

ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ СТУПЕННЯ ТРІЩИНУВАТОСТІ ГІРСЬКОГО МАСИВУ НА РАДІУС ЗОНИ РОЗПУШЕННЯ ПІД ЧАС ВИБУХУ ЦИЛІНДРИЧНОГО ЗАРЯДУ

Під час дії вибуху циліндричного заряду вибухової речовини (ВР) на монолітний гірський масив в ньому утворюються три зони: зона інтенсивного дроблення; зона тріщиноутворення; зона пружних деформацій. Процеси формування цих зон та їх параметри залежать як від характеристик ВР та зарядної порожнини, так і від властивостей гірського масиву. Визначення розмірів зон інтенсивного дроблення та радіальних тріщин має дуже важливе значення при проведенні вибухових робіт на гірничих підприємствах для встановлення ефективності руйнування гірського масиву.

В той же час загально відомо, що переважна більшість скельних гірських масивів, які підлягають промислому руйнуванню, є тріщинуватими і при дії на них вибуху більша частина породи розвалюється за існуючими в масиві природними тріщинами. При цьому лише певна частина масиву, прилеглого до заряду, піддається дробленню на шматки менші за природні. Параметри зон вибухового розпушення та інтенсивного дроблення залежать, як і у випадку дроблення монолітного середовища, від характеристики ВР та від міцності і тріщинуватості гірських порід. Тому проблемі вибухового руйнування тріщинуватого масиву приділяється значна увага, а встановлення розмірів вищезазначених зон вибухового руйнування в різноманітних гірничо-геологічних умовах становить наукове завдання, вирішення якого надає можливість ефективно керувати дією енергією вибуху.

На підставі аналізу літературних джерел визначена мета досліджень, яка полягає у встановленні впливу насиченості масиву тріщинами на розміри зони вибухового розпушення тріщинуватих гірських масивів, як показника ефективності вибухової відбійки скельних порід.

На практиці існує декілька способів розрахунку параметрів буропідричних робіт при вибуховому руйнуванні тріщинуватого масиву. Однак вони не набули загального поширення, оскільки жоден з них не враховує в повній мірі комплексу чинників, які впливають на ефективність руйнування тріщинуватих масивів гірських порід вибухом подовженого заряду. Найбільш повно величина вибухового імпульсу і розмір зони впливу вибуху відображено у чисельному значенні радіуса тріщиноутворення за умови відбійки монолітного масиву.

Для визначення радіуса зони вибухового розпушення гірських порід у тріщинуватому масиві під час вибуху заряду ВР пропонується використовувати розрахункову залежність

$$R_p = 1,4R_n \sqrt{\frac{P_{BP} r_{CB}}{R_n \tau K_c}}, \quad (1)$$

де R_n – радіус зони інтенсивного дроблення порід, м; P_{BP} – середній тиск газів вибуху у зарядній порожнині, Па; r_{CB} – радіус циліндричного заряду ВР, м; τ – межа міцності скельної гірської породи на зсув, Па; K_c – коефіцієнт структурного ослаблення тріщинуватого скельного масиву.

Чисельне значення радіуса зони інтенсивного дроблення у монолітному масиві визначається з виразу

$$R_n = d \sqrt{\frac{P_{BP}}{\sigma_c}}, \quad (2)$$

де d – діаметр циліндричного заряду ВР, м; σ_c – межа міцності порід на стиснення, Па.

Середній тиск газів вибуху у зарядній порожнині визначають

$$P_{BP} = \frac{1}{8} \rho_{BP} D^2. \quad (3)$$

де D – швидкість детонації ВР, м/с; ρ_{BP} – щільність ВР в свердловинному заряді, кг/м³.

Коефіцієнт структурного ослаблення тріщинуватого масиву рекомендовано визначати за формулою

$$K_c = \frac{1}{0,97 + 0,13 \frac{R_{TP}}{l_T}}, \quad (4)$$

де l_T – середня відстань між тріщинами; R_{mp} – радіус зони тріщиноутворення у монолітному масиві при дії на нього також вибухового навантаження:

$$R_{mp} = 1,4R_{II} \sqrt{\frac{P_{BP} r_{CB}}{R_{II} \tau}}, \text{ м}, \quad (5)$$

