

ДОБІР ОПТИМАЛЬНИХ ВР ДЛЯ ВІДДІЛЕННЯ МОНОЛІТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГАЗОДИНАМІЧНОГО ПРИСТРОЮ

Виконано розрахунки необхідної кількості сумішевих низькошвидкісних вибухових речовин конверсійного походження та отримані залежності створення необхідного тиску від об'єму зарядної камери газодинамічного пристрою.

Ключові слова: вибухова речовина, газодинамічний пристрій, детонаційні характеристики, об'єм зарядної камери, тиск.

Выполнено расчеты необходимого количества смесевых низкоскоростных взрывчатых веществ конверсионного происхождения и получено зависимости создания необходимого давления от объема зарядной камеры газодинамического устройства.

Ключевые слова: взрывчатое вещество, газодинамическое устройство, детонационные характеристики, объем зарядной камеры, давление.

Done Calculating the number of low-speed mixed explosive conversion of origin and obtain a desired pressure depending on the volume of the gas-dynamic camera charging device.

Key words: explosive, hydrodynamic plant, knock rating, charging chamber volume, pressure.

Вступ. Процес відділення блочного каменю за допомогою вибухових методів має основний недолік – утворення мікротріщин у зоні наближеній до заряду, що погіршує якісні показники видобувного матеріалу. Також можливий кутовий відкол блоку, як наслідок прикладення динамічної сили вибуху в усті шпура, що призводить до непридатності подальшого використання блоку. В зв'язку з цим виникає потреба в розробці ощадливих способів руйнування, які можна було б застосувати при виконанні вибухових робіт в умовах, коли необхідно запобігти мінімально можливим пошкодженням при видобуванні монолітів декоративного каменю. В роботах [1, 2] запропонований ощадливий метод відділення блочного каменю за допомогою газодинамічного пристрою, ідея якого полягає у винесенні за межі шпура заряду і розміщенні його у спеціально сконструйованій зарядній камері, що дозволяє, по-перше, запобігти безпосередньому виходу ударної хвилі на блочний масив, а по-друге, збільшити діаметр заряду за рахунок параметрів камери, тобто застосувати низькошвидкісну вибухову речовину (ВР) при послаблених вимогах до критичного діаметра.

Одним із важливих елементів цієї технології є вибір відповідної ВР з низькими детонаційними характеристиками, але здатної детонувати при відносно малих критичних діаметрах. В роботах [3, 4] наведено компонентний та хімічний склади сумішевих ВР на основі А-ІХ-1 і А-ІХ-2, які мають швидкість детонації від 1800 до 2300 м/с і придатні для застосування у газодинамічному пристрої.

Для ефективного застосування газодинамічного пристрою необхідно виконати добір сумішевих низькошвидкісних ВР, здатний в ощадливому режимі створити динамічне навантаження, що не загрожує цілісності блочного каменю в усій масі, але, при якому виділиться необхідний об'єм розжарених газів, здатний відділити моноліт від масиву. У зв'язку з цим добір вибухових речовин, особливо в такій чутливій до цієї проблеми галузі, як видобуток блочного декоративного каменю, є актуальною задачею.

Метою роботи є встановлення залежностей створення визначеного тиску на стінки шпура при відділенні монолітів за допомогою газодинамічного пристрою від детонаційних характеристик різного типу ВР.

Викладення матеріалу та результати досліджень.

Варіант технічного рішення, що сприяє керованому розподілові тиску газів вибуху на стінки шпура в напрямку площини розриву застосовано в газодинамічній установці для блочного відділення каменю. Загальний вигляд і принцип її дії показано на рис. 1.

