

Корисна модель належить до галузі вибухової справи і може бути використана при проведенні буро-вибухових робіт у процесі відкритої розробки родовищ корисних копалин. Спосіб призначений для формування свердловинних зарядів різної конфігурації в умовах масових вибухів на уступах кар'єрів, включаючи видобуток рудних та нерудних корисних копалин, будівельних матеріалів, а також при проведенні допоміжних та підготовчих робіт з руйнування скельних, напівскельних та міцних порід.

Спосіб дозволяє формувати енергетично диференційовані свердловинні заряди в умовах різних геолого-технічних сценаріїв, включаючи міцні монолітні породи, тріщинуваті масиви, нестійкі або обводнені ділянки масиву.

Спосіб може використовуватися в умовах, де потрібно точне управління формою зарядного стовпа і розподілом енергії вибуху по висоті свердловини.

Спосіб також застосовується в технологічних процесах, що вимагають зниження сейсмічного впливу на навколишню інфраструктуру, житлові зони або технологічні об'єкти. Диференційований розподіл вибухової речовини дозволяє контролювати динамічний вплив на поверхню, що робить метод затребуваним при розробці родовищ, розташованих поблизу водойм, будівель, ліній електропередач, транспортних магістралей.

Корисна модель особливо ефективна при потребі підвищення якості дроблення породи, поліпшення усереднення кускового складу, зниження переподрібнення та зменшення об'єму вторинного дроблення. Застосування способу дозволяє оптимізувати витрати вибухових речовин, забезпечити підвищену енергоефективність вибуху та збільшити продуктивність буро-вибухових робіт.

Найближчим аналогом є спосіб формування свердловинного заряду, що включає вибурювання свердловини, розміщення в ній засобів ініціювання та вибухової речовини, заповнення порожнини вільної від вибухової речовини забивкою (Бизов В. Ф., Федоренко П. Й. "Вибухові роботи", Кривий Ріг, "Мінерал", 2001, 130-133).

Найближчий аналог корисної моделі є традиційний спосіб формування свердловинного заряду, при якому вибухову речовину розміщують у свердловині на всю її висоту рівномірним стовпом, що має однаковий діаметр по всій довжині. Такий підхід широко застосовується у гірничодобувній промисловості, проте має низку істотних недоліків, що обмежують ефективність руйнування масиву та стабільність результатів вибухових робіт.

Головним та найбільш критичним недоліком найближчого аналога є нездатність забезпечити оптимальне розподілення енергії вибуху по висоті свердловини. Єдиний діаметр заряду передбачає однакову щільність і потужність впливу вибухової речовини, тоді як гірські породи по глибині мають різну міцність, структуру і рівень напруженості.

Інший значний недолік полягає в тому, що у верхній частині свердловини при однаковому діаметрі заряду формується надмірна газодинамічна дія, оскільки верхні горизонти знаходяться ближче до поверхні, мають менший опір руйнуванню. Надмірна потужність заряду в цій зоні нерідко призводить до викидів кусків гірської породи, розльоту дрібних фракцій, підвищеної запиленості. Таким чином, однаковий діаметр заряду по всій висоті блокує можливість адаптації енергетичного впливу до геомеханічних умов масиву.

Істотним мінусом найближчого аналога є те, що заряд свердловин однакового діаметра не дозволяє регулювати форму імпульсу детонації по висоті свердловини. При рівномірному діаметрі та щільності заряд створює детонаційний фронт однакової інтенсивності, тоді як для оптимального руйнування масиву потрібна спрямована, ступінчаста дія. Відсутність можливості контролювати зміну інтенсивності по висоті призводить до того, що глибинні зони отримують недостатню енергію, а верхні - надмірну, що знижує ефективність вибухового руйнування масиву і погіршує якість подальшого навантаження гірничої маси і її транспортування.

Також до слабких сторін прототипу належить недостатня адаптованість способу до умов руйнування ослаблених, тріщинуватих або водонасичених порід.

Зрештою, найближчий аналог характеризується низькою відтворюваністю результатів. Навіть за однакової технології буріння, однакового типу вибухової речовини та дотримання експлуатаційних норм розкид результатів за якістю дроблення залишається значним. Це обумовлено тим, що однаковий діаметр заряду не враховує ні геологічні особливості масиву, ні мінливість напруженого стану, ні фізико-механічні властивості порід. Це призводить до потреби перевитрати вибухових речовин, збільшення об'ємів вторинного дроблення та підвищення вартості видобутку.

