

УДК 622.235

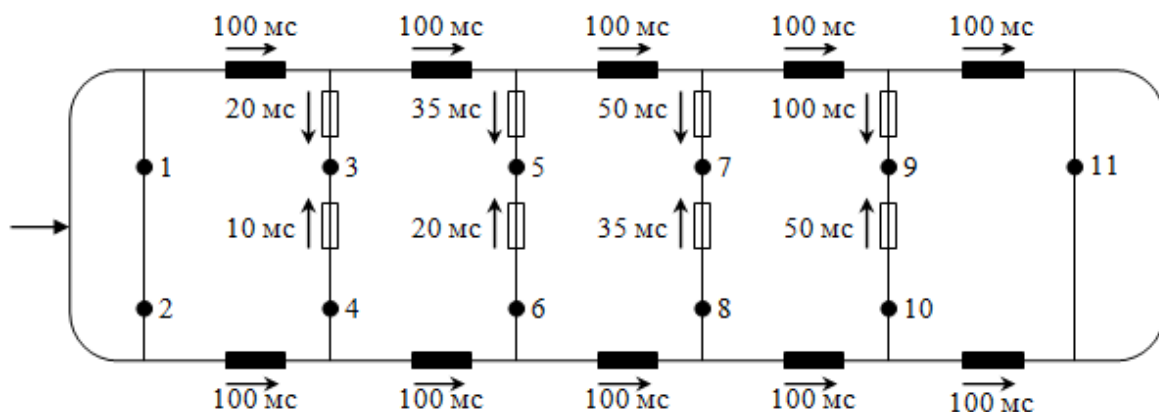
Моденко В.Т., студ. гр.ОБ-31, Фролов О.О., д.т.н., проф.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського», м. Київ, Україна*

## РЕЗУЛЬТАТИ ПРОМИСЛОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗІ ВСТАНОВЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ІНТЕРВАЛІВ СПОВІЛЬНЕННЯ ПРИ ПІДРИВАННІ ЗАРЯДІВ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

Виконання вибухових робіт в промисловості характеризується значними втратами енергії вибуху, які суттєво перевищують частку його можливої корисної дії. Однією з причин таких втрат є те, що існуючі засоби теоретичного моделювання дії вибуху не повністю враховують послідовність та інтенсивність руйнування гірського масиву [1]. Аналіз досліджень руйнування масивів при короткосповільненому підриванні (КСП) циліндричних зарядів показав, що інтервали сповільнень, які рекомендують дослідники, мають значне розкидання значень – від декількох до сотень мілісекунд.

З огляду на вищезазначене були проведені дослідження по встановленню оптимальних інтервалів сповільнення між підриванням циліндричних зарядів в групі, при яких забезпечуються найкращі умови для руйнування скельного масиву гірських порід [2]. На експериментальному блоці було вибурено 11 свердловин в два ряди: в першому ряду розміщено 6 свердловин, у другому ряду – 5 свердловин. Відстань між зарядами в ряду становить 8 м, між рядами свердловин – 5 м, глибина свердловин – 3 м, діаметр заряду – 200 мм, тип вибухової речовини (ВР) – грамоніт 79/21. Схема з'єднання вибухової мережі зарядів ВР представлена на рис. 1. Результати експериментальних вибухів представлені в табл. 1.



*Рис. 1. Схема з'єднання вибухової мережі при короткосповільненому підриванні на експериментальному блоці*

Таблиця 1

Параметри воронки руйнування при мілісекундному сповільненому підриванні

Номер свердловини	Діаметр воронки на поверхні, м	Глибина воронки, м	Загальний об'єм воронки руйнування, м <sup>3</sup>	Діаметр середнього шматка породи, мм	Час сповільнення між вибухами, мс
1	6,1	1,6	30,69	106	0
2	6,2	1,5			
3	6,0	1,5	27,81	113	10
4	6,0	1,45			
5	5,9	1,5	27,80	124	20
6	6,0	1,5			
7	6,0	1,45	27,81	139	35
8	6,0	1,5			
9	6,1	1,4	27,78	143	50
10	6,0	1,50			
11	6,8	1,8	20,58	143	

Аналіз даних табл. 1 показує, що розміри та об'єм воронки руйнування при вибуху одиночного заряду (свердловина №11) значно більші ніж у воронки руйнування від зарядів, які підриваються в одночасно або зі сповільненням. При порівнянні результатів вибухів одночасного підривання зарядів з вибухами при КСП, то бачимо, що розміри та об'єм воронки руйнування при одночасному підриванні більші (об'єм воронки в середньому більший на 9,5 %), ніж воронки при сповільненому підриванні з будь-якими інтервалами сповільнення (рис. 2). Об'єми воронки руйнування при КСП приблизно однакові, тобто інтервал сповільнення між вибухами в межах від 10 до 50 мс не впливає на об'єм при наявності однієї вільної поверхні.

