

УДК 622.235

Хоменюк А.В., студ., Яроцька С.М., студ., гр. ОБ-11, Фролов О.О., д.т.н.
НТУУ «КПІ», Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ЗУСТРІЧІ ДЕТОНАЦІЙНИХ ХВИЛЬ ДЛЯ ПІДСИЛЕННЯ ДІЇ ВИБУХУ НА РІВНІ ПІДОШВИ УСТУПУ

При проведенні підризних робіт на кар’єрах одним з основних факторів, які визначають якість вибуху, є проробка підосви уступу. Для посилення дії вибуху в нижній частині заряду застосовуються наступні способи: розширення нижньої частини свердловини, застосування комбінованих зарядів і використання ефекту зустрічі детонаційних хвиль (ДХ). Перші два способи потребують значних 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 зустрічі детонаційних хвиль найбільш простий і не потребує ніяких додаткових витрат. Сутність його полягає в розташуванні верхнього і нижнього бойовики таким чином, щоб детонаційні хвилі, які розповсюджуються по вибуховій речовині від цих бойовиків, зустрілися на рівні підосви уступу [1]. Встановлено, що при зустрічі ДХ можливо досягти підвищення тиску в 2,6 рази в напрямку, перпендикулярному лінії з’єднання джерел утворення детонаційних хвиль [2].

Для забезпечення зустрічі ДХ на рівні підосви уступу місце розміщення верхнього та нижнього бойовика було визначено з умови рівності часу розповсюдження ДХ по заряду ВР від верхнього бойовика до нижнього:

$$\frac{l}{V_{ВР}} = \frac{l+h}{V_{ДШ}} + \frac{h}{V_{ВР}}, \quad (1)$$

де l - відстань від верхнього бойовика до рівня підосви уступу (рис.1), м; h - відстань від рівня підосви уступу до нижнього бойовика, м; $V_{ВР}$ - швидкість розповсюдження детонації по вибуховій речовині, м/с; $V_{ДШ}$ - швидкість розповсюдження детонації по детонуючому шнурі (ДШ), м/с.

Проведений промисловий експеримент з використанням ДШ і подальша відробка експериментального блоку показали ефективність способу використання ефекту зустрічі ДХ: проробка підосви уступу була якісною, тобто підвищення підосви не спостерігалось. Однак, промислове використання таких конструкцій заряду на час проведення експерименту було неможливе через відсутність засобів передачі детонації, які б передавали детонацію тільки бойовику, а не основному заряду ВР.

З появою неелектричних систем ініціювання (HeCI) типу “Нонель”, які не руйнують колонку заряду ВР, з’явилась можливість промислового використання ефекту зустрічі ДХ.

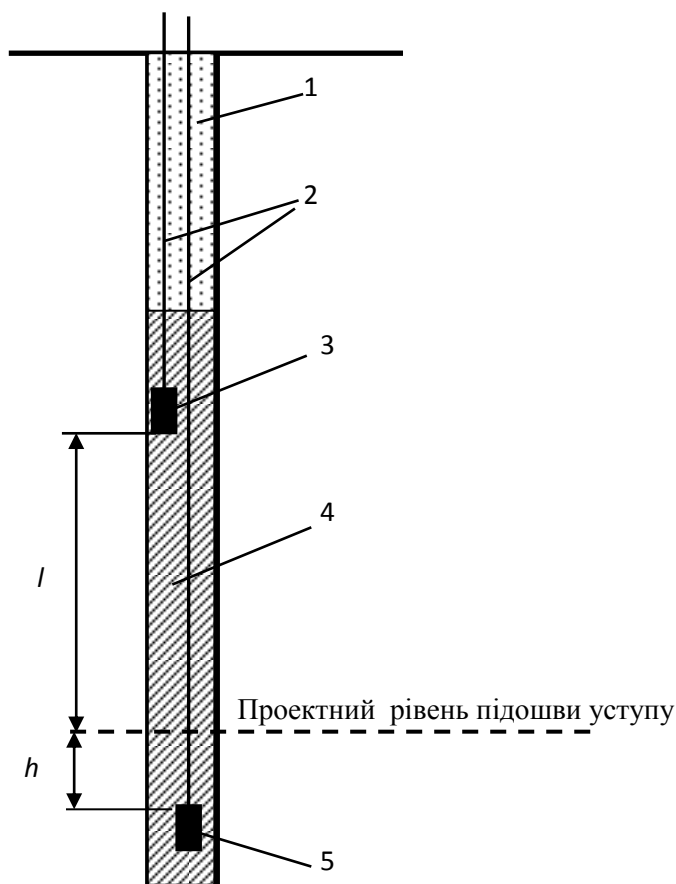


Рис.1. Конструкція свердловинного заряду: 1 – набивка; 2 – ДШ; 3 – верхній бойовик; 4 – ВР; 5 – нижній бойовик

