

Практична робота №1. Вплив конструкції та матеріалів набивки на ресурсозбереження і пилогазові викиди

Матеріал і конструкція набивки свердловинного заряду дозволяє не тільки управляти дією вибуху на кар'єрах, але й впливає на ресурсозбереження та обсяги пилогазових викидів.

По видах матеріалів набивка буває: із сипких матеріалів - пісок, дрібний щебінь (фракції 0-10 мм), із включенням до 25% щебеню фракції 10-20 мм, а також сухі хвости збагачувальних фабрик і піщано-глиниста набивка; з матеріалів, що ллються, це може бути вода, гідрогель чи їхня подоба.

За типом конструкції свердловинних зарядів набивку розрізняють:

- суцільну набивку;
- укорочену набивку (до 2-3 м);
- комбіновану набивку.

Укорочена набивка, як правило, дозволяє знизити в 1,5-2 рази обсяги викидів пилу, але при цьому не завжди забезпечує надійне закупорювання як продуктів вибуху, так і викидів шкідливих газів.

Практика показує, що в умовах ведення вибухових робіт при відкритому видобуванні корисних копалин, ефективним є використання водного середовища для зменшення кількості пилу та для скорочення виділення й розсіювання шкідливих домішок за допомогою гідронабивки свердловин, а саме: зовнішньої, внутрішньої й комбінованої як це наведено на рис. 1.1.

Гідронабивка свердловин є ефективним способом, але в період низьких температур її застосування ускладнюється. В цих умовах пропонується в якості набивки використовувати сніжно-льодяну набивку. Суть цього метода полягає в тому, що свердловину набивають штучним снігом, плюс 1,0 м інертної набивки. В США для скорочення пиловиділення під час вибуху свердловинних зарядів в якості матеріалу набивки використовують шматки льоду. Набивку льодом використовують також під час прострілювання глибоких свердловин.

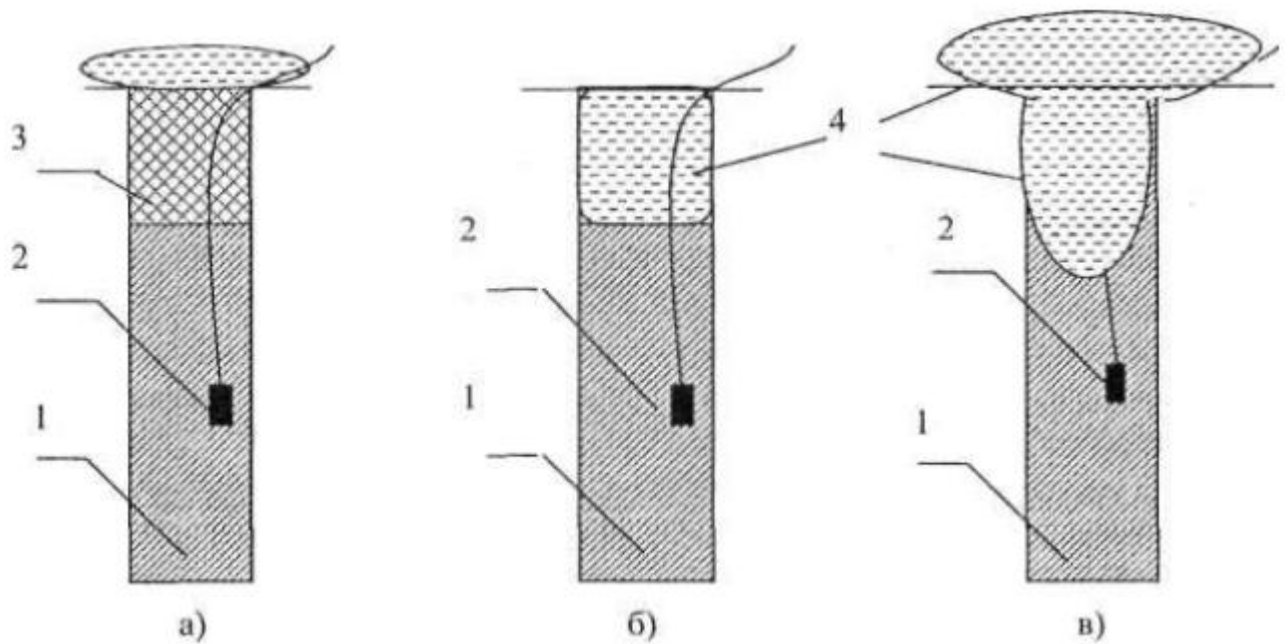


Рис.1.1. Приклад гідронабивки свердловин: в – зовнішня; б – внутрішня;
в – комбінована; 1 – заряд ВР; 2 – проміжний детонатор; 3 – інертна набивка;
4 – водяна набивка

Зовнішня гідронабивка являє собою поліетиленовий рукав діаметром близько 1 м і більше, що розміщується по рядах свердловин. Довжина рукава визначається станом поверхні зарядженого блоку й контуром вибуху свердловин. Наповнення рукава водою здійснюється за допомогою поливної машини, обладнаної гідронасосом.

