

О.В. Дерев'янку, ст. викл.

Житомирський державний технологічний університет

ОЦІНКА СТАНУ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИБУРО-ВИБУХОВИХ РОБОТАХ В КАР'ЄРАХ БЛОЧНОГО КАМЕНЮ*(Представлено д.т.н., проф. М.Т. Бакка)*

У статті узагальнені й проаналізовані основні причини травматизму при буро-вибухових роботах в каменевидобувній галузі. Розроблено рекомендації щодо запобігання нещасним випадкам і поліпшення умов праці при буро-вибуховому способі добування блоків каменю.

Вступ. Україна, з позиції мінерально-сировинних ресурсів, належить до багатих країн Європи. В її надрах сконцентровані майже невичерпні ресурси дуже цінної мінеральної сировини – природного облицювального каменю, сумарні поклади якого становлять понад 500 млн. м³. В нашій державі розвідано близько 300 родовищ природного облицювального каменю, з яких приблизно 140 експлуатують постійно чи тимчасово. В Україні в даний час діє близько 800 підприємств різних форм власності з видобування і обробки природного облицювального каменю, які щорічно видобувають понад 150 тис. м³ блоків та виготовляють близько 2 млн. м³ облицювальних плит і виробів з каменю.

Широке застосування на каменевидобувних підприємствах Житомирської області знаходить вибуховий спосіб відділення каменю від масиву. Вибухові способи використовують як найбільш дешеве і мобільне джерело енергії, але необхідно звернути увагу на суттєвий недолік цього способу – руйнування і порушення монолітності масиву, створення в камені техногенних тріщин, погіршення декоративності, якості й цілісності як блоків, так і виробів з них. Тому вибухову технологію доцільно застосовувати для родовищ з добре розвиненою тріщинуватістю, особливо при чітко виражених розкритих або заповнених гизенгеритами, глинистими, цементуючими сумішами тріщинах для дрібно- і середньоблочних порід з максимальними окремостями структурних блоків до 4 м³.

Іншим недоліком вибухових способів є постійне забруднення атмосфери. Пил, що утворюється в результаті вибуху, поширюється на значні території при цьому забруднює великі площі земель та зменшує родючість ґрунту. Одночасно цей спосіб видобування є найбільш небезпечним видом робіт, його небезпечність визначається безпосереднім контактом працівників з вибуховими матеріалами, трудомісткістю окремих технологічних операцій з буріння, їх заряджання та підривання, практично відсутні розробки із забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці працівників.

Таким чином, дослідження за даною проблематикою є **актуальними** на каменевидобувних підприємствах з видобутку блочного каменю.

Напрями наукових досліджень у галузі руйнування масивів блочного каменю можна сформулювати так:

- вдосконалення існуючих і розробка нових способів вибухового відділення моноліту від масиву;
- розвиток теорії вибуху в блочних породах, механізму виникнення тріщинуватості при вибуху, способів регулювання направленою дією вибуху;
- розробку нових типів вибухових речовин для каменевидобувної промисловості;
- створення нових видів засобів механізації вибухових робіт;
- зменшення рівня виробничого травматизму при виконанні даних робіт.

Мета роботи дослідити працезахоронні аспекти та основні причини нещасних випадків на каменевидобувних підприємствах при видобуванні блоків з використанням вибухових технологій та надати рекомендації щодо поліпшення умов і безпеки праці.

Матеріал і результати попередніх досліджень. У гірничій справі порох стали застосовувати ще в XVII ст., проте широке використання високоенергетичних матеріалів для видобування корисних копалин розпочалося тільки з появою динаміту – вибухові речовини (ВР) на основі тринітрату гліцерину, змішаного з твердим наповнювачем, таким, як карбонат магнію (близько 130 років тому). Протягом довгого часу гірничовидобувна промисловість була майже єдиним об'єктом мирного використання ВР, і навіть зараз вона є споживачем 80–90 % всіх промислових ВР.

