

УДК 502(075.8): 622.235

А. П. ПАШКОВ, канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Києво-Могилянська академія»

Л. А. НАПАДОВСЬКА, канд. екон. наук., доцент

Київський національний торговельно-економічний університет

## ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ РУЙНУВАННЯ МІЦНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД З ПОПЕРЕДНІМ ЗНЕВОДНЕННЯМ СВЕРДЛОВИН НА КАР'ЄРАХ В МЕЖАХ МІСТ-МЕГАПОЛІСІВ УКРАЇНИ

*На основі проведених досліджень запропонована нова інноваційна природоохоронна технологія відбійки обводнених гірських масивів під час розробки родовищ відкритим способом. Встановлено, що ефективність відбійки найбільша за умов обов'язкового попереднього зневоднення свердловин донними мікрозарядами; обсяги розчинення вибухівки скорочується в 2-2,5 рази, зменшення собівартості відбійки до 30 %.*

**Ключові слова:** інновації, вибухові речовини, донні заряди, екологічна безпека, ефективність, зневоднення.

*На основании проведенных исследований предложена новая инновационная технология отбойки обводненных горных массивов во время разработки месторождений открытым способом. Установлено, что эффективность отбойки наибольшая при условии обязательного предварительного осушения скважин донными микрозарядами; объем растворения взрывчатки сокращается в 2—2,5 раза и уменьшается себестоимость отбойки до 30 %.*

**Ключевые слова:** инновации, взрывные вещества, донные заряды, экологическая безопасность, эффективность, осушение.

*A new innovative of breaking drowned mountain ranges is based on these studies technology during the mining open pit. It was established that the effectiveness of breaking the largest of the conditions of compulsory pre-dehydration boreholes bottom microcharges; the volume of solution explosive reduced to 2—2,5 times and reducing the cost of breaking up to 30 %.*

**Keywords:** innovation, explosive substances, and bottom charges, environmental safety, efficiency, drainage.

Швидкі темпи економічного розвитку країн, що розвиваються, приводять до зниження рівня бідності і повільно зменшують розрив у доходах порівняно з розвинутими країнами. Але коли економічні і соціальні інститути систематично надають перевагу інтересам можновладців, що мають у розпорядженні більше ресурсів, економіка не буде ефективною, втрачаючи інвестиційні та інноваційні можливості. Проте швидке економічне зростання як України, так і кожної особистості на сьогодні можливе за рахунок впровадження ефективних та екобезпечних інноваційних технологій на прикладі гірничовидобувної галузі.

Застосування енергії хімічних вибухових речовин (ВР) залишається єдиним універсальним і найбільш економічним способом руйнування міцних гірських порід. Проте успішність використання ВР, зважаючи на специфічність їх властивостей, неможлива без усунення чи мінімізації забруднення навколишнього середовища та гарантування безпечних умов праці на всіх стадіях поводження з ними.

Сучасний стан вибухових робіт на відкритих гірничих розробках України характеризується досить великою обводненістю свердловин на кар'єрах (від 60 до 90 %) та широким застосуванням аміачно-селітрових ВР, у тому числі й місцевого приготування. Така обставина вимагає забезпечення фізико-хімічної стабільності ВР, надійності ініціювання, стійкості детонації свердловинних зарядів та економічних наслідків вибуху. Практика свідчить, що розроблення та використання сумішевих ВР на основі аміачної селітри (АС) — реальний шлях задоволення потреб гірничовибухових технологій. Найбільш ефективними та економічними представниками таких ВР в Україні є грануліти та ігданіти (закордонний аналог — AN-FO, обсяги яких тільки в США досягли 95 %).

Відомо що, застосування екологічних ВР в обводнених умовах на кар'єрах відбувається завдяки трьом основним напрямкам:

- а) упакування зарядів у водоізолюючі (поліетиленові) оболонки;
- б) застосування емульсійних ВР;
- в) додавання в міжгранульний простір ВР добавки емульсій до 20 %.

Кожне з наведених технологічних рішень у зіставленні виявляє свої переваги та недоліки. Залежно від ступеня та характеру обводненості використовують ту чи іншу технологію. Особливістю першого напрямку — зарядження в поліетиленові рукава через стовп води та третього — заповнення міжгранульного простору ВР емульсією, як правило, під стовп води — є зниження продуктивності зарядження приблизно вчетверо. Підготовка таких масових вибухів в обводнених умовах триває 3—5 діб, а зменшення колонки заряду за цей

час складає 1,5—2,0 м і, як наслідок, розчинення ВР разом з ущільненням досягає 66-88 кг на одну свердловину. Для масового вибуху в 500 свердловин для кар'єрів Полтавського ГЗК та Кривбасу розчинення ВР може досягти 33-44 тонн. Ця технологія не виключає пошкодження герметичності поліетиленових рукавів.

