ$  до горизонталі, розділяючи об'єм буферних свердловин і приконтурного ряду свердловин на рівні частини, наповнення розділеного об'єму буферних свердловин із сторони технологічних свердловин розсипною вибуховою речовиною, а вільного об'єму флегматизаторно-демпферною сумішшю.

Це дасть можливість досягти диференційованої рівномірної направленої подвійної дії енергії вибуху, утвореної у вигляді відображеної і переорієнтованої хвилі стиску і потоку продуктів вибуху, спрямованих як у вздовж усієї площини укосу уступу по всій його висоті, так і в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі в приконтурній зоні укосу вище і нижче лежачого уступу. Так при ініціюванні зарядів буферних свердловин виникає детонаційна хвиля, яка рівномірно рухається по усій довжині зарядів в напрямку плоских перегородок. Під дією тиску детонаційної хвилі плоскі перегородки починають деформуватися і зміщуватися в радіальному напрямку протилежному від технологічних свердловин по усій довжині буферних свердловин, ущільнюючи и притискуючи до стінок буферних свердловин флегматизаторно-демпферну суміш.

По мірі нарощування тиску деформовані і роздроблені плоскі перегородки і ущільнена флегматизаторно-демпферна суміш від дії тиску детонаційної хвилі перетворюється в ущільнену однорідну масу, котра зменшуючись в об'ємі, трансформується в міцно-упругу конгломеровану субстанцію, що покриває поверхню

буферних свердловин по всій їх довжині із сторони формованої контурної поверхні укосу уступу, штучним захисним шаром із суміші, перемінного перетину, що збільшується від устя до дна буферних свердловин, похилим в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі. Міцнісні якості штучного захисного шару із суміші близькі до міцнісних якостей породного масиву. Після закінчення процесу детонації зарядів навкруги них за рахунок енергії вибуху виникає симетрична, циліндрична хвиля стиску і такий же потік продуктів вибуху, які поширюються в усі сторони з однаковою силою і швидкістю. Зустрівши на своєму шляху штучний захисний шар із суміші, енергія вибуху частково гаситься, частково витрачається на руйнування захисного шару, а значна її частина по довжині зарядів відбивається і переорієнтується, як з нахилом в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі, так і в напрямку суміжних буферних свердловин. В результаті цього в гірській породі на ділянці вищележачого уступу, розташованій поміж останнім рядом вертикальних технологічних свердловин і рядом вертикальних буферних свердловин за рахунок відбиття і переорієнтації хвилі стиску і потоку продуктів вибуху зарядів виникають додаткові хвилі стиску і потік продуктів вибуху диференційно направлених, як в сторону суміжних буферних свердловин, так і в сторону останнього ряду технологічних свердловин с нахилом до них під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі. Порода за невеличкий проміжок часу дуже стискується, роздавлюється і переходить в текучий стан, її частинки починають рухатися по радіальним напрямкам і за рахунок відбитої і переорієнтованої додаткової хвилі стиску і додаткового потоку продуктів вибуху диференційно переміщуються, як з нахилом в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі, так і в напрямку суміжних буферних свердловин по горизонтальній вісі ряду буферних свердловин.

Внаслідок цього в гірській породі на ділянці вищележачого уступу, розташованій поміж останнім рядом вертикальних технологічних свердловин і рядом вертикальних буферних свердловин, за рахунок направленої подвійної дії енергії вибуху зарядів вертикальних буферних свердловин, утворюється зона пластичних деформацій диференційно направлених, як в сторону суміжних буферних свердловин по горизонтальній вісі ряду буферних свердловин, так і в сторону останнього ряду технологічних свердловин с нахилом до них кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі, при цьому завдяки відбиттю і переорієнтації енергії вибуху зарядів вертикальних буферних свердловин від штучних захисних шарів флегматизаторно-демпферної суміші в вертикальних буферних свердловинах, пластичні деформації не розповсюджуються за межі вертикальних буферних свердловин із сторони формування контурної поверхні укосу вище лежачого уступу. В результаті цього по усій площині поверхні укосу уступу утворюється контурна щілина під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі. В породі, оточуючій утворену щілину, практично не виникає деформуючих напружень, а сформована контурна поверхня укосу уступу не порушена вибуховими роботами, має площину максимально наближену до вертикалі з підвищенням його стійкості, забезпеченням довготривалості, зменшенням питомого розходу вибухової речовини і негативного сейсмічного впливу вибухових робіт.