Розвиток теорії вибухових явищ пов'язаний з іменами видатних учених, серед яких Л.Ейлер, Гюгоніо, Д.Чепмен, Е.Жуге, В.Міхельсон, Я.Зельдович, М.Лаврентьєв, Д.Станюкович, Л.Сєдов, Р.Петровські, А.Компанєць, Ф.Баум та ін.

Під постійним контролем досвідчених професіоналів і сьогодні знаходиться процес підвищення рівня промислової безпеки при впровадженні нових вибухових матеріалів, технологій та засобів механізації.

На жаль, порушення вимог безпеки, низька трудова та технологічна дисципліна час від часу призводять до аварій та нещасних випадків на підприємствах, які застосовують вибухові роботи. До того ж ці чинники несуть загрозу не лише працівникам, а й життю, здоров'ю та майну сторонніх людей і тому ця проблема набула особливої актуальності впродовж останніх років у галузі каменевидобувних підприємств.

У зв'язку з цим дослідження з даної проблематики слід вважати пріоритетними, а розробка та теоретичні обґрунтування заходів щодо підвищення безпечних умов таких технологій є дуже необхідною.

Основний матеріал дослідження. Проблема руйнування гірничих масивів була і залишається однією з найважливіших проблем гірничого виробництва. Технічні можливості руйнування гірських порід визначають можливості всього гірничого виробництва і як наслідок – можливості всієї промисловості, що використовує результати роботи гірничовидобувних підприємств.

Відкриття вибухових способів руйнування викликало революцію в гірничій справі та збільшило можливості гірничого виробництва в тисячі разів. На даний час вибухові роботи є домінуючим методом відділення гірничої породи від масиву. В Україні енергію вибуху використовують понад 500 підприємств і організацій гірничорудної, будівельної та інших галузей, споживаючи при цьому більш ніж 100000 тонн ВР. [6]

Будучи практично єдиним засобом руйнування великих об'ємів гірських порід, буро-вибухові роботи в собівартості видобування корисних копалин займають до 30 %. Якщо врахувати, що ККД вибуху на подрібнення не перевищує декількох відсотків, то стане очевидною необхідність подальшого вдосконалення технології вибухових робіт з урахуванням розвитку науки і техніки вибухової справи. Найбільше поширення на відкритих гірничих роботах набули гранульовані вибухові речовини, що відповідають вимогам гірничої технології і механізації процесів їх виготовлення і заряджання. Все ширше в даний час застосовують емульсійні вибухові речовини, які характеризуються економічністю і високими енергетичними показниками [1, 2].

Прогрес вибухових технологій у гірництві завжди був пов'язаний з появою нових ВР, які більшою мірою відповідали б технічним вимогам виробництва та рівню безпеки при поводженні з ними. Сучасний стан використання енергії вибуху у видобувних галузях України характеризується застосуванням вибухових речовин, як заводського, так і місцевого виробництва.

У системі міжвідомчої асоціації “Укрвибухпром” у 2005 році вибухові речовини місцевого приготування склали 51,5 %, заводського – 46,1 %, конверсійні – решта.

Вибухові речовини місцевого приготування мають ряд незаперечних переваг перед заводськими з позицій безпечності та економічності.

На багатьох кар'єрах, у тому числі й на кар'єрах нерудних будівельних порід, буріння і вибух є основними процесами складного технологічного циклу отримання матеріалу, тому ефективність подальших технологічних процесів – виймання, транспортування і переробки, залежить переважно від організації і якості вибухових робіт.