Упровадження останніми роками емульсійних ВР принципово змінило техніку й технологію вибухової підготовки гірської маси на кар'єрах. Проте проблеми економіки та забруднення довкілля залишилися.

На сьогодні в Україні розроблені такі емульсійні ВР: україніт, емульхім, пауергель, анемікс, ЕРА. Вони мають ряд безумовних переваг відносно чутливості до механічного та теплового впливу й підвищеної водостійкості. Проте це багатокомпонентні системи, якісне виготовлення яких є складним процесом. Майже всі емульсійні ВР виготовляються в умовах підвищених та високих температур, а деякі з них є потенційно вибухонебезпечними. До останніх слід віднести перекачування, а також сенсibiliзацію емульсії та нагнітання емульсійних ВР у свердловини. Зарядження емульсійних ВР в Україні продовжує здійснюватись під стовп води за допомогою гнучких шлангів діаметром 70—80 мм під тиском до 6 атм. Це призводить до підняття та флегматизації заряду водою і буровим шламом, який осів у свердловині висотою 0,7—1,5 м, та у зваженому стані 2,5—5,0 м і наявний на поверхні свердловини — близько 15 мм. Крім того, емульсійні ВР нагнітаються до 30 % у тріщини, що згодом розчиняються водою, а це вимагає збільшення питомих витрат ВР до 1,3 кг/м<sup>3</sup>. Нерідко відмови таких ВР.

Тому відомо [1, 2], що для повноцінного застосування навіть емульсійних ВР зарядні свердловини слід обов'язково зневоднювати.

Часткове підвищення ефективності наведених технологій, як правило, здійснюється за рахунок попереднього (до заряджання) осушення масиву порід. Схеми контурного осушення доцільно застосувати на великих кар'єрах для запобігання їх затоплення, проте більша частина підземних вод (70—80 %) просочується в кар'єр через блоки порід до зумпфу, звідки відкачують воду на поверхню до 1200 м<sup>3</sup>/годину.

**Дослідження.** Найпоширенішими й ефективними є механічні та вибухові способи осушення свердловин перед їх зарядження. До механічних способів належать: відкачування води зі свердловин насосами й зневоднювальними установками типу МО-1, УОС-1,2 та інші.

Більш висока продуктивність зневоднення досягається під час застосування вибухового осушення свердловин за допомогою донних зарядів - до 100 свердловин за годину двома підривниками (проти

25—50 свердловин за зміну однією зневоднювальною машиною). До того ж в Україні випуск зневоднювальних машин відсутній.

На Кенгісепському фосфоритовому комбінаті (Росія) впродовж 15 років усі обводнені свердловини заряджають тільки після їх зневоднення донними зарядами з амоніту № 6 ЖВ типу Т-19 масою 3 кг. Науково досліджено, що ефективність зневоднення донними зарядами доведена і в Україні на залізорудному кар'єрі Ігулецького ГЗК Дніпропетровської області, Докучаєвського флюсодоломітному кар'єрі та Кальчицькому і Маріупольському будівельних кар'єра на Донеччині [3].

Свердловини зневоднювались «на викид» за допомогою 3—5 тротильових шашок Т-400Г, кількість яких залежить від висоти стовпа води у свердловинах. Шашки у свердловинах розташовувалися на 1-2 нитках детонувального шнура. Вода, що викидалася зі свердловини, розпилювалась і повітрі й досить добре зрошувала поверхню блоку. Керувати повітряно-водяною завією можливо не тільки з урахуванням напрямку вітру, але й черговістю ініціювання рядів свердловин (секцій). Розрахунками встановлено обсяг води, що викидається з однієї свердловини із середньою висотою стовпа  $h_b = 7$  м при  $d_{ce} = 0,25$  м, складали  $8,6$  л/м<sup>2</sup>, а при висоті стовпа води 10 м і 15 м відповідно  $12,3$  л/м<sup>2</sup> та  $18,3$  л/м<sup>2</sup>. Проведення цього заходу під час масового вибуху дозволило знизити пилогазовиділення в 2,0-2,5 рази, а висоти підйому пилогазової хмари в 1,6-1,7 рази.

Дослідження середньої глибини свердловини після вибухового зневоднення наведено на рис. 1. Характер змін висоти пилогазової хмари у часі наведено на рис. 2.

