

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

**Мальцева Юлія Сергіївна**

УДК 622.235

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ДІАМЕТРУ  
СВЕРДЛОВИННОГО ЗАРЯДУ НА ОСНОВІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ  
ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ**

Спеціальність – 184 «Гірництво»  
Спеціалізація – «Розробка родовищ та видобування  
корисних копалин»

**АВТОРЕФЕРАТ**  
магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра

Київ 2018

Дисертація є рукопис:

Робота виконана на кафедрі геоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Науковий керівник: проф., д.т.н., доц. Фролов О. О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Рецензенти:

Захист відбудеться «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. о \_\_\_ на кафедрі геоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: м. Київ, вул. Борщагівська 115, к.22, ауд. 511.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Управління інтенсивністю руйнування гірських порід вибухом є однією з найважливіших наукових та практичних задач в гірничо видобувній промисловості. Її рішення забезпечує зменшення енерговитрат на вибухову відбійку, зниження об'єму виходу переподрібнених фракцій та виходу негабариту, що обумовлюють втрати корисних копалин, і зменшення негативного впливу на оточуюче середовище.

Практика показує, що для кар'єрів нерудних корисних копалин підвищення інтенсивності вибухового дроблення гірських порід тільки за рахунок збільшення витрат енергії вибухових речовин (ВР) є нераціональним, оскільки призводить до зростання обсягу переподрібнених фракцій та погіршення характеристик міцності товарної продукції.

Це зумовлює необхідність розробки раціональних способів регулювання вибухового навантаження, що дозволяють без збільшення енерговитрат отримувати необхідне дроблення гірських порід вибухом. Тому розробка способів управління дробленням порід вибухом за допомогою вибору діаметра заряду є актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Магістерську дисертацію виконано на кафедрі геоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» відповідно до плану наукових досліджень кафедри геоінженерії і є частиною НІР «Наукові основи ресурсозберігаючих технологій гірництва та геотехнічного будівництва» (№ДР 0115U005398), в якій автор брала участь.

**Метою роботи** є визначення діаметра свердловинного заряду вибухової речовини для конкретних гірничо-геологічних умов відпрацювання родовища.

### **Основними задачами досліджень є:**

- 1) порівняти існуючі способи вибору діаметра свердловинних зарядів для вибухового руйнування скельних порід на кар'єрах;
- 2) обґрунтувати визначення діаметру свердловинного заряду на підставі техніко-економічної оцінки буропідривних робіт;
- 3) встановити області ефективного застосування зарядів з різними діаметрами в певних геологічних і гірничотехнічних умовах;
- 4) описати стартап-проект щодо впровадження удосконаленої методики вибору діаметра вибухових свердловин на кар'єрах у виробництво.

**Об'єкт дослідження** – процес вибухового руйнування скельних гірських порід на кар'єрах.

**Предмет дослідження** – діаметр свердловинного заряду вибухової речовини для руйнування скельних масивів.

**Методи дослідження:** комплексний аналіз – для аналізу та узагальнення досягнень теорії і практики з визначення ефективного діаметра свердловинних зарядів для руйнування скельних порід на кар'єрах; аналітичних досліджень – для дослідження впливу діаметру зарядів вибухових речовин на інтенсивність

(якість) дроблення скельних масивів гірських порід; експериментальних досліджень – для обґрунтування технології формування свердловинних зарядів ВР для забезпечення регулювання питомої енергії, яка передається гірському масиву.

**Наукова новизна** одержаних результатів:

– отримана розрахункова формула з визначення діаметру свердловинного заряду ВР, яка пов'язує вартісні показники буріння та підривання, а також характеристику тріщинуватості гірського масиву;

– отримані графічні залежності зміни вартості буропідричних робіт від діаметру свердловинного заряду для різних категорій тріщинуватості гірського масиву для скельних порід кар'єру ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»;

– визначені оптимальні значення діаметру свердловинного заряду вибухових речовин при проведенні буропідричних робіт в кар'єрі, які змінюються в межах 200-250 мм.

**Практичне значення** одержаних результатів:

– запропоновано методику визначення діаметру свердловинного заряду на основі техніко-економічної оцінки ефективності буропідричних робіт на кар'єрах;

– обґрунтована доцільність застосування отриманих значень діаметру заряду в умовах кар'єру ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ», що дозволило знизити вартість буропідричних робіт на 10-18%.

**Апробація результатів магістерської дисертації.**

Окремі положення та результати роботи доповідалися та обговорювалися на 2-й Міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі» (м. Кривий Ріг, грудень 2017 р.); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів» (м. Житомир, квітень 2017 р.); 7-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Опыт прошлого-взгляд в будущее» (м. Тула, Росія, жовтень 2017); Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт в галузі «Гірництво» (м. Кривий Ріг, березень 2017 р.).