Внаслідок підірвання вертикальних технологічних і буферних свердловин утворюється нижчележачий уступ. На знову утвореному нижчележачому уступі вибувають вертикальні технологічні свердловини з параметрами відповідно технологічним свердловинам вищележачого уступу. Крім того, вибувається приконтурний ряд свердловин з параметрами відповідно буферним свердловинам. Тип вибухової речовини, конструкція зарядів технологічних свердловин і свердловин приконтурного ряду на нижчележачому уступі аналогічні відповідним показникам технологічних і буферних свердловин вищележачого уступу. Свердловини нижче лежачого уступу заряджають і підривають, відбувається формування контурної поверхні укосу цього уступу, аналогічно формуванню її на вище лежачому уступі з утворенням єдиної суцільної контурної поверхні в одній площині укосу уступу під кутом до горизонталі більшим  $82^\circ$ . Після підірвання свердловини на знову утвореному нижчележачому уступі був закінчений процес формування контурної поверхні укосу здвоєного уступу з площиною максимально наближеної до вертикалі з підвищенням його стійкості і забезпеченням довготривалості, зменшенням питомого розходу вибухової речовини, рівня ударних повітряних хвиль і інтенсивності сейсмічних коливань при проведенні підірвних робіт.

У випадку, якщо буферні свердловини і приконтурний ряд свердловин бурять вертикальними, діаметром  $d$  і глибиною  $h$  відповідно більшою  $0,80$  діаметра  $D$  і  $0,95$  глибини  $H$  технологічних свердловин з відстанню  $g$  між свердловинами більшою  $10$  їх діаметра  $d$  і з відстанню  $g_1$  від останнього ряду технологічних свердловин більшою  $14$  діаметра  $d$ , а довжина заряду в буферних свердловинах і приконтурному ряді свердловин буде більшою  $0,80$  глибини  $h$  цих свердловин, то при вибуху вертикальних зарядів вибухової речовини в буферних свердловинах вищележачого уступу і свердловинах приконтурного ряду нижчележачого уступу буде відбуватися значне розсіяння енергії вибуху на ділянках між суміжними свердловинами, з порушенням приконтурного масиву по ламаній лінії, при цьому вглиб масиву будуть проникати значні тріщини. Контурні поверхні укосу вищележачого і нижче лежачого уступів та утворення єдиної суцільної контурної поверхні укосу утвореного здвоєного уступу сформується порушеною вибуховими роботами, нестійкою, що знизить її якість і стійкість укосу уступу, збільшиться питомий розхід вибухової речовини, викиди шкідливих речовин в атмосферу, а також знизиться можливість збереження промислових і цивільних об'єктів, які прилягають до кар'єру і термін їх експлуатації, і буде недоцільним, таким чином, відроблювати уступи при подальшому заглибленні кар'єру.

У випадку, якщо буферні свердловини і приконтурний ряд свердловин бурять вертикальними діаметром  $d$  і глибиною  $h$  відповідно меншою  $0,60$  діаметра  $D$  і  $0,94$  глибини  $H$  технологічних свердловин з відстанню  $g$  між свердловинами менше  $8$  їх діаметра  $d$  і з відстанню  $g$  від останнього ряду технологічних свердловин менше  $12d$ , а довжина заряду в свердловинах буде меншою  $0,75$  глибини  $h$  цих свердловин, то при вибусі вертикальних зарядів вибухової речовини, як у буферних свердловинах вищележачого уступу, так і в свердловинах приконтурного ряду нижчележачого уступу більша частина енергії вибуху буде направлена не уздовж площини укосу уступу, а в напрямку технологічних свердловин, при цьому на ділянці між донними частинами буферних свердловин вищележачого уступу і устями свердловин приконтурного ряду нижчележачого уступу буде утворюватись зона із збільшеним тріщиноутворенням з проникненням значних тріщин у глибину масиву за межі

контур уступу. Сформовані контурні поверхні укосів вищележачого и нижчележачого уступів, і єдина контурна поверхня укосу утвореного здвоєного уступу буде порушеною вибуховими роботами, що знизить якість контурної поверхні укосу здвоєного уступу і його стійкість.

У такому випадку недоцільно таким способом, з такими технологічними параметрами формувати контурну поверхню укосу уступу.