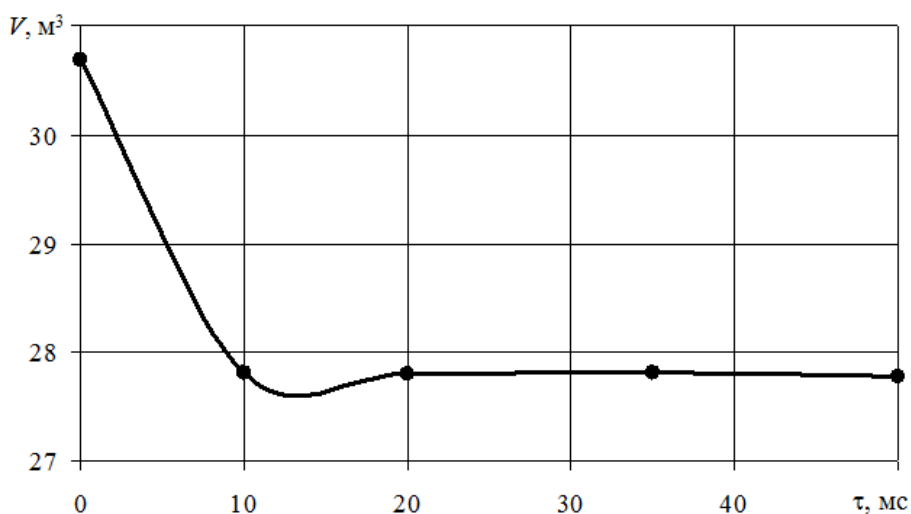


Рис. 2. Залежність об'єму руйнування гірської породи  $V$  від інтервалу сповільнення між вибухами свердловинних зарядів  $\tau$

Проведено також промислові дослідження по встановленню впливу мікросекундних сповільнень підривання на ефективність вибуху. Досліджувалися інтервали сповільнення від 800 до 1400 мкс. Параметри буропідричних робіт були такі самі, як і в попередньому випадку. Схема розміщення зарядів представлена на рис. 3. Перші дві свердловини підривалися одночасно, а наступні – з інтервалами 800, 950, 1100, 1250 та 1400 мкс. Результати підривання представлені в табл. 2.

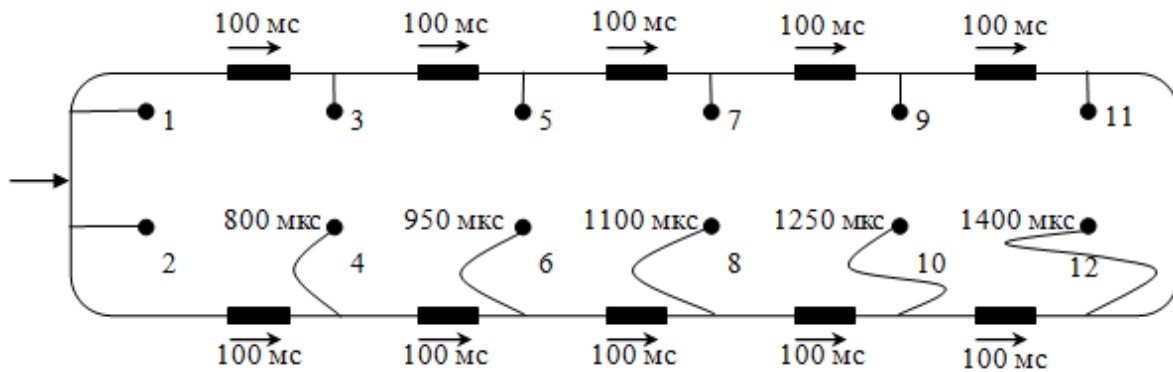


Рис. 3. Схема з'єднання мережі при мікросекундному сповільненому підриванні

Таблиця 2

Параметри воронки руйнування при мікросекундному сповільненому підриванні

Номер свердловини	Діаметр воронки на поверхні, м	Глибина воронки, м	Загальний об'єм воронки руйнування, м <sup>3</sup>	Діаметр середнього шматка породи, мм	Час сповільнення між вибухами, мс
1	6,1	1,55	31,17	107	0
2	6,1	1,65			
3	6,0	1,55	28,28	110	800
4	5,9	1,50			
5	6,2	1,65	33,75	109	950
6	6,3	1,65			
7	6,15	1,5	29,95	112	1100
8	6,1	1,55			
9	6,1	1,40	27,78	112	1250
10	6,0	1,50			
11	6,0	1,45	27,57	113	1400
12	5,95	1,5			