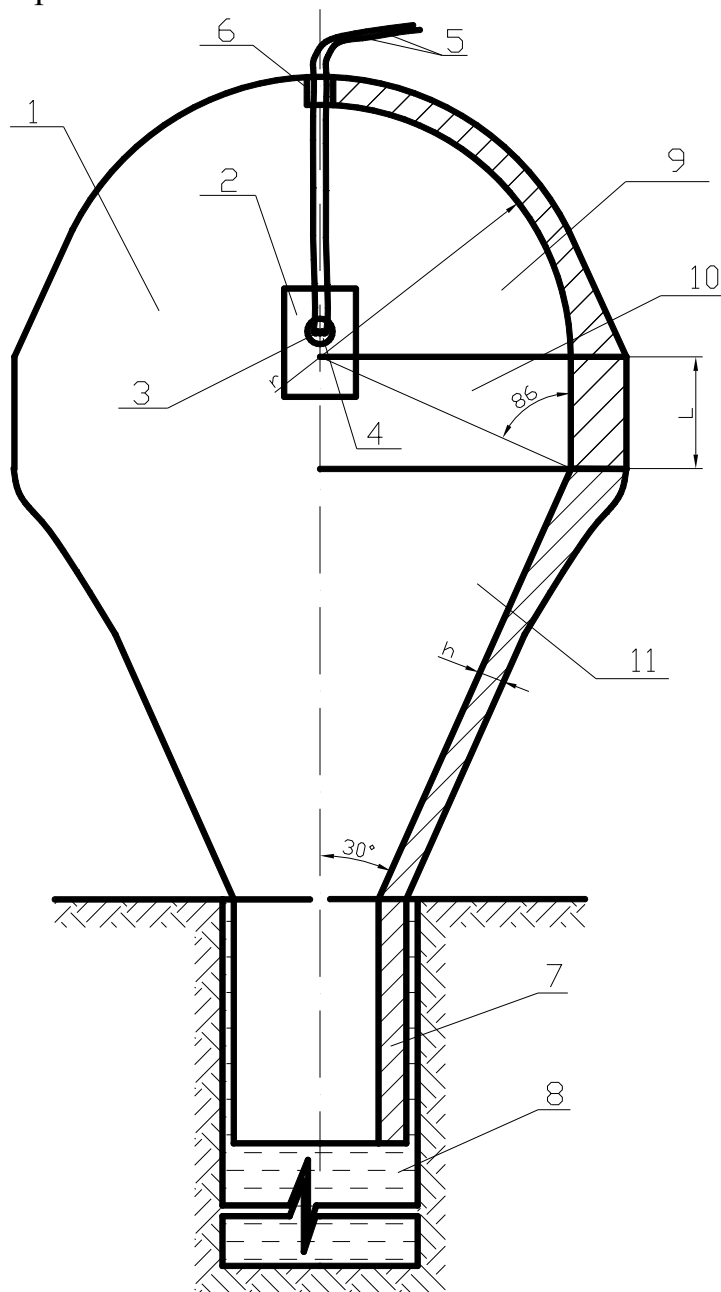


Рис. 1. Загальний вигляд установки для блочного відділення каменю

Установка включає: вибухову камеру 1, внутрішня поверхня якої складається з трьох секцій – верхньої сферичної 9, середньої циліндричної 10, нижньої конічної 11, яка звужується до низу під заданим кутом, в центрі сферичної частини якого розміщений заряд 2 із спіраллю розжарення 3, покритою екзоте-

рмічною сумішшю 4. Проводи 5 від спіралі виведено через отвір у верхній частині камери 6. Циліндричний патрубок газодинамічного пристрою 7 встановлюється в шпур 8, заповнений водою.

Робота газодинамічного пристрою полягає в тому, що заряд 2 розміщується в геометричному центрі верхнього сферичного відсіку вибухової камери 1, в заряд занурені кінці електричних проводів 6 із спіраллю розжарення 3, покритою екзотермічною сумішшю 4. За внутрішньою будовою вибухової камери 1, що складається з трьох секцій – верхньої сферичної 9, середньої циліндричної 10, нижньої конічної 11, яка звужується до низу під заданим кутом, газодинамічного пристрою після вибуху заряду 2 ударна хвиля та газовий потік при дотриманні кута повного внутрішнього відбиття для сталі спрямовується в циліндричний патрубок 7 і далі в шпур 8, заповнений водою.

Перевагами газодинамічного пристрою є в першу чергу відсутність залежності технології відбивання блочного каменю від діаметра шпура та скорочення витрат вибухової речовини.

Однак і в рамках кожної обраної для виконання робіт вибухової речовини важливим є не лише її критичний діаметр, але й загальна маса заряду в газодинамічному пристрої, яка визначатиме тиск в зарядній камері та в шпурі, необхідний для створення відповідного динамічного навантаження на бічну поверхню шпура у заданому напрямку.

Отже, оскільки завдання газодинамічного пристрою орієнтоване на створення необхідного рівня зусиль, що залежить від міцнісних характеристик руйнованого масиву, то цей показник і визначатиме масу заряду в зарядній камері, що має обмежений об'єм. Об'єм камери, з одного боку, повинен забезпечити розміщення потрібної маси заряду, а з другого боку, не набагато перевищувати об'єм заряду ВР, оскільки це призведе до зниження тиску продуктів розкладу через зменшення щільності заряджання.

Таки чином, при доборі типу ВР і величини заряду потрібно виходити з узгодження вище описаних факторів. Нижче наведено результати розрахунків, що мають дати уявлення про технологічне значення цих факторів.

Тиск газів вибуху в зарядній камері можна визначити за рівнянням Ван дер Ваальса.

$$P = \frac{RT}{V - \alpha} = \frac{P_0 \cdot V'_0 \cdot T}{(V - \alpha) \cdot 273}, \quad (1)$$

де V – об'єм зарядної камери, дм^3 ; α – коволюм газів вибуху, який розраховують, користуючись емпіричним співвідношенням $\alpha = 0,001 \cdot V'_0$; V'_0 – об'єм газів вибуху 1 кг ВР за нормальних умов, дм^3 ; T – температура вибуху, $^\circ\text{K}$; P_0 – нормальний атмосферний тиск, рівний 0,1 МПа;

Об'єм зарядної камери можна визначити через щільність заряджання:

$$\Delta_3 = \frac{Q}{V}, \quad (2)$$

де Q – маса заряду, кг.

