

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЇ ВИБУХУ НА ВИКИД СФЕРИЧНИХ ЗАРЯДІВ В ОДНОРІДНИХ СЛАБОЗВ'ЯЗАНИХ ГРУНТАХ

І.А. Лучко, докт. техн. наук (ЗАТ «Техновибух»)

На основе обработки результатов экспериментов с использованием теории подобия и размерности определены корреляционные зависимости размеров воронок выброса от основных параметров слабосвязанного грунта и взрыва сферического заряда.

З використанням теорії подібності і розмірності отримано [1], що в результаті вибуху сферичного заряду загальною енергією E на глибині W в слабозв'язаному ґрунті щільністю ρ_0 і вільною пористістю α_1 утворюється воронка викиду з радіусом R , видимою глибиною H , площею поперечного перерізу S і об'ємом V , які задовольняють співвідношенням

$$\frac{R}{W} \cdot \frac{H}{W} \cdot \frac{S}{W^2} \cdot \frac{V}{W^3} = f_i(\pi_{1c}), \quad (1)$$

$$\pi_{1c} = E^{-1/3} \alpha_1^{-1/3} (\rho_0 g)^{-2/3} P_0^{-1/3}; i \rightarrow R, H, S, V.$$

де g – прискорення вільного падіння; P_0 – атмосферний тиск.

Для встановлення вигляду функцій (1) автором було проведено серію вибухів сферичних зарядів амоніту 6ЖВ з питомою енергією $E^* = 2,65 \cdot 10^6$ Н·м/кг масою 0,02 кг (загальна енергія $E = 5,3 \cdot 10^4$ Н·м) у вологому піску (щільність $\rho_0 = 1480 \dots 1655$ кг/м³, вільна пористість $\alpha_1 = 0,326 \dots 0,4$) при нормальному атмосферному тиску $P_0 = 10^5$ Н/м² і прискоренні вільного падіння $g = 9,81$ м/с². Були проаналізовані також експериментальні результати, отримані іншими дослідниками при вибухах зарядів тєну масою 0,15 г в сухому піску при $P_0 \approx 133$ Н/м² [2], зарядів тєну масою 1,34 г в піску за нормального атмосферного тиску при моделюванні ядерного вибуху «Джонні Бой» на відцентровій машині з прискоренням $\bar{g} = 3380$ м/с² [2], зарядів тєну масою 0,8 г в сухому піску [3, 4], зарядів тротилу масою 116...454000 кг і ядерних зарядів потужністю 1,2...100 кт в алювію [5], зарядів тєну масою 1...4 г у щільному вологому піску на лінійному прискорювачі при перевантаженнях 40...60 г [6], зарядів тротилу масою 10...1000 кг у лесовому ґрунті [5]. Додатково використані дані електровибуху в піску [7].

У результаті математичної обробки результатів зазначених праць встановлено, що кореляційні залежності розмірів воронок викиду від критеріального співвідношення π_{1c} мають явно виражений характер степеневих функцій:

$$\frac{R}{W} \cdot \frac{H}{W} \cdot \frac{S}{W^2} \cdot \frac{V}{W^3} = K_i \pi_{1c}^{\mu_i} \quad (2)$$

Значення коефіцієнтів K_i і показників степеня μ_i функцій (2), отриманих статистичною обробкою даних, наведено в таблиці, в якій зазначені також інтервали зміни безрозмірного аргументу (комплексу π_{1c}) та коефіцієнти кореляції r_{x_i} .

Залежність безрозмірних функцій від їх безрозмірних аргументів, пов'язаних з утворенням воронки викиду при вибухах сферичних зарядів в однорідних слабозв'язаних ґрунтах

Кореляційна залежність	Інтервал зміни безрозмірного аргумента	Коефіцієнт кореляції
Для радіуса воронки викиду		
$f_R(\pi_{1c}) = 0,5764\pi_{1c}^{0,1977}$	$28850 \leq \pi_{1c} \leq 2,8 \cdot 10^8$	0,962
$f_R(\pi_{1c}) = 0,3393\pi_{1c}^{0,2493}$	$18 \leq \pi_{1c} \leq 28850$	0,936
Для видимої глибини воронки викиду		
$f_H(\pi_{1c}) = 0,2380\pi_{1c}^{0,2032}$	$43 \leq \pi_{1c} \leq 2,8 \cdot 10^8$	0,946
Для площі перерізу воронки викиду		
$f_S(\pi_{1c}) = 0,1332\pi_{1c}^{0,423}$	$43 \leq \pi_{1c} \leq 2,8 \cdot 10^8$	0,979
Для об'єму воронки викиду		
$f_V(\pi_{1c}) = 0,2138\pi_{1c}^{0,5474}$	$1,2 \cdot 10^6 \leq \pi_{1c} \leq 2,8 \cdot 10^8$	0,970
$f_V(\pi_{1c}) = 0,0585\pi_{1c}^{0,640}$	$43 \leq \pi_{1c} \leq 2,8 \cdot 10^6$	0,974