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків і списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації становить 100 сторінок з 14 рисунками, 16 таблицями, списком літературних джерел з 30 найменувань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** зазначено сучасний стан науково-технічної задачі та її значущість при виконанні буропідричних робіт на кар'єрах. Зазначені невирішені питання з проблем вибору найбільш раціонального діаметру свердловинних зарядів та, визначені основні напрямки науково-технічних досліджень. Крім того обґрунтовано доцільність їхнього проведення.

У першому розділі виконано аналіз існуючих наукових досліджень з визначення ефективного діаметру свердловинного заряду. Було проаналізовано параметри, які впливають на ефективність дроблення порід і зазначено, що найбільший вплив має діаметр свердловинного заряду, який визначає інтенсивність і рівномірність дроблення гірських порід вибухом. Проведений аналіз теоретичних досліджень щодо визначення ефективного діаметра свердловинних зарядів в конкретних умовах родовища показав, що значення діаметрів свердловини для однакових умов застосування коливається від 105 до 337 мм, тобто цей діапазон містить усі типорозміри бурових коронок на станках, що застосовуються в Україні. Таким чином, навіть не простежується певної закономірності у встановленні найбільш раціонального діаметру.

Крім того, проаналізувавши джерела та роботи науковців можна дійти висновку, що вибір діаметра заряду суттєво залежить від міцності та тріщинуватості гірських порід. Зокрема, при високій категорії тріщинуватості більш раціональним буде вибір зменшеного діаметра заряду. При тріщинуватих породах, навпаки, значення діаметру слід збільшити.

Другий розділ присвячено розгляду гірничо-технічній характеристиці кар'єру, який розробляє ГД ПАО «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ». Сировинна база представлена залізистими кварцитами Валявського родовища, що відпрацьовується кар'єром № 3.

Виробничою програмою 2018 року ухвалено видобуток сирової руди 24,3 млн. т за рік, в тому числі кар'єру № 2-біс – 10 млн. т, кар'єру № 3 – 14,3 млн. т.. Обсяг розкривних робіт – 8,335 млн. м<sup>3</sup>, в тому числі кар'єр № 2-біс – 2,3 млн. м<sup>3</sup>, кар'єр №3 – 6,035 млн. м<sup>3</sup>.

Основний мінерал залізистих кварцитів – магнетит. Вміст заліза спільного – 34,93%, заліза магнітного – 25,12%. Коефіцієнт міцності за шкалою професора Протод'яконова 15-19.

Балансові запаси корисних копалин представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Балансові запаси магнетитових кварцитів в контурі кар'єра №3

Найменування	Категорія запасів	Запаси на 01.01.2017 р, тис. т.
Балансові запаси	A	111 171
	B	209 154
	C <sub>1</sub>	320 325
	B+C <sub>1</sub>	13 789
Забалансові	C <sub>2</sub>	13 555
Всього		347 699

Система розробки на кар'єрі №3 прийнята поглиблювальною з поперечним або повздовжнім переміщенням фронту в залежності від напрямку поширення робіт. Підготовка гірничої маси до виймання здійснюється (корисна копалина і скельні пусті породи) за допомогою буропідричних робіт.

Розкривні породи представлені м'яким і скельним розкритом. М'який розкрив виймається екскаваторами типу ЭКГ (4 шт.). Виймання скельних розкривних порід здійснюється з використанням бурових і підривних робіт.

Виймально-навантажувальні роботи з видобутку виконуються однокошовими екскаваторами Terex RH 170 (8 шт.) та колісними навантажувачами CAT 992G (2 шт.) з ємністю ковша 5-14,5 м<sup>3</sup>.

Бурові роботи в кар'єрах рудоуправління виконуються станками шарошечного буріння СБШ-250МНА (4 шт.) та Atlas Copco Pit VIPER 275 (6 шт.). Бурові роботи по контурного буріння виконуються станком Atlas Copco ROC-L8 (1 шт.). Вибухові роботи виконує на кар'єрах рудоуправління цех вибухових робіт. Питома витрата вибухової речовини становить 0,7-1,1 кг/м<sup>3</sup>.

Сира руда та розкрив з кар'єрів транспортується автосамоскидами БелАЗ-75131 (6 шт.), БелАЗ-75145 (8 шт.), САТ 785С (8 шт.), думпкарами 2ВС-105 (32 шт.) та конвеєрами дробильних фабрик.

Проектна глибина кар'єру – 500м, фактична – 355 м.

Розміри кар'єра (факт/проект):

- по верху: ширина - 1450 м/1450 м; довжина - 2200 м/2200 м;
- по низу: ширина - 260 м/250 м; довжина - 800 м/940 м.