Поряд з цим, тенденція зростання обсягів виробництва на місцях їх споживання має певні недоліки, основний з яких полягає в тому, що технологічна безпека, пов'язана з виготовленням вибухівки, яка раніше локалізувалася на спеціалізованих підприємствах, все більше переноситься на гірничодобувні підприємства, для яких такі виробництва не відповідають основним видам діяльності, є здебільшого новими та специфічними. Крім цього, основними небезпечними факторами вибуху є розкидування окремих кусків породи, ударна повітряна хвиля, викиди пилу та газу в атмосферу, сейсмічна дія. Інтенсивність виявлення негативних факторів залежить перш за все від масштабу вибуху. Зазначені фактори створюють загрозу не тільки для працівників і механізмів, які знаходяться поблизу місця вибуху в кар'єрі, але й для довкілля.

При вибуху одного кілограма тротилу виділяється близько 800 літрів газу, з яких більше 300 літрів, – оксиди азоту і вуглецю. Це призводить до негативної дії на стан здоров'я людей, наприклад, оксид вуглецю зменшує гемоглобін, порушує тканинне дихання і зменшує споживання тканинами кисню, впливає на вуглеводний обмін, підвищує рівень цукру в крові. При хронічних отруєннях спостерігаються важкі захворювання серцево-судинної системи, аритмія, прискорення пульсу, можливі зміни функції щитовидної залози [3].

Окрім вживання в чистому вигляді, тротил широко використовується у ВР аквадол та грамоніт. Основним компонентом цих ВР є аміачна селітра. В обводнених свердловинах відбувається розчинення і вимивання селітри ґрунтовими водами, які таким чином підвищують вміст нітратів. Потім цей розчин потрапляє у водоймища, викликаючи посилене їх цвітіння, та сприяє виникненню різних захворювань у людей і тварин [4].

Для визначення ступеня небезпечності тієї чи іншої технологічної операції та причин травматизму проаналізовано обставини нещасних випадків і порушень техніки безпеки праці на ряді підприємств щодо ведення буро-вибухових робіт, що обслуговують понад 10 кар'єрів з виробництва каменю для

потреб промисловості будівельних матеріалів, дорожнього та агропромислового будівництва.

Вихідними даними для досліджень були акти розслідування нещасних випадків (форма Н-1) та приписи на усунення виявлених порушень вимог техніки безпеки. Охоплений період часу визначався наявністю досліджуваного матеріалу і по різних підприємствах становив 1–5 років.

Випадки травматизму та порушення вимог безпеки праці досліджувалися для таких видів робіт, як підготовка монолітів облицювальних порід до виймання методом шпурових зарядів та відокремлення моноліту.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що при підготовці масиву облицювальних порід із застосуванням шпурових зарядів нещасні випадки найчастіше трапляються через застосування неправильних та небезпечних прийомів у роботі (43,8 %), порушення працюючими вимог безпеки (31,2 %) і технологічного процесу (12,5 %).

Нещасні випадки, які сталися з технічних причин, пов'язані з недосконалістю технологічного процесу (6,2 % випадків) і з конструктивними недоліками машин та механізмів (6,3 %).

Найбільш травмонебезпечними є роботи з буріння шпурів (70 % випадків), ліквідації відмов (18 %) та знищення вибухових речовин (12 %).

Необхідно зазначити, що супровідними несприятливими факторами, які спричинюють травматизм, є: запиленість повітря при бурінні шпурів, низький рівень механізації вантажно-розвантажувальних робіт та заряджання шпурів, безпосередній контакт працюючих з токсичними вибуховими речовинами, а також вплив шуму та вібрацій від бурового устаткування під час буріння шпурів.

Технічна недосконалість технологічного процесу виявляється в низькому ступені механізації вантажно-розвантажувальних робіт, у відсутності надійних приладів чи пристроїв для реєстрації повноти детонації зарядів вибухових речовин, надійності спрацювання засобів ініціювання і виявлення відмов.