Внутрішня гідронабивка - це поліетиленовий рукав з діаметром на 15 мм більше, ніж діаметр свердловини й довжиною на всю її неактивну частину, заповнений водою. Товщина поліетиленової плівки не менш 0,2 мм. При великій тріщинуватості варто застосовувати подвійний рукав.

Комбінована гідронабивка - сполучення перших двох.

Ефективність знепилення за допомогою водного середовища при вибуху заряду масою до 300 кг за допомогою зовнішньої гідронабивки становить в межах 53% (питома витрата води $1,38 \text{ кг/м}^3$ гірської маси), внутрішньої - 84,7% (питома витрата води $0,78 \text{ кг/м}^3$), комбінованої - до 89,4% (питома витрата води $1,04 \text{ кг/м}^3$ гірської маси). Але при вибуху зарядів вибухової речовини масою 450-

620 кг ефективність внутрішньої набивки не перевищує 50% (питома витрата води $0,46 \text{ кг/м}^3$ гірської маси).

До недоліків такої технології варто віднести: потрібне виготовлення й доставка великих обсягів поліетиленових рукавів діаметром до 1 м з товщиною плівки не менше 0,2 мм; не завжди має місце цілісність рукавів при заповненні їх водою.

Співробітниками підприємства "Кривбасвибухпром" і Криворізького гірничорудного інституту розроблений більш технічно досконалий склад набивки, машини та технологія набивки свердловин із застосуванням гідрогелю. Широке промислове впровадження даної технології стало можливим завдяки тісному співробітництву КТУ групою впровадження лабораторії механізації ППП "Кривбасвибухпром". У результаті була розроблена нова система змішування компонентів гідрогелю, дозування розчинів, оптимізувати склад гідрогелю й відпрацьована технологія заливання гідрогелю в свердловини.

Гідрогель включає: аміачну селітру - 4%, рідке скло - 8%, синтетичні жирні кислоти - 2%, воду - 86%. Для одержання гідрогелю використовується набивна гідрогелева машина типу ЗМГ.

Перші ЗМГ сконструйовані на базі МАЗ-509 і мають дві ємності по $3,5 \text{ м}^3$. Одна з ємностей заповнюється 8%-розчином рідкого скла, інша 4% водяним розчином аміачної селітри. Для попередження замерзання й прискорення готування, розчин підігрівають вихлопними газами. Продуктивність ЗМГ - $108 \text{ м}^3/\text{година}$. Обслуговує машину одна людина - водій з кабіни.

Ефективність зменшення кількості пилу за допомогою гідрогелевої набивки залежить, в основному, від витрати гідрогелю. Наприклад, для залізорудних кар'єрів **при** витраті гідрогелю $0,1-0,15 \text{ кг/м}^3$, висаджені гірські маси показують тенденцію до зменшення змісту пилу в пилогазовій хмарі становить 35-50%, а при $0,6-0,7 \text{ кг/м}^3$ зниження становить 70-75%, т. є. при висоті стовпа набивки гідрогелю в свердловині 2-4 м зниження пилогазової хмари становить 35-50%, а при висоті стовпа гідрогелю в 5-6 м зниження пилогазової хмари досягає 70-75%.

Застосування даної технології дозволило скоротити час зниження шкідливих концентрацій по газах до ПДК із однієї години до 0,5 години й прискорити початок ремонтно-відбудовчих робіт у нормальних санітарно-гігієнічних умовах.

Одним з ефективних способів зниження пилогазових викидів в атмосферу кар'єру є використання комбінованої набивки, що включає спеціальні конструкції. Відомо, що основне призначення набивки - утримання продуктів детонації (ПД) у свердловині й збільшення корисної роботи вибуху на дроблення гірських порід. Це забезпечує більше тривалий імпульс вибуху на дроблення гірських порід з меншим стрибком тиску, що є основним чинником підвищення ступеня корисного використання енергії вибуху в процесі руйнування гірських порід.

Ефективність дії комбінованої набивки з використанням ПКЗВ була перевірена при вибухах одиночних і групових свердловинних зарядів ВР на кар'єрах Докучаєвського флюсодоломітового комбінату (ДФДК).

Практичне завдання

Студенти повинні провести аналіз на основі даних про конструкцію та матеріали набивки, зокрема, визначити їх вплив на ефективність вибуху та екологічні аспекти (зокрема викиди пилу та газів).

