

ПОШИРЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТОКІВ ВИБУХІВ ПРИ РУЙНУВАННІ МОДЕЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА

Поширення хвилі в просторі від будь-якого джерела супроводжується також поширенням енергії, оскільки частинки середовища, які беруть участь в коливальному русі, отримують енергію від хвилі. При розгляді дії вибуху в середовищі доведено, що енергетичний потік є пропорційним напруженню σ , що виникає в гірському масиві при проходженні хвилі напружень, та швидкості зміщення часток середовища v , в якому поширюється дана хвиля

$$U = \int_S \sigma v dS = \sigma v \int_S dS . \quad (1)$$

Оскільки швидкості зміщення часток для скельних масивів мають невисокі значення, які набагато менші за швидкості поширення хвиль напружень, то формування енергетичних потоків вибухів будуть визначатися насамперед напруженнями, що утворюються в масиві при підриванні зарядів.

Енергетичний потік в різних точках поверхні S може мати різну інтенсивність, яка характеризується щільністю потоку енергії, тобто потоку енергії U через одиничну поверхню площадки, яка перпендикулярна до напрямку переносу енергії

$$j = \frac{dU}{dS} . \quad (2)$$

Дію енергетичного потоку в твердих середовищах зазвичай описують щільністю потоку енергії.

Одним із методів вивчення дії енергії вибуху в середовищі є моделювання. Теоретичним моделюванням можна отримати лише передбачувані результати, які не завжди відображають реальну картину руйнування середовища енергетичними потоками. Тому для отримання реальних результатів необхідно проводити експериментальні дослідження на моделях.

При вивченні закономірностей поширення енергетичних потоків та їхньої дії на середовище доцільно застосовувати моделювання за допомогою методу еквівалентних матеріалів. Для отримання достовірних даних достатньо і необхідно застосувати: геометричний критерій подібності; рівність міцнісних та пружних властивостей середовищ; критерій Коші.

В лабораторних умовах для моделювання дії вибуху рекомендовано використовувати моделі з сургучу, оскільки він має, при швидкому динамічному навантаженні, певну крихкість, яка притаманна скельним породам. Це дозволяє кількісно та якісно оцінювати дію вибуху на оточуюче середовище.

З урахуванням співвідношень геометричного критерію та при радіусу шпuru в моделі $R_c = 2,5$ мм всі інші параметри заряду будуть становити: довжина шпuru $L_{ш} = 30$ мм; довжина заряду $l_{зар} = 20$ мм; довжина забійки $l_{заб} = 10$ мм.

При оцінці за критерієм міцності моделююче середовище повинне мати однакові з натурними умовами коефіцієнт Пуассона, відносні граничні деформації об'єму та зсуву. Характеристики міцності моделі можуть бути різними, але їх відношення до модуля пружності повинні бути такими, як і для породи. Результати аналізу властивостей кварцитів та сургучу показують, що критерії за міцністю для натурних умов та для моделі мають один порядок, а для межі міцності на стиснення і коефіцієнту Пуассона майже збігаються, тобто міцнісний критерій моделювання дії вибуху в середовищі виконується.

Критерій Коші пов'язує пружні та міцнісні характеристики середовища з інерційними силами. Число Коші для магнетитових кварцитів дорівнює $Ca=5,15$, для сургучу – $Ca=6,85$, тобто за значеннями вони близькі між собою і критерій Коші в цілому виконується.

Дотримання вищезазначених критеріїв подібності дозволяє стверджувати, що за допомогою моделювання методом еквівалентних матеріалів можна з високою достовірністю описати дію енергетичних потоків вибухів на гірський масив та процес його руйнування при вибуху подовжених зарядів ВР. Для оцінки дії енергетичного потоку вибуху одиночного заряду ВР була використана модель з сургучу розмірами $230 \times 230 \times 60$ мм. Результати досліджень по визначенню розмірів зони руйнування при вибуху окремого заряду ВР наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Розміри зон руйнування та значення щільності потоків енергії

№ вибуху	Діаметр заряду, мм	Радіус зони руйнування, мм	Середній радіус зони руйнування, мм	Максимальне значення щільності потоку енергії, ГВт/м ² , на межі заряду з блоком моделі (46 F)	
				заряду з блоком	моделі (46 F)
1	5,0	54	54	623	0,0204
2		55			
3		53			
4		53			
5		54			

На рис. 1 наведена зміна щільності потоку енергії j у часі t на межі шпурового заряду ТЕНу з моделюючим середовищем.

