

В.Д. Воробйов, д.т.н., проф.**О.Я. Тверда, к.т.н., ст. викл.***Національний технічний університет України «КПІ»*

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РАЙОНУВАННЯ ГРАНІТНИХ КАР'ЄРІВ

Викладено результати удосконалення технології районування гранітних кар'єрів за вибуховістю порід на основі розробки карт вибуховості видобувних уступів. Показано, що обов'язковою умовою для досягнення рівномірного дроблення гірської маси за рахунок диференційованого розподілу енергії вибуху в руйнованому масиві є обґрунтування напрямку найбільш легкого розколу природних окремоностей, реалізованого оптимальним напрямком відбійки зарядів ВР за допомогою схем КСП. Наведена послідовність операцій, що забезпечує при їх реалізації оптимальні напрямки відбійки гірничої маси. Така умова досягається періодичним вибором схеми КСП, що забезпечує орієнтування фронту робіт в оптимальному напрямку; перенесенням схеми КСП в натуру; розрахунком розмірів і геометрії мережі свердловин під схему підривання з урахуванням усередненого радіуса воронки дроблення; розміткою місць розташування свердловин на блоці порід і їх бурінням; заряджанням свердловин, монтажем вибухової мережі та підриванням. Карта вибуховості є основою для складання проекту на масовий вибух.

Ключові слова: вибух; вибухова речовина; відбійка; гірська порода; дроблення; карта вибуховості; районування; свердловина; фронт робіт.

Актуальність роботи. Районування кар'єрів за вибуховістю є одним з основних процесів, що визначає вибір раціональних параметрів підривних робіт на стадії проектування, їх технологічну, екологічну безпеку і техніко-екологічну ефективність роботи підприємства в цілому. При цьому результати районування кар'єрних полів, окрім встановленого взаємозв'язку природних (показники властивостей і будови гірського масиву) і технологічних (параметри вибуху і видобувних уступів) чинників, повинні обов'язково містити обґрунтовані рекомендації щодо диференційованого вибору параметрів з метою трансформації енергії вибуху в руйнований масив з максимальною її реалізацією в процесі руйнування порід застосуванням вибухових технологій. Такий підхід, окрім відомих в науці і практиці, повинен забезпечувати необхідну якість дроблення гірського масиву і виключати негативні прояви вибуху як на стан уступів, що відпрацьовуються в кар'єрі, і одержувану при цьому продукцію, так і на навколишнє середовище.

Аналіз стану наукових досягнень з районування кар'єрів за вибуховістю порід. Сучасний стан районування кар'єрних полів за вибуховістю скельних порід базується на розробці та використанні карт вибуховості з попереднім складанням за результатами геолого-маркшейдерських даних класифікацій порід за ступенем і категоріями тріщинуватості і блочності [1–3]. Серед технологічних процесів при відкритій розробці родовищ складання зазначених класифікацій відіграє важливу роль, оскільки показники, що входять до їх структури, в подальшому використовуються при оцінці ділянок порід, що відпрацьовуються, за складністю підривання. При цьому дані по вибуховості певною мірою відображають опірність скельних порід вибуховому руйнуванню. Всі відомості з вивчення структурно-текстурних особливостей гірського масиву вказуються на картах (або план-схемах) районування з віднесенням їх до певної категорії для використання в проектуванні параметрів підривних робіт [4–8].

У [4, 5] наведено результати районування кар'єрів за тріщинуватістю при розробці родовищ гранітів, у [6–8] – залістистих кварцитів, у [9] – апатитових руд. Шляхом поєднання даних з тріщинуватості, представлених у вигляді карт, з місцевою класифікацією порід за вибуховістю розробляється карта вибуховості порід в межах кар'єрного поля, як, наприклад, показано в роботах [4, 5, 8, 10].

У роботі [11] зазначені різні підходи до оцінки вибуховості гірських порід за показниками складності їх підривання. Як показники приймалися енергоємність буріння [12], розрахункова критична швидкість руйнування гірського масиву [13], акустична жорсткість порід [14]. У сучасній практиці проектування підривних робіт вибуховість порід визначається через питому витрату еталонної вибухової речовини (ВР) [2, 15, 16], яка покладена в основу міжгалузевої класифікації з вибуховості [2] відповідно до категорій (класів) за тріщинуватістю і блочністю.

