

## ЗАСІБ ЗНИЖЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ НЕБЕЗПЕЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ЛЮДИНУ ВІД ВЕЛИКОМАСШТАБНИХ МАСОВИХ ВИБУХІВ НА КАР'ЄРАХ УКРАЇНИ

*У статті проаналізовано результати досліджень впливу небезпечних чинників на стан довкілля і здоров'я людей під час вибухового руйнування міцних гірських порід на кар'єрах України. Наведено ефективні заходи попередження та скорочення викидів пилу та шкідливих газів CO, NO<sub>2</sub> в містах і селищах, розташованих поблизу гірничовидобувних підприємств Донецько-Придніпровського регіону. Запропоновано також нову технологію попереднього вибухового зневоднення свердловин донними зарядами із одночасним зрошенням бурового пилу на блоці та створення умов для використання в зневоднених свердловинах неводостійких і частково-водостійких екологічно безпечних вибухових речовин (ВР), а саме – ігданіту, грамоніту ГС згідно з ТУ. Впровадження запропонованої технології дозволяє глобально впливати на стан довкілля та здоров'я мешканців за рахунок зниження кількості викиду в регіоні токсичних газів на 26,37 млн. л<sup>3</sup> при вибуховому відбою – 1,396 млн. м<sup>3</sup> обводнених гірських порід.*

Застосування енергії хімічних вибухових речовин (ВР) є універсальним та найбільш економічним способом руйнування міцних гірських порід. Вибухові роботи як початкова ланка в технологічному ланцюжку видобування корисних копалин визначає такі процеси: екскавацію, транспортування та подрібнювання на збагачувальній фабриці [1]. Широко застосовуються вибухові технології під час прокладання автошляхів і залізниць, нафто- і газопроводів, тунелів і гірничих виробок, особливо у важкодоступній для техніки місцевості. Крім того, дедалі частіше їх використовують під час зварювання і різки металів, зміцнюванні деталей машин, перфорації нафтових свердловин, вибухового зневоднення свердловин і навіть гасінні пожеж тощо.

Однак поблажливе ставлення до негативних складових технології із застосуванням вибуху останнім часом зникає. Відомо, що вибух на є джерелом потужного викиду в атмосферу токсичних газів та пилу, а на кар'єрах великих гірничозбагачувальних комбінатів України щорічно відбувається від 24 до 48 серійних вибухів.

При середній продуктивності кожного з них у 300 – 800 тис. м<sup>3</sup> гірської маси, обсяг пилогазової хмари, яка викидається в атмосферу, досягає 10–15 тис. м<sup>3</sup>, де концентрація пилу становить 700 – 4150 кг/м<sup>3</sup> [2].

Вміст CO та NO<sub>2</sub> в пробах повітря, із пилогазової хмари в сотні разів перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК), що суттєво забруднює атмосферу. Зі збільшенням глибини

кар'єрів питомі витрати ВР нині в багатьох випадках сягають – 1,0–1,3 кг/м<sup>3</sup>, а загальні витрати ВР лише на кар'єрах Кривбасу досягають 80 тис. т щорічно.

Крім того, заряджання обводнених свердловин за теперішніми технологіями через чи під стовп води із 72–120-годинною затримкою серійного вибуху супроводжується частковим розчиненням вибухових речовин прямо в свердловинах.

Якщо води буде надходити до свердловини лише 10 %, то це буде означати, що із свердловин виноситиметься 500–1500 кг аміачної селітри за годину. На практиці занурення колонки заряду становить 1,5–2,0 м, що дорівнює 66–88 кг ВР на одну свердловину чи 12,5–16,6% загальної маси ВР. Звідси випливає, що лише в кар'єрах Кривбасу в середньому щорічно розчиняється 11,6 тис. т вибухових речовин.

Якщо оцінювати забруднення атмосфери, то слід зважити, що при вибуху 1 кг гранулотолу (троїтилу) в атмосферу виділяється близько 800 л газу, з яких понад 40 % є токсичними, зокрема це оксиди нітрогену та карбону. Оксиди нітрогену в атмосфері реагують з водою і випадають у вигляді кислотного дощу.

Оксид карбону (CO) зв'язує гемоглобін, порушує тканинне дихання та зменшує споживання кисню, впливає на вуглеводний обмін, підвищує рівень цукру в крові. Під час хронічних отруєнь спостерігаються тяжкі захворювання серцево-судинних систем. Небезпека від використання ВР у кар'єрах загрожує не лише персо-

налу, який виконує вибухові роботи, але і населенню міст та селищ, розташованих поблизу гірничо-видобувних підприємств Донецько-Придніпровського регіону [3].