З урахуванням (2)-(5) формула (1) набуде вигляду

$$R_p = 1,4R_{II} \sqrt{\frac{P_{BP} r_{CB} \left(0,97 + 0,182 \sqrt{\frac{R_{II} P_{BP} r_{CB}}{l_T^2 \tau}} \right)}{R_{II} \tau}}. \quad (6)$$

Для тріщинуватого гірського масиву, складеного з магнетитових кварцитів, який руйнується вибухом свердловинного заряду вибухової речовини Анемікс 70, для різних відстаней між основними природними тріщинами l_T , розраховані значення радіусу зони вибухового розпушення R_p *при наступних умовах*: межа міцності порід на стиснення $\sigma_c = 2,1 \cdot 10^8$ Па; межа міцності магнетитових кварцитів на зсув $\tau = 1,25 \cdot 10^8$ Па; радіус свердловинного заряду $r_{CB} = 0,125$ м; щільність Анеміксу 70 у свердловинному заряді $\rho_{BP} = 1250$ кг/м³; швидкість детонації ВР $D = 5000$ м/с. Відстань між тріщинами змінювалась в межах від 0,1 до 2 м з інтервалом 0,1 м.

За результатами розрахунку радіусу зони вибухового розпушення гірського масиву залежно від відстані між природними тріщинами побудова графічна залежність (рис. 1).

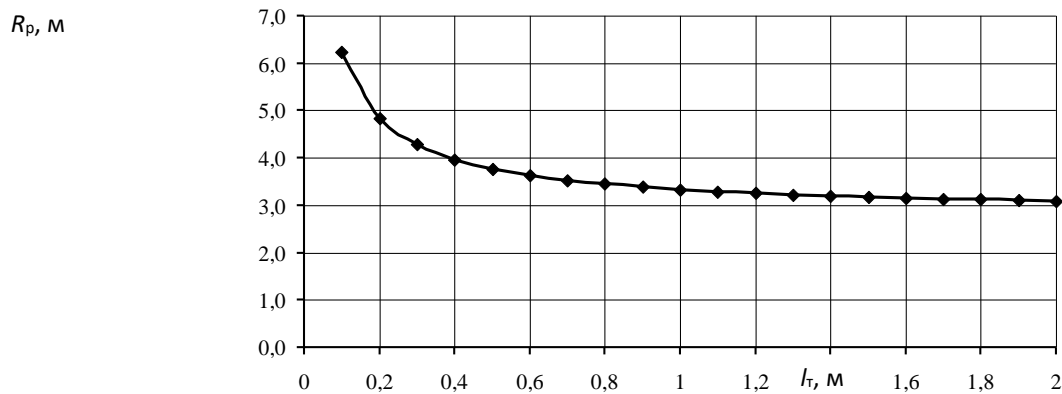


Рис.1. Значення радіусу зони розпушення тріщинуватих магнетитових кварцитів R_p залежно від відстані l_T між природними тріщинами у гірському масиві

Аналіз рисунка показує, що радіус зони вибухового розпушення зменшується зі збільшенням відстані між тріщинами. Для надзвичайно тріщинуватого масиву при відстані між тріщинами до 0,1 м радіус зони розпушення становить 6,24 м. Для порід з відстанню між тріщинами 0,1-0,5 м значення радіусу становить 3,77 м. Для порід з відстанню між тріщинами від 0,5 до 1,0 м радіус зменшується до значення 3,33 м. Для мало-тріщинуватих масивів радіус зони розпушення має значення 3,18 м для відстані між тріщинами 1,5 м. Для практично монолітних скельних порід, коли відстань між тріщинами становить більше 1,5 м розміри зони майже не зменшуються (при зміні відстані між тріщинами з 1,5 до 2,0 м радіус зменшується з 3,18 до 3,09 м).

За результатами виконаних досліджень встановлено, що радіус зони вибухового розпушення, що утворюється під час вибуху циліндричного заряду у тріщинуватому гірському масиві, залежать від діаметру заряду ВР, щільності заряджання та швидкості детонації ВР, меж міцності гірських порід при руйнування на стиснення і зсув.

Показано, що при зміні відстані між тріщинами з 0,1 до 2,0 м радіус зони розпушення зменшується з 6,24 до 3,09 м, тобто у 2,01 рази. Інтенсивність зменшення радіусу зони розпушення є найбільшою для сильно тріщинуватого гірського масиву і становить 65% при збільшенні відстані між тріщинами з 0,1 до 0,5 м.