Таблиця 1.1

Вихідні дані для одного варіанту

Варіант	Діаметр свердловини, мм	Матеріал набивки	Тип ВР	Висота колонки заряду, м
1	165	Піщана набивка	Амоніт №6ЖВ	8,25
2	180	Глиняна набивка	Амоніт АСД-2	9
3	185	Щебенева набивка	Тетрил	9,25
4	190	Піщано-глиняна суміш	Пентрит	9,5
5	175	Гравійна набивка	Аммогексіт	8,75
6	195	Піщана набивка	Грануліт АСД	9,75
7	200	Глиняна набивка	Амоніт №10ЖВ	10
8	205	Щебенева набивка	Грамоніт 79/21	10,25
9	210	Піщано-глиняна суміш	Амонал гірничий	10,5
10	220	Гравійна набивка	Гідротол	11
11	225	Піщана набивка	Карбоамоніт	11,25
12	230	Глиняна набивка	Аммоніт 1ЖВ	11,5
13	215	Щебенева набивка	Аммоніт 2ЖВ	10,75

Варіант	Діаметр свердловини, мм	Матеріал набивки	Тип ВР	Висота колонки заряду, м
14	240	Піщано-глиняна суміш	Гексогеніт	12
15	245	Гравійна набивка	Амонал ЕП	12,25
16	255	Піщана набивка	Амоніт Е1	12,75
17	250	Глиняна набивка	Амоніт МЗ	12,5
18	270	Щебенева набивка	Амоніт ДС	13,5
19	280	Піщано-глиняна суміш	Амоніт №6ЖВ	14
20	295	Гравійна набивка	Амоніт АСД-2	14,75
21	285	Піщана набивка	Тетрил	14,25
22	290	Глиняна набивка	Пентрит	14,5
23	225	Щебенева набивка	Аммогексіт	11,25
24	230	Піщано-глиняна суміш	Грануліт АСД	11,5
25	215	Гравійна набивка	Амоніт №10ЖВ	10,75
26	240	Піщана набивка	Грамоніт 79/21	12
27	165	Глиняна набивка	Амонал гірничий	8,25
28	180	Щебенева набивка	Гідротол	9
29	185	Піщано-глиняна суміш	Карбоамоніт	9,25
30	175	Гравійна набивка	Аммоніт 1ЖВ	8,75

Порядок виконання роботи:

1. Розрахунок об'єму набивки розраховується за формулою, м³:

$$V_s = \pi \frac{D^2}{4} L_n$$

де: D — діаметр свердловини, м;

L_n — довжина набивки, м (для знаходження довжини набивки може бути застосоване емпіричне співвідношення, відповідно до якого $L_n = 25 \dots 30D$).

2. Маса набивки визначається через об'єм набивки та щільність матеріалу набивки, кг:

$$m_n = V_c \cdot \rho_z$$

де: ρ_z — щільність матеріалу набивки, кг/м³ (таблиця 1.2).

3. Об'єм газів, що утворюються під час вибуху, визначається за формулою, м³:

$$V_{gas} = m_v \cdot V_g$$

де: m_v — маса вибухової речовини, кг;

V_g — вихід газів на одиницю маси вибухової речовини, м³/кг (таблиця 1.3).

4. Маса заряду ВР може бути знайдена як, кг:

$$m_v = V_{bl} \cdot \rho_{bl}$$

де: V_{bl} — об'єм колонки заряду, м³;

ρ_{bl} — щільність заряджання ВР, кг/м³ (таблиця 1.3).

5. Об'єм колонки заряду може бути знайдений по аналогії до об'єму набивки, м³:

$$V_s = \pi \frac{D^2}{4} L_{bl}$$

де: D — діаметр свердловини, м;

L_{bl} — довжина колонки заряду ВР, м.

6. Енергія вибуху E_v визначається як, МДж:

$$E_v = m_v \cdot Q$$

де: Q — теплота вибуху, МДж/кг.

7. Тиск газів у свердловині при вибуху визначається за рівнянням, Па:

$$P = \frac{E_v}{V_{gas}}$$

8. Рівняння для оцінки кількості пилу, що утворюється внаслідок вибуху:

$$V_{dust} = K_g \cdot V_{gas}$$

де: K_g — коефіцієнт розширення газів.