Якщо за сучасних умов неможливо відмовитися від існуючої технології руйнування міцних гірських порід із застосуванням вибухових речовин, то сьогодні важливо зосередитись на суттєвому зменшенні обсягу викидів небезпечних газів та пилу в атмосферу, нітратів у воду тощо. Тому вдосконалення технології вибухового відбою гірських порід на кар'єрах, спрямоване у тому числі на зменшення викидів у довкілля, є актуальним завданням.

Основним напрямом у вирішенні цієї проблеми повинен стати перехід на широкомасштабне використання найпростіших ВР з нульовим (чи близьким до нульового) кисневим балансом, які мають мінімальний викид шкідливих газів. На даному етапі це можуть бути ВР типу ігданіта, а в перспективі – з залученням до 20 % емульсійних добавок. Ми вивчили наявні матеріали щодо суто технологічних прийомів та практичного використання ВР такого типу [4] з метою визначити наслідки саме екологічного характеру. Перерахуємо деякі з них:

- Запровадження подвоєних і високих уступів (висотою до 30 м), що дозволяє знизити концентрацію пилу у викидах з 3700 до 1700 кг/м<sup>3</sup>, а висоту підняття пилогазової хмари зменшити в 1,25 рази.
- Висадження на неприбрану гірську масу (підпірну стінку з раніше зруйнованої гірської породи), що при висоті стінки 20–30 м різко знижує пиловиділення.
- Застосування для забивання свердловин гідрогелю, який готується з водного розчину рідкого скла (6–8%) та водного розчину аміачної селітри (3–4 %), що дозволяє зменшити концентрацію пилу в пилогазовій хмарі на 34–53 %, а концентрацію шкідливих газів скоротити майже в два рази.
- Застосування та правильне заряджання найпростіших ВР типу ігданіт, грануліт та ін. з нульовим та близьким до нього кисневим балансом, що сприяє зниженню шкідливих газів під час вибухів в 2–4 рази до гранично допустимих концентрацій.

Ми вважаємо, що позитивних результатів можна досягти і шляхом застосування організаційних заходів. Наприклад, перенесення часу вибуху на період максимальної вітрової активності (для кар'єрів Кривбасу – на 12–13 годину) скорочує час відновлення первинного складу повітря над сусіднім з кар'єром населеним пунктом на 15–20 %. Розроблений Національним НДІ промислової безпеки та охорони праці контроль і моніторинг пилогазової хмари після вибухів

методом відеозйомки дозволяє визначати не тільки параметри пилогазової хмари, а й обсяг оксидів нітрогену.

Обмежити інтенсивність пилогазовикидів можуть також інженерно-технічні заходи. Прикладами можуть слугувати варіанти зовнішнього, внутрішнього та комбінованого гідрозабивання. Зовнішнє гідрозабивання являє собою поліетиленовий рукав діаметром до 1 м, що розміщується між рядами свердловин. Внутрішнє гідрозабивання – поліетиленовий рукав, що перевищує на 15 мм діаметр свердловини і знаходиться всередині неї. Ефективність зовнішнього гідрозабивання досягає 53 % (при питомих витратах води – 1,38 л/м<sup>3</sup> гірської маси), внутрішнього – до 83 % (1,04 л/м<sup>3</sup>). Недоліками цього способу є пошкодження поліетиленових рукавів, оскільки їх товщина дорівнює 0,2 мм, потреба в поливальних машинах з гідронасосом, ускладнення комутації вибухової мережі при використанні зовнішнього забивання. Ще одним заходом, що дозволяє знизити потрапляння пилу в атмосферу в 3–5 разів, є покривання штучним снігом блоку, який готується до висадження і прилеглої території із розрахунку 8–13 кг на 1 м<sup>2</sup> площі. Нарешті, можна зменшити розмір пилогазової хмари в 1,5–1,7 разів шляхом зрошення зони випадіння пилу з пилогазової хмари водою чи водним розчином спирто-сульфідної барди концентрацією 0,05–1,0 % із розрахунку 10 л на 1 м<sup>2</sup> за допомогою поливальних машин на базі БелА3-548А.

Аналіз існуючих шляхів зниження пилогазовиділення показує, що найбільш ефективними з них є використання таких ВР, як ігданіт, грануліт тощо, що дозволяє зменшити викиди токсичних газів в 2–4 рази, та зрошення пилу на блоці водою із розрахунку 10 л/м<sup>2</sup>. Але обидва методи мають і свої недоліки: таким недоліком першого заходу є недоцільність застосування в обводнених умовах, а зрошення вимагає дорогої спецтехніки.

Як гідна альтернатива існуючим шляхам зменшення забруднення довкілля при використанні технології вибухів нами пропонується модернізація відбійки міцних гірських порід вибухом із застосуванням неводостійких найпростіших ВР, що усуває перешкоди, які виникають при проведенні вибухових робіт у водонасичених горизонтах.

