

РАЦІОНАЛЬНА КОНСТРУКЦІЯ НАБИВКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СВЕРДЛОВИННИХ ЗАРЯДІВ У ПОЛІМЕРНИХ РУКАВАХ

*Л. Д. Воробйова, інж. (Кременчуцький державний політехнічний
університет)*

Рассмотрено поведение забоечного материала при импульсных нагрузках. Проведены лабораторные исследования эффективности различных конструкций забоек при использовании удлиненных цилиндрических зарядов в полимерных рукавах. Установлено, что для повышения плотности запирания газообразных продуктов взрыва в скважине рукав на участке забойки необходимо располагать зигзагообразно.

Останнім часом в Україні при проведенні вибухових робіт в обводнених умовах широко використовуються подовжені заряди вибухових речовин (ВР) у полімерних рукавах. При цьому вартість вибухових робіт знижується в 1,5–2 рази за рахунок застосування відносно недорогих неводостійких ВР [1, 2]. Така висока ефективність промислового використання ВР у полімерних рукавах якоюсь мірою послужила стримуючим фактором для подальшого дослідження і вдосконалення свердловинних зарядів такої конструкції.

Технологія формування свердловинних зарядів в рукавах передбачає розміщення полімерного матеріалу (оболонки) по всій довжині свердловини. Тим самим на ділянці набивки створюються умови для зниження сил тертя набивного матеріалу із стінками свердловини, що спричиняє передчасний викид газоподібних продуктів детонації (ПД) в атмосферу. Метою цієї роботи є експериментальна оцінка ефективності набивки при різних варіантах розміщення полімерного рукава у верхній частині свердловини і розроблення раціональної конструкції набивки для цих умов.

Згідно з сучасними уявленнями про дію вибуху в середовищі основна роль набивки полягає у зниженні втрат енергії при детонації заряду; збільшенні тривалості дії ПД на руйноване середовище та забезпеченні повноти детонації ВР. Головна властивість набивки – її здатність перешкоджати викиду ПД із свердловини. Цьому питанню присвячені праці багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених, зокрема Е. І. Єфремова, Г. П. Демидюка, В.М. Коміра, Э.О. Мінделі та ін. [3–6]. Основна увага в цих працях приділялась впливу матеріалу і конструкції набивки на ефективність її роботи. Питання зміни тривалості замикання ПД у свердловині залежно від характеру розташування полімерного матеріалу у ділянці набивки не розглядались.

Розглянемо спрощену схему руху набивки під дією тиску газоподібних ПД (рис. 1). Нехтуючи опором повітря, силою тяжіння та ущільненням сипучого матеріалу рівняння руху набивки можна записати у вигляді

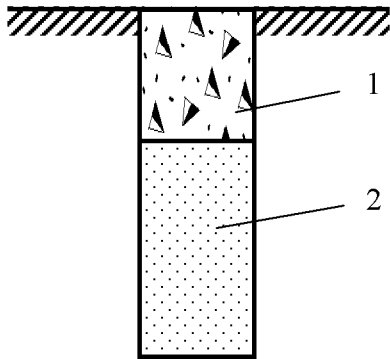


Рис. 1. Схема для аналізу руху набивки: 1 – набивка; 2 – газоподібні ПД

$$m \frac{dv}{dt} = P - F, \quad (1)$$

де m – маса набивки, кг; v – швидкість руху набивки, м/с; t – час, с; P – тиск ПД, Па; F – сила тертя, Н.

Тиск ПД у свердловині можна представити як

$$P = P_0 e^{-\beta t}, \quad (2)$$

де P_0 – початковий тиск ПД, Па; β – коефіцієнт загасання тиску газоподібних ПД у свердловині, с^{-1} .

Підставивши (2) в (1) і розв'язавши його відносно швидкості, отримаємо залежність

$$v = \frac{1}{m} \left(\frac{1}{\beta} P_0 (1 - e^{-\beta t}) - Ft \right). \quad (3)$$

Сила тертя дорівнює

$$F = f N_*, \quad (4)$$

де f – коефіцієнт тертя; N_* – сила бокового тиску, Н.

