

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Василевський Дмитро Олександрович

УДК 504.622

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ
ЗАСТОСУВАННЯ ГРАНЕМІТУ ПРИ ВИБУХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ
ГРАНІТІВ

Спеціальність – 101 «Екологія»

Автореферат
дисертації на здобуття
другого(магістерського) рівня вищої освіти

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі інженерної екології у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор Ткачук Костянтин Костянтинович, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Рецензент – кандидат технічних наук, доцент кафедри АУЕК, Данілін Олександр Валерійович, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Захист відбудеться 22 травня 2018 р. о 14 годині на засіданні екзаменаційної комісії №__ у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, Україна, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, ауд. 201.

Секретар ЕК,
асистент кафедри
інженерної екології ІЕЕ
НТУУ «КПІ» ім. Ігоря
Сікорського

Євтєєва Л.І.

1. Загальна характеристика роботи

Актуальність теми. Гірничодобувна промисловість характеризується концентрацією гірничих робіт та інтенсифікацією всіх виробничих процесів, що найбільше проявляється в умовах ведення гірничих робіт відкритого типу та супроводжується збільшенням глибини розробок і ускладненням процесу провітрювання відпрацьованого простору, погіршенням умов праці відносно газового і пилового чинника. Відкритий спосіб розробки родовищ корисних копалин досягнув такого рівня розвитку, при якому здійснюється негативний вплив на навколишнє середовище, відбуваються ландшафтні зміни та зміни аерологічних показників, проходить процес забруднення прилеглих територій, повітряного та водного басейнів. Усе це негативно впливає на довкілля та здоров'я людей, створює незадовільну екологічну ситуацію промислових зон. Лише комплекс наукових досліджень, організаційних, технологічних та інженерних рішень зможуть забезпечити високу ефективність газо-пилоуловлення при проведенні масових вибухів у кар'єрах.

Мета досліджень. Мета досліджень полягала в дослідженні дії вибуху гранеміту на навколишнє середовище при підривних роботах на кар'єрах скельних порід.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні задачі дослідження:

- проведений аналіз сучасного стану теорії та практики з питань дослідження дії вибухових речовин на навколишнє середовище при руйнуванні скельних порід;
- проведена комплексна оцінка ефективності застосування гранеміту при підривних роботах на кар'єрах;
- досліджена дія вибуху гранеміту на навколишнє середовище при підриванні різних типів порід;
- визначений еколого-економічний ефект заміни гранеміту 79/21 на гранеміт.

Об'єкт дослідження – процес руйнування масивів скельних порід при вибухових роботах у кар'єрах.

Предмет дослідження – показник рівня впливу на навколишнє середовище.

Методи досліджень. При виконанні роботи використовувались аналітичні, теоретичні методи досліджень та методи математичної обробки експериментальних даних.

Наукова новизна одержаних результатів. В роботі був проведений аналіз та порівняння найпоширеніших вибухових речовин в Україні, аналіз видів конструкцій зарядів; були проведені екологічна та економічна оцінки, визначені коефіцієнт працездатності, еколого-економічна ефективність від заміни грамоніту 79/21 на гранеміт.

Практичне значення одержаних результатів:

- запропоновано заміну грамоніту 79/21 на гранеміт;
- були розраховані екологічні показники ефективності заміни грамоніту 79/21 на гранеміт;
- були розраховані економічні показники ефективності заміни грамоніту 79/21 на гранеміт;
- отриманий загальний еколого-економічний результат впровадження.

2. Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів і висновку, викладених на 107 сторінках машинописного тексту, переліку використаних джерел з 93 найменувань, містить 17 рисунків, 14 таблиць.

3. Основний зміст роботи

У **вступі** обґрунтовується актуальність теми дисертації, викладено мету роботи і сформульовані наукові задачі досліджень для досягнення поставленої мети, наведено наукову новизну та практичну цінність роботи.