Суттєвість способу ведення буропідричних робіт на кар'єрах пояснюється кресленнями, де:

на Фіг.1 - зображений загальний вигляд повздовжньої проекції руйнуючого уступу гірських порід;

на Фіг.2 - вид А Фіг.1;

на Фіг.3 - розріз по Б-Б Фіг.1;

на Фіг.4 - представлена схема розміщення у повздовжній проекції вищележачого уступу технологічної свердловини останнього ряду технологічних свердловин з зарядом вибухової речовини і буферної свердловини з зарядом вибухової речовини, плоскою похилою перегородкою і флегматизаторно-демпферною сумішшю;

на Фіг.5 - розріз по В-В Фіг.4;

на Фіг.6 - представлена схема розміщення у повздовжній проекції нижчележачого уступу технологічної свердловини останнього ряду технологічних свердловин з зарядом вибухової речовини і свердловини приконтурного ряду свердловини з зарядом вибухової речовини, плоскою перегородкою і флегматизаторно-демпферною сумішшю;

на Фіг.7 - розріз по Г-Г Фіг.6.

Запропонований спосіб здійснюється наступним чином.

З поверхні уступу 1 гірських порід під кутом укосу більше  $70^\circ$  по діючій технології вибувають ряди вертикальних технологічних свердловин 2 на відстані між собою рівній R, діаметром D і глибиною H, а в останньому ряді бурять буферні свердловини 3, діаметр яких d дорівнює 0,60-0,80 діаметра технологічних свердловин D, глибина h дорівнює 0,94-0,95 глибини технологічних свердловин H, відстань r між буферними свердловинами 3 складає 8-10 їх діаметра d, а відстань  $r_1$  від останнього ряду технологічних свердловин 1 дорівнює 12-14 їх діаметра d. Після буріння свердловин 3 у них розміщують по всій їх довжині одним із відомих способів плоскі перегородки 4, виконані із полімерних матеріалів. Перегородки 4 розміщені з похилом в напрямку технологічних свердловин 2 під кутом  $\alpha=82\div83^\circ$  до горизонталі і розділяють об'єм свердловин 3 на рівні частини. Після цього об'єм свердловин 3 із сторони технологічних свердловин 2 наповнюють розсипною вибуховою речовиною і формують заряди 5, в яких розміщують не менше трьох бойовиків 6, з'єднаних вибуховим ланцюгом. Довжина і зарядів 5 складає не більше 0,75-0,80 глибини h свердловин 3. Зверху зарядів 5 розміщують забійку 7.

Площа поперечного перетину зарядів 5 зменшується в напрямку від устя до дна свердловин 3. Вільний об'єм свердловин 3 наповнюють флегматизаторно-демпферною сумішшю 8, яка рівномірно перемішана і складається на 50% із подрібнених відходів гумо-технічного виробництва і на 50% із інертних матеріалів, наприклад, піску, або дрібних фракцій бурового шламу. Площа поперечного перетину флегматизаторно-демпферної суміші 8 зростає в напрямку від устя до дна свердловин 3. Після заряджання свердловин 2 зарядами вибухової речовини 9 з забійкою 10 і бойовиками 6, а свердловин 3 зарядами вибухової речовини 5, флегматизаторно-буферної суміші 8, які розділені плоскими похилими перегородками 4 на уступі 1 гірських порід роблять їх підривання ініціюванням бойовиків 6.

При ініціюванні бойовиків 6 в зарядах 5 буферних свердловин 3 виникає детонаційна хвиля, котра рівномірно рухається по усій довжині зарядів 5 в напрямку плоских перегородок 4. Під дією тиску детонаційної хвилі плоскі перегородки 4 починають деформуватися і зміщатися в радіальному напрямку протилежному від технологічних свердловин по усій довжині свердловин 3, рівномірно ущільнюючи і притискуючи до стінок свердловин 3 флегматизаторно-демпферну суміш 8.