Задачею корисної моделі є удосконалення способу формування свердловинного заряду для руйнування гірських порід при відкритій розробці родовищ корисних копалин, який забезпечує підвищення ефективності вибухового руйнування масиву за рахунок оптимізації розподілу вибухової речовини по висоті свердловини, поліпшення стабільності розміщення зарядної маси.

Корисна модель спрямована на усунення зазначених проблем шляхом створення складового свердловинного заряду, що включає основний і допоміжний зарядні рукави, які відрізняються діаметром і висотою по загальній глибині свердловини.

Задачею корисної моделі є забезпечення можливості формування чітко розділених за потужністю

зон заряду, зі збільшеною енергією в нижній частині та регульованою, зниженою енергією у верхній частині свердловини, а також створення умов для стабілізації положення зарядного стовпа.

Задача корисної моделі полягає в підвищенні ефективності руйнування масиву за рахунок оптимального розподілу енергії детонації, зменшенні негативних поверхневих ефектів вибухів, зниженні витрати вибухових речовин і забезпеченні більш безпечного, технологічно стабільного процесу формування свердловинних зарядів.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб формування свердловинного заряду, що включає вибурювання свердловини, розміщення в ній засобів ініціювання та вибухової речовини, заповнення порожнини свердловини вільної від вибухової речовини забивкою.

Згідно з корисною моделлю, попередньо формують основний повітропроникний зарядний рукав з полімерного матеріалу, діаметр якого не перевищує діаметр свердловини, а довжина перевищує глибину свердловини, при цьому кінцеву частину основного зарядного рукава ізолюють і закріплюють до неї обважнювач.

В основному зарядному рукаві розміщують ізольований у нижній частині допоміжний зарядний рукав, діаметр якого менше діаметра основного зарядного рукава, причому нижню частину допоміжного зарядного рукава закріплюють всередині основного зарядного рукава на розрахунковій відстані від обважнювача, яка становить розрахункову висоту заряду вибухової речовини у основному зарядному рукаві.

У першу чергу в свердловині розміщують засоби ініціювання, а після них у свердловині розміщують з'єднані між собою основний і допоміжний зарядні рукави, опускають у свердловину і заповнюють їх вибуховою речовиною, причому в основний зарядний рукав подають вибухову речовину на розрахункову висоту.

У допоміжний зарядний рукав вибухову речовину подають від верхньої межі заряду вибухової речовини в основному зарядному рукаві, до рівня верхньої розрахункової межі всієї висоти свердловинного заряду, після чого вільні частини зарядних рукавів поміщають у свердловині на поверхню вибухової речовини як прокладку, на яку подають забивку до рівня поверхні вибухового блока.

Технічним результатом запропонованого способу формування свердловинного заряду є підвищення ефективності руйнування гірських порід за рахунок оптимізованого розподілу вибухової речовини по висоті свердловини, збільшення коефіцієнта використання енергії вибуху, зниження газодинамічних втрат та підвищення безпеки проведення вибухових робіт.

Досягнення даного технічного результату забезпечується використанням двох зарядних рукавів - основного та допоміжного, виконаних з повітропроникного полімерного матеріалу та розміщених за певною схемою всередині свердловини. Таке конструктивне рішення дозволяє формувати заряди різної потужності по висоті, причому нижня зона заряду отримує збільшений діаметр і підвищену енергоємність, що забезпечує найбільш сильний вплив у глибинній частині масиву, де міцність порід та рівень природної напруги максимальні.

Розміщення допоміжного зарядного рукава з меншим діаметром та його закріплення в зоні, розташованій на розрахунковій відстані висоти заряду, забезпечує формування верхньої частини заряду зі зниженою потужністю. Це дозволяє знизити надмірну дію ударної хвилі у верхніх горизонтах, запобігти викидам породи, знизити інтенсивність вібраційних впливів на поверхню та захистити елементи інфраструктури кар'єру. Тим самим забезпечується більш контрольоване та прогнозоване поширення руйнування.

Додатковим технічним результатом є забезпечення стабільності просторового положення зарядної маси завдяки застосуванню зарядних рукавів, що запобігають змішуванню верхньої та нижньої зон ВР, їх просідання, перетікання чи розшаровування.

Важливим результатом є зниження газодинамічних витоків. Основний зарядний рукав утворює рівномірний кільцевий простір, виключаючи утворення каналів для прориву газів. Це сприяє збільшенню тиску в зоні детонації та більш повному розкриттю тріщин у масиві.

Крім того, використання вільних верхніх частин зарядних рукавів як прокладки під набійку покращує якість ізоляції заряду, запобігає перемішуванню набійки з вибуховою речовиною та підвищує стійкість свердловинного заряду до поздовжнього стиснення.