У **першому розділі** розглянуто загальні проблеми забруднення навколишнього середовища при процесах буріння, підривання,

транспортування та ін. Частка буропідривних робіт займає 35% від загального об'єму забруднень.

Прогрес вибухових технологій у гірничій справі завжди був пов'язаний з появою нових ВР, які більшою мірою відповідали технічним потребам виробництва і рівню безпеки при поводженні з ними.

Лише комплекс наукових досліджень, організаційних, технологічних та інженерних рішень зможуть забезпечити високу ефективність газо-пилоуловлення при проведенні масових вибухів у кар'єрах.

ВР володіють різноманітними ознаками, а тому існує багато класифікацій ВР. Оскільки не завжди вдається суворо визначити межі тієї або іншої групи ВР, їх розподіл є досить умовний. Отже, ВР поділяють:

а) за потужністю: потужні і малопотужні ВР;

б) за чутливістю: чуттєві і нечуттєві ВР;

в) за структурою (складом): індивідуальні хімічні сполуки або індивідуальні ВР (наприклад, тротил, гексоген і т.д.) і механічні вибухові суміші. Останні, у свою чергу, поділяються на дві групи: що складаються з твердого окислювача і рідкого пального (наприклад, аміачної селітри з дизельним паливом); що включають одне або декілька індивідуальних ВР і різного роду добавки, що забезпечують ті або інші властивості суміші;

г) за призначенням: промислові, військові;

д) за способом виготовлення: саморобні і виготовлені промисловим способом відповідно до нормативно-технічної документації;

е) за фізичним станом промислові ВР можуть бути: порошкоподібні, гранульовані, пресовані, напівпластичні, пластичні, рідкі, литі, текучі (що ллюються);

є) фізико-хімічними характеристиками промислових ВР є щільність, технологічна і хімічна стійкість та сипкість;

ж) за практичним застосуванням: ініціюючі; бризантні; металльні; піротехнічні суміші, здатні до вибухового перетворення.

В Україні на сьогодні ведуться вибухові роботи з достатньо широким асортиментом ВМ, перелік яких затверджено наказом Державного комітету України з питань промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду (додаток А) [12]. Найбільш поширеними вибуховими речовинами в Україні є найпростіші (ANFO), типу ігданітів, аміачно-селітряні та тротиловімісні, водонаповнені та емульсійні, конверсійні та запобіжні. Сучасний асортимент засобів ініціювання зарядів включає капсули-детонатори, електродетонатори миттєвої, сповільненої дії, термостійкі, запобіжні та інші. Система ініціювання може бути електрична та неелектрична, за допомогою детонаційного шнура та детонаційного хвилеводу.

Вибухові роботи проводяться на 780 гірничодобувних підприємствах. При цьому витрачається понад 160 тис. тон ВР, з яких 91 % на відкритих гірничих розробках, а 9 % - на підземних. Сьогодні 45 % усієї кількості ВР припадає на емульсійні ВР, а 55 % - решта: ВР власного приготування становлять 56,7 %; промислові – 42,7 %; конверсійні – 0,6 % [13]. Характерною особливістю останніх років є постійне зростання в Україні об'ємів застосування ВР, які виготовляються на місцях ведення вибухових робіт, і, в першу чергу, емульсійних ВР та скорочення витрат ВР, що мають у своєму складі тротил [14]. Це продиктовано не лише необхідністю скорочення витрати дорогих, дефіцитних тротиловімісних ВР, що приводить до здороження вибухових робіт, але і значним підвищенням вимог до безпечного поводження з ВМ та до екологічного впливу вибухових робіт на навколишнє середовище.

Перехід гірничих підприємств на використання ЕВР забезпечив:

- виключення необхідності зберігання ВР на складах та операцій з їх транспортування до місць використання;
- незалежність від імпорту сировини для виготовлення ВР;
- підвищення безпеки ведення вибухових робіт завдяки низькій чутливості ЕВР до механічного впливу;
- виключення забруднення ґрунтових вод при знаходженні ЕВР у

свердловині;

- суттєве покращення стану навколишнього середовища.