По мірі нарощування тиску деформовані і роздроблені плоскі перегородки 4 і ущільнена флегматизаторно-демпферна суміш 8 від дії тиску детонаційної хвилі перетворюється в ущільнену однорідну масу, котра зменшується в об'ємі, трансформуються в міцно-упругу конгломеровану субстанцію, що покриває поверхню свердловин 3 по всій їх довжині із сторони формованої контурної поверхні укосу уступу, штучним захисним шаром із суміші 8, перемінного перетину, що збільшується від устя до дна свердловин 3, похилим в напрямку технологічних свердловин 2 під кутом  $82\div83^\circ$  до горизонталі. Міцнісні якості штучного захисного шару із суміші 8 близькі до міцнісних якостей породного масиву. Після закінчення процесу детонації зарядів 5 навкруги них за рахунок енергії вибуху виникає симетрична, циліндрична хвиля стиску і такий же потік продуктів вибуху, які поширюються в усі сторони з однаковою силою і швидкістю. Зустрівши на своєму шляху штучний захисний шар із суміші 8, енергія вибуху частково гаситься, частково витрачається на руйнування захисного шару, а значна її частина по довжині зарядів 5 відбивається і переорієнтовується, як з нахилом в напрямку технологічних свердловин 2 під кутом  $82\div83^\circ$  до горизонталі, так і в напрямку суміжних буферних свердловин 3. В результаті цього в гірській породі на ділянці вищележачого уступу 1, розташованій поміж останнім рядом вертикальних технологічних свердловин 2 і рядом вертикальних буферних свердловин 3 за рахунок відбиття і переорієнтації хвилі стиску і потоку продуктів вибуху зарядів 5 виникають додаткові хвилі стиску і потік продуктів вибуху диференційно направлених, як в сторону суміжних буферних свердловин 3, так і в сторону останнього ряду технологічних свердловин 2 з нахилом до них під кутом  $82\div83^\circ$  до горизонталі. Порода за невеличкий проміжок часу дуже стискується, роздавлюється і переходить в текучий стан, її частинки починають рухатися по радіальним напрямкам і за рахунок відбитої і переорієнтованої додаткової хвилі стиску і додаткового потоку продуктів вибуху диференційно переміщуються як з нахилом в напрямку технологічних свердловин 2 під кутом  $82\div83^\circ$  до горизонталі, так і в напрямку суміжних буферних свердловин 3 по горизонтальній вісі ряду буферних свердловин 3.

Внаслідок цього в гірській породі на ділянці вищележачого уступу 1, розташованій поміж останнім рядом вертикальних технологічних свердловин 2 і рядом вертикальних буферних свердловин 3, за рахунок направленої подвійної дії енергії вибуху зарядів 5 вертикальних буферних свердловин 3, утворюється зона пластичних

деформацій диференційно направлених, як в сторону суміжних буферних свердловин 3 по горизонтальній вісі ряду буферних свердловин 3, так і в сторону останнього ряду технологічних свердловин 2 с нахилом до них кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі, при цьому завдяки відбиттю і переорієнтації енергії вибуху зарядів 5 вертикальних буферних свердловин 3 від штучних захисних шарів флегматизаторно-демпферної суміші 8 в вертикальних буферних свердловинах 3, пластичні деформації не розповсюджуються за межі вертикальних буферних свердловин 3 із сторони формування контурної поверхні укосу вищележачого уступу 1. В результаті цього по усій площині поверхні укосу уступу 1 утворюється контурна щілина під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі. В породі, оточуючій утворену щілину, практично не виникає деформуючих напружень, а сформована контурна поверхня укосу уступу 1 не порушена вибуховими роботами, має площину максимально наближену до вертикалі з підвищенням його стійкості, забезпеченням довготривалості, зменшенням питомого розходу вибухової речовини і негативного сейсмічного впливу від вибухових робіт.

Внаслідок підривання свердловин 2, 3 утворюється нижчележачий уступ 11. На знову утвореному нижчележачому уступі 11 поряд з вертикальними технологічними свердловинами 2 бурять приконтурний ряд вертикальних свердловин 12, параметри яких аналогічні параметрам вертикальних буферних свердловин 3 вищележачого уступу 1.

Після буріння свердловин 12 в них, аналогічно свердловинам 3, по усій їх довжині розміщують такі ж і таким же чином як і в свердловинах 3 плоскі перегородки 4, котрі розділяють об'єм свердловин 12 на дві частини. Після чого об'єм свердловин 12 наповняють із сторони технологічних свердловин 2 розсипною вибуховою речовиною і формують заряди 5, в яких розміщують не менш трьох бойовиків 6, з'єднаних вибуховим ланцюгом. Довжина і зарядів 5 складає не більше 0,75-0,80 глибини свердловин 12.

