

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РУЙНУВАННЯ ПРИ ПІДРИВАННІ ЗАРЯДІВ В ТРІЩИНУВАТИХ МАСИВАХ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Сучасний етап розвитку видобутку та переробки скельних порід характеризується бажанням підвищити ефективність технологічних процесів за рахунок більш якісного подрібнення гірських порід. Тому дослідження умов руйнування тріщинуватого гірського масиву вибухом, безумовно, є актуальним. Вивченню механізму руйнування тріщинуватих порід присвячено значна кількість досліджень, в яких зазначається, що руйнування тріщинуватих середовищ обумовлено насамперед дією хвиль напружень, які розповсюджуються в середовищі.

Руйнування скельних масивів гірських порід вибухом свердловинних зарядів ВР в механіці руйнування належить до ударних (імпульсних) навантажень. Ці навантаження визначають дію квазидинамічного крихкого руйнування, яке характеризується динамічним значенням коефіцієнту інтенсивності напружень K .

Для розрахунку об'єму руйнування тріщинуватого масиву гірських порід застосуємо просторову розрахункову модель динамічного квазікрихкого руйнування скельного масиву гірських порід вибухом системи циліндричних зарядів ВР, яка базується на розв'язанні рівнянь теорії пружності з використанням хвильових потенціалів. Оцінка тріщинуватості масиву здійснюється за допомогою параметрів тріщинуватості, які вводяться в формулу для визначення коефіцієнту інтенсивності напружень через напівдовжину тріщини.

Припустимо, що в гірському масиві вже містяться рівномірно розподілені тріщини, що характеризуються тріщинуватістю, тобто середньою відстанню між тріщинами S , яку можна визначити за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N \cdot l}} \quad (1)$$

де N – кількість тріщин в одиниці об'єму масиву; l – напівдовжина тріщини.

На підставі проведених досліджень встановлено, що:

$$K = \frac{Y \cdot \sigma}{S} \sqrt{\frac{\pi}{N}}, \quad (2)$$

де Y – безрозмірний множник (« K - тарифовка»); σ – напруження, що виникає в масиві гірських порід.

Згідно з силовим критерієм руйнування при $K < K_c$ (K_c – критичне порогове значення коефіцієнту інтенсивності напружень) тріщина в локальному об'ємі не росте. Якщо $K_c < K < K_k$ (K_k – власне критичне значення коефіцієнту інтенсивності напружень), то відбувається контрольоване зростання тріщини, якщо ж $K > K_k$, то в даному об'ємі тріщина росте лавиноподібно (до ∞ довжини), тобто настає руйнування.

У разі настання критичного стану значення напруження руйнування буде визначатися за формулою

$$\sigma_{кр} = \frac{K_c \cdot S}{Y} \sqrt{\frac{N}{\pi}}. \quad (3)$$

Припустимо, що тріщини розподілені в об'ємі гірської породи рівномірно і орієнтовані ізотропно. Для встановлення зони та об'єму руйнування необхідно усереднити напруження на розтягнення за усіма напрямками. Розраховується коефіцієнт інтенсивності напружень K , і далі розрахунок проводиться по K .

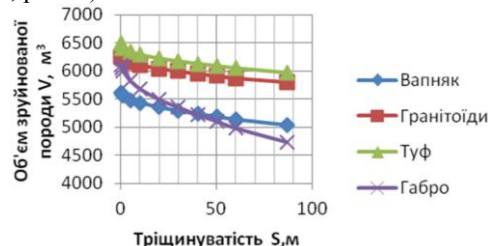
Якщо ж напруження в даному об'ємі від'ємні (тобто це напруження стиснення), то вони порівнюються з критичним напруженням руйнування породи на стиснення.

Розрахунок параметрів зон руйнувань тріщинуватого масиву проведено для наступних умов:

параметри свердловинного заряду ВР: довжина свердловини – 15 м; діаметр заряду ВР – 200 мм;

тип ВР – грамоніт 79/21: щільність заряджання ВР – 950 кг/м³; швидкістю детонації ВР – 3600 м/с;

Для встановлення впливу тріщинуватості на об'єм скельних гірських порід при вибуховому руйнуванні були проведені розрахунки для найпоширеніших порід, які видобувають на Україні. На підставі розрахункових даних побудовані графіки залежностей об'єму руйнувань тріщинуватих скельних порід від початкової тріщинуватості досліджуваного гірського масиву (рис. 1, рис. 2).



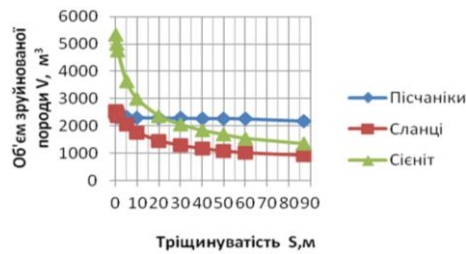


Рис. 1. Графіки залежності об'єму (V) зруйнованого гірського масиву від початкової тріщинуватості (S) досліджуваного об'єму.

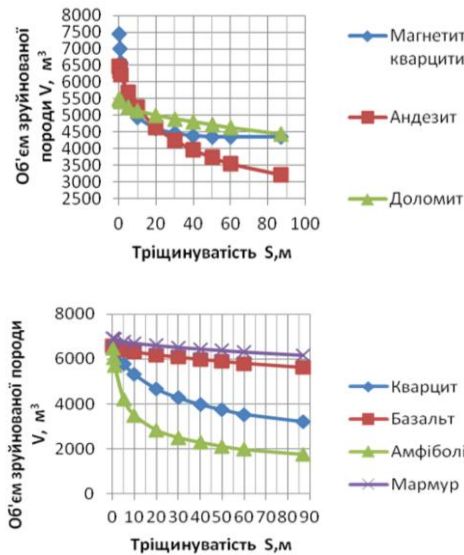


Рис. 2. Графіки залежності об'єму (V) зруйнованого гірського масиву від початкової тріщинуватості (S) досліджуваного об'єму

З наведених графіків видно, що зі зменшенням середньої відстані між природними тріщинами (або збільшенням кількості тріщин на одиницю об'єму) об'єм руйнувань зростає.

Для групи гірських порід: амфіболіт, сієніт, сланці відбувається стрімка зміна об'єму. Зокрема, збільшення об'єму руйнування середньо тріщинуватого гірського масиву в порівнянні з монолітним відбувається в 3,15 рази, а надзвичайно тріщинуватого – в 3,51 рази (зокрема, для кварциту зміна відбувається з 3195,67 до 6330,71 м³ та з 3195,67 до 6585,36 м³).

Для групи, яка складається з габро, андезиту, кварциту, магнетитових кварцитів – відбувається повільна зміна об'єму монолітного середовища в порівнянні з середньо тріщинуватим масивом відбувається в 1,67 рази, а моноліту з надзвичайно тріщинуватим – в 1,77 рази (у андезита зміна відбувається з 3205,078 до 6207,455 м³ та 3205,078 до 6475,53 м³ відповідно).

Для групи: вапняк, гранітоїд, базальт, піщаник, туф, мармур та доломіт відбувається не значна зміна. Порівнюючи моноліт з середньо тріщинуватим масивом зміна відбувається в 1,08 раз, а з надзвичайно тріщинуватим – в 1,13 рази.

Аналіз змін об'ємів руйнування в залежності від тріщинуватості гірського масиву показує, що вплив фізико-механічні властивостей досліджуваних гірських порід на результати дроблення є комплексним. Вплив окремої властивості на об'єм руйнування не спостерігається. Тому необхідно проводити подальші дослідження в цьому напрямку.