У **другому розділі** розглянуті теоретичні основи дослідження дії вибуху сучасних вибухових речовин на прилеглий території.

Найсуттєвішою ознакою вибуху є різкий скачок тиску в середовищі, яке оточує місце вибуху. Це є безпосередньою причиною руйнівної дії вибуху.

Вибухи можуть бути викликані різними фізичними чи хімічними явищами:

а) «Вибух» парового котла чи бомби з зжатым газом. В першому випадку явище викликане швидким переходом перегрітої води в пароподібний стан, в другому випадку – підвищенням тиску газу в бомбі. У двох випадках вибух виникає внаслідок подолання опору стінок резервуару, а його руйнівний ефект залежить від тиску, під яким пари чи гази знаходяться в резервуарі.

б) Вибухи, що виникають при сильних іскрових зарядах, наприклад блискавках, чи при пропусканні електричного струму високого напруження через тонкі металічні нитки.

При здійсненні роботи у виді загальної дії вибуху (розрушення значних об'ємів гірських порід, викид ґрунту) основним параметром ВР прийнято вважати повну роботу вибуху (А), або працездатність. Визначення працездатності ВР було дане А. Ф. Беляєвим [42]: «Повною роботою вибуху чи повною роботою здатністю ми будемо називати суму всіх форм механічної роботи вибуху». Для розрахунку повної роботи вибуху зазвичай використовують формули:

$$A = Q \left[1 - \left(\frac{V_{in}}{V_f} \right)^{n-1} \right] \quad (2.1)$$

або

$$A = Q \left[1 - \left(\frac{Pf}{Pin} \right)^{n-1/n} \right] \quad (2.2)$$

де V_{in} , V_f -- початковий і кінцевий об'єм продуктів вибуху;
 n – показник політропи;
 p_{in} – початковий тиск продуктів вибуху;
 p_f – кінцевий тиск продуктів вибуху, коли вони, розширившись, виконали повну роботу A ;
 Q – теплота вибуху.

Для раціонального використання природних ресурсів і підвищення ефективності видобутку в гірській промисловості дуже важливим є вдосконалення проектування і виробництва гірських робіт з метою зменшення збитків від них довіллю. У зв'язку з цим зростає значення і обсяги робіт по спрямованому руйнуванню гірських порід.

Наявність у зарядах інертного проміжку сприяє збільшенню тривалості імпульсу за рахунок втрати часу в зоні ущільнення матеріалу інертного проміжку. У свою чергу, це впливає на час вилітання забивки із свердловини, що збільшує загальний час дії вибуху на масив порід, що руйнується. Порівняльну оцінку ефективності дії заряду з інертним проміжком і суцільної конструкції можна виконати за значенням швидкості руху забивки, яка зумовлює амплітудно-часові параметри вибухового імпульсу.

У **третьому розділі** надана комплексна оцінка ефективності застосування гранеміту при підривних роботах на кар'єрах.

Методи дослідження включали аналітичні дослідження, розрахункову частину та математичну обробку матеріалу. Проведено оцінку технологічної ефективності гранеміту у порівнянні з іншими вибуховими речовинами, оцінку економічної ефективності гранеміту у порівнянні з іншими вибуховими речовинами, оцінку екологічної ефективності гранеміту.

Дослідження нової емульсійної ВР гранеміт у порівнянні з грамнітом 79/21, комполайтом ГС6, анеміксом, Українітом ПМ виявили, що найбільшу технічну ефективність має гранеміт, коефіцієнт працездатності якого складає 1,120, а найменшу – україніт ПМ ($e=1,281$).