Кути укосів робочих уступів: скельні породи – до 70°; наноси – до 40°.

Мінімальна ширина робочого майданчика при використанні автосамоскидів БелАЗ і САТ становить, згідно чинного проекту - 35м.

Ширина запобіжних берм становить 10 м, ширина транспортних берм приймається розрахункова відповідно до чинних нормативів і становить при автомобільному транспорті 32 м.

Бурові і вибухові роботи ведуться відповідно до «Типового проектом бурових та вибухових робіт методом свердловинних зарядів на кар'єрі №3 РУ ГД ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» розробленим фахівцями гірничого департаменту. Паспорт масового вибуху складається в залежності від «Типового проекту буровибухових робіт на кар'єрі №3 гірничого департаменту», «Інструкції з безпеки організації та проведення масових вибухів свердловинних зарядів на відкритих гірничих роботах».

Паспорт на весь МВ та «Розпорядок проведення масового вибуху» затверджується головним інженером гірничого департаменту. Відповідальний керівник масового вибуху узгоджує паспорт на весь МВ не пізніше ніж за добу до вибуху. При підготовці МВ з кількістю ВР більше максимально допустимого паспорт МВ додатково узгоджується з Державною інспекцією у гірничо- видобувній промисловості, сейсмічною лабораторією ДНДГРІ ДВНЗ «КНУ» та Міськвиконкомом.

**В третьому розділі** виконані дослідження з удосконалення методики визначення діаметру свердловинного заряду на основі техніко-економічної оцінки ефективності буропідривних робіт (БПР).

При подрібненні скельних гірських порід вибухами свердловинних зарядів ВР різного діаметру розглянуто лише витрати на буріння та підривні роботи, вважаючи витрати по іншим технологічним процесам є постійними.

Загальні питомі витрати на буропідривні роботи, грн

$$C_{\text{БПР}} = C_{\text{Б}} + C_{\text{ПР}}. \quad (1)$$

де  $C_{\text{Б}}$  – питомі витрати на буріння свердловин, грн/м<sup>3</sup>;  $C_{\text{ПР}}$  – питомі витрати на підривні роботи, грн/м<sup>3</sup>;

Витрати на буріння гірських порід, грн

$$C_{\text{Б}} = \frac{c_{\text{бур}}}{B}, \quad (2)$$

де  $c_{\text{бур}}$  – експлуатаційні витрати на буріння 1 м свердловин, грн/м;  $B$  – вихід гірничої маси з 1 м свердловини, м<sup>3</sup>.

$$C_{\text{ПР}} = c_{\text{ВР}}q, \quad (3)$$

де  $c_{\text{ВР}}$  – вартість 1 кг ВР з урахуванням додаткових витрат на заряджання, грн/кг;  $q$  – розрахункова питома витрата ВР, кг/м<sup>3</sup>.

В результаті математичних перетворень (1) буде представлена у вигляді

$$C_{\text{БПР}} = q_p k_{\text{п}} \left( 0,6c_{\text{ВР}} + 3,3 \cdot 10^{-3} d_o d_3 c_{\text{ВР}} + \frac{2,4c_{\text{бур}}}{10^{-6} \pi d_3^2 \Delta k_{\text{в}}} + \frac{13,2 \cdot 10^{-3} d_o c_{\text{бур}}}{10^{-6} \pi d_3 \Delta k_{\text{в}}} \right) \quad (4)$$

де  $k_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання свердловини (для середніх умов  $k_{\text{в}}=0,65-0,75$ );  $d_3$  – діаметр свердловинного заряду, мм;  $\Delta$  – щільність заряджання ВР в заряді, кг/м<sup>3</sup>;  $q_p$  – розрахункова питома витрата ВР для руйнування гірського масиву на шматки розміром більше ніж 500 мм, кг/м<sup>3</sup>;  $d_o$  – середній розмір окремої в гірському масиві, мм;  $k_{\text{п}}$  – коефіцієнт, що враховує поправку, якщо розмір шматків не 500 мм.

Підставляючи у формулу (4) значення діаметра свердловинного заряду, отримано, для порід різної міцності та тріщинуватості при визначеній вартості буріння 1 м свердловини і вартості ВР, загальні витрати на буропідривні роботи. Мінімальні витрати на 1 м<sup>3</sup> будуть відповідати раціональному діаметру.

Однак, вибір раціонального діаметру заряду за формулою (4) громіздкий, оскільки необхідно визначати витрати для всього діапазону зміни діаметрів свердловин. Більш зручно визначати раціональний діаметр для конкретних гірничо-геологічних умов розробки родовища.