Площа поперечного перетину зарядів 5 зменшується в напрямку від устя до дна свердловин 12. Зверху зарядів 5 розміщують забійку 7. Вільний об'єм свердловин 12 наповнюють на всю глибину свердловин 12 флегматизаторно-демпферною сумішшю 8, такою ж, як і в свердловинах 3. Площа поперечного перетину флегматизаторно-демпферної суміші 8 зростає в напрямку від устя до дну свердловин 12. Після заряджання вертикальних свердловин 2, 12 нижчележачого уступу 11 роблять їх підривання. При підриванні вертикальних свердловин 12 відбувається утворення контурної щілини і контурної поверхні укосу уступу 11, аналогічно як і вище лежачому уступі 1 з утворенням єдиної суцільної контурної поверхні в одній площині укосу утвореного зведеного уступу крутоспадної до горизонталі під кутом більшим  $82^\circ$ . Після підривання свердловин 2, 12 був закінчений процес формування контурної поверхні укосу зведеного уступу з площиною максимально наближеної до вертикалі з підвищенням його стійкості і забезпеченням довго тривалості, зменшенням питомого розходу вибухової речовини, рівня ударних повітряних хвиль і інтенсивності сейсмічних коливань при проведенні підричних робіт.

Технологічні параметри способу, що заявляється одержані емпірично ДП „Науково-дослідний гірничорудний інститут” внаслідок лабораторних досліджень впливу рівномірно прикладених похилих навантажень на утворення тріщин в гірських породах при бурінні вертикальних буферних свердловин 3 і приконтурного ряду вертикальних свердловин 12 із заданими технологічними параметрами, вибурених на вище і нижче лежачих уступах 1, 11, а також при моделюванні за допомогою мікробибухів технології формування контурної поверхні укосу зведеного уступу підриванням свердловинних зарядів, що складаються з двох частин, заряду вибухової речовини 5, розміщеною із сторони технологічних свердловин 2 і флегматизаторно-буферної суміші 8, розміщеній із сторони формованої контурної поверхні укосу уступу 1,11, при цьому заряди 5 і флегматизаторно-буферна суміш 8 розділені в свердловинах 2,12 плоскими перегородками похилими в напрямку технологічних свердловин 2 під кутом  $\alpha=82\div 83^\circ$  до горизонталі.

Приклад.

Промислові випробування способу, що заявляється були проведені в Кривбасі на кар'єрі "Південний" ШУ ім.Артема, розробляючим запаси природно-багатих гематито-мартитових і мартитових руд. Уступ гірських порід має кут укосу  $73\div 75^\circ$ , висоту 15м, довжину 50м ширину 27м, міцність 5-7 балів по шкалі проф. М.М.Протод'яконова.

З поверхні уступу були вибурені вертикальні технологічні свердловини в 3 ряди, глибиною  $H=18$ м, діаметром  $D=0,25$ м, відстань між якими  $R=6$ м. В останньому ряді з поверхні уступу були вибурені вертикальні буферні свердловини діаметром  $d=0,80$  $D=0,80$  $0,250=0,200$ м, глибиною  $h=0,94$  $H=0,94$  $\cdot 18=17,00$ м, відстань між якими  $r=10$  $d=10$  $\cdot 0,200=2,0$ м, на відстані від останнього ряду технологічних свердловин  $r_1=14$  $d=14$  $\cdot 0,200=2,80$ м.

Після буріння вертикальних буферних свердловин у них по всій їх довжині були розміщені плоскі перегородки шириною 0,200м, товщиною 0,020м, які виконані із полімерних матеріалів. Перегородки розміщені з нахилом в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі і розділяють об'єм свердловин на рівні частини. Після цього об'єм вертикальних буферних свердловин із сторони технологічних свердловин були наповнені розсипною вибуховою речовиною і формовані заряди, в яких розміщено не менше трьох бойовиків, з'єднаних вибуховим ланцюгом. Довжина зарядів вибухової речовини складає не більше 0,80 глибини  $h$  буферних свердловин і дорівнює  $0,80$  $\cdot 17,0=13,6$ м. Зверху зарядів розміщена забійка.

