

**Г.С. Сібуров, студ.
О.О. Фролов, д.т.н., доц.
А.В. Хомінець, студ.**

*Національний технічного університету України
«Київський політехнічний інститут»*

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОРОТКОСПОВІЛЬНЕНОГО ПІДРИВАННЯ

Чисельні дослідження, які проведені вітчизняними і закордонними вченими, свідчать про те, що короткосповільнене підривання (КСП) більш ефективне, ніж миттєвий та сповільнений способи підривання, оскільки воно забезпечує краще використання енергії вибуху. Крім того, шляхом відповідного підбору сповільнень і схеми підривання можна керувати дією вибуху і отримувати бажані результати. Ефект КСП виявляється вже при сповільненнях 1-2 мс. Найкращі результати по використанню енергії вибуху спостерігаються при певних для конкретних умов оптимальних сповільнень.

На практиці, зазвичай, групи зарядів підривають по чергово з певними сповільненнями, всі одночасно або невеликими серіями зі сповільненнями. Заряди розміщуються на визначених відстанях один від одного, для того щоб відбувалася взаємодія вибухів. Оскільки процес руйнування масиву гірських порід впродовж часу змінюється, то і взаємодія вибухів також може бути різною в залежності від того, на якій стадії процесу руйнування кожного вибуху заряду відбувається ця взаємодія.

При одночасному вибуху декількох зарядів ВР процес руйнування від кожного заряду відбувається паралельно. Якщо ініціювати заряди зі значним сповільненням, то процес руйнування від кожного заряду відбувається незалежно. В цьому випадку взаємодія зарядів проявляється лише в тому, що після першого вибуху частина гірського масиву змінить свою геометричну форму і буде підготовлена до вибуху наступного заряду. При КСП заряди ініціюються з таким сповільненням, при якому процес руйнування гірського масиву першим вибухом ще не завершився.

Кожен спосіб підривання при всіх інших однакових умовах характеризується своїми кінцевими результатами в залежності від дії зарядів на гірський масив. Так, при миттєвому підриванні взаємодія зарядів проявляється в складанні імпульсів їх вибухів та в спрямованій концентрації напружень в напрямку, що є перпендикулярним до лінії розміщення свердловин. При сповільненому підриванні кожен попередній вибух створює для наступного вибуху умови, які полегшують його дію на породу. Це забезпечує збільшення використання енергії вибуху в порівнянні з миттєвим підриванням.

При КСП під дією послідовних вибухів зарядів при певних умовах відбувається накладання процесів руйнування і результати вибуху є кращими в порівнянні з миттєвим і сповільненим підриваннями. Про це свідчать результати досліджень, що проведені Петровим Н. Г. Графік залежності між об'ємом зруйнованих кусків мармуру та часом сповільнення, який отриманий при виконанні дослідних вибухів, показує, що підривання зі сповільненнями в проміжку від 4 до 15 мс суттєво покращує подрібнення, особливо в інтервалі 8-12 мс (рис. 1). В цьому випадку середній діаметр куска зменшується на 50-60 % в порівнянні з миттєвим підриванням (рис. 2).

Аналогічні залежності отримані також при виконанні промислових вибухів для різних ліній найменшого опору та різних гірських порід. Особливістю таких залежностей є їх принципово однакова форма. Це свідчить про існування закономірностей зміни якості подрібнення від величини сповільнення. Також слід відзначити наявність певної ділянки оптимальних сповільнень, при якій спостерігається найкраще подрібнення гірського масиву. Ця ділянка присутня в усіх скельних породах при різних значеннях ліній найменшого опору. Особливістю її є те, що зі збільшенням значення ліній найменшого опору ділянка оптимальних сповільнень зміщується в сторону збільшення сповільнень. Аналіз даних, наведених Петровим Н.Г. свідчить про те, що при КСП зарядів ВР величина сповільнень суттєво впливає на результати підривання. Зокрема, при оптимальних значеннях сповільнень енергія вибуху використовується більше на виконання корисної роботи, а саме на збільшення об'єму і ступеня руйнувань.