Для встановлення оптимального значення діаметру свердловинного заряду візьмемо часткову похідну з виразу (4) по  $d_3$  і прирівнявши її до нуля, отримаємо після перетворення неповне кубічне рівняння

$$3,3 \cdot 10^{-3} \pi k_{\text{в}} d_o \Delta c_{\text{ВР}} d_3^3 - 13,2 \cdot 10^3 d_o c_{\text{бур}} d_3 - 4,8 \cdot 10^6 c_{\text{бур}} = 0 \quad (5)$$

або

$$d_3^3 - \frac{4 \cdot 10^6 c_{\text{бур}}}{\pi k_{\text{в}} \Delta c_{\text{ВР}}} d_3 - \frac{1,45 \cdot 10^9 c_{\text{бур}}}{\pi k_{\text{в}} d_o \Delta c_{\text{ВР}}} = 0 \quad (6)$$

Після його розв'язання отримаємо

$$d_3 = 10^3 \sqrt[3]{\frac{c_{\text{бур}}}{c_{\text{ВР}}\Delta} \left( \frac{0,33}{d_0} + \sqrt{\frac{0,11}{d_0^2} - \frac{0,22c_{\text{бур}}}{c_{\text{ВР}}\Delta}} \right)} + 10^3 \sqrt[3]{\frac{c_{\text{бур}}}{c_{\text{ВР}}\Delta} \left( \frac{0,33}{d_0} - \sqrt{\frac{0,11}{d_0^2} - \frac{0,22c_{\text{бур}}}{c_{\text{ВР}}\Delta}} \right)} \quad (7)$$

Оскільки на сьогоднішній день переважна більшість гірничо-видобувних підприємств в якості засобів підривання використовують емульсійні вибухові речовини, щільність заряджання яких в середньому становить  $\Delta=1250 \text{ кг/м}^3$ , то формула (7) з урахуванням того, що середнє значення коефіцієнту використання свердловини  $k_{\text{в}}=0,7$ , набуде вигляду

$$d_3 = 100 \sqrt[3]{\frac{0,8c_{\text{бур}}}{c_{\text{ВР}}} \left( \frac{0,33}{d_0} + \sqrt{\frac{0,11}{d_0^2} - \frac{1,76 \cdot 10^{-4} c_{\text{бур}}}{c_{\text{ВР}}}} \right)} + \sqrt[3]{\frac{0,8c_{\text{бур}}}{c_{\text{ВР}}} \left( \frac{0,33}{d_0} - \sqrt{\frac{0,11}{d_0^2} - \frac{1,76 \cdot 10^{-4} c_{\text{бур}}}{c_{\text{ВР}}}} \right)} \quad (8)$$

Таким чином, якщо відомі вартісні показники буріння і підривання та характеристика тріщинуватості гірського масиву, то можна, з достатнім ступенем точності, визначити найбільш ефективний діаметр свердловинних зарядів ВР для конкретних гірничо-геологічних умов розробки родовища.

Для гірських порід кар'єру №3 «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ» визначені значення ефективного діаметру свердловин на підставі техніко-економічної оцінки з урахуванням об'ємної ваги та межі міцності на стиснення. За результатами проведених досліджень були побудовані графічні залежності, які представлені на рис.1–5.

Для порід магнетитових кварцитів різної категорії тріщинуватості буде різний діаметр свердловини та своя вартість буропідричних робіт (рис. 1). Для даних порід I категорії тріщинуватості більш доцільним буде діаметр 400 мм, вартість його буріння та підривання буде коштувати 7,36 грн. Для II категорії – 350 мм, III категорії – 250 мм, IV категорія – 250 мм, V категорія – 200 мм, вартість буропідричних робіт буде коштувати відповідно 12,14 грн, 18, 21 грн, 24,37 грн, 33,33 грн.