Площа поперечного перетину зарядів зменшується в напрямку від устя до дну свердловин. Вільний об'єм буферних свердловин наповнюють флегматизаторно-демпферною сумішшю, яка рівномірно перемішана і складається на 50% із подрібнених відходів гумотехнічного виробництва і на 50% із інертних матеріалів, наприклад, піску, або дрібних фракцій бурового шламу. Площа поперечного перетину флегматизаторно-демпферної суміші зростає в напрямку від устя до дну буферних свердловин. Після заряджання технологічних і буферних свердловин на уступі гірських порід роблять їх підривання ініціюванням бойовиків.

При ініціюванні бойовиків в зарядах буферних свердловин виникає детонаційна хвиля, котра рівномірно рухається по усій довжині зарядів в напрямку плоских перегородок. Під дією тиску детонаційної хвилі плоскі перегородки починають деформуватися і зміщуватися в радіальному напрямку протилежному від технологічних свердловин по усій довжині буферних свердловин, рівномірно ущільнюючи і притискаючи до стінок буферних

свердловин флегматизаторно-демпферну суміш. По мірі нарощування тиску деформовані і роздроблені плоскі перегородки і ущільнена флегматизаторно-демпферна суміш від дії тиску детонаційної хвилі перетворюється в ущільнену однорідну масу, котра зменшуючись в об'ємі, трансформується в міцно-пружну конгломеровану субстанцію, що покриває поверхню буферних свердловин по всій її довжині із сторони формованої контурної поверхні укосу уступу, штучним захисним шаром із флегматизаторно-демпферної суміші, перемінного перетину, що збільшується від устя до дну буферних свердловин, похилим в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі. Міцність якості штучного захисного шару із флегматизаторно-демпферної суміші близькі до міцністних якостей породного масиву. Після закінчення процесу детонації зарядів буферних свердловин навкруги них за рахунок енергії вибуху виникає симетрична, циліндрична хвиля стиску і такий же потік продуктів вибуху, які поширюються в усі сторони з однаковою силою і швидкістю. Зустрівши на своєму шляху штучний захисний шар із суміші флегматизаторно-демпферної суміші енергія вибуху частково гаситься, частково витрачається на руйнування захисного шару, а значна її частина по довжині зарядів буферних свердловин відбивається і переорієнтується, як з нахилом в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі, так і в напрямку суміжних буферних свердловин. В результаті цього в гірській породі на ділянці вищележачого уступу розташованій поміж останнім рядом вертикальних технологічних свердловин і рядом вертикальних буферних свердловин за рахунок відбиття і переорієнтації хвилі стиску і потоку продуктів вибуху зарядів буферних свердловин виникають додаткові хвилі стиску і потік продуктів вибуху диференційовано направлених, як в сторону суміжних буферних свердловин, так і в сторону останнього ряду технологічних свердловин с нахилом до них під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі. Порода за невеличкий проміжок часу дуже стискується, роздавлюється і переходить в текучий стан, її частинки починають рухатися по радіальним напрямкам і за рахунок відбитої і переорієнтованої додаткової хвилі стиску і додаткового потоку продуктів вибуху диференційовано переміщуючись як з нахилом в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі, так і в напрямку суміжних буферних свердловин по горизонтальній вісі ряду буферних свердловин.

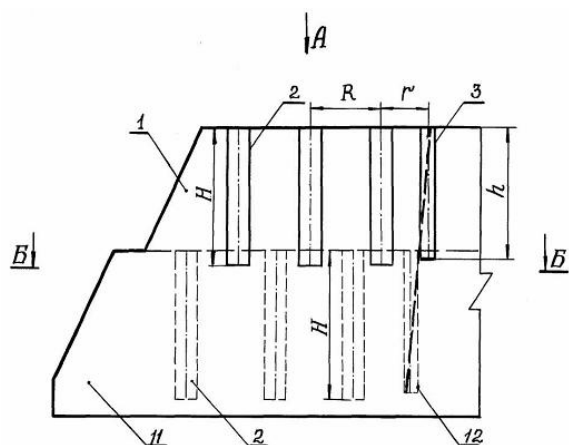
Внаслідок цього в гірській породі на ділянці вищележачого уступу, розташованій поміж останнім рядом вертикальних технологічних свердловин і рядом вертикальних буферних свердловин, за рахунок направленої подвійної дії енергії вибуху зарядів вертикальних буферних свердловин, утворюється зона пластичних деформацій диференційовано направлених, як в сторону суміжних буферних свердловин по горизонтальній вісі ряду буферних свердловин, так і в сторону останнього ряду технологічних свердловин с нахилом до них кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі, при цьому завдяки відбиттю і переорієнтації енергії вибуху зарядів вертикальних буферних свердловин від штучних захисних шарів флегматизаторно-демпферної суміші в вертикальних буферних свердловинах, пластичні деформації не розповсюджуються за межі вертикальних буферних свердловин із сторони формування контурної поверхні укосу вищележачого уступу. В результаті цього по усій площині поверхні укосу уступу утворюється контурна щілина під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі. В породі, оточуючій утворену щілину, практично не виникає деформуючих напружень, а сформована контурна поверхня укосу уступу не порушена вибуховими роботами, має площину максимально наближену до вертикалі з підвищенням його стійкості, забезпеченням довго тривалості, зменшенням питомого розходу вибухової речовини і негативного сейсмічного впливу від вибухових робіт.