Комплекс перерахованих ефектів забезпечує підвищення якості дроблення породи, зменшення переподрібнення, зниження витрати ВР за рахунок раціонального розподілу енергії по висоті свердловини, а також покращення технологічної та промислової безпеки.

Таким чином, виконання способу призводить до значного збільшення ефективності та керованості вибухових робіт у порівнянні з найближчим аналогом.

Спосіб формування свердловинного заряду для руйнування гірських порід при відкритій розробці родовищ корисних копалин реалізується за допомогою ряду технологічних операцій, що послідовно виконуються, кожна з яких спрямована на забезпечення просторової стабільності заряду, оптимізацію розподілу вибухової речовини по висоті свердловини, підвищення ефективності руйнування масиву і мінімізацію втрат газодинамічних витоків.

Для реалізації способу спочатку здійснюють вибурювання свердловини в масиві гірських порід до проєктної глибини. Свердловину виконують з використанням бурового інструмента, що забезпечує необхідний діаметр та збереження стінок по всій довжині. Діаметр свердловини вибирають, виходячи з параметрів блока підривання та характеристик гірських порід. Після завершення буріння проводять очищення свердловини від шламу і дрібних фракцій шляхом продування повітрям, що забезпечує безперешкодне розміщення засобів ініціювання та рукавних елементів.

Далі приступають до підготовки спеціальної рукавної системи, яка використовується для розподілу вибухової речовини за висотою свердловини. Спочатку формують основний зарядний рукав, виготовлений з полімерного повітропроникного матеріалу. Повітропроникність необхідна для забезпечення рівномірного виходу повітря при подачі рідинних вибухових речовин, а також стабілізації форми зарядного рукава при заповненні. Діаметр основного зарядного рукава вибирають таким чином, щоб він не перевищував діаметр свердловини, забезпечуючи можливість його вільного опускання та розгортання у свердловині. Довжина основного зарядного рукава повинна перевищувати глибину свердловини, що необхідно для правильного орієнтування в процесі опускання.

Нижню кінцеву частину основного зарядного рукава ізолюють для запобігання виходу вибухової речовини. На цю кінцеву частину закріплюють обважнювач, масу і форму якого підбирають, виходячи з діаметра зарядного рукава і глибини свердловини. Обважнювач забезпечує вертикальне розтягування зарядного рукава, виключає його перекручування, що підвищує точність розміщення зарядної маси.

Після підготовки основного зарядного рукава приступають до формування допоміжного зарядного рукава, також виготовленого з полімерного, повітропроникного матеріалу. Діаметр допоміжного зарядного рукава вибирають таким чином, щоб він був менше діаметра основного зарядного рукава, залежно від необхідної енергетики вибуху у цій частині свердловинного заряду. Нижня частина допоміжного зарядного рукава ізолюється і закріплюється всередині основного зарядного рукава за допомогою фіксуючих елементів на розрахунковій відстані від кінцевої частини основного зарядного рукава, яка визначається як розрахункова висота свердловинного заряду вибухової речовини у основному зарядному рукаві. Таке розташування забезпечує просторовий поділ зон подачі вибухової речовини в обидва зарядних рукави, формуючи двозонний заряд, у якого нижня частина характеризується підвищеним діаметром і енергетикою, а верхня - регульованою енергетикою.

Після збирання рукавної системи в свердловині розміщують засоби ініціювання. Засоби ініціювання розміщують таким чином, щоб вони знаходилися в зонах, які забезпечують максимально ефективну взаємодію з вибуховою речовиною і забезпечує гарантоване збудження фронту детонації і рівномірне поширення енергії по висоті заряду.

Далі приступають до розміщення з'єднаних між собою основного та допоміжного зарядних рукавів у свердловині. Рукавну систему акуратно опускають у свердловину до упору обважнювача у її забій. Завдяки подовженій конструкції та наявності обважнювача зарядного рукава він розташовується вертикально, розправляючись по всій довжині ствола. Після встановлення зарядних рукавів у свердловину розпочинають процес подачі вибухової речовини.

На першому етапі в основний зарядний рукав подають вибухову речовину, забезпечуючи її рівномірний розподіл. Подачу здійснюють через верхній отвір зарядного рукава, використовуючи механізовані зарядні машини. Вибухову речовину подають до розрахункової висоти, яка становить частину від загальної висоти свердловинного заряду. Таким чином формується основна енергетично насичена нижня частина заряду, яка здатна забезпечити глибоке та ефективне руйнування гірського масиву при подальшому підриванні.