При встановленні економічної оцінки гранеміту у порівнянні з іншими емульсійними ВР найбільш вигідно застосовувати комполайт ГС6, коефіцієнт економічної ефективності якого складає 1,15. В свою чергу економічно недоцільним є застосування анеміксу ($A=1,05$). Досліджувана речовина гранеміт знаходиться на другому місці, щодо економіки застосування серед інших ВР.

Відповідно проведених розрахунків, найбільш екологічно безпечною ВР є гранеміт, коефіцієнт екологічності якого складає 3,56. Найменш безпечним – анемікс.

У **четвертому розділі** досліджена дія вибуху гранеміту на навколишнє середовище при підриванні різних типів порід.

Проведено дослідження дії вибуху гранеміту на навколишнє середовище в залежності від типу скельної породи. Різниця між амплітудно-частотними характеристиками хвильових процесів при підриванні зарядів з водяним і повітряним зазорами обумовлюється наступними чинниками:

- початковий тиск на фронті ударної хвилі при вибуху у воді значно більший, ніж у повітрі, і практично однакове з початковим тиском при вибухах в гірських породах;

- внаслідок малої стислості води її температура підвищується не суттєво, тому втрати енергії вибуху будуть набагато менші у порівнянні з втратами у повітряному просторі;

- стислість води більша, чим стислість гірської породи, тому вода виконує роль амортизуючого буфера між продуктами детонації і гірською породою і сприяє зменшенню об'єму місцевого руйнування (зони подрібнення).

- енергія вибуху у воді накопичується не лише внаслідок її стиснення, але і за рахунок кінетичної енергії руху на даній стадії процесу, тому після зняття динамічної загрузки вода, на відміну від гірської породи, повертається в початковий стан з температурою, яка дещо перевищує початкову.

Дослідивши дію вибуху гранеміту на навколишнє середовище залежно від типу скельної породи встановили, що найменш запилена свердловина буде у породі кварцит ($K_{ек}=0,93$), а найбільш запилена – у вапняку ($\delta=120$), де $K_{ек}$ становить 0,45.

Встановлено, що із збільшенням межі міцності породи на стиснення, коефіцієнт екологічності, щодо пилоутворення у свердловині теж зростає. Дана залежність апроксимується поліномом другого порядку.

Провівши аналіз видів конструкцій зарядів, запропоновано використати конструкцію зарядження рукавного типу та технологію формування свердловинних зарядів в рукавах з використанням пристрою подачі рукава, розробленого ЗАТ «Техновибух». Вона забезпечує різке здешевлення необхідних вибухових матеріалів зі зменшенням їх розходу на 20-40%, дозволяє підвищити надійність ВР і знизити негативний вплив вибуху на навколишнє середовище.

4. Висновки

1. Аналіз сучасного стану теорії і практики з питань досліджень дії вибухових речовин на навколишнє середовище при руйнуванні скельних порід у кар'єрі показав, що окрім виробництва, зберігання, транспортування і використання ВР, небезпечними факторами вибухів на гірничорудних підприємствах є розкид окремих шматків породи, ударна повітряна хвиля, пилогазовий викид в атмосферу, сейсмічна дія.

2. На сьогодні ВР оцінюються показниками їх відносної працездатності та економічної ефективності. Відома значна кількість підходів до теоретичної оцінки відносної працездатності ВР. При цьому, в основному, використовують відношення величин ідеальної роботи вибуху еталонної та досліджуваної ВР.

3. Аналіз сучасного стану БПР на кар'єрах України показує, що якісне подрібнення гірничої маси досягається в основному за рахунок підвищення питомої витрати ВР, використання оптимальних схем підривання та раціональних конструкцій зарядів.

4. Дослідження нової емульсійної ВР гранеміт у порівнянні з грамонітом 79/21, комполайтом ГС6, анеміксом, українітом ПМ виявили, що найбільшу технічну ефективність має гранеміт, коефіцієнт працездатності якого складає 1,120, а найменшу – україніт ПМ ($e=1,281$).