Внаслідок підривання технологічних і буферних свердловин утворюється нижчележащий уступ. На знову утвореному нижчележачому уступі були вибурені вертикальні технологічні свердловини з параметрами відповідно технологічним свердловинам вищележачого уступу. Крім того, був вибурений приконтурний ряд свердловин з параметрами відповідно буферним свердловинам. Тип вибухової речовини, конструкція зарядів технологічних свердловин і свердловини приконтурного ряду на нижчележачому уступі аналогічні відповідним показникам технологічних і буферних свердловин вищележачого уступу. Свердловини нижче лежачого уступу заряджають і підривають, відбувається формування контурної поверхні укосу цього уступу, аналогічно формуванню її на вище лежачому уступі з утворенням єдиної суцільної контурної поверхні в одній площині укосу уступу під кутом до горизонталі більшим  $82^\circ$ . Після підривання свердловин на знову утвореному нижчележачому уступі був закінчений процес формування контурної поверхні укосу здвоєного уступу з площиною максимально наближеною до вертикалі з підвищенням його стійкості і забезпеченням довготривалості, зменшенням питомого розходу вибухової речовини, рівня ударних повітряних хвиль і інтенсивності сейсмічних коливань при проведенні підричних робіт.

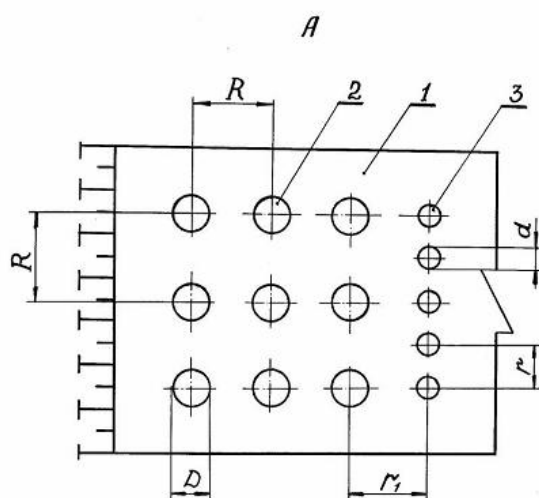
При підриванні свердловин на вище лежачому і знову утвореному нижчележачому уступах лабораторією керування вибухом і гірничої сейсміки ДП "НДГРІ" проведені інструментальні виміри рівня сейсмічних коливань при веденні вибухових робіт. Установлено зменшення інтенсивності сейсмічних коливань промислових і цивільних об'єктів межуючи з кар'єром на  $21\div 22\%$  при зрівнянні з аналогічними показниками при веденні вибухових робіт по відомій технології.

Технологічні параметри способу, що заявляється одержані емпірично ДП "НДГРІ" внаслідок лабораторних досліджень впливу рівномірно прикладених похилих навантажень на утворення тріщин в гірських породах при бурінні вертикальних буферних свердловин і приконтурного ряду вертикальних свердловин із заданими технологічними параметрами, вибурених на вище і нижчележачих уступах, а також при моделюванні за допомогою мікровибухів технології формування контурної поверхні укосу здвоєного уступу підриванням свердловинних зарядів, що складаються з двох частин, заряду вибухової речовини, розміщеною із сторони технологічних свердловин і флегматизаторно-буферної суміші, розміщеній із сторони формованої контурної поверхні укосу уступу, при цьому заряди вибухової речовини і флегматизаторно-буферна суміш розділені в свердловинах плоскими перегородками похилими в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі. Технічний результат досягається шляхом забезпечення можливості формування достатньо гладкої контурної поверхні укосу здвоєного уступу з площиною максимально наближеною до вертикалі, за рахунок можливості диференційовано направленої рівномірної подвійної дії енергії вибуху, утвореної у вигляді відбитої і переорієнтованої хвилі стиску і потоку продуктів вибуху, направленої як уздовж всієї площини укосу уступу по всій

