

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗАРЯДІВ ДЛЯ ПІДСИЛЕННЯ ДІЇ ВИБУХУ В ПІДОШВИ УСТУПУ

Для підсилення дії вибуху в нижній частині заряду запропоновано використовувати ефект взаємодії детонаційних хвиль (ДХ). Сутність його полягає в розташуванні верхнього і нижнього бойовиків таким чином, щоб детонаційні хвилі, які поширюються по ВР від цих бойовиків, зустрілися на рівні підшви уступу. В місці зустрічі цих хвиль відбувається взаємодія енергетичних потоків від кожного з джерел детонації, що супроводжується значним підвищенням тиску.

Для забезпечення зустрічі ДХ на рівні підшви уступу місце розміщення верхнього та нижнього проміжних детонаторів було визначено з умови рівності часу поширення цих хвиль по заряду вибухової речовини (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 підшви уступу, м; h – відстань від рівня підшви уступу до нижнього проміжного детонатора в свердловинному заряді, м; $D_{\text{ВР}}$ – швидкість поширення детонації по ВР, м/с; $D_{\text{ХВ}}$ – швидкість поширення детонації по хвилеводу, м/с; $t_{\text{сп}}$ – необхідний час внутрішнього свердловинного сповільнення верхнього детонатора по відношенню до нижнього, мс.

Аналіз параметрів неелектричних систем ініціювання (НеСІ) показує, що їхній найменший інтервал внутрішнього свердловинного сповільнення становить 25 мс. При такому сповільненні неможливо розмістити верхній і нижній бойовики таким чином, щоб досягти ефекту взаємодії ДХ на рівні підшви уступу для свердловин, які переважно застосовуються на кар'єрах, середньою довжиною 15 м. Зокрема, якщо прийняти висоту свердловинного заряду 10 м і довжину перебуру – 2 м, то при розміщенні верхнього проміжного детонатора в верхній максимально допустимій, з технологічної точки зору, частині заряду на відстані від рівня підшви уступу – $l = 7,5$ м, та розміщенні нижнього бойовика в перебури на відстані від рівня підшви уступу $h = 1,5$ м, згідно формули (1) максимально можливий час сповільнення при підірванні комполайту ГС6 ($D_{\text{ВР}} = 2500$ м/с) буде дорівнювати $t_{\text{сп}} = 1,89$ мс, а при підірванні анеміксу 70 ($D_{\text{ВР}} = 5000$ м/с) – $t_{\text{сп}} = 3,09$ мс.

Таким чином, час сповільнення $t_{\text{сп}}$ повинен бути значно менший ніж мінімальні інтервали сповільнення НеСІ. У зв'язку з цим пропонується досягати необхідні інтервали сповільнення між ініціюванням проміжних детонаторів шляхом регулювання різниці довжин хвилеводів. Додаткову довжину хвилеводу верхнього бойовика $l_{\text{дод}}$ запропоновано визначати

$$l_{\text{дод}} = l + h - \frac{D_{\text{ХВ}}}{D_{\text{ВР}}} l - h. \quad (2)$$

Ця довжина хвилеводу повинна залишатися на поверхні в місці з'єднання з поверхневою мережею хвилеводів (рис.1).

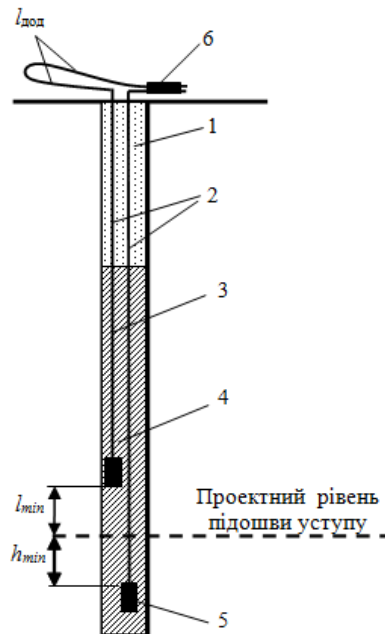


Рис. 1. Конструкція свердловинного заряду: 1 – забійка; 2 – хвилевід; 3 – верхній проміжний детонатор; 4 – ВР; 5 – нижній детонатор; 6 – поверхневий з'єднувач хвилеводів

В таблиці наведені результати розрахунку додаткової довжини хвильоводу верхнього бойовика для різних типів ВР у відповідності до формули (2) та значень часу максимального ступеня сповільнення між підірванням бойовиків.

Таблиця

Значення сповільнення між підірванням проміжних детонаторів та додаткова довжина хвильоводу верхнього детонатора

Тип ВР	$D_{ВР}$, м/с	$l_{\text{дод.}}$, м	$t_{\text{сп.}}$, мс
Грамоніт 79/21	3600	5,50	2,62
Анемікс 70	5000	6,48	3,09
Полімікс ГР4-Т10	3200	5,06	2,41
Полімікс ГР5-Т18	3800	5,68	2,70
Полімікс ГР-1/8	3500	5,40	2,57
Комполайт ГС-6	2500	3,96	1,89

Аналіз даних таблиці показує, що для досягнення ефекту взаємодії ДХ, які поширюються від джерел детонації на рівні підшви уступу, необхідно: зі збільшенням швидкості детонації вибухової речовини – збільшувати довжину хвильоводу верхнього проміжного детонатора від устя свердловини до місця з'єднання хвильоводів бойовиків з поверхневою мережею.

Відповідно до табличних даних побудована графічна залежність між швидкістю поширення детонації по ВР та додатковою довжиною хвильоводу (рис. 2).

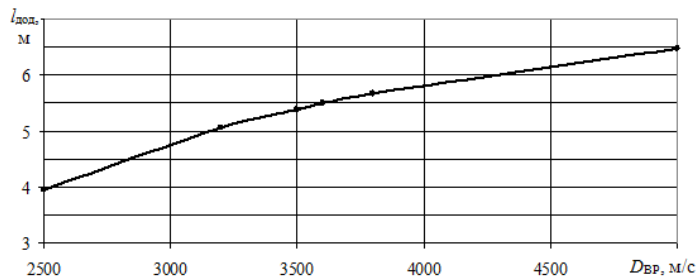


Рис. 2. Залежність між швидкістю детонації та додатковою довжиною хвильоводу

Графічна залежність додаткової довжини хвильоводу $l_{\text{дод.}}$ від $D_{ВР}$ апроксимується поліноміальною функцією 3-го порядку:

$$l_{\text{дод.}} = -1,6 + 0,0028D_{ВР} - 2,48 \cdot 10^{-7} D_{ВР}^2. \quad (3)$$

Аналіз графіку на рис. 2 показує, що для взаємодії енергетичних потоків на рівні підшви уступу додаткова довжина хвильоводу повинна змінюватися від 3,96 до 6,48 м в залежності від застосовуваного типів ВР, швидкість детонації яких змінюється в межах 2500-5000 м/с.