

УДК 622.235

Стретович В.В., студ. гр.ОБ-81мп, Косенко Т.В., ст. викл.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЕКРАНУЮЧОЇ ЩІЛИНИ ПРИ КОНТУРНОМУ ПІДРИВАННІ

Одним з негативних наслідків при проведенні промислових вибухів є руйнування законтурного масиву гірських порід. Це спричиняє зниження стійкості відкосів, приводить до їх виположування у порівнянні із проектом і вимагає додаткових витрат на штучне зміцнення, а також значно ускладнює наступне виконання буропідривних робіт (БПР) [1]. Для усунення вказаних недоліків застосовують метод контурного підривання, який, за рахунок створення екрануючої щілини, дозволяє отримати відносно рівну і стійку поверхню відкосу та зменшити об'єм руйнування за проектним контуром.

На даний час досягнуто значного прогресу в області застосування контурного підривання на гірничих роботах. Однак не вирішені питання, вибору раціональних параметрів контурного підривання, прогнозною оцінкою і вибором методів підвищення ефективності спеціальної технології формування кутів укосів. Одним з найбільш істотних недоліків є те, що вимоги стійкості уступів не враховується при виборі параметрів БПР.

Застосовуються три способи контурного підривання: гладке підривання, підривання контурних зарядів одночасно з основними промисловими свердловинами і попереднє щілеутворення [2]. Спосіб гладкого підривання передбачає підривання оконтурюючих зарядів після розпушування породи в приконтурній зоні. Він забезпечує відбійку найбільш порушеної частини гірського масиву і отримання гладкої поверхні відриву по лінії оконтурюючих зарядів. Спосіб повністю відповідає вимогам високої точності оконтурювання профільованої виробки і знайшов застосування в шахтному будівництві.

Другий спосіб передбачає використання контурних зближених свердловин з невеликими зарядами вибухових речовин (ВР), які підриваються одночасно з основними. Такий підхід є спрощеним, але він не повністю забезпечує недоторканість гірського масиву за контуром блоку, що руйнується.

Спосіб попереднього щілеутворення передбачає підривання свердловини, що пробурені по контуру блоку, раніше основних свердловин або до підходу вибухових робіт на цій ділянці. При цьому ще до вибуху основних зарядів дроблення по проектному контуру створюється екрануюча щілина. Наявність такої щілини дозволяє знизити в 2-4 рази напруження на фронті хвилі стиснення, що генерується вибухом основних зарядів, і тим самим, зменшити ширину зони деформацій.

Незважаючи на різні підходи до реалізації вищезазначених способів, в усіх них за результатами підривання контурних свердловин утворюється

тріщина або шар зруйнованої гірничої маси, який екранує ударні хвилі, тобто запобігає проходженню їх в законтурний гірський масив. Тому принципової різниці між наведеними способами не існує. У зв'язку з цим якість контурного підривання і вплив на нього різних факторів можна розглядати для всіх зазначених способів разом [2].

Відповідно до теорії вибуху при проходженні по ВР детонаційної хвилі утворюються газоподібні продукти детонації, тиск яких досягає в початковий період кількох сотень тисяч атмосфер. Швидке розширення продуктів детонації приводить до стрибкоподібної зміни тиску в навколишньому середовищі, тобто генерується ударна хвиля. При оптимальних параметрах контурних зарядів тиск на фронті ударної хвилі на стінках свердловин істотно знижується і вона швидко трансформується у хвилю напружень. Це підтверджується повною відсутністю зони зминання на збережених слідах контурних свердловин.

У зоні дії хвиль напружень руйнування масиву відбувається за рахунок розтягуючих напружень. Динамічні напруження, які викликані вибухом контурного заряду, діють протягом лише десятків мікросекунд, і приводять лише до деякого ослаблення масиву за рахунок збільшення довжини тріщин, що були в масиві. Подальший розвиток тріщин визначається квазістатичними напруженнями, викликаними тиском газоподібних продуктів детонації на стінки свердловин. Тривалість фази тиску газів вибуху при підриванні 15-40 метрових уступів становить 8-20 мс.

