

Практична робота №2. Дослідження впливу діаметру заряду на радіус дроблення гірської породи

Практичне завдання

Студенти повинні розрахувати радіус дроблення гірської породи залежно від діаметра заряду, провести оцінку гранулометричного складу продуктів дроблення та проаналізувати вплив діаметра заряду на радіус дроблення та фракційний склад породи.

Таблиця 2.1

Вихідні дані для одного варіанту

Варіант	Тип ВР	Діаметр свердловини, мм	Висота колонки заряду ВР	Тип породи	Допустимі значення розмірів уламків, м	
					$X_{\min}$	$X_{\max}$
1	Амоніт №6ЖВ	165	8,25	Граніт	0,14	0,6
2	Амоніт АСД-2	180	9	Базальт	0,1	0,5
3	Тетрил	185	9,25	Діабаз	0,13	0,5
4	Пентрит	190	9,5	Риоліт	0,1	0,4
5	Аммогексіт	175	8,75	Вапняк	0,05	0,5
6	Грануліт АСД	195	9,75	Доломіт	0,18	0,6
7	Амоніт №10ЖВ	200	10	Гнейс	0,09	0,7
8	Грамоніт 79/21	205	10,25	Кварцит	0,15	0,5
9	Амонал гірничий	210	10,5	Антрацит	0,17	0,5

Варіант	Тип ВР	Діаметр свердловини, мм	Висота колонки заряду ВР	Тип породи	Допустимі значення розмірів уламків, м	
					$X_{\min}$	$X_{\max}$
10	Гідротол	220	11	Кам'яне вугілля	0,13	0,7
11	Карбоамоніт	225	11,25	Граніт	0,07	0,5
12	Амоніт 1ЖВ	230	11,5	Базальт	0,18	0,4
13	Амоніт 2ЖВ	215	10,75	Діабаз	0,09	0,6
14	Гексогеніт	240	12	Риоліт	0,06	0,5
15	Амонал ЕП	245	12,25	Вапняк	0,16	0,6
16	Амоніт Е1	255	12,75	Доломіт	0,19	0,7
17	Амоніт М3	250	12,5	Гнейс	0,14	0,5
18	Амоніт ДС	270	13,5	Кварцит	0,18	0,6
19	Амоніт №6ЖВ	280	14	Антрацит	0,09	0,7
20	Амоніт АСД-2	295	14,75	Кам'яне вугілля	0,18	0,5
21	Тетрил	285	14,25	Граніт	0,2	0,5
22	Пентрит	290	14,5	Базальт	0,19	0,7
23	Аммогексіт	225	11,25	Діабаз	0,15	0,6
24	Грануліт АСД	230	11,5	Риоліт	0,11	0,7
25	Амоніт №10ЖВ	215	10,75	Вапняк	0,12	0,7
26	Грамоніт 79/21	240	12	Доломіт	0,11	0,7

Варіант	Тип ВР	Діаметр свердловини, мм	Висота колонки заряду ВР	Тип породи	Допустимі значення розмірів уламків, м	
					X _{min}	X _{max}
27	Амонал гірничий	165	8,25	Гнейс	0,13	0,6
28	Гідротол	180	9	Кварцит	0,09	0,7
29	Карбоамоніт	185	9,25	Антрацит	0,14	0,6
30	Аммоніт ІЖВ	175	8,75	Кам'яне вугілля	0,11	0,7

Порядок виконання роботи:

1. Розрахунок радіуса дроблення (R, м) залежно від діаметра заряду (d, м) та інших параметрів:

$$R = K_r \cdot d^\alpha \cdot \left(\frac{W}{\rho}\right)^\beta$$

де: d – діаметр заряду (м);

K_r – коефіцієнт, що враховує властивості породи та вибухової речовини, значення цього коефіцієнта може становити: для твердих порід, таких як граніт чи базальт (близько 2,5–3,0), для більш м'яких порід, таких як пісковик або вапняк (1,5–2,0);

α – показник, що враховує вплив діаметра заряду, більших діаметрів заряду може бути від 1 до 1,2, для менших діаметрів близько 0,8;

W – енергія вибуху (Дж);

ρ – щільність породи (кг/м³);

β – показник, що враховує вплив енергії вибуху на радіус дроблення, якщо вибухова речовина має високу питому енергію, значення може бути 0,2–0,25), для менш потужних вибухових речовин значення є ближчим до 0,15.