Конструктивні недоліки бурового устаткування полягають у тому, що системи пилопридушення часто виходять з ладу і не забезпечують достатнього очищення повітря. Технологічні операції з нарощування та розбирання бурового стояка, які виконуються на існуючих бурових верстатах, відзначаються трудомісткістю. Близько половини всіх нещасних випадків, пов'язаних з бурінням шпурів, відбувається при усуненні поломок окремих вузлів бурових верстатів. Основним фактором, який сприяє травмуванню, у цьому разі є відсутність технологічних карт безпечного виконання ремонтних робіт. Якщо технологічні операції безпечної експлуатації бурових верстатів детально описані й проілюстровані у відповідних положеннях з експлуатації, то на ремонтні роботи відповідної документації немає.

Серйозною перешкодою для подальшого підвищення безпеки масових вибухових робіт є відмови шпурових зарядів, які на кар'єрах, що досліджувались, трапляються в основному через застосування вибухових матеріалів із заводськими дефектами чи закінченими термінами зберігання, недосконалість засобів ініціювання, неправильний монтаж електропідричних мереж чи мереж з детонаційних шпурів, використання водонестійких вибухових речовин в умовах обводненості масивів гірських порід.

Зараз на відкритих гірничих розробках відмови шпурових зарядів фіксуються візуально за результатами огляду вибою, що не може забезпечити достатньої надійності у виявленні зарядів вибухових речовин, які не спрацювали.

Відокремлення монолітів корисних копалин на кар'єрах, що досліджувались виконується методом шпурових зарядів. Технологія робіт полягає в бурінні значної кількості шпурів, їх заряджанні, монтажі вибухової мережі, підриванні та відділенні моноліту від масиву.

Як показав аналіз, основна кількість нещасних випадків при відокремленні монолітів відбувається через недосконалість технологічного процесу (32 %), застосування неправильних та небезпечних прийомів у роботі (24 %), конструктивні недоліки механізмів та устаткування (20 %), порушення вимог техніки безпеки (20 %) та незадовільну організацію робіт (4 %).

Найбільш травмонебезпечними є такі технологічні операції: буріння шпурів (72 %), заряджання шпурів (10 %), монтаж підривної мережі, здійснення підривання (8 %) та ліквідація відмов (4 %).

Основними несприятливими супровідними *факторами* є: значне розкидання шматків негабаритних фракцій по кар'єрному полю, вплив на працюючих шуму, пилу та вібрації при бурінні шпурів, низький рівень механізації вантажно-розвантажувальних робіт та заряджання шпурів, а також безпосередній контакт працюючих з токсичними вибуховими речовинами.

Серед технічних причин, які найбільше позначаються на травматизмі, основними є недосконалість технологічного процесу та конструктивні недоліки механізмів і устаткування (52 % випадків).

Недосконалість технологічного процесу при відокремленні моноліту полягає в трудомісткості операцій при бурінні шпурів, у необхідності виконувати підривні роботи по всій території кар'єрного поля, у зрушенні блоків під час їх буріння, що призводить до травматизму працюючих. Наслідком конструктивних недоліків механізмів і устаткування є часті поломки бурового інструменту під час забурювання шпурів, що, в свою чергу, призводить до травмування бурильників.

Основною причиною травматизму при монтажі підривної мережі є грубе порушення підривниками правил техніки безпеки.

З організаційних причин найбільше впливають на травматизм застосування неправильних та небезпечних прийомів у роботі й порушення вимог правил безпеки праці (у сумі 35 % випадків).

Основні порушення вимог безпеки праці (потенційні причини) пов'язані з бурінням монолітів біля відкосів бортів (29,5 %), скупченням великої їх кількості у виробленому просторі кар'єру (20,5 %), порушеннями правил безпеки при зберіганні, перевезенні вибухових речовин та вантажно-розвантажувальних роботах (15,8 %), перебуванням сторонніх осіб у межах небезпечної зони (11,4 %) та інше.

Проведений аналіз дає можливість сформулювати основні напрями боротьби з травматизмом. З одного боку, це – створення об'єктивно безпечних умов праці, основою яких мають бути заходи технічного характеру, а з іншого – поліпшення організації виконання робіт.