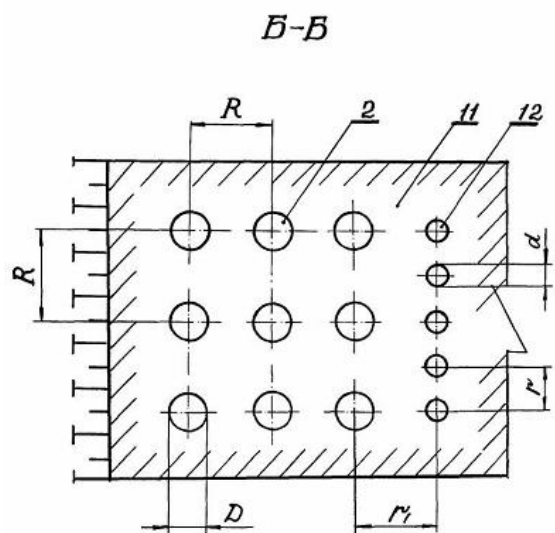
його висоті, так і в напрямку технологічних свердловин під кутом  $82\div 83^\circ$  до горизонталі в приконтурній зоні укосу віще і нижчележачих уступів.



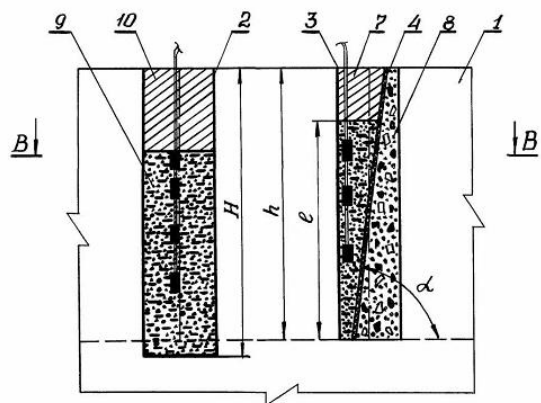
Фиг. 1



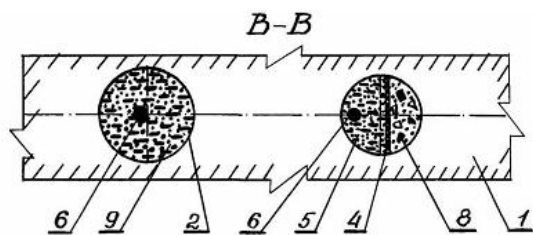
Фиг. 2



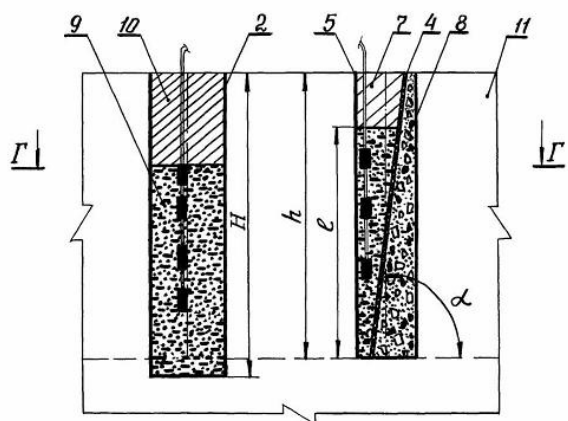
Фиг. 3



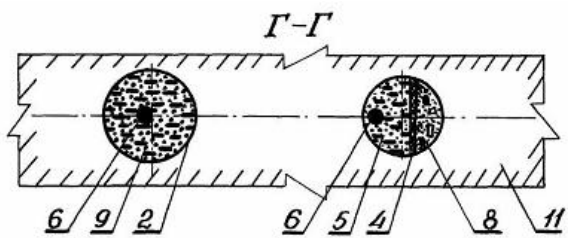
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7