Сумарні напруження від сусідніх зарядів визначають напрямок максимального руйнування масиву по лінії зарядів. По мірі віддалення від площини розташування зарядів, сумарні значення напружень знижується. На деякій відстані значення розтягуючих напружень стає рівним динамічній міцності породи. Ця умова визначає найбільше відхилення межі зони дроблення від площини розташування зарядів для будь-якої її точки.

Реальний масив зазвичай розсічений декількома системами тріщин і, крім того, має ряд хаотично орієнтованих тріщин, що значною мірою ускладнює механізм утворення екрануючого шару з подрібненої породи. При крупноблочній будові масиву природна тріщинуватість мало впливає на ширину зони подрібнення по лінії зарядів. У цьому випадку ширина цієї зони по лінії зарядів порівняно витримана, а поверхня відкосу виходить найбільш гладкою.

При мілкоблочній будові масиву і відсутності тріщин, паралельних площині розташування зарядів, ширина зони інтенсивного дроблення знижується. Це пояснюється частковим розвантаженням масиву за рахунок можливості деяких переміщень по тріщинам різних систем і нерівномірним розподілом навантажень на сусідні структурні блоки по лінії зарядів. Значно менші розміри структурних блоків у порівнянні з відстанню між зарядами визначають наявність поверхонь ослаблення (міжблочних тріщин) у безпосередній близькості від площини зарядів. Для руйнування масиву по міжблочним тріщинам не потрібно настільки високих напружень, як для

руйнування окремоостей. Тому в мілкоблочному масиві зона подрібнення по площині оконтурюючих зарядів обрамлена зоною руйнування по міжблочним тріщинам. Останнє є причиною великої нерівності поверхні укусу в порівнянні з великоблочним масивом. Спостереженнями встановлено, що ці нерівності зазвичай становлять одну чверть від відстані між зарядами, а в найбільш несприятливих випадках можуть досягати половини відстані між зарядами, що сходиться з теорією існування ізотропних зон.

При завідкосці уступу, складеного мілкоблочними породами, у випадку розміщення оконтурюючих зарядів у площині, що перетинає систему яскраво виражених тріщин під малим кутом, утворення екрануючої щілини відбувається за рахунок розкриття декількох тріщин цієї системи і часткового дроблення окремоостей по лінії зарядів. Поверхня укусу, при цьому, має східчастий вигляд. Сліди свердловин зберігаються погано.

Враховуючи високу швидкість поширення тріщин у гірському масиві (від 200 до 1800 м/с) і відносно невелику відстань між оконтурюючими зарядами (до 3,0 м), можна оцінити час, необхідний для утворення суцільної тріщини по лінії зарядів. Цей час буде складати мілісекунди, що майже на порядок менше часу підтримки продуктів детонації ВР у заряді. Така різниця дозволяє вважати, що дроблення породи по лінії свердловин відбувається при впливі розтягуючих напружень, викликаних квазистатичним тиском продуктів детонації, рівним середньому тиску в свердловині в початковий момент навантаження [2].

По мірі розкриття щілини тиск знижується і у деякий момент урівноважується реакцією масиву. Розкриття щілини в цей момент досягає свого найбільшого значення. Подальше зниження тиску продуктів детонації приводить до часткового схлопування щілини за рахунок пружного відновлення форми деформованих окремоостей і часткового розкриття міжблочних тріщин. Повному схлопуванню екрануючої щілини, можливо, перешкоджає наявність у ній твердого заповнювача із подрібненої породи.

Таким чином, для проектування вибухових робіт з контурного підривання необхідно, крім технологічних параметрів, вивчити особливості залягання та структурну будову ділянки гірського масиву, який підлягає оконтурюванню.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Фролов О.О. Обґрунтування параметрів контурного підривання на кар'єрах / О. О. Фролов, Т.В. Косенко, Ю.О. Бритвин // Гірничі вісті : Зб. наук. праць. – Криий Ріг: КТУ –2013. – Вип. 96. – С. 29–32.

2. Frolov A.A. Formation of efficient energy flows at the contour blasting of borehole charges / A.A. Frolov, T.V. Kosenko, N.I. Zhukova // Innovative development of resource-saving technologies for mining. Multi-authored monograph. - Sofia: Publishing House "St.Ivan Rilski", 2018. P. 127-147.