2. Оцінка енергії вибуху (W , Дж):

$$W = q_v \cdot m$$

де: q_v – питома теплота вибуху вибухової речовини (Дж/кг);

m – маса заряду (кг).

3. Маса заряду розраховується за формулою (m , кг):

$$m = \rho_b \cdot V$$

де: ρ_b – щільність вибухової речовини (кг/м³);

V – об'єм заряду (м³).

4. Об'єм заряду (V , м³):

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot l_{\text{зар}}$$

де: $l_{\text{зар}}$ – довжина заряду (м).

5. Визначення середнього розміру уламків за допомогою формули Кузнєцова ($X_{\text{ср}}$, м):

$$X_{\text{ср}} = \frac{K \cdot m^{\frac{1}{6}}}{R^{\frac{1}{3}} \cdot (S^2 \cdot d)^{\frac{1}{3}}}$$

де: K – коефіцієнт, що залежить від типу гірської породи, є важливим параметром в емпіричних формулах для оцінки розмірів уламків гірської породи після підривання. Він враховує властивості гірської породи, її міцність, тріщинуватість, а також параметри вибухових робіт. Для слабких або м'яких порід (як-от глинисті сланці, вапняк) значення K може бути в межах 0,5–0,7. Для середньої міцності порід (пісковики, доломіти) K може становити 0,7–1. Для міцних порід (граніт, базальт) значення K може бути 1–1,5 і більше;

m – загальна маса вибухової речовини (кг);

R – радіус дроблення (м);

S – середня відстань між свердловинами (м);

d – діаметр свердловини (м).

6. Для визначення середньої відстані між свердловинами (вона також називається кроком свердловин) використовується емпірична формула, яка враховує діаметр свердловини і тип породи. Найчастіше застосовують таку формулу (S , м):

$$S = C \cdot d$$

де: d – діаметр свердловини (м);

C – емпіричний коефіцієнт, що залежить від типу породи та умов буропідричних робіт (для міцних порід C може варіюватися в межах 20–40, для м'яких порід – 30–60d).

7. Розподіл уламків за розмірами можна описати за допомогою функції розподілу Розіна-Раммлера:

$$P(X) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{X}{X_{\text{cp}}}\right)^j\right)$$

де: $P(X)$ – частка уламків розміром до X ;

X – розмір уламків (м);

j – показник, що характеризує рівномірність розподілу уламків, визначає, наскільки однорідно, або нерівномірно розподілені уламки після вибуху. Це значення може варіюватися в залежності від кількох факторів, і його значення може набувати наступних величин:

- $j < 0,5$. Нерівномірний розподіл уламків, що означає наявність значної кількості великих та малих фрагментів.

- $0,5 < j < 0,8$. Помірна рівномірність розподілу, з деякою варіацією розмірів уламків.

- $j \geq 0,8$. Висока рівномірність розподілу, де фрагменти мають схожий розмір.

У формулі №7 позначення ($\exp$) – це скорочення від експоненційної функції, тобто це функція експоненти або показникова функція.

Експонента (або показникова функція) позначається як:

$$\exp(x) = e^x$$

де e – це математична константа, відома як основа натуральних логарифмів, що приблизно дорівнює 2.71828.