З урахуванням цього залежність (3) остаточно буде мати вигляд

$$v = \frac{1}{m} \left(\frac{1}{\beta} P_0 (1 - e^{-\beta t}) - f N_* t \right). \quad (5)$$

Аналізуючи вираз (5), можна прийти до висновку, що швидкість набивки дорівнюватиме нулю (тобто набивка знаходитиметься у стані спокою), якщо виконується рівняння

$$f N_* = \frac{1}{\beta t} P_0 (1 - e^{-\beta t}). \quad (6)$$

Таким чином, збільшити ефективність набивки можливо двома шляхами: за рахунок підвищення коефіцієнта тертя і за рахунок збільшення сили бокового тиску. Для випадку використання зарядів у полімерних рукавах перший шлях є більш доступним.

Ефективність набивки можна оцінювати різними методами – за об'ємом воронки викиду, об'ємом камуфлетної порожнини, діаметром середнього куска зруйнованої породи, за часом початку вильоту ПД з свердловини і т.д. На нашу думку, найбільш достовірні результати можливо отримати, якщо за критерій ефективності роботи набивки прийняти об'єм камуфлетної порожнини,

створеної вибухом заряду ВР [7]. При проведенні досліджень автори використовували методику, викладену в [7]: у вологому піску підривали модельні заряди при різних конструкціях набивки і фіксували об'єм камуфлетної порожнини (рис. 2). Як ВР використовували тен, маса заряду становила 200 мг. Після кожного вибуху вимірювали параметри камуфлетної порожнини, за об'ємом якої оцінювали ефективність дії набивки (середні значення, отримані у п'яти експериментах для кожної конструкції набивки, наведено в таблиці).

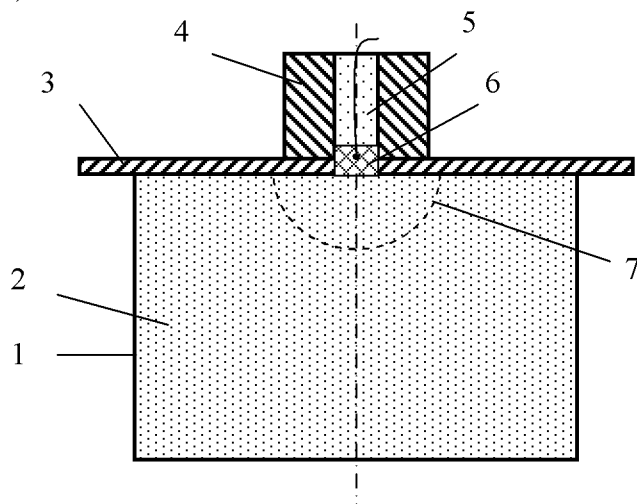


Рис. 2. Схема проведення лабораторних експериментів: 1 – циліндрична ємність; 2 – вологий пісок; 3 – кришка; 4 – сталевая мортюра; 5 – набивка; 6 – заряд ВР; 7 – форма камуфлетної порожнини після вибуху

В експериментах використовували конструкції набивок, зображених на рис. 3 (а – звичайна набивка з піску; б – набивка, засипана в полімерний рукав; в – набивка, засипана зовні полімерного рукава; г – полімерний рукав, розташований зигзагоподібно в матеріалі набивки).