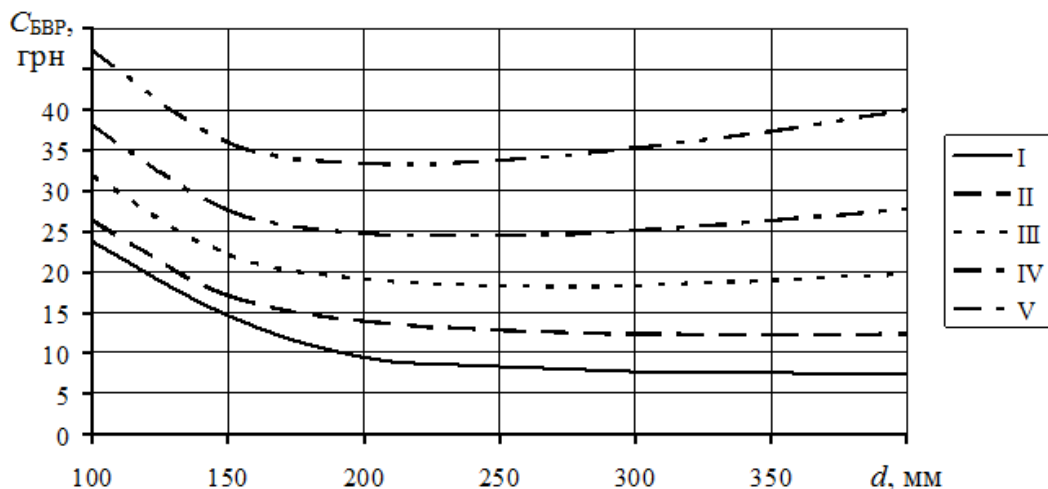


Рис. 1. Залежність вартості буропідричних робіт від діаметру свердловини в породах магнетитових кварцитів



Для силікат-магнетитових кварцитів I категорії тріщинуватості більш доцільним буде діаметр 400 мм, вартість його буріння та підривання буде коштувати 8,90 грн (рис. 2). Для II категорії – 350 мм, III категорії – 250 мм, IV категорія – 250 мм, V категорія – 200 мм, вартість буропідривних робіт буде коштувати відповідно 11,99 грн, 17,97 грн, 24,06 грн, 32,91 грн.

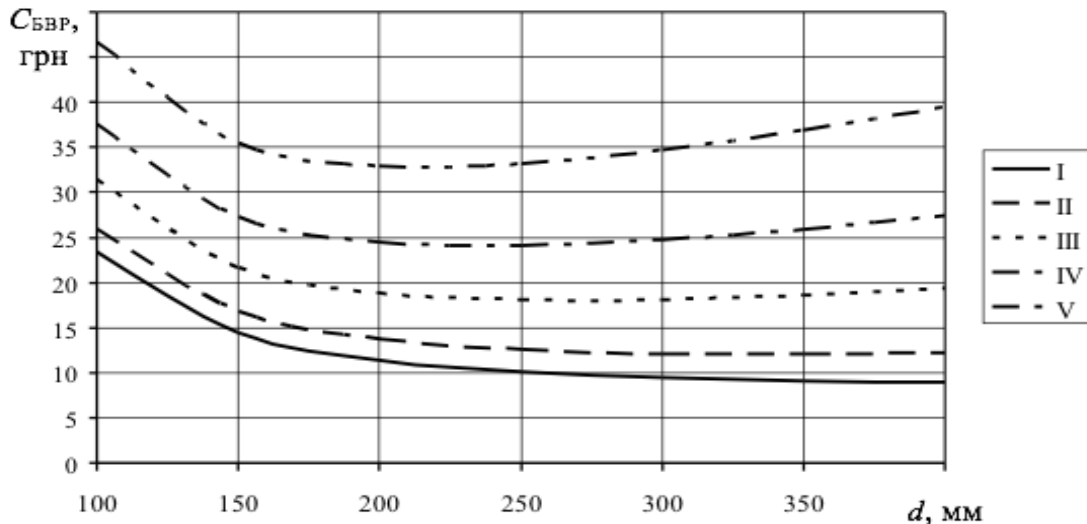


Рис. 2. Залежність вартості буропідривних робіт від діаметру свердловини в силікат-магнетитових кварцитах (руда)

Для окиснених кварцитів I категорії тріщинуватості більш ефективним буде діаметр 400 мм, вартість його буріння та підривання буде коштувати 7,34 грн (рис. 3). Для II категорії – 350 мм, III категорії – 250 мм, IV категорія – 250 мм, V категорія – 200 мм, вартість буропідривних робіт буде коштувати відповідно 9,88 грн, 14,82 грн, 19,83 грн, 27,13 грн.