Аналіз даних показує, що загальний об'єм воронки руйнування при інтервалі сповільнення 950 мкс більший ніж у воронки руйнування від зарядів, які підриваються одночасно або з іншими інтервалами сповільнення. Діаметр середнього шматка породи має найменші значення при одночасному підриванні

суміжних зарядів. При утворенні сповільнення між вибухами зарядів розмір середнього шматка збільшується не більше ніж на 5 %.

На рис. 4 представлена графічна залежність об'єму воронок руйнування гірської породи від мікросекундного інтервалу сповільнення. Аналіз результатів показує, що об'єм руйнувань в межах воронок дроблення при інтервалі 950 мкс більший на 8 % ніж при одночасному підриванні. При збільшенні інтервалу сповільнення об'єм руйнування зменшується і для 1250 та 1400 мкс він майже однаковий.

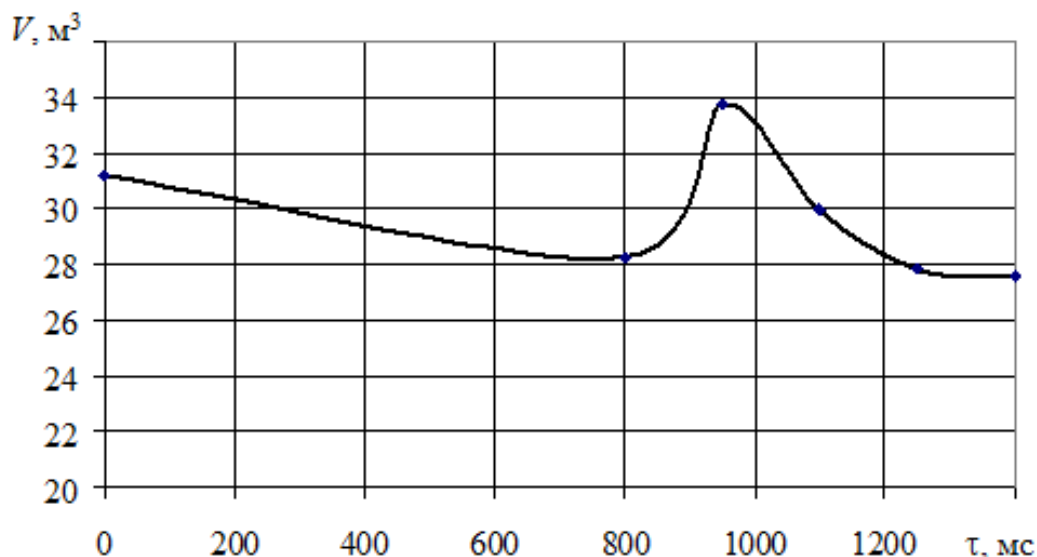


Рис. 4. Залежність об'єму воронок руйнування  $V$  від інтервалу сповільнення між підриванням суміжних зарядів  $\tau$

Проведені промислові дослідження дозволили встановити, що об'єм воронок руйнування при одночасному підриванні ( $\tau = 0$  мс) в середньому більший на 9,5 %, ніж об'єм руйнування при КСП з будь-якими інтервалами сповільнення при наявності однієї площини оголення, а час сповільнення між підриванням зарядів впливає на середній діаметр шматка породи. Зокрема, зменшення інтервалу сповільнення між підриванням груп зарядів приводить до зменшення середнього розміру шматка в межах воронок руйнування.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Фролов О.О. Встановлення закономірностей руйнування гірських порід вибухом свердловинних зарядів зі сповільненням / О. О. Фролов, В.З. Ващук, В.Т. Моденко, А.В. Куляпіна // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. –2017. – Вип. 32. – С. 44-51.
2. Фролов О. О. Керування енергетичними потоками при вибуховому руйнуванні різноміцнісних масивів гірських порід на кар'єрах / Дис. ... докт. техн. наук: 05.15.03. – К., 2014. – 369 с.