Заходи технічного характеру повинні бути спрямовані на розробку і використання більш безпечних у застосуванні вибухових речовин, на зменшення ручних операцій при вантажно-розвантажувальних роботах і заряджанні шпурів, на скорочення кількості відмов, на розробку спеціальних приладів чи пристроїв для реєстрації повноти детонації вибухових речовин чи надійності спрацювання засобів ініціювання, а також для своєчасного виявлення відмов.

Всебічний аналіз організаційних причин нещасних випадків дає можливість зробити висновок, що основним мотивом, який спонукає робітників порушувати правила охорони праці, є застосування небезпечних прийомів роботи для зменшення працевтрат та спрощення технологічних операцій. Тому для зменшення ризику травматизму з організаційних причин потрібно прагнути, по-перше, до максимально можливого скорочення частки ручної праці та спрощення існуючих технологічних операцій без зниження ступеня їх безпеки, по-друге, – забезпечити необхідні умови для безумовного і повного виконання працюючими вимог правил техніки безпеки.

До основних рекомендацій із запобігання нещасних випадків і поліпшення умов праці при буровибуховому способі видобутку блоків каменю відносимо:

1. *Заходи запобігання нещасним випадкам при бурінні свердловин.* Ретельно обстежте місце, на якому намічено буріння, переконайтесь у відсутності на цій ділянці вибухового заряду. Забороняється проробляти отвори в самому вибуховому заряді.

Не дозволяється розміщувати запасні або зайві вибухові речовини поблизу ділянки, на якій здійснюють буріння шпурів.

У процесі буріння, що основане на принципі тертя, генерується теплота. Обстеження шпура необхідне також для того, щоб переконавшись в наявності або відсутності якихось елементів запального матеріалу.

У практиці застосовується так званий метод вибухового розширення шпура (першочергово при відокремленні скельного розкриву), при використанні невеликого заряду для цієї мети і з подальшою закладкою значно більшого основного вибухового заряду. При цьому забезпечуються належні заходи безпеки. Необхідно переконавшись в тому, що поблизу не закладені які-небудь інші заряди.

Не дозволяється вносити вибухову речовину в шпур із застосуванням значних зусиль. Тому необхідно повторно перевірити стан шпура і перед повторним введенням заряду очистити шпур від зайвих матеріалів.

Непотрібно намагатися вставити механічний або електричний запальний капсуль у шашку динаміту методом посиленого вдавлювання. З цією метою необхідно використовувати отвір, заздалегідь виконаний спеціальним пробійником.

Забороняються будь-які довільні зміни в конструкції запалу.

Кількість вибухових речовин застосовувати відповідно до паспорту буровибухових робіт [5].

2. *Запобіжні заходи при ущільненні заряду димного пороху.* Для ущільнення заряду димного пороху використовуються певні баластні засоби, в основному мішки з піском, які розміщуються впритул до вибухових речовин з метою концентрації сили вибуху в певному напрямку).

Операція ущільнення вимагає чітких, послідовних і обережних прийомів і виключає посилені механічні дії.

Як розпірні або відтягуючі елементи повинні використовуватися тільки дерев'яні або інші неметалічні вибухонебезпечні засоби.

Для ущільнення зони шпура, після того, як він був пробурений, необхідно використовувати глину, пісок, брукт або який-небудь інший негорючий матеріал.

У процесі ущільнення ділянки необхідно дотримуватися належної обережності, щоб не пошкодити або повністю не обірвати дріт електричного запального капсуля.

Метод ущільнення необхідно застосовувати більш широко, оскільки він дозволяє скоротити витрату необхідних вибухових речовин.

3. *Запобіжні засоби при електричній детонації вибухових речовин.* Не дозволяється розмотувати дріт електричного запального капсуля, використовувати його під час грози, пилової бурі або за наявності будь-якого іншого джерела статичної електрики.