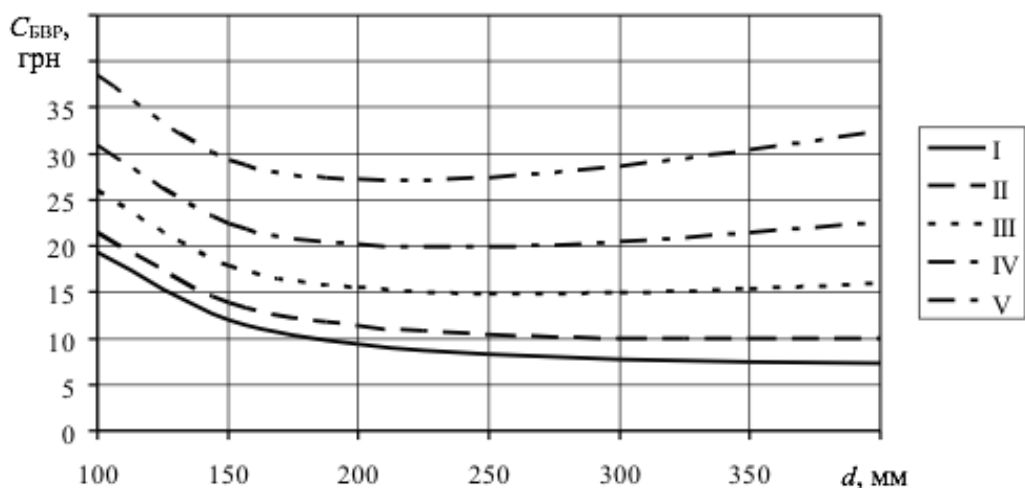


Рис. 3. Залежність вартості буропідривних робіт від діаметру свердловини в окиснених кварцитах

Для мало рудних неокиснених кварцитів I категорії тріщинуватості більш доцільним буде діаметр 400 мм, вартість його буріння та підривання буде коштувати 7,17 грн (рис. 4). Для II категорії – 350 мм, III категорії – 250 мм, IV категорія – 250 мм, V категорія – 200 мм, вартість буропідривних робіт буде коштувати відповідно 9,66 грн, 14,49 грн, 19,39 грн, 26,52 грн.

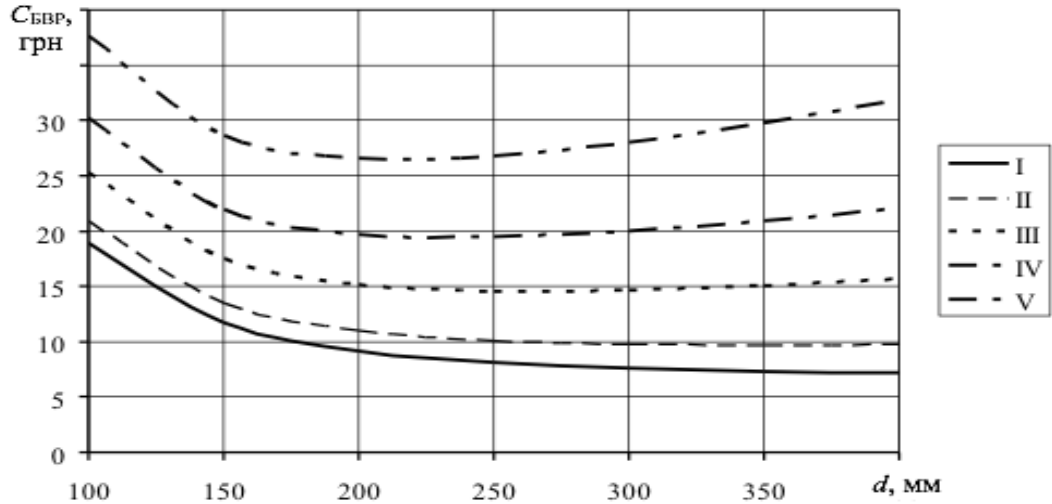


Рис. 4. Залежність вартості буропідривних робіт від діаметру свердловини в мало рудних неокиснених кварцитах

Для порід сланцевих горизонтів I категорії тріщинуватості більш доцільним буде діаметр 400 мм, вартість його буріння та підривання буде коштувати 7,33 грн (рис. 5). Для II категорії – 350 мм, III категорії – 250 мм, IV категорія – 250 мм, V категорія – 200 мм, вартість буропідривних робіт буде коштувати відповідно 9,87 грн, 14,81 грн, 19,82 грн, 27,11 грн.

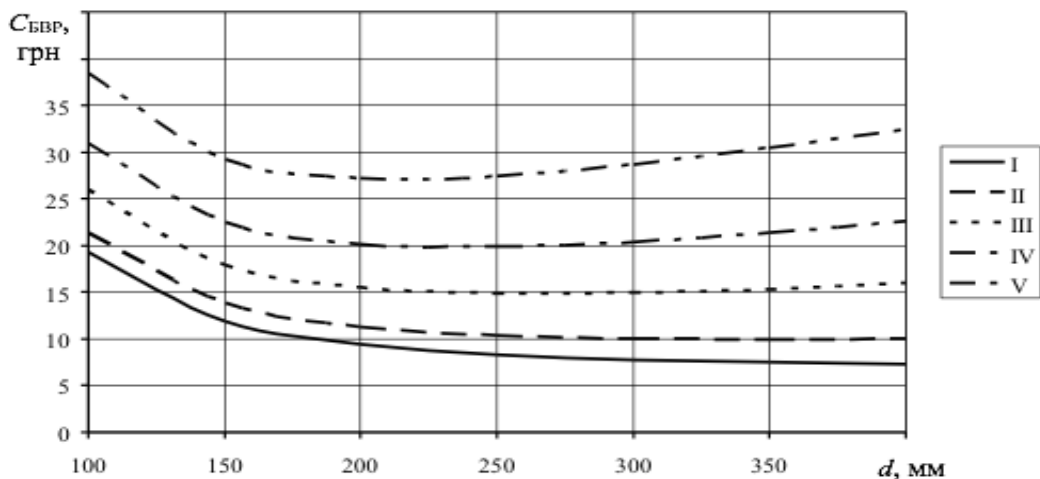


Рис. 5. Залежність вартості буропідривних робіт від діаметру свердловини в породах сланцевих горизонтів