Слід зазначити, що використання класифікацій і карт вибуховості порід на кар'єрах безумовно сприяє підвищенню ефективності підривних робіт. Проте в кожному конкретному випадку необхідний виборчий підхід до районування, який визначається гірничо-геологічними умовами та типами розроблюваних порід. Так, наприклад, проблема досягнення необхідної якості дроблення гірської маси при підриванні гранітів стоїть гостріше, порівняно з залістистими кварцитами. Граніти є міцними і в'язкими, а залістисті кварцити – міцними і крихкими. Тому, у зв'язку з великим опором гранітів вибуховим навантаженням, вихід негабариту на таких кар'єрах перевищує в 1,5–3 рази цей показник,

порівняно з залізрудними кар'єрами [4, 5]. До того ж характер і розмір природних окремоостей з елементами залягання тріщин у зазначених породах мають різний розподіл щодо кар'єрного поля і за глибиною розробки родовища. Це і зумовлює основну особливість при розробці карт вибуховості гранітів. Разом з цим, при оцінці вибуховості порід, доцільним і більш прийнятним є використання удосконаленої шкали тріщинуватості [17] замість шкали тріщинуватості Міжвідомчої комісії з вибухової справи [1], що, на наш погляд, об'єктивно відображено в роботі [18].

Для вибору раціональних параметрів підривних робіт з метою підвищення якості підірваної гірської маси на гранітних кар'єрах запропонована карта районування за тріщинуватістю [4] з виділенням однорідних зон. На карті вказані порядок відпрацювання блоків порід, що підриваються, розмір мережі свердловин з координацією анізотропії. До цих же умов розробки гранітів запропонована цільова класифікація гранітів за вибуховістю, що містить 6 класів вибуховості [5], для яких визначені середній діаметр природної окремої, питома витрата ВР і вихід негабаритної фракції гірської маси. Ці дані ранжовані під дробарки першої стадії механічного подрібнення типу ЩКД з розмірами приймальної щілини 900x1200, 1200x1500 і 1500x2100 мм, що зумовлює різний вихід негабариту при його нормуванні на одному і тому самому кар'єрі і при одній і тій самій технології підривання.

Таким чином, наявність карт вибуховості значною мірою спрощує процес проектування параметрів підривних робіт. Разом з тим, традиційні підходи до розробки карт районування порід за вибуховістю, що розглянуті вище, є недостатніми з точки зору досягнення необхідних результатів вибуху при їх реалізації. Доцільним було б до карт районування кар'єрів за тріщинуватістю і блочністю для кожної виділеної зони порід вказувати параметри вибуху з урахуванням способу підривання зарядів під схеми КСП [4, 19–21], що забезпечують оптимальний напрямок відбійки гірської маси. Проектування параметрів під схеми підривання поки не обґрунтовано.

Мета роботи – обґрунтувати необхідності удосконалення технології районування кар'єрних полів за вибуховістю порід з урахуванням оптимального напрямку відбійки груповими зарядами ВР, що забезпечить необхідні результати вибуху за рахунок карт районування порід за вибуховістю, які містять раціональні параметри підривних робіт і розраховані під конкретні схеми короткосповільненого підривання (КСП).

Матеріал і результати досліджень. Як відомо, якість буропідривних робіт на кожному кар'єрі залежить від великої кількості чинників. У процесі проектування масових вибухів визначаються основні параметри відповідно до прийнятих методик розрахунку [2, 22, 23].

Алгоритм послідовності проектування параметрів масового вибуху під схеми КСП. Використовувані в практиці карти вибуховості порід містять основний енергетичний параметр – питома витрата ВР – відповідно до виділених зон за коефіцієнтом міцності (за М.М. Протод'яконовим), тріщинуватості і класами блочності на основі класифікацій і карт районування за цими показниками. Додатково до такої структури в роботі [4] для гранітів вказані розміри мережі свердловин і коефіцієнт анізотропії, а у [8] для залізистих кварцитів – мережа свердловин під діаметри свердловин, що дорівнюють 250 і 450–600 мм.

Аналіз практики підривних робіт показує, що використання карт районування кар'єрів за вибуховістю не завжди забезпечує досягнення необхідних кінцевих результатів. Пояснити таке становище можна двома наступними причинами.