При цьому необхідно проявляти особливу обережність при використанні електричних запальних засобів поблизу радіопередавальних засобів.

Необхідно тримати запальну схему в стані повної ізоляції від будь-яких провідників, за винятком тих ініціюючих елементів, які будуть використовуватися. Це означає необхідність строгої ізоляції щодо ґрунту, оголеного дроту, рейок, труб або будь-яких дротів електропостачання, які викликають перешкоди або втрати.

Всі кабелі, дроти або інше електричні засоби зберігають окремо від електричних запальних капсулів і приєднують у потрібній мірі тільки на час підривної операції і для здійснення вибуху.

Необхідно бути дуже уважним щодо кількісного використання запальних капсулів (більше одного). Ніколи не використовувати більше одного типу запального капсуля в межах однієї операції.

Необхідно забезпечити використання точно розрахованої сили струму відповідно до даних виробника для приведення в дію електричних запальних капсулів. Ніколи не занижуйте його величину.

Переконайтесь в тому, що всі кінцеві ділянки дротів, які підключаються до капсулів, вільні й зачищені до блиску. Зберігайте у нормальному стані дроти електричного капсуля.

Висновки:

1. Буро-вибухові роботи в каменевидобувній галузі є високопродуктивними, а водночас і небезпечними технологічними процесами, які вимагають застосування спеціальних методів і засобів охорони та безпеки праці та підвищеного контролю.
2. Виготовлення якісних вибухових речовин та безпечність їх використання за призначенням потребують впровадження нових технологій та культури виробництва.
3. Використання запропонованих рекомендацій дозволяє суттєво підвищити безпеку праці при буровибухових роботах.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Журнал: Право и безопасность. – № 4 (5). – 2002.
2. *Смирнов Л.А., Силин В.С. Конверсия.* Пороха, смесевые твердые топлива, пиротехнические изделия и взрывчатые вещества для мирных целей / Под ред. В.А. Желтова. – Ч. 1. – М.: ЦНИИИИТИКПК, 1993.
3. *Иволгин А.И.* Созидательные взрывы. – М.: Недра, 1975.
4. *Андреев К.К.* Термическое разложение и горение взрывчатых веществ. – М.: Наука, 1966.
5. *Бакка М.Т.* Оценка буровзрывных работ на гранитных карьерах: Техническая информация «Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов». – М.: ВНИИЭСМ, 1972. – № 4. – С. 11–12.
6. *Барский А.А.* Новое в технологии добычи облицовочного камня // Строительные материалы. – 1987. – № 5. – С. 6–7.

ДЕРЕВ'ЯНКО Олена Василівна – старший викладач кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- охорона праці;
- екологія.

Подано 16.03.2007

УДК 331.45:622.236

Evaluation of conditions and the recommendations to improve work safety during drilling-and-blasting in open-cast mine of block stone /Derevyanko O.V.

The main reasons of injury during drilling-and-blasting in mining industry are summarized and analyzed. Recommendations to prevent accidents and to improve conditions of work during drilling-and-blasting way of stone blocks extracting are worked out.

УДК 331.45:622.236

Оценка состояния и рекомендации повышения безопасности труда при буро-взрывных работах в карьерах блочного камня /Деревянко Е.В.

В статье обобщены и проанализированы основные причины травматизма при буро-взрывных работах в камнедобывающей отрасли. Разработаны рекомендации по предотвращению возникновения несчастных случаев и улучшению условий труда при буро- взрывных способах добычи блоков камня.

УДК 331.45:622.236

Оцінка стану та рекомендації щодо підвищення безпеки праці при буро-вибухових роботах в кар'єрах блочного каменю О.В. Деревянко

У статті узагальнені й проаналізовані основні причини травматизму при буро-вибухових роботах в камневидобувній галузі. Розроблено рекомендації щодо запобігання нещасним випадкам і поліпшенню умов праці при буро-вибуховому способі добичі блоків каменю.