На підставі (8) отримана графік залежності визначення раціонального діаметру свердловинного заряду від середнього розміру окремоті в гірському масиві при певних техніко-економічних показниках БПР (рис. 6). Прийнято, що експлуатаційні витрати на буріння 1 м свердловин становлять  $c_{\text{бур}}=280$  грн/м, вартість 1 кг ВР –  $c_{\text{ВР}}=16,1$  грн/кг. Тріщинуватість гірського масиву враховується через середній розмір окремоті в гірському масиві  $d_o$ . Для I категорії тріщинуватості середнє значення  $d_o=0,05$  м; для II категорії –  $d_o=0,3$  м; для III категорії –  $d_o=0,75$  м; для IV категорії –  $d_o=1,25$  м; для V категорії –  $d_o=1,75$  м.

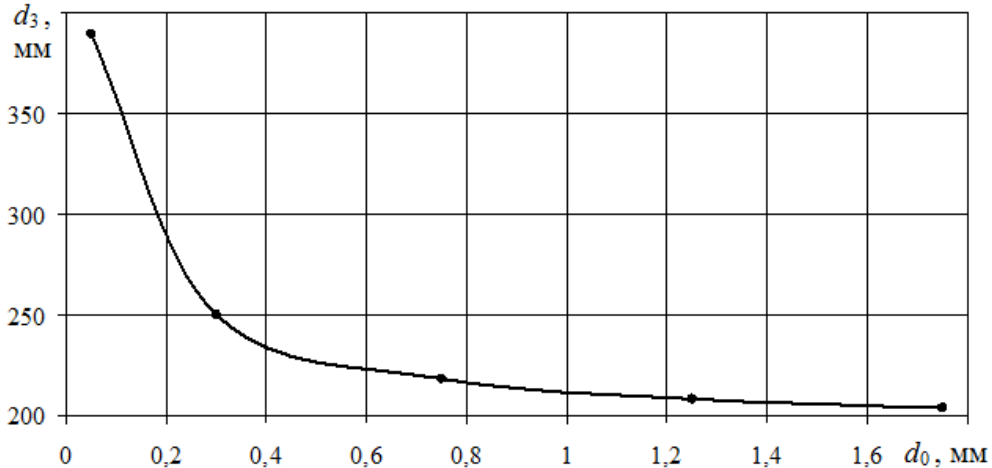


Рис. 6. Графік залежності оптимального діаметру свердловини від середнього розміру окремоті гірського масиву

Аналіз графіку рис. 6 показує, що, при встановлених вартісних показниках буріння та підривання, діаметр свердловинного заряду для практично монолітного масиву становить 200 мм, для середньо тріщинуватого – 216 та 250 мм, для сильно тріщинуватого – 320 мм.

**У четвертому розділі** описано розробку стартап-проекту щодо впровадження удосконаленої методики вибору діаметра вибухових свердловин на кар'єрах у виробництво. Обґрунтоване її застосування, оскільки питання методика визначення діаметру свердловинного заряду на основі техніко-економічної оцінки ефективності буропідричних робіт гірських масивів є актуальним, тому можлива ринкова комерціалізація даного проекту. Впровадження удосконаленої методики визначення діаметру зарядів є перспективним через наявність потенційних груп клієнтів, а саме гірничих підприємств, на території яких здійснюють БПР, та конкуренто-спроможністю проекту, який дозволяє зменшити вартість видобутку корисних копалин.

Техніко-економічна ефективність від впровадження результатів досліджень на кар'єрах була підтверджена розрахунком. Зокрема, економія витрат на ведення бурових та підричних робіт на кар'єрах була досягнута за рахунок впровадження у виробництво удосконаленої методики визначення діаметру свердловинних зарядів. Завдяки цьому зменшені витрати на бурові та вибухові роботи на 10-18% у порівнянні з існуючими методами вибору діаметру свердловинного заряду ВР.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізувавши джерела та роботи науковців можна дійти висновку, що вибір діаметра заряду суттєво залежить від міцності та тріщинуватості гірських порід. Зокрема, при високій категорії тріщинуватості більш раціональним буде вибір зменшеного діаметра заряду. При тріщинуватих породах, навпаки, значення діаметру слід збільшити.

