

## ПІДСИЛЕННЯ ДІЇ ВИБУХУ В ПІДОШВІ УСТУПУ

При проведенні підричних робіт на кар'єрах одним з основних факторів, які визначають якість вибуху, є проробка підосви уступу. Для підсилення дії вибуху в нижній частині заряду застосовують розширення нижньої частини свердловини, виконують підривання комбінованих зарядів і використовують ефект взаємодії детонаційних хвиль (ДХ). Перші два способи потребують значних матеріальних та грошових витрат і їх застосування не завжди можливе за технічними і технологічними причинами. Особливо це стосується формування зарядів в обводнених свердловинах, коли необхідно застосовувати кошторисні водостійкі вибухові речовини (ВР).

Спосіб використання ефекту взаємодії ДХ найбільш простий і не потребує ніяких додаткових витрат. Сутність його полягає в розташуванні верхнього і нижнього бойовиків таким чином, щоб детонаційні хвилі, які поширюються по ВР від цих бойовиків, зустрілися на рівні підосви уступу. В місці зустрічі цих хвиль відбувається взаємодія енергетичних потоків від кожного з джерел детонації, що супроводжується значним підвищенням тиску.

Для перевірки можливості використання ефекту взаємодії ДХ для підсилення дії вибуху на рівні підосви уступу були проведені промислові випробування. Для виключення можливості передачі детонації заряду ВР від детонуючого шнуру останній ізолювали гумовим шлангом. Проведений промисловий експеримент і подальше виймання гірничої маси показали ефективність даного способу використання ефекту взаємодії енергетичних потоків. Однак, промислове використання таких конструкцій заряду на час проведення експерименту було неможливе через відсутність засобів передачі детонації, які б передавали детонацію тільки проміжному детонатору і не впливали негативно на основний заряд ВР.

З появою неелектричних систем ініціювання (HeCI) типу "Нонель" з'явилась можливість промислового використання ефекту взаємодії енергетичних потоків на рівні підосви уступу.

Для забезпечення зустрічі ДХ на рівні підосви уступу місце розміщення верхнього та нижнього проміжних детонаторів було визначено з умови рівності часу поширення цих хвиль по заряду ВР від верхнього бойовика до нижнього.

В цьому випадку вищезазначена умова матиме вигляд:

$$\frac{l}{D_{\text{ВР}}} + t_{\text{сп}} = \frac{l+h}{D_{\text{ХВ}}} + \frac{h}{D_{\text{ВР}}}, \quad (1)$$

де  $l$  – відстань від верхнього проміжного детонатора до рівня підосви уступу, м;  $h$  – відстань від рівня підосви уступу до нижнього проміжного детонатора в заряді, м;  $D_{\text{ВР}}$  – швидкість поширення детонації по ВР, м/с;  $D_{\text{ХВ}}$  – швидкість поширення детонації по хвилеводу HeCI, м/с;  $t_{\text{сп}}$  – необхідний час внутрішньо свердловинного сповільнення верхнього проміжного детонатора по відношенню до нижнього, мс.

Як вже зазначалося HeCI типу "Нонель" позбавлені недоліків систем ініціювання детонуючим шнуром, оскільки ініціюючим імпульсом в них слугує низькошвидкісна ударна хвиля, що поширюється усередині хвилеводу. Швидкість поширення ударної хвилі по внутрішній поверхні хвилеводу становить в середньому  $D_{\text{ХВ}} = 2100$  м/с. Оскільки концентрація вибухової суміші на внутрішній поверхні хвилеводу незначна, то зовнішнього енерговиділення не відбувається і промислова ВР навколо хвилеводу не вигорає.

Аналіз технічних і експлуатаційних параметрів HeCI показує, що їхній найменший інтервал внутрішньо свердловинних сповільнень становить 25 мс. В той час, як час сповільнення  $t_{\text{сп}}$  повинен бути значно менший ніж мінімальні інтервали сповільнення усіх відомих HeCI при підриванні будь-яких ВР. У зв'язку з цим пропонується необхідні інтервали сповільнення між ініціюванням проміжних детонаторів досягати шляхом регулювання різниці довжин хвилеводів.

Оскільки

$$t_{\text{сп}} = \frac{l_{\text{дод}}}{D_{\text{ХВ}}}, \quad (2)$$

де  $l_{\text{дод}}$  – додаткова довжина хвилеводу верхнього бойовика, м,  
то з урахуванням (1) та (2) значення  $l_{\text{дод}}$  визначиться

$$l_{\text{дод}} = l + h - \frac{D_{\text{ХВ}}}{D_{\text{ВР}}} l - h. \quad (3)$$

Отже, при фіксованих значеннях місць розміщення верхнього  $l$  та нижнього  $h$  проміжних детонаторів в свердловинному заряді відносно рівня підосви уступу для різних швидкостей поширення детонації по ВР можна встановити додаткову довжину хвилеводу, необхідну для ініціювання верхнього бойовика. Ця довжина хвилеводу повинна залишатися на поверхні в місці з'єднання з поверхневою мережею хвилеводів.

Мінімальна припустима відстань верхнього і нижнього проміжних детонаторів до точки зустрічі на рівні підосви уступу повинна встановлюватися з умови стабілізації детонаційних хвиль, які поширюються від бойовиків. При умовах рівності відстаней від верхнього та нижнього проміжних детонаторів до підосви уступу додаткова довжина хвилеводу на поверхні буде дорівнювати відстані між цими бойовиками.