Новизна запропонованої технології полягає у попередньому зневодненні обводнених свердловин вибухом донних прострілювальних зарядів та одночасним підвищенням герметичності свердловин за рахунок збільшення тампонажної дільниці навколо неї. Описуємо послідовність операцій нової технології, яка вимагає складання попереднього проекту на мікробибух зі зневодненням свердловин.

На першому етапі на робочий майданчик доставляють заливальну машину з гідрогелем (ЗМГ). В день виробництва мікровибуху на блок в ємності доставляють та послідовно вводять в обводнені свердловини кислу смолку сульфатного відділення із розрахунку 4,3–5,1 г/л води в свердловині. Потім в забої цих свердловин розташовують донні заряди конструкції 2–3 шашки Т–400Г на нитках детонувального шнуру ДШЕ-12(ДША), що попередньо були виготовлені на дільниці підготовки масового вибуху. Довжина нитки ДШ відповідає глибині свердловини плюс 0,5 м. Заряди комутують і підривають.

Під час вибухового зневоднення вода зі свердловини вилітає, а кисла смолка від вибуху і температури, близькій до 900 °С, перетворюється на легкі потоки кам'яновугільної смоли та проникає під великим тиском у тріщини, кольматує їх та забезпечує надійний тампонаж свердловин.

Вода, що вилітає зі свердловин, розпилюється в повітрі і добре зрошує поверхню блоку. Важливо, що керувати повітряно-водяною завісою можливо не лише з урахуванням напрямку вітру, але й змінюючи чергу ініціювання рядів свердловин і секцій блоку.

Об'єм води ( $V_B$ ), що викидається з однієї свердловини, розраховується за формулою:

$$V_B = (K_{\Pi} \cdot \Pi \cdot D_{\text{св}} \cdot h_B) / 4, \text{ м}^3, \quad (1)$$

де  $K_{\Pi}$  – коефіцієнт, що враховує втрати води внаслідок її випарювання ( $K_{\Pi} = 0,8–0,85$ );  $D_{\text{св}}$  – діаметр свердловини, м;  $h_B$  – висота стовпа води у свердловині, м.

Використання наведеної формули дозволяє визначити об'єм та питомі витрати води, що викидаються з однієї свердловини на блок залежно від діаметра свердловини і висоти стовпа води (табл. 1). Чарунка сітки розташування свердловин на блоці під час їх пристрілювання даними зарядами на кар'єрах, як правило, становить 6×6 м.

Як свідчать дані, наведені у таблиці 1, зневоднення свердловин прострілюванням донних зарядів забезпечує надійне зрошення повітряно-водяною завісою дрібних часток пилу на блоці. Наприклад, питомі витрати води для свердловин

із середньою висотою стовпа води  $h_B = 7$  м при  $D_{\text{св}} = 0,25$  м становлять 8,6 л/м<sup>2</sup>, а при  $D_{\text{св}} = 0,32$  м – 14 л/м<sup>2</sup>, що дозволяє під час проведення масового вибуху зменшити пиловиділення в 2,0–2,5 рази і знизити висоту підняття пилогозової хмари на 45–50 %.

За цією технологією під час підготовки масових вибухів зневоднено 1787 свердловин у різних кар'єрах України, що дозволило замінити 329 тонн токсичного гранулолиту на екологічні і більш безпечніші ігданіт та грамоніт 79/21 і, як наслідок, знизити об'єми викинутих токсичних газів (у перерахунку на карбондioxid) на 25,37 млн. л при вибуховому відбою 1,396 млн. м<sup>3</sup> обводнених гірських порід. Та головне, зневоднення свердловин донними зарядами дозволило скоротити термін підготовки масових вибухів з 72–120 годин до 8–24 години і, як наслідок, попередити розчинення аміачно-селітрових ВР в межах 66–88 кг (на одну свердловину це – 12,5–16,6 %)

Таким чином, впровадження запропонованої технології дозволило одночасно запобігти розчиненню вибухових речовин та забрудненню підземних поверхових кар'єрних вод. Лише за період впровадження кількість ВР, що не потрапили до водних горизонтів була:

$$\Sigma R_{\text{сум}} = Q_{\text{вр}} \times \beta, \quad (2)$$

де  $Q_{\text{вр}}$  – загальна кількість ВР, яка була використана під час впровадження нової технології відбою з попереднім зневодненням свердловин  $Q_{\text{вр}} = 329000$  кг;  $\beta$  – середній коефіцієнт, що враховує розчинення ВР і дорівнює  $(0,125+0,166)/2 + 0,1455$ .