Якщо прийняти масу заряду за 1 кг, то $\Delta_3 = \frac{1}{V}$ або $V = \frac{Q}{\Delta_3}$. Підставляючи цей вираз в формулу (1), отримаємо рівняння тиску газів у вигляді:

$$P = \frac{P_0 \cdot V'_0 \cdot T}{\left(\frac{1}{\Delta_3} - \alpha\right) \cdot 273} \quad (3)$$

Після нескладних математичних перетворень формула (3) буде мати вигляд:

$$\frac{1}{\Delta_3} = \frac{P_0 \cdot V'_0 \cdot T}{273 \cdot P} + \alpha \quad (4)$$

Підставляючи у формулу (4) щільність заряджання (2), можна визначити необхідну масу заряду для створення потрібного нам тиску в зарядній порожнині:

$$Q = \frac{273 \cdot V \cdot P}{P_0 \cdot V'_0 \cdot T + 273 \cdot \alpha \cdot P} \quad (5)$$

Дані та результати розрахунків наведені в таблиці 1.

Таблица 1

Результати розрахунків необхідної кількості ВР

Вибухова речовина	Об'єм газів, V'_0 , л/кг	Температура вибуху, T , °К	α	Об'єм зарядної камери, V , дм ³ .	Необхідна кількість ВР, Q , г, відповідно при тиску P , МПа.		
					10	15	20
Амоніт №6ЖВ	895	2600	0,895	1,4	16	24	32
				1,6	19	28	37
				1,8	21	31	41
				2,1	24	36	48
Димний порох	260	2600	0,26	1,4	56	83	111
				1,6	64	95	127
				1,8	72	107	142
				2,1	84	125	166
Заряд на основі А –ІХ – 1	600	3000	0,6	1,4	21	31	42
				1,6	24	36	48
				1,8	27	40	54
				2,1	32	47	63
Заряд на основі А –ІХ – 2	319	2425	0,319	1,4	49	73	97
				1,6	56	83	110
				1,8	63	94	124
				2,1	73	109	145

Порівняння наведених даних свідчить про те, що пропоновані вибухові суміші на основі конверсійних матеріалів здатні конкурувати з традиційними ВР за детонаційними, технологічними та економічними показниками, взятими в комплексі. Мається на увазі наступне.

Амоніт №6ЖВ технологічно задовольняє вимогам його використання безпосередньо в шпурі завдяки малому критичному діаметрові, однак при цьому має такі недоліки, як висока швидкість детонації (4500м/с), що ускладнює умову ощадливого відділення монолітів, та достатньо високу вартість. Димний порох практично задовольняє умові ощадливого руйнування, але через низьку енергетику розкладу потребує значно більших витрат ВР на певний об'єм роботи. В той же час пропоновані суміші, маючи прийнятний критичний діаметр, менший від діаметра шпура, забезпечують потрібний рівень тиску в зарядній камері при менших витратах ВР порівняно з димним порохом. Однак більш об'єктивну оцінку ефективності розглянутих ВР при їх використанні в умовах ощадливого руйнування можна дати за умови комплексної оцінки загальних витрат ВР при створенні площинної зони руйнування через показник питомої вартості одиниці енергії, генерованої кожною з порівнюваних ВР.

Висновки

1. Використання газодинамічного пристрою при відділенні монолітного каменю дозволяє скоротити витрати ВР і застосовувати низькошвидкісні ВР з послабленими вимогами до критичного діаметра.

2. Пропоновані вибухові суміші на основі конверсійних матеріалів придатні для застосування в запропонованому газодинамічному пристрої, причому вони конкурентоспроможні з традиційними ВР за детонаційними, технологічними та економічними показниками, взятими в комплексі.

3. Однак, при доборі сумішевих низькошвидкісних ВР, тип і величину заряду ВР слід узгоджувати з об'ємом камери газодинамічного пристрою для м'якого відділення моноліту.

Список літератури

1. *Кравець В.Г.* Розвиток комбінованого методу відділення монолітів від масиву гірських порід / В.Г. Кравець, К.К. Ткачук, А.Л. Ган, Т.В. Гребенюк, О.М. Цьохла // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2010. – Вип. 19. – С. 69 – 78.
2. Пат. 29481 Україна. МПК Е 21 С 37/00. Газоструминний пристрій для руйнування блокових масивів / В.Г. Кравець, П.З. Луговий, А.Л. Ган, Є.А. Загоруйко, З. Барановський, О.П. Толкач.; заявник і власник НТУУ «КПІ». – № u200711230; заяв. 10.10.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. №1.
3. *Кравець В.Г.* Вибір енергетично оптимальних рецептур вибухових сумішей на основі утилізованих вибухових речовин / В.Г. Кравець, А.Л. Ган, А. Воєводка, А.А. Желтоножко // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2008. – Вип. 16. – С. 48–53.
4. *Кравець В.Г.* Утилізовані ВР, як складові вибухових сумішей для обережного підривання / В.Г. Кравець, А.А. Желтоножко, А.Л. Ган // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць. – 2008. – Вип. 21. – С. 52–54.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Собком Б.Ю.
Надійшла до редакції 17.05.2013*