При застосуванні НeCI типу “Нонель” необхідно враховувати, що швидкість розповсюдження детонації по хвилеводу (2 км/с) значно нижче за швидкість розповсюдження детонації по заряду ВР. Тому при забезпеченні зустрічі ДХ на рівні підосви уступу необхідно верхній бойовик ініціювати з деяким сповільненням. В цьому випадку умова (1) матиме вигляд:

$$\frac{l}{V_{\text{ВР}}} + t_{\text{сп}} = \frac{l+h}{V_{\text{ХВ}}} + \frac{h}{V_{\text{ВР}}}, \quad (2)$$

де $V_{\text{ХВ}}$ - швидкість розповсюдження детонації по хвилеводу, м/с; $t_{\text{сп}}$ - певна ступінь внутрішньо свердловинного сповільнення верхнього бойовика, мс.

Однак, в НeCI типу “Нонель” щонайменший інтервал внутрішньо-свердловинних сповільнень неелектричних систем ініціювання становить 25 мс. При такому сповільненні неможливо розмістити верхній і нижній бойовики таким чином, щоб досягти ефект зустрічі ДХ на рівні підосви уступу для свердловин, які переважно застосовуються на кар’єрах України, довжиною в середньому 15 м. Було встановлено, що час сповільнення $T_{\text{сп}}$ в формулі (2) повинен бути значно менший ніж інтервали сповільнення різноманітних

неелектричних систем ініціювання, що у свою чергу обумовлює недоцільність їх використання.

Необхідні інтервали сповільнення, можуть бути досягнуті шляхом регулювання різниці довжин хвилеводів. Якщо прийняти довжину свердловини – 15 м, довжину заряду – 10 м, а найбільш раціональні відстані від верхнього бойовика до рівня підшви уступу (див. рис.1) $l = 7$ м та від рівня підшви уступу до нижнього бойовика $h = 1,5$ м при довжині перебуру – 2 м, то для різних швидкостей розповсюдження детонації по ВР можна визначити додаткову довжину хвилеводу, необхідного для ініціювання верхнього бойовика, на поверхні в місці з’єднання з поверхневою мережею хвилеводів [3].

В таблиці 1 наведені результати розрахунку значень необхідного ступеня сповільнення між підірванням бойовиків та додаткова довжина хвилеводу верхнього бойовика від устя свердловини до місця з’єднання бойовиків з поверхневою мережею для різних типів ВР.

Таблиця 1

Розрахункові значення сповільнення між підірванням бойовиків та додаткова довжина хвилеводу верхнього бойовика

Тип ВР	Швидкість детонації ВР, м/с	Час сповільнення між підірванням бойовиків, мс	Додаткова довжина хвилеводу верхнього бойовика, м
Грамоніт 79/21	3600	2,52	5,297
Анемікс Р-70	5000	2,95	6,195
Полімікс ГР4-Т10	3200	2,33	4,896
Полімікс ГР5-Т18	3800	2,6	5,460
Полімікс ГР-1/8	3500	2,479	5,206
Комполіт ГС-6	2500	1,85	3,885

Аналіз таблиці показує, що зі збільшенням швидкості детонації ВР необхідно, для досягнення ефекту зустрічі ДХ на рівні підшви уступу, збільшувати довжину хвилеводу верхнього бойовика від устя свердловини до місця з’єднання хвилеводів бойовиків з поверхневою мережею.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Кучерявый Ф. И. Влияние нижнего инициирования на качество взрыва / Ф. И. Кучерявый, А. В. Олейников // Разработка рудных месторождений. – К., 1968. – №5. – С. 89–92.
2. Дубынин Н. Г. Изменение давления продуктов детонации на стенки зарядной камеры / Н. Г. Дубынин, Н. Е. Труфакин // Взрыв. дело. - М., 1972. – №71/28. – С.66-74.
3. Фролов О. О. Використання ефекту зустрічі детонаційних хвиль для підсилення дії вибуху на рівні підшви уступу / О. О. Фролов // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – 2001. – Вип. 6. – С. 63-65