Таблиця 1.2

Щільність матеріалу набивки

Тип набивки	Щільність матеріалу набивки, кг/м ³
Піщана набивка	1600
Глиняна набивка	1800
Щебенева набивка	1400
Піщано-глиняна суміш	1700
Гравійна набивка	1500

Таблиця 1.3

Параметри ВР

Назва ВР	Швидкість детонації ВР (м/с)	Щільність заряджання ВР (кг/м ³)	Теплота вибуху (МДж/кг)	Вихід газів (м ³ /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

Назва ВР	Швидкість детонації ВР (м/с)	Щільність заряджання ВР (кг/м³)	Теплота вибуху (МДж/кг)	Вихід газів (м³/кг)	Тиск газів ВР (МПа)
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 1.4

Кореляційна таблиця для наближеного оцінювання концентрації пилю в газах
(%) залежно від типу вибухової речовини (ВР) і типу набивки

ВР / Набивка	Піщана набивка	Глиняна набивка	Щебенева набивка	Піщано- глиняна суміш	Гравійна набивка
Амоніт №6ЖВ	0,80	0,70	1,00	0,75	0,85
Амоніт АСД-2	0,85	0,70	1,05	0,80	0,90
Тетрил	0,90	0,80	1,10	0,85	0,95
Пентрит	1,00	0,85	1,15	0,90	1,00
Аммогексіт	0,75	0,65	0,90	0,70	0,80
Грануліт АСД	0,80	0,70	1,00	0,75	0,85
Амоніт №10ЖВ	0,85	0,70	1,05	0,80	0,90
Грамоніт 79/21	0,75	0,65	0,95	0,70	0,80
Амонал гірничий	0,90	0,80	1,10	0,85	0,95
Гідротол	0,85	0,70	1,05	0,80	0,90
Карбоамоніт	0,75	0,65	0,95	0,70	0,80

ВР / Набивка	Піщана набивка	Глиняна набивка	Щебенева набивка	Піщано- глиняна суміш	Гравійна набивка
Аммоніт 1ЖВ	0,80	0,70	1,00	0,75	0,85
Аммоніт 2ЖВ	0,85	0,70	1,05	0,80	0,90
Гексогеніт	1,05	0,90	1,20	0,95	1,05
Амонал ЕП	0,90	0,80	1,10	0,85	0,95
Амоніт Е1	0,85	0,70	1,05	0,80	0,90
Амоніт МЗ	0,80	0,70	1,00	0,75	0,85
Амоніт ДС	0,85	0,70	1,05	0,80	0,90

Додаткові завдання за темою практичної роботи

Завдання 1. Аналіз показників ВР та їх впливу на обсяг газопилової суміші

Виберіть кілька різновидів ВР (3-5) з різними характеристиками: швидкістю детонації, теплотою вибуху, виходом газів та тиском газів.

Проведіть розрахунок об'єму газопилової суміші для кожної з вибухових речовин.

Порівняйте результати та зробіть висновки щодо того, яка вибухова речовина спричиняє найбільші пилогазові викиди.

Запропонуйте рекомендації щодо вибору вибухових речовин для зменшення утворення пилу та газів при буровибухових роботах.

Завдання 2. Оцінка впливу конструкції набивки на об'єм пилогазової суміші

Виберіть три різних типи набивки з різними щільностями, коефіцієнтами проникності та довжиною.

Проаналізуйте вплив кожної з набивок на об'єм газів і пилу, що виділяються під час вибуху. Визначте, який тип набивки найкраще знижує пилогазові викиди, та поясніть механізм його дії.

Запропонуйте конструктивні рішення або зміни у виборі набивок для покращення енергоефективності та зменшення впливу на атмосферне середовище.

Завдання 3. Оптимізація складу вибухових речовин з метою зменшення виходу пилогазової суміші

Використовуючи дані про ВР (щільність заряджання, теплоту вибуху, вихід газів, швидкість детонації), спробуйте створити оптимальний склад для ВР з меншою тепловою потужністю і виходом газів, але достатньою ефективністю для вибухових робіт у гірничих умовах.

Розрахуйте очікуваний об'єм газопилової суміші для створеного вами складу ВР та порівняйте його з класичними ВР (наприклад, амоніт).

Підготуйте рекомендації щодо використання подібних модифікованих складів ВР для зменшення екологічного навантаження на атмосферне середовище.

Завдання 4. Розрахунок впливу температури на об'єм газопилової суміші

Проаналізуйте, як зміна температури впливає на об'єм газів і пилу, що виділяються при вибуху. Для цього використайте закон ідеального газу:

$$V = \frac{nRT}{P}$$

де V — об'єм газів;

n — кількість молей газу;

R — універсальна газова стала;

T — температура;

P — тиск газів.

Розрахуйте зміни об'єму пилогазової суміші для декількох температурних режимів, прийнятих довільно у межах від 15°C і до 40°C. Проаналізуйте вплив температури на обсяг викидів.

Розробіть рекомендації щодо зниження обсягів пилогазової суміші при високих температурах, враховуючи конструкцію набивки та тип ВР.

Завдання 5. Аналіз екологічних ризиків і план заходів з мінімізації викидів

Використайте дані про розраховані об'єми пилогазової суміші для оцінки екологічного ризику (наприклад, вплив на якість повітря та здоров'я працівників).

Розробіть план заходів для мінімізації викидів пилу та газів, включаючи використання спеціальних засобів захисту, вибір набивок та ВР, а також рекомендації щодо використання сучасних систем пиловловлювання.