5. При встановленні економічної оцінки гранеміту у порівнянні з іншими емульсійними ВР найбільш вигідно застосовувати комполайт ГС6, коефіцієнт економічної ефективності якого складає 1,15. В свою чергу економічно недоцільним є застосування анеміксу ($A=1,05$). Досліджувана речовина гранеміт знаходиться на другому місці, щодо економіки застосування серед інших ВР.

6. Відповідно до проведених розрахунків, найбільш екологічно безпечною ВР є гранеміт, коефіцієнт екологічності якого складає 3,56. Найменш безпечним – анемікс.

7. Встановлено, що об'єм утвореного пилу залежно від типу скельної породи буде найменшим при підриванні кварциту ($K_{ек}=1,06$), а найбільшим при підриванні вапняку ($\delta=120$), де $K_{ек}$ становить 0,53.

8. Встановлено, що із збільшенням межі міцності породи на стиснення, коефіцієнт екологічності теж зростає. Дана залежність апроксимується поліномом другого порядку.

9. Аналіз видів конструкцій зарядів, виявив, що найбільш доцільним є використання конструкції зарядження рукавного типу та технології формування свердловинних зарядів в рукавах з використанням пристрою подачі рукава, розробленого ЗАТ «Техновибух». Така технологія забезпечує різке здешевлення необхідних вибухових матеріалів зі зменшенням їх витрат на 20-40%, дозволяє підвищити надійність ВР і знизити негативний вплив вибуху на навколишнє середовище.

10. Екологічний податок за викиди шкідливих речовин при підриванні грамоніту 79/21 становить 45 448,36 грн., а при підриванні гранеміту -- 1 299,59 грн. Еколого-економічна ефективність від заміни гранеміту 79/21 на гранеміт становить 315 555,34 грн.

5. Анотація

Василевський Д.О. Еколого-економічні дослідження показників застосування гранеміту при вибуховій підготовці гранітів.

Дипломна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» спеціальністю 101 Екологія – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2018.

Дипломна робота присвячена дослідженню процесу руйнування масивів скельних порід при вибухових роботах у кар'єрах за показниками рівня впливу на навколишнє середовище.

В роботі проводився аналіз сучасного стану теорії та практики з питань дослідження дії вибухових речовин на навколишнє середовище при руйнуванні скельних порід. Досліджувалася дія вибухів сучасних вибухових речовин на прилеглий території. Отримана комплексна оцінка ефективності застосування гранеміту при підричних роботах на кар'єрах. Досліджена дія вибуху гранеміту на навколишнє середовище при підриванні різних типів порід.

Запропоновано використовувати гранеміт як вибухову речовину для підриву кар'єрів, так як має найбільшу технічну ефективність, коефіцієнт працездатності якого складає 1,120.

Ключові слова: вибухова речовина, кар'єр, гранеміт, рекомендації, еколого-економічні показники.

Vasylevskyi D. Ecological and economic research of usage indicators of granemite in the explosive preparation of granites.

Master's work on obtaining an educational qualification level "Master" by the specialty 101 Ecology - National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky", Kyiv, 2018.

The thesis is devoted to the study of the process of destruction of rock massifs during explosive operations in quarries on the indicators of the level of environmental impact.

In this work, an analysis of the current state of theory and practice on the study of the impact of explosives on the environment in the destruction of rocky rocks. The explosion of modern explosives in the adjacent area was explored. The complex estimation of efficiency of application of granemite during subversion works on quarries is received. The effect of the explosion of granemite on the environment under the influence of various types of rock was investigated.

It is proposed to use granemite as an explosive for the demolition of quarries, since it has the highest technical efficiency, the coefficient of efficiency is 1,120.

Key words: explosive material, quarry, granite, recommendations, ecological and economic indicators.

Василевський Дмитро Олександрович

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ
ЗАСТОСУВАННЯ ГРАНЕМІТУ ПРИ ВИБУХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ
ГРАНИТІВ

(Автореферат)