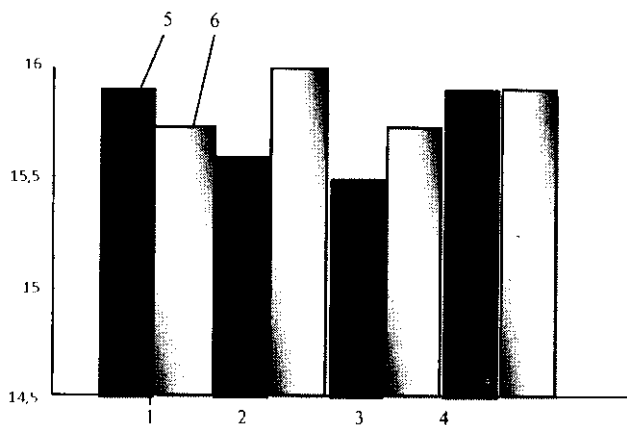
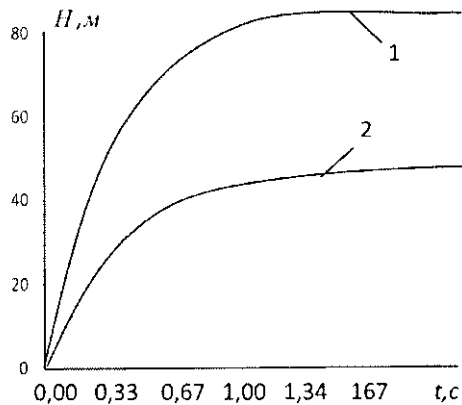


Рис. 1. Зміна середньої глибини свердловини при її вибуховому зневодненні:

1, 2, 3, 4 — ряди свердловин; 5 — до вибуху свердловин;  
6 — після вибуху донних зарядів та зневодненні свердловин



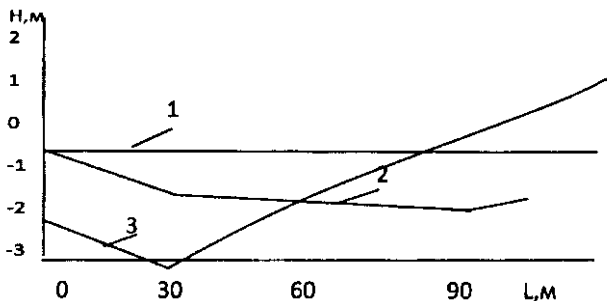
**Рис. 2.** Залежність висоти підйому пило-газової хмари від часу на контрольній (1) й експериментальній (2) ділянках, зрошуваних повітряно-водяною завісою, в результаті викиду води донними зарядами

Така інноваційна технологія ведення вибухових робіт з попереднім зневодненням свердловин донними зарядами в кар'єрах дозволяє:

- а) забезпечити стовідсотково зневоднення свердловин;
- б) усунути «пробки» із ВР;
- в) забезпечити застосування екологічно більш безпечних АСВР;
- г) скоротити термін підготовки масових вибухів з 3-5 діб до 8-36 год;

д) суттєво зменшити викиди шкідливих газів, та усунути розчинення ВР до 30 %, а собівартість робіт зменшити на 30-50 %

Характер зміни якості проробки підшови уступу під час досліджень наведений на рис. 3.



**Рис. 3.** Якість проробки підшови уступу

- 1 - проективна підшовка уступу; 2 - підшовка уступу на експериментальній ділянці з попереднім пристрілюванням та зневодненням свердловин;
- 3 — підшовка уступу на контрольній ділянці;
- L — відстань між макшрейдерськими відмітками

Заміри інтенсивності сейсмічної дії на опускні колодязі в кар'єрах та штольнях циклічно-поточної технології (ЦПТ), які дорівнюють 24 см/с, переконливо свідчать, що сучасні великомасштабні масові вибухи негативно впливають на споруди ЦПТ, унаслідок того, що фактичні швидкості коливань більш ніж удвічі перевищують допустимі. Тому нова інноваційна технологія, яка передбачає попереднє знеміцнення порід, донними зарядами дозволить підвищити безпеку масових вибухів на кар'єрах, які розташовані в межах міст-мегаполісів.

**Висновки.** Основними шляхами вдосконалення сучасних технологій ведення вибухових робіт під час розробки родовищ відкритим способом із мінімізацією забруднення довкілля є:

1. Обов'язкове попереднє зневоднення свердловин та одночасне їх очищення від бурового шламу.

2. Скорочення терміну підготовки масових вибухів до 8—24 годин усуває розчинення ВР у свердловинах і забруднення підземних вод та зводить їх до мінімуму під час зарядження.

3. Собівартість відбійки міцних обводнених гірських порід зменшується не менше 30 %.

4. Підвищення сейсмічної безпеки досягається вибуховим знеміцненням донних зарядів, що дуже важливо, коли кар'єри розташовані в межах міст чи поблизу вироблених підземних «порожнин» від підземних робіт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шведова А. Взрывное соперничество // Металл. Бюллетень. Украина, 2007. - № 8(122). - С. 22-26.

2. Ефремов Э. И. Особенности и методы взрывного разрушения обводненных горных пород // Металлургическая и горнорудная промышленность. - Д. : 2010. - № 2. - С. 153-158.

3. Ісаєв С. Д., Пашков А. П., Нападівська Л. А. Охорона навколишнього середовища під час вибухових робіт на кар'єрах в умовах економічної кризи // Безпека життєдіяльності. - К. : Основа, 2009. - № 8. - С. 24-27.