Враховуючи [1], можна записати залежності розмірів воронки викиду від визначальних параметрів вибуху сферичного заряду в однорідному слабозв'язаному ґрунті у вигляді

$$R = K_R E^{\mu_R} W^{1-\frac{11}{3}\mu_R} (\rho_0 g)^{2\mu_R} P_0^{-1\mu_R} \alpha_1^{\frac{1}{3}\mu_R}; \quad (3)$$

$$H = K_H E^{\mu_H} W^{1-\frac{11}{3}\mu_H} (\rho_0 g)^{2\mu_H} P_0^{-1\mu_H} \alpha_1^{\frac{1}{3}\mu_H}; \quad (4)$$

$$S = K_S E^{\mu_S} W^{2-\frac{11}{3}\mu_S} (\rho_0 g)^{2\mu_S} P_0^{-1\mu_S} \alpha_1^{\frac{1}{3}\mu_S}; \quad (5)$$

$$V = K_V E^{\mu_V} W^{3-\frac{11}{3}\mu_V} (\rho_0 g)^{2\mu_V} P_0^{-1\mu_V} \alpha_1^{\frac{1}{3}\mu_V}. \quad (6)$$

Значення коефіцієнтів K_R, K_H, K_S, K_V і $\mu_R, \mu_H, \mu_S, \mu_V$ наведені в таблиці.

Отримані залежності можуть бути використані як для прогнозування результатів дії вибуху одиночних сферичних зарядів в однорідних

слабозв'язаних ґрунтах, так і для розв'язання оберненої задачі – визначення параметрів вибухів, що забезпечують отримання заданих розмірів воронки викиду в таких ґрунтових умовах.

1. Лучко І.А. Методика визначення параметрів вибухів сферичних і скінченної довжини горизонтальних циліндричних зарядів при проходженні відкритих виїмок у шаруватих ґрунтах // Вісник Національного технічного університету України «КПІ». Серія «Гірництво»: Збірник наукових праць. – Київ: НТУУ «КПІ»: ЗАТ «Техновибух», 1999. – Вип. 2. – 150 с.

2. Gaffney E.S. Effects of gravity on explosion craters // Proc. Lunar. Planet. Sci Conf. – New York: Pergamon Press, 1978.

3. Кузнецов В.М., Шацкевич А.Ф., Романов А.Р. О взрыве на выброс в песке // Физика горения и взрыва. – 1979. – № 2.

4. Кузнецов В.М., Шацкевич А.Ф. О некоторых особенностях взрыва в пористых сыпучих средах // Физика горения и взрыва. – 1979. – № 4.

5. Родионов В.Н., Адушкин В.В., Костюченко В.Н. и др. Механический эффект подземного взрыва – М.: Недра, 1971.

6. Барсанаев С.Б., Гурович В.И., Расшихин К.А. и др. Элементарная теория взрывов на выброс и их моделирование с помощью искусственной тяжести // Докл. АН СССР. – 1979. – 249. – № 1.

7. Зельманов И.Л., Канунов А.И., Куликов В.И. и др. Влияние теплофизических свойств среды в очаге электровзрыва на параметры воронки выброса // Прикл. механика и техн. физика. – 1969. – № 2.

УДК 620.171

ЗАКОН ДВОЙНОГО ЛОГАРИФМА В КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ РАЗРУШЕНИЯ

А.И. Крючков, канд. техн. наук (НТУУ “КПИ”, ИЭЭ)

В статті розглядається закон подвійного логарифма при руйнуванні гірських порід в рамках кінетичної теорії руйнування.

В основе любой технологии добычи полезного ископаемого лежат те или иные процессы разрушения горных пород. Несмотря на значительные усилия в направлении исследования разрушения твердых тел, значения коэффициента полезного действия процесса разрушения (1...5 %) свидетельствуют как об относительно скромных практических результатах этих усилий, так и об отсутствии общей теории разрушения твердых тел. Наиболее перспективным направлением являются исследования на основе теории кинетических процессов.