За вищенаведеною формулою (2) усунута від розчинення підземними водами така кількість ВР:

$$\Sigma R_{\text{сум}} = 329000 \times 0,1455 = 47869,5 \text{ кг}$$

Про перспективність запропонованої технології свідчить і передовий досвід США, де загальні витрати екологічно чистіших ВР типу AN-FO (вітчизняний аналог ігданіт) становлять на сьогодні близько 95 % за рахунок обов'язкового попереднього зневоднення всіх свердловин [5]. Таке відповідальне ставлення до довкілля і

Таблиця 1. Результати розрахунків об'ємів води на свердловину ( $V_B$ ) і питомих витрат води ( $\gamma_B$ ), що викидається з однієї свердловини на блок під час попереднього вибухового осушення свердловин

Діаметр свердловини $D_{\text{св}}$ , м	Висота стовпа води у свердловині $h_B$ , м									
	3		5		7		10		15	
	$V_B$ , л	$\gamma_B$ , л/м <sup>2</sup>	$V_B$ , л	$\gamma_B$ , л/м <sup>2</sup>	$V_B$ , л	$\gamma_B$ , л/м <sup>2</sup>	$V_B$ , л	$\gamma_B$ , л/м <sup>2</sup>	$V_B$ , л	$\gamma_B$ , л/м <sup>2</sup>
0,2	85,1	2,4	141,8	3,9	198,5	5,5	283,5	7,9	425,3	11,8
0,25	132,3	3,6	220,5	6,1	308,7	8,6	441,0	12,3	661,5	18,3
0,32	216,0	6,0	360,0	10,0	504,0	14,0	720,0	20,0	1080,0	30,0

клімату призвело до того, що забруднення підземних вод і одного квадратного метра землі в США в 6,5 разів менше, ніж в Україні.

Таким чином, найбільш ефективним засобом попередження чи суттєвого зменшення у Донецько-Придніпровському регіоні впливу небезпечних антропогенних чинників, а саме зменшення викиду пилу та шкідливих токсичних газів CO, NO<sub>2</sub> в атмосферу на 25,37 млн. л та

практично усунення розчинення 47,8 т аміачно-селітряних ВР підземними кар'єрними водами під час вибухового відбою обводнених гірських порід є технологія з попереднім вибуховим зневодненням свердловин донними зарядами, а її широке запровадження дозволить суттєво покращити стан здоров'я населення в гірничо-видобувних регіонах і частково упередити процес забруднення водних запасів цього регіону.

1. Поплавський В. А. Фізико-технічні аспекти безпеки вибухових робіт на відкритих гірничих роботах / В. А. Поплавський. – К.: ННДІОП, 2006. – 116 с.
2. Ефремов Э.И. Охрана окружающей среды при взрывной отбойке горной массы на карьерах // Безопасность труда в промышленности / Э. И. Ефремов. – М.: 1996. – №2. – С. 8–10.
3. Хилько М. І. Екологічна політика / М. І. Хилько. – К.: Абрикос, 1999. – 363 с.
4. Кривцов М. В. Борьба с пылом і шкідливими газами під час підготовки та проведенні масових вибухів у кар'єрах / М. В. Кривцов, А. П. Пашков, Н. С. Мирошніченко // Проблеми охорони праці в Україні. Зб. наук. праць. – К.: ННДІОП, 2002. – Вип. 6. – С. 28–34
5. Ісасєв С. Д. Масштабні хімічні забруднення підземних вод на кар'єрах України: Матеріали сьомої Міжнародної науково-методичної конференції «Безпека життєдіяльності людини – освіта, наука, практика» (20–21 березня 2008р.) / С. Д. Ісасєв, А. П. Пашков. – Миколаїв: Національний університет кораблебудування, 2008. – С. 212–213.

*Isaev S., Pashkov A.*

### **THE WAY OF REDUCING THE PROBABILITY OF THE DANGEROUS PREASSURE ON THE ENVIRONMENT OF THE HUMANS FROM MASS EXPLOSIONS ON QUARRIES OF UKRAINE**

*In the article the analysed results of researches of influencing of dangerous factors are on a climate and health of people during explosive destruction of strong mountain breeds on quarry of Ukraine. The effective measures of warning and reductions of the troop landings of dust and harmful gases of CO are resulted, NO<sub>2</sub> in cities and settlements mountine-extractive enterprises of Donecko-Pridniprovsky region located nearby. New technology of previous explosive dehydration of mining holes is offered also by the ground charges and simultaneous boring dust on a block and creation of terms for the use in the dehydrated mining holes of waterproof and semi-waterproof ecologically safe explosives(SR), namely igdanit and gramonit of GS to in obedience to TU. Introduction of the offered technology allows globally to influence on changing of climate due to the decline of harmful gases on 26.37 million l at explosion– 1.396 million m<sup>3</sup> of watery mountain breeds.*