2. Вивчені гірничо-геологічні та технологічні умови проведення бурових та підричних робіт в кар'єрі ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ».

3. Запропоновано для визначення діаметру свердловинного заряду для ведення масового вибуху на кар'єрах використовувати методику, в основі якої закладено техніко-економічна оцінка показників буропідричних робіт.

4. Отримана формула, яка взаємно пов'язує вартість буропідричних робіт з їхніми параметрами, фізико-механічними властивостями гірського масиву та діаметром свердловинного заряду ВР.

5. Отримано графічні залежності зміни вартості БПР від діаметру свердловинного заряду для різних категорій тріщинуватості гірського масиву для скельних порід кар'єру ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ».

6. Представлена розрахункова формула для визначення оптимального діаметру свердловинного заряду ВР, яка пов'язує вартісні показники буріння та підривання, а також характеристику тріщинуватості гірського масиву.

7. Встановлено, що при експлуатаційних витратах на буріння 1 п.м. свердловин  $c_{\text{бур}} = 280$  грн/м, і вартості 1 кг вибухової речовини  $c_{\text{ВР}} = 16,1$  грн/кг., діаметр свердловинного заряду для практично монолітного масиву становить 200 мм, для середньо тріщинуватого – 216 та 250 мм, для сильно тріщинуватого – 320 мм.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Мальцева Ю. С. Проблема вибору діаметру свердловинних зарядів для ведення буропідричних робіт на кар'єрах / Ю. С. Мальцева, О. О. Фролов // Матеріали 2-ї науково-технічної конференції “Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі” - Кривий Ріг: ДВНЗ “Криворізький національний університет”. – 2017. – С. 37 - 38.

2. Мальцева Ю. С. Проблеми вибору раціонального діаметра скважених зарядів на кар'єрах / Ю.С.Мальцева // Матеріали 7-й міжнародної науко – практичної конференції молодих учених и студентів «Опыт прошлого – взгляд в будущее» – Тула: Тульский государственный университет. – 2017. Т.1. – С. 30 – 35.

3. Фролов О. О. Визначення ефективного діаметру свердловинного заряду з урахуванням техніко-економічної оцінки буропідричних робіт / О. О. Фролов, Ю. С. Мальцева // Вісник Криворізького національного університету: Зб. Наук. Праць. – 2018. – Вип.46. – С. 9 – 14. Вак.

4. Frolov O. Establishment of effective technological parameters at the contour blasting of borehole chargers / O. Frolov, Yu. Maltseva // Збірник “Сучасні ресурсозберігаючі технології гірничого виробництва” – Науково - виробничий збірник: Кременчуцький національний університет імені Михайло Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2018. – Вип.1/2018(21). – С. 29-37. Вак.

5. Мальцева Ю.С. Екологічний аспект іноваційного підприємства/Удовицька Є.А., Куляпіна А.В., Мальцева Ю.С. //Участь у Міжнародній науково-практичній конференції «Підприємництво і торгівля: тенденції розвитку» 23 травня 2018. Одеса: Одеський національний політехнічний університет, 2018, С. 36.

## АНОТАЦІЯ

**Мальцева Ю.С. Удосконалення методики визначення діаметру свердловинного заряду на основі техніко-економічної оцінки ефективності буропідривних робіт. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 184 «Гірництво» спеціалізації «Розробка родовищ та видобування корисних копалин». – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2018.

Магістерська дисертація присвячена дослідженню з аналізу та удосконалення методики визначення діаметра свердловинного заряду вибухової речовини для конкретних гірничо-геологічних умов відпрацювання родовища.

Виконано порівняння існуючих способів вибору та визначення діаметру свердловинних зарядів для вибухового руйнування скельних порід на кар'єрах.

Обґрунтована необхідність визначення діаметру свердловинного заряду на підставі техніко-економічної оцінки буропідривних робіт та встановлена область ефективного застосування зарядів з різними діаметрами в певних геологічних і гірничотехнічних умовах.

Отримана розрахункова формула з визначення діаметру свердловинного заряду ВР, яка пов'язує вартісні показники буріння та підривання, а також характеристику тріщинуватості гірського масиву та побудовані графічні залежності зміни вартості буропідривних робіт від діаметру свердловинного заряду для різних категорій тріщинуватості гірського масиву для скельних порід кар'єру ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»;

Визначені оптимальні значення діаметру свердловинного заряду вибухових речовин при проведенні буропідривних робіт в кар'єрі, які змінюються в межах 200-250 мм.

**Ключові слова:** гірський масив, кар'єр, вибух, свердловинний заряд, вибухова речовина, діаметр свердловини, буропідривні роботи.