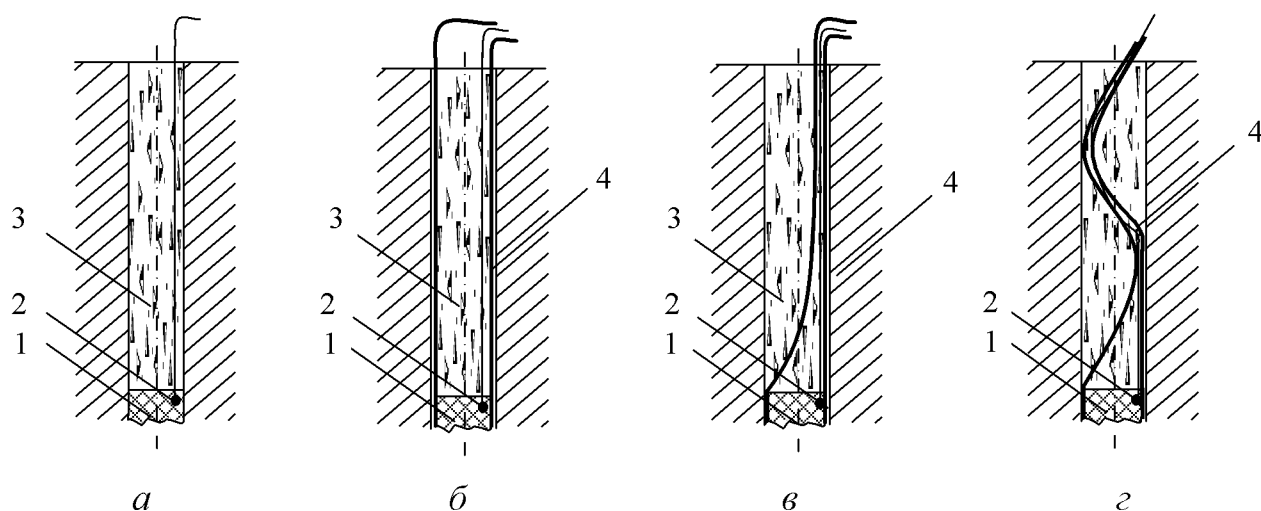


Рис. 3. Конструкції набивок, які використовували при лабораторних дослідженнях: 1 – ВР; 2 – ініціатор; 3 – набивка; 4 – полімерний рукав

Вплив конструкції набивки на зміну об'єму камуфлетної порожнини

Конструкція набивки	Рис. 2, а	Рис. 2, б	Рис. 2, в	Рис. 2, г	Без набивки
Об'єм камуфлетної порожнини, см ³	217±10	155±8	176±10	311±12	106±8

Висновки

Проведені дослідження показали, що наявність полімерного матеріалу на ділянці набивки істотно впливає на ефективність її роботи. Так, при використанні рукава роботоздатність набивки, порівняно із звичайною конструкцією, знизилася в 1,4 рази; при розміщенні набивного матеріалу зовні рукава – в 1,23 рази. При зигзагоподібному розміщенні рукава ефективність набивки зросла в 1,43 рази. Останнє обумовлене, очевидно, кількома факторами. По-перше, за рахунок перекриття перерізу шпуру полімерним матеріалом знижується швидкість проникнення газоподібних ПД в матеріал набивки і виліт газів вибуху в атмосферу на початковій стадії розвитку процесу руйнування середовища. По-друге, внаслідок такого розташування рукава підвищується як коефіцієнт тертя, так і бічний розпір матеріалу на ділянці набивки, що також приводить до збільшення тривалості замикання ПД в шпурі.

Результати досліджень дозволяють рекомендувати до використання в промислових умовах розроблену конструкцію набивки.

1. Прокопенко В. С. Обґрунтування ефективності вибуху свердловинних зарядів у полімерних оболонках // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – К.: НТУУ "КПІ". – 1999. – Вип. 1. – С. 52–67.

2. Прокопенко В. С. Особенности формирования зарядов неводоустойчивых взрывчатых веществ в полимерных рукавах при зарядании скважин // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – К.: НТУУ "КПІ". – 2001. – Вип. 6. – С. 40–50.

3. Основы теории и методы взрывного дробления горных пород / Э.И. Ефремов, В.С. Кравцов, Н.И. Мячина и др. – К.: Наук. думка. – 1979. – 224 с.

4. Демидюк Г. П. Роль и эффективность забойки при ведении взрывных работ. – М.: Недра, 1965. – 180 с.

5. Комир В. М., Семенюк И. А., Петряшин Л. Ф. Экспериментальные исследования влияния укороченной забойки на результаты взрыва // Взрывное дело, № 70/27. – М.: Недра. – 1971. – С. 279–285.

6. Миндели Э. О., Демчук П. А., Александров В. Е. Забойка шпуров. – М.: Недра, 1967. – 154 с.

7. Воробьев В. В., Долударев В. Н., Пеев А. М. Количественная оценка эффективности забойки скважинного заряда // Проблемы создания новых машин и технологий. Науч. тр. КГПИ. – Кременчуг: КГПИ, 1999. – Вып. № 1. – С. 461–462.