На другому етапі здійснюють подачу вибухової речовини у допоміжний зарядний рукав, причому подачу здійснюють починаючи від верхньої межі рівня зарядної маси, раніше завантаженої в основний зарядний рукав, і закінчуючи верхньою розрахунковою межею всієї висоти свердловинного заряду. Таким чином формується верхня, регульована за потужністю частина заряду, що забезпечує оптимальне розподілення вибухової енергії та зниження негативного впливу на навколишній масив, а також зменшення викидів породи.

Після завершення завантаження вибухової речовини вільні верхні частини обох зарядних рукавів, що залишилися над рівнем зарядної маси, використовують як м'яку прокладку між зарядом і наступним набійкою. Ці вільні елементи зарядних рукавів рівномірно розміщують на поверхні вибухової речовини всередині свердловини, забезпечуючи запобігання перемішуванню забійного матеріалу із зарядом.

Після розміщення рукавних елементів приступають до подачі забивки, який може являти собою подрібнена гірнична маса, пісок, відсів, гравій, шлак або інші інертні сипучі матеріали, що мають достатню щільність і здатність фіксувати заряд у свердловині. Забивку подають рівня поверхні вибухового блоку, забезпечуючи формування надійної газодинамічної перешкоди. Забивка стабілізує заряд, підвищує коефіцієнт використання енергії вибуху та перешкоджає передчасному викиду газів вгору по свердловині.

В результаті виконання всіх перерахованих операцій формується свердловинний заряд з двозонним розподілом вибухової речовини, що забезпечує контрольовану руйнівну здатність та високу ефективність руйнування масиву гірських порід. Спосіб забезпечує підвищення якості дроблення, зменшення переподрібнення і зниження витрат на наступні процеси переробки руди, що видобувається.

Формування свердловинного заряду з різним діаметром по його висоті, а саме зі збільшеним діаметром у нижній частині та зменшеним у верхній, є технічно та енергетично обґрунтованим рішенням, спрямованим на підвищення ефективності руйнування гірських порід, оптимізацію витрати вибухової речовини та зниження негативного впливу вибуху.

В першу чергу, нижня частина свердловини є зоною найбільшого опору гірського масиву, оскільки саме в глибинній області концентрація напруг вища. У цій зоні потрібна максимальна енергія вибуху для ініціювання тріщиноутворення та створення первинних розривів масиву. Збільшений діаметр заряду в нижній частині дозволяє розмістити більший об'єм вибухової речовини, що прямо пропорційно збільшує енерговиділення в цій зоні та забезпечує ефективне дроблення твердих порід, включаючи крем'янисті, вапнякові та рудні масиви. При цьому крупнозернистий матеріал має підвищену міцність, і недостатня потужність заряду призводила б до неповного дроблення, утворення ціликів та погіршення якості вибухових робіт.

По-друге, верхня частина свердловинного заряду потребує значно меншої енергії. Гірські породи у верхній зоні вже зазнають часткової розвантажувальної напруги внаслідок близькості до денної поверхні. Тут руйнація породи відбувається легше, і надмірна потужність заряду може призводити не до підвищення ефективності, а до негативних наслідків - появи викидів шматків, надмірного викиду дрібниці, переподрібнення та збільшення зони руйнування за межами проектного контуру блоку. Зменшення діаметра заряду у верхній частині дозволяє скоротити кількість вибухової речовини та знизити інтенсивність дії ударної хвилі, зберігаючи при цьому достатню енергію для ефективного дроблення.

Крім того, диференційована конфігурація заряду сприяє рівномірному розподілу тиску газоподібних продуктів детонації по висоті свердловини. При великому діаметрі нижня частина формує потужний фронт руйнування, що ініціює розвиток тріщин у бік верхніх областей. Верхня, менш енергоємна частина заряду працює як допоміжна зона, що підтримує поширення розриву, але не створює надмірного поверхневого впливу.

Такий підхід значно знижує ймовірність викидів та вібраційних впливів, що особливо важливо при вибухових роботах поблизу інфраструктури, бортів кар'єру чи охоронних зон. Різний діаметр заряду дозволяє оптимізувати витрату вибухової речовини: концентруючи енергію там, де вона дійсно необхідна, та зменшуючи її в зонах, де надмірна дія може призвести до негативних наслідків.

Таким чином, формування заряду збільшеного діаметра внизу та меншого діаметра зверху забезпечує раціональне використання енергії вибуху, покращує якість дроблення, знижує руйнування неробочих зон масиву та підвищує загальну безпеку та технологічну ефективність вибухових робіт.