Отже, у даній формулі частина з ($\exp$) виглядає так:

$$\exp\left(-\left(\frac{X}{X_{\text{ср}}}\right)^j\right) = e^{-\left(\frac{X}{X_{\text{ср}}}\right)^j}$$

Це означає, що величина $P(X)$ визначається через відношення розміру уламка X до середнього розміру уламка $X_{\text{ср}}$, піднятого до степеня j . Чим більше це відношення, тим меншим буде значення $P(X)$, тобто більша частка уламків буде меншою за X .

Функція показує, що для малих уламків X , значення $P(X)$ близьке до 0 (майже всі уламки більші). А для великих уламків $P(X)$ наближається до 1 (більшість уламків менші за це значення).

Інформаційні таблиці

Таблиця 2.2

Характеристики ВР

Назва ВР	Швидкість детонації ВР (м/с)	Щільність заряджання ВР (кг/м³)	Теплота вибуху (МДж/кг)	Вихід газів (м³/кг)	Тиск газів ВР (МПа)
Амоніт №6ЖВ	3500	850	3,50	980	2,2
Амоніт АСД-2	3500	950	3,60	970	2,2
Тетрил	7500	1700	5,70	760	3,3
Пентрит	8300	1750	6,10	730	2,4
Аммогексіт	4200	1200	4,10	950	2,4
Грануліт АСД	3200	900	3,10	1000	2
Амоніт №10ЖВ	3500	850	3,70	980	2,2
Грамоніт 79/21	3300	870	3,40	960	2,1
Амонал гірничий	4000	1000	3,90	950	2,3
Гідротол	4700	1200	4,20	850	2,5
Карбоамоніт	3400	950	3,50	920	2,2
Аммоніт 1ЖВ	3100	880	3,20	980	2
Аммоніт 2ЖВ	3200	870	3,40	960	2,1
Гексогеніт	5200	1200	5,00	780	2,7
Амонал ЕП	3800	900	3,60	950	2,2
Амоніт Е1	3500	880	3,30	970	2,1
Амоніт МЗ	3400	870	3,40	950	2,1
Амоніт ДС	3700	900	3,50	930	2,2

Таблиця 2.3

Щільність порід

Тип породи	Значення, МПа	
	min	max
Граніт	2600	2800

Тип породи	Значення, МПа	
	min	max
Базальт	2700	3200
Діабаз	2800	3100
Риоліт	2300	2700
Вапняк	2400	2700
Доломіт	2700	2900
Гнейс	2600	2900
Кварцит	2600	2800
Антрацит	1400	1500
Кам'яне вугілля	1200	1500

Додаткові завдання за темою практичної роботи

Завдання 1. Аналіз впливу діаметра заряду на радіус дроблення породи

Використовуючи формулу для розрахунку радіусу дроблення, визначте радіус дроблення для ряду різних, довільно обраних діаметрів зарядів ВР. Проведіть порівняння отриманих даних з розрахунковими та сформулюйте висновок про взаємозв'язок цих двох параметрів.

Завдання 2. Дослідження впливу властивостей ВР на ефективність дроблення породи

Оберіть декілька ВР з таблиці 3.1 (що найменше 3) та на основі порівняння їх характеристик зробіть висновок про ступінь їх впливу на процес дроблення гірської породи. Врахуйте такі параметри як швидкість детонації, щільність заряджання, теплота вибуху та тиск газів.

Завдання 3. Визначення середнього розміру уламків за формулою Кузнєцова

За допомогою формули Кузнєцова обчисліть середній розмір уламків після вибуху для різних типів порід (граніт, базальт, вапняк). Проаналізуйте вплив щільності породи та параметрів вибуху на величину отриманих уламків.

Завдання 4. Аналіз гранулометричного складу розпушеної вибухом гірничої маси.

Виконати пошук та в деталях описати один з відомих методів прогнозування гранулометричного складу розпушеної вибухом гірничої маси. Опис має містити загальні відомості про суть обраного методу, аналіз його точності та порівняння переваг і недоліків.