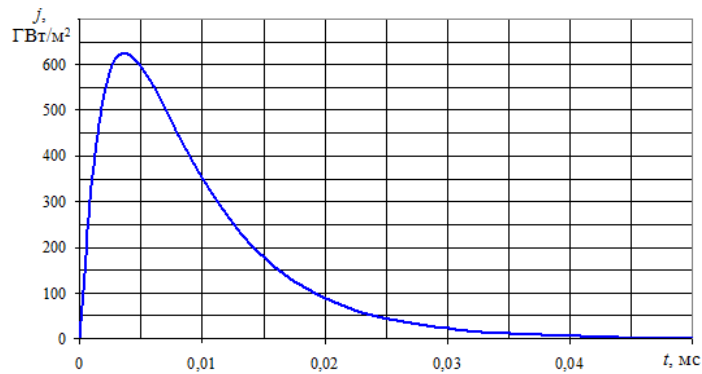


Рис. 1. Залежність зміни щільності потоку енергії j від часу t на межі шпурового заряду ТЕНу з моделюючим середовищем

Аналіз рис. 1 показує, характер зміни щільності енергетичного потоку є аналогічним до характеру зміни епюри «напруження-час», що підтверджує формування енергетичного потоку вибуху хвильовим полем напружень. Максимальне значення щільності потоку енергії становить 623 ГВт/м^2 .

На рис. 2 та 3 наведені залежності зміни щільності потоку енергії j від часу в моделюючому середовищі на відстані $25 \bar{r}$ та $46 \bar{r}$ ($\bar{r} = r/r_3$, де r_3 – радіус заряду) відповідно. Максимальні значення щільності потоку енергії становлять на відстані $25 \bar{r}$ $0,076 \text{ ГВт/м}^2$, на відстані $46 \bar{r}$ – $0,0204 \text{ ГВт/м}^2$. Характер їх зміни також є однаковий в порівнянні з епюрами «напруження-час» для таких же відстанях до точки спостереження.

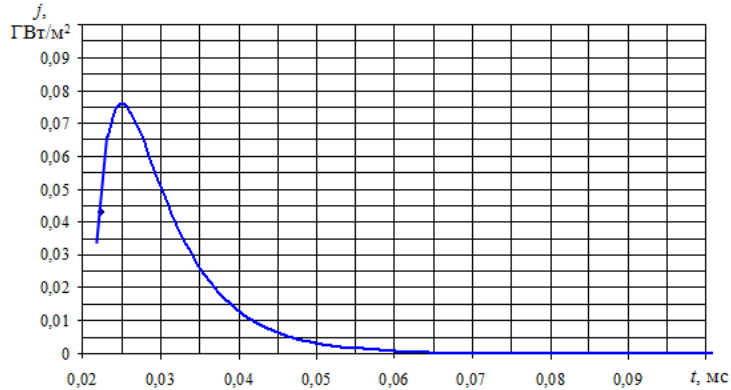


Рис. 2. Залежність зміни щільності потоку енергії j від часу t в моделі на відстані 25 радіусів шпурового заряду

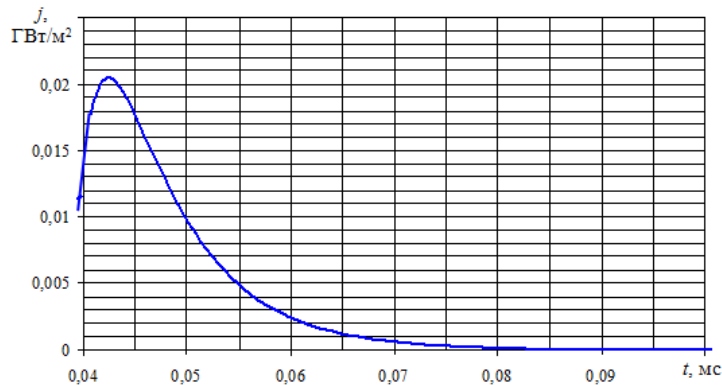


Рис. 3. Залежність зміни щільності потоку енергії j від часу t в моделі на відстані 46 радіусів шпурового заряду

Аналіз отриманих залежностей зміни щільності потоку енергії у часі показують, що моделювання дії вибуху циліндричного заряду в сургучу підтверджує основні закономірності поширення енергетичних потоків в пружному середовищі та дозволяє достовірно оцінити основні параметри вибухового руйнування.