Перша – вибір параметрів підривання проводиться за традиційними формулами наближено з подальшим експериментальним уточненням. Порядок розрахунку параметрів вибуху не завжди відповідає умовам підривання і прив'язці до виділених зон районування. Зміст проектів на проведення масових вибухів містить зазвичай недостатню кількість даних із залученням емпіричних коефіцієнтів, прийнятих часто суб'єктивно.

Друга – буріння свердловин на уступі кар'єру за розрахованою мережею їх розташування не враховує способи підривання (миттевий, короткосповільнений), що мають місце в схемах КСП. Цим самим можливості схем КСП за визначенням геометрії мережі свердловинних зарядів і відстаней між ними, що зумовлюють оптимальний напрямок відбійки, не реалізуються.

У зв'язку з цим, необхідною умовою диференційованого розподілу енергії вибуху по масиву в процесі його руйнування є наступна послідовність виконання операцій (рис. 1):

- вивчення та обґрунтування характеру залягання в масиві системних тріщин і природних окремоостей зі встановленням кількісних показників їх оцінки;
- розробка класифікацій і карт районування за тріщинуватістю і блочністю з виділенням однорідних зон і границь між ними в межах видобувного горизонту;
- обґрунтування оптимального напрямку відбійки, що реалізує ефект напрямку найбільш легкого розколу гранітів за рахунок впливу фронту хвилі напруження при КСП зарядів;
- вибір схеми КСП зарядів ВР з оптимальним напрямком фронту відбійки, орієнтованого під напрямок найбільш легкого розколу порід;
- визначення усередненого радіуса воронки дроблення, виходячи з діаметра свердловин для наявних на підприємстві бурових верстатів і типів ВР;

- розрахунок відстаней між зарядами при їх миттєвому підриванні і КСП під обрану схему підривання;
- розробка карти районування за вибуховістю порід і на її основі складання проекту масового вибуху;
- перенос даних районування порід за вибуховістю в натуру з розміткою місць для буріння свердловин під обрану схему КСП;
- буріння свердловин, монтаж вибухової мережі та підривання серії свердловинних зарядів.

Наведений на рисунку 1 алгоритм і карта районування порід за вибуховістю є основою для проектування параметрів вибуху під конкретні схеми КСП, що забезпечують оптимальний напрямок відбійки гірської маси на кар'єрі.



Рис. 1. Алгоритм послідовності виконання операцій при проектуванні параметрів вибухів під схеми КСП на основі карт районування кар'єрів за вибуховістю порід

До пояснення оптимального напрямку відбійки гірської маси. Відомо, що позитивні результати вибуху значною мірою залежать від правильного врахування природної тріщинуватості гірського масиву. У масивах гранітних порід виділяють здебільшого такі 4 основні системи тріщин, що впливають на процес руйнування [3, 4, 24]: вертикальні поперечні (розкриті) тріщини розтягу Q, вертикальні поздовжні (щільнозімкнені) тріщини стиснення S, діагональні тріщини сколювання D і горизонтальні (пластові) тріщини L (рис. 2). Тріщини систем Q і S практично взаємно перпендикулярні.

Взаємне розташування системних тріщин в гранітному масиві може зумовлювати наявність природних окремоств у формі куба, паралелепіпеда з різними розмірами граней та ін. [3, 24]. Як правило, природна окремість в гранітному масиві обмежена тріщинами систем Q і S. При вибуху необхідно орієнтувати фронт відбійки в бік окремоств з більшою площею грані, оскільки зі збільшенням площі знижується опір руйнуванню вибуховими навантаженнями (рис. 3). Або ж, залежно від умов підривання, фронт відбійки можна орієнтувати перпендикулярно тріщинам системи як Q, так і S. Однак перевагу слід надавати системі Q. Дана умова підтверджена результатами раніше виконаних досліджень [3, 4] і тому сумнівів не викликає.

