

УДК 622.235

Люненко Т.О., студ. гр.ОБ-41, Фролов О.О., проф., д.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПО ВИВЧЕННЮ ХАРАКТЕРУ ЗМІНИ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРУШЕНИХ ГІРСЬКИХ МАСИВАХ

Як відомо, гірські породи сформувалися в результаті геологічних процесів і залягають в земній корі у вигляді самостійних геологічних тіл. Тому, незважаючи на більш-менш постійний мінералогічний склад, формування порід в результаті тривалих геологічних процесів обумовлює істотну відмінність в структурі, пористості, міцності та інших інженерно-фізичних властивостях навіть однойменних порід.

Крім тривалих геологічних процесів масив гірських порід підпадає під вплив напружень і деформацій, які можуть виникати в навколишньому масиві в результаті процесів руйнування і взаємодії. Масив гірських порід, що залягає в природному або порушеному стані в межах самостійних геологічних тіл, може підлягати впливу навколишнього середовища, результатом якого є утворення тріщин і подальше руйнування.

За своїм генезисом зазвичай виділяють тріщини:

- первинні (ендогенні), що утворилися в момент формування породи, наприклад, як наслідок її охолодження;
- тектонічні, що формуються на всьому часу існування гірської породи;
- тріщини екзогенні, що формуються на останньому етапі розвитку гірської породи як наслідок процесів денудації і вивітрювання.

Основним параметром, що характеризує фізичні властивості гірських порід, є швидкість поширення поздовжніх хвиль напружень в масиві C_p [1]. У зв'язку з цим можна припустити, що свою інформативність ця характеристика середовища зберігає і в порушених гірських породах.

Виходячи з даного припущення, виконано експериментальні дослідження по вивченню характеру зміни швидкості поширення поздовжньої хвилі напружень у непорушених і порушених гірських масивах, для подальшого визначення акустичної жорсткості гірських порід, їх модуля пружності та щільності.

Для дослідження пружних характеристик природних і порушених гірських порід в кар'єрі було пробурено по п'ять свердловин в зруйнованому вибухом масиву глибиною 24 м для кожного типу гірських порід (рис.1). Швидкість поздовжніх хвиль заміряли за відомими методиками [2].

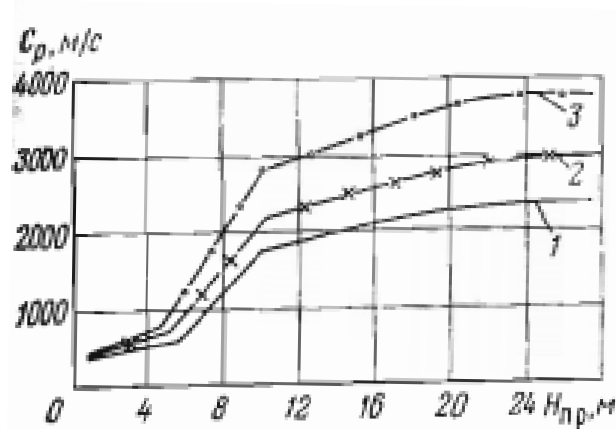


Рис. 1. Зміна швидкості поширення поздовжніх хвиль напружень в залежності від глибини свердловини: 1 – діорити; 2 – гранодіорит-порфіри; 3 – вапняки

За результатами досліджень встановлено загальні закономірності зміни фізичних властивостей порушених гірських порід по зруйнованим вибухом рудним і породним блоками. Зокрема, отримана зміна швидкості поздовжніх хвиль в гірському масиві з підвищенням глибини зондування відображає ступінь і характер зміни порушеності масиву по глибині (рис. 1).

У верхній частині масиву швидкість поздовжніх хвиль напружень, незалежно від мінералогічного складу і структури гірських порід, має приблизно однакове значення і в межах глибини 0-5 м коливається від 500 до 700 м/с. Це пов'язано з досить інтенсивним дробленням верхньої частини уступів в результаті їх руйнування попередніми вибухами. При збільшенні глибини вимірювання до 9-12 м швидкість поширення поздовжніх хвиль різко зростає завдяки тому, що в цій середній частині уступу, яка характеризується найбільш інтенсивним дробленням, зростає щільність зруйнованого матеріалу. При глибинах більше 12-14 м швидкість поздовжніх хвиль змінюється значно повільніше, а в нижній частині уступу швидкість поширення поздовжніх хвиль швидко збільшується до значень, близьких до швидкості в незруйнованому масиві.

Таким чином, в зонах активного руйнування ступінь порушеності гірських порід настільки велика, що їхній мінералогічний склад, щільність, пористість та інші фізичні властивості істотно не впливають на швидкість поширення поздовжніх хвиль. Вона майже залишається постійною для усіх розглянутих гірських порід. У цих зонах швидкість поздовжньої хвилі в зруйнованому вибухом середовищі не залежить від швидкості поздовжніх хвиль в непорушеній породі, а є наслідком ущільненості зруйнованої гірничої маси після вибуху. Ущільненість залежить в свою чергу від середнього лінійного розміру шматка підірваної гірничої маси d_e . Зміну швидкості поширення поздовжньої хвилі напружень в цій зоні рекомендовано визначати за формулою:

$$C_p = 500(1 + 3d_e)$$

Однак зі збільшенням глибини і проявленням природної мережі тріщин вплив попередніх вибухів на структурні, а отже, і пружні властивості гірського масиву різко знижується. Зокрема, тріщини, які частково розкрилися у верхній частині уступу під дією вибуху і тим самим зумовили формування тут порушеного масиву, з глибиною знову змикаються. Завдяки цьому масив знову набуває свою природну структуру, характерну саме для даних гірських порід, а отже, і початкові пружнопластичні і міцнісні властивості. Характер відновлення цих первинних властивостей гірського масиву є наслідком того збурення, яке викликало порушення середовища під час вибуху.

За результатами досліджень встановлено, що формування фізичних властивостей порушених гірських порід характеризується наступними зонами:

I – зона дроблення, що характеризується повним порушенням первинних властивостей гірських порід і незалежністю швидкості звуку від швидкості звуку у вихідному середовищі, оскільки швидкість звуку в цій зоні становила 500-700 м/с;

II – зона порушень, де фізичні властивості порушених порід залежать від первинних властивостей, часткове розкриття мікро-, макротріщин в цій зоні зумовило зміну первинних властивостей гірських порід, але вони швидко відновлюються в міру збільшення глибини зондування;

III – зона струсів, де частково порушені первинні властивості гірських порід і де верхня межа зміни швидкості звуку досягає швидкості звуку в непорушеному масиві;

IV – зона природного стану масиву.

Спільний аналіз результатів досліджень на підземних і відкритих гірничих роботах дозволив виявити загальний для них механізм формування фізичних властивостей порушених гірських порід. При цьому на відміну від відкритих гірничих робіт, де в певному обсязі спостерігається формування зони знижених властивостей внаслідок підвищеної розвантаження середовища в зоні відколу, такої зони розвантаження на підземних гірничих роботах не відзначається, де вибух протікає в умовах практично безмежного масиву і виключаються умови взаємодії хвиль стиснення і розтягування.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Фролов О.О. Встановлення закономірностей руйнування тріщинуватих гірських порід вибухом / О. О. Фролов, Ю.О. Бритвин // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – 2015. – Вип. 27. – С. 81-89.

2. Мосинец В.Н. Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород / В.Н. Мосинец, А.В. Абрамов. – М.: Недра, 1982. – 248 с.