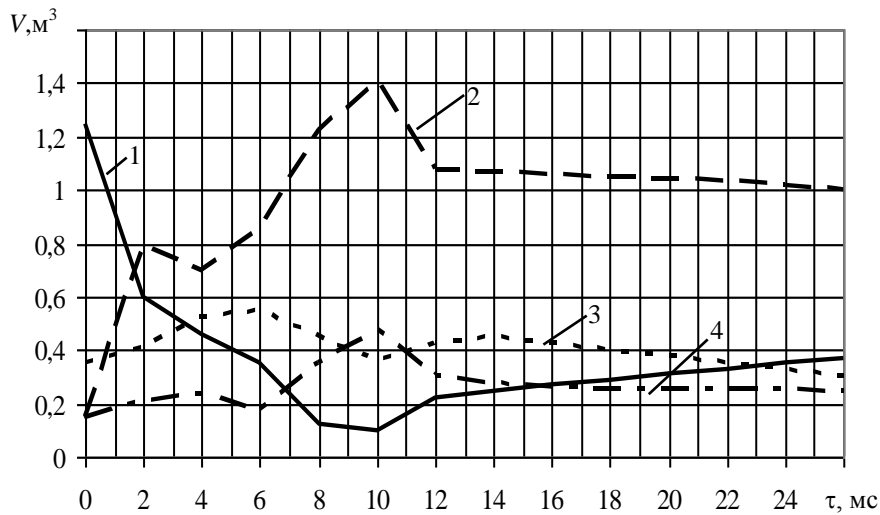


Рис. 1. Графік зміни кусковатості мармуру при підриванні з різними сповільненнями: 1 – фракція 0-20 мм; 2 – фракція 20-100 мм; 3 – фракція 100-300 мм; 4 – фракція більше 300 мм

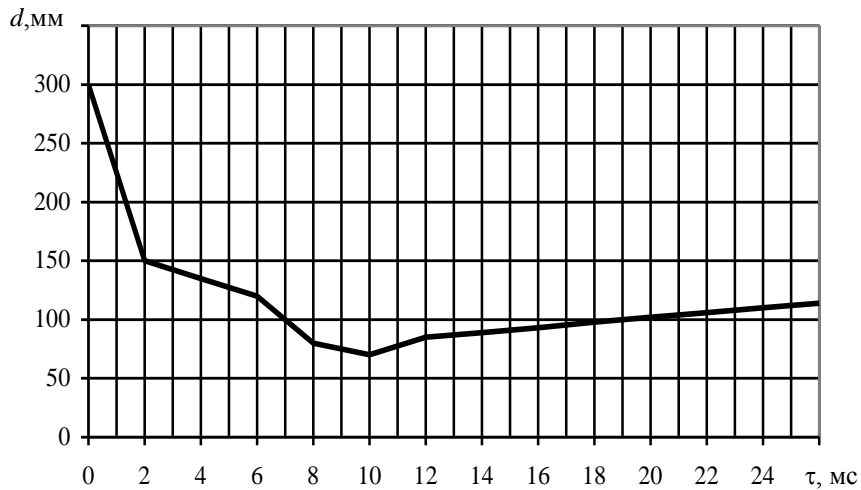


Рис. 2. Графік залежності розміру середнього куска підірваної гірської маси d від інтервалу сповільнення τ

При КСП двох зарядів також відбувається інтерференція хвиль напружень. При цьому сповільнення між вибухами повинне бути таким, щоб напруження від першого вибуху не встигли затухнути. Вочевидь, інтерференція буде корисною тільки в тому випадку, коли будуть складатися зміщення, які утворюють однотипні напруження. Дослідження показують, що при миттєвому підриванні амплітуди напружень майже в 2 рази вище, ніж при підриванні зі сповільненням a/c (відстань між зарядами/швидкість розповсюдження повздовжніх хвиль напружень в масиві гірських порід). Але при мікросекундному підриванні через кожен точку гірського масиву проходять послідовно чотири імпульси, а при миттєвому – два.

Таким чином, в порівнянні з миттєвим підриванням мікросекундне в результаті інтерференції може забезпечити підвищення динамічних напружень та їх більш рівномірний розподіл по масиву. Однак це не може компенсувати відсутність додаткових вільних поверхонь, які підвищують напруження у відображених імпульсах.

Підривання з великим сповільненням не має особливих переваг перед миттєвим або мікросекундним, тому що динамічні напруження по значенню близькі до напружень, які виникають при вибуху одиночного заряду. Однак в цьому випадку значно більша частина напружень утворюється рухом часток в напрямку вільної поверхні, яка в свою чергу зменшує опір гірської породи на відрив. Тому при великих інтервалах сповільнення збільшується об'єм руйнувань, але якість подрібнення в порівнянні з мікросекундним підриванням буде гіршою.