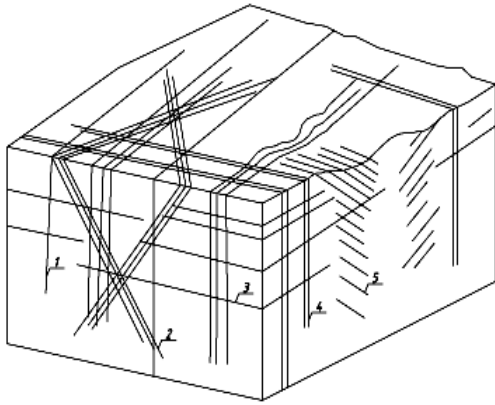


Рис. 2. Характерна схема структурних елементів гранітного масиву [24]:

- 1 – тріщини стиснення, S ;
 2 – діагональні, D ; 3 – горизонтальні, L ;
 4 – тріщини розтягу, Q ;
 5 – крайові тріщини розтягу

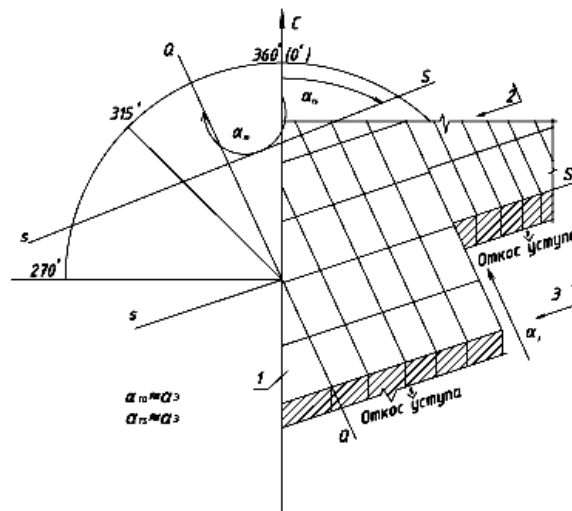


Рис. 3. Принципова схема взаємозв'язку структурних елементів гранітного масиву з оптимальним напрямком відбійки зарядами ВР: 1 – природна окремість масиву;

- 2 – напрямок розвитку фронту робіт; 3 – напрямок найбільш легкого розколу;
 α_{tQ} – азимут простягання тріщин системи Q ; α_{tS} – те саме, тріщин системи S ;
 α_3 – те саме, лінії вибою (укосу уступу)

Структура і зміст карт районування кар'єрів за вибуховістю порід. Основною особливістю карт районування кар'єрів за вибуховістю, на відміну від традиційного підходу, є послідовність виконання розрахунків параметрів та показників, а також наявність на план-карті більш повної інформації, зумовленої урахуванням взаємозв'язку властивостей і будови масиву з застосовуваними схемами КСП (рис. 4).

Через неможливість наочно представити на карті всі дані, що необхідні для проектування масових вибухів, до неї додаються таблиці із зазначенням кількісних показників за відповідними формами (табл. 1 і 2).

Таким чином, проектування параметрів підривних робіт під схеми КСП дозволяє збільшити обсяг відбиваної гірської маси з досягненням заданого ступеня дроблення за рахунок врахування взаємодії хвильових полів, зумовлених орієнтуванням в напрямку найбільш легкого розколу гірського масиву вибухами одиночних і групових зарядів в серії на уступі кар'єру [21, 25]. Отже, при КСП за допомогою різних схем з'єднання зарядів відстані між ними повинні бути різними при орієнтуванні фронту відбійки гірської маси в оптимальному напрямку (рис. 3 і 4).

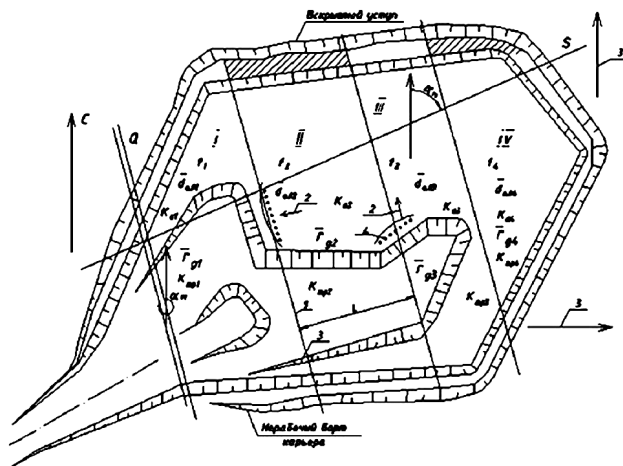


Рис. 4. Карта районування гранітного кар'єру за вибуховістю з суміщенням структурних елементів та напрямки оптимальної відбійки гірської маси по відношенню до тріщин масиву: I–IV – однорідні зони; 1 – межа між зонами; 2 – напрямок оптимальної відбійки; 3 – напрямок розвитку фронту робіт; 4 – заряди ВР; $d_{e.01}$ – $d_{e.04}$ – середній діаметр природної окремості, мм; K_{mp1} – K_{mp4} – коефіцієнт тріщинуватості;

K_{a1} – K_{a4} – коефіцієнт анізотропії; r_{g1} – r_{g4} – усереднений радіус воронки дроблення, м;

L – ширина однорідної зони, м (інші позначення як на рис. 3)

Таблиця 1

Показники властивостей і будови гранітних порід на уступі кар'єру

№ зони	L_0 , м	f	$d_{e.0}$, мм	K_{mp}	K_a	r_g , м	α_3 , град.	α_6 , град.
I	L_1	f_1	$d_{e.01}$	K_{mp1}	K_{a1}	r_{g1}	α_{31}	α_{61}
...
N	L_n	f_n	$d_{e.0n}$	K_{mpn}	K_{an}	r_{gn}	α_{3n}	α_{6n}

Таблиця 2

Параметри підривних робіт по зонах гранітного кар'єру

№ зони	a , м	b , м	W , м	H_y , м	L_c , м	$N_{скв.}$, шт.	q , кг/м ³	$l_{зар.}$, м	$l_{пер.}$, м	$l_{заб.}$, м	h_6 , м	$Q_{оз.}$, кг	$Q_{ер.}$, кг	$n_{эр.}$	$n_{зар.}$
I	a_1	b_1	W_1	H_{y1}	L_{c1}	$N_{скв.1}$	q_1	$l_{зар.1}$	$l_{пер.1}$	$l_{заб.1}$	h_{61}	$Q_{оз.1}$	$Q_{ер.1}$	$n_{эр.1}$	$n_{зар.1}$
...
N	a_n	b_n	W_n	H_{yn}	L_{cn}	$N_{скв.n}$	q_n	$l_{зар.n}$	$l_{пер.n}$	$l_{заб.n}$	h_{6n}	$Q_{оз.n}$	$Q_{ер.n}$	$n_{эр.n}$	$n_{зар.n}$

Примітки (до табл. 1 і 2): L_0 – довжина блока порід, що підривається; α_3 – азимут простягання забою; α_6 – те саме, великої осі воронки дроблення; L_c – глибина свердловини; h_6 – рівень води в свердловині; $Q_{оз.}$ – маса одного заряду ВР; $Q_{ер.}$ – маса заряду в групі.

Висновки:

1. Аналізом наукових і практичних досягнень з районування кар'єрів за вибуховістю порід встановлена недостатня інформація про взаємозв'язок природних і технологічних чинників, що міститься в картах вибуховості порід, для забезпечення необхідних результатів вибуху.

2. Показано, що обов'язковою умовою для досягнення рівномірного дроблення гірської маси за рахунок диференційованого розподілу енергії вибуху в руйнованому масиві є обґрунтування напрямку найбільш легкого розколу природних окремоностей, реалізованого оптимальним напрямком відбійки зарядів ВР за допомогою схем КСП (рис. 3).

3. Розроблено алгоритм послідовності виконання операцій (рис. 1), відмінною рисою якого є: вибір схеми КСП зарядів, що забезпечує орієнтування фронту робіт в оптимальному напрямку; перенос схеми КСП в природу; розрахунок розмірів і геометрії мережі свердловин під схему підривання з урахуванням усередненого радіуса воронки дроблення; розмітка місць розташування свердловин на блоці порід і їх буріння; заряджання свердловин, монтаж вибухової мережі та підривання.

4. Отримані дані наносяться на карту вибуховості (рис. 4), а інші параметри і показники додаються до карти у вигляді таблиць (табл. 1 і 2). Після цього складається проект масового вибуху.

Через обмеження обсягу в даній роботі не наводиться методика розрахунку параметрів підричних робіт під схеми КСП. Вона може в подальшому бути викладена як самостійна робота.

Список використаної літератури:

1. *Временная* классификация горных пород по степени трещиноватости в массиве. – М., 1968. – 30 с. (Информ. вып./ Ин-т горн. дела им. А.А. Скочинского; № В – 199).
2. *Проектирование* взрывных работ в промышленности / Э.Б. Башкуев, А.М. Бейсебаев, А.Ф. Богацкий и др. ; под. ред. Б.Н. Кутузова. – 2-ое изд. – М. : Недра, 1983. – 359 с.
3. *Кучерявый Ф.И.* Многорядное короткозамедленное взрывание на карьерах строительных материалов / Ф.И. Кучерявый, А.С. Олейников, А.Т. Волов. – К. : Будівельник, 1975. – 84 с.
4. *Воробьев В.Д.* Взрывные работы в скальных породах / В.Д. Воробьев, В.В. Перегудов. – К. : Наук. думка, 1984. – 240 с.
5. *Кравець В.Г.* Підривні роботи на кар'єрах : навч. посібник / В.Г. Кравець, В.Д. Воробйов, А.О. Кузьменко. – К. : ІСДО, 1994. – 376 с.
6. *Игнатенко И.М.* Районирование карьера «ОАО «Стойленский ГОК» по блочности горных пород / И.М. Игнатенко // Известия ТулГУ. Науки о Земле. – 2010. – Вып. 1. – С. 83–92.
7. *Структура* и районирование массива докембрийских пород Лебединского месторождения / В.А. Дунаев, С.С. Серый, А.В. Герасимов и др. // Горн. журнал. – 2003. – № 3. – С. 7–13.
8. Районирование породного массива Михайловского месторождения по блочности и взрываемости / В.А. Дунаев, Н.Т. Рягузов, А.В. Герасимов и др. // Горн. журнал. – 1996. — № 9–10. – С. 53–57.
9. *Грачев Ф.Г.* Классификация горных пород апатитового карьера «Центральный» по взрываемости / Ф.Г. Грачев, В.П. Павлов, Г.В. Качайник // Пути повышения эффективности открытых горных работ. – 1970. – С. 76–82.
10. *Геолого-структурное* картирование Ковдорского месторождения для решения геомеханических и горно-эксплуатационных задач с применением компьютерных технологий // В.А. Дунаев, С.С. Серый, А.В. Герасимов и др. // Горн. журнал. – 1998. — № 4. – С. 13–15.
11. *Завсегдашний В.А.* Оценка участков карьерного поля по трудности взрывания горных пород / В.А. Завсегдашний, В.В. Перегудов, В.К. Слободянюк // Разроб. рудн. месторождений. – 1999. — № 67. – С. 15–18.
12. *Тангаев И.А.* Буримость и взрываемость горных пород / И.А. Тангаев. – М. : Недра, 1978. – 184 с.
13. *Ракишев Б.Р.* Прогнозирование технологических параметров взорванных пород на карьерах / Б.Р. Ракишев. – Алма-Ата : Наука, 1983. – 240 с.
14. *Мосинец В.Н.* Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород / В.Н. Мосинец, А.В. Абрамов. – М. : Недра, 1982. – 248 с.
15. *Ржевский В.В.* Процессы открытых горных работ / В.В. Ржевский. – М. : Недра, 1978. – 542 с.
16. *Ржевский В.В.* Основы физики горных пород / В.В. Ржевский, Г.Я. Новик. – М. : Недра, 1984. – 390 с.
17. *Кутузов Б.Н.* Классификация горных пород по взрываемости для карьеров / Б.Н. Кутузов, Н.И. Лемеш, В.Ф. Плужников // Горн. журнал. – 1979. – № 2. – С. 41–43.
18. Карта взрываемости горных пород и автоматизация проектирования буровзрывных работ на карьерах / В.А. Дунаев, С.С. Серый, А.В. Герасимов и др. // Горн. журнал. – 2000. – № 1. – С. 17–21.
19. *Воробьев В.Д.* О проектировании эффективных и безопасных параметров взрывных работ / В.Д. Воробьев, И.Ф. Гончар // Безопасность труда в промышленности. – 1981. – № 12. – С. 34–36.
20. *Воробьев В.Д.* Методические рекомендации по расчету эффективных и безопасных параметров взрывных работ на карьерах / В.Д. Воробьев, И.Ф. Гончар, Л.П. Ходос. – Тернополь : Збруч, 1982. – 98 с.
21. Влияние способа взрывания на характер и объем разрушения гранитов / Ф.И. Кучерявый, В.Д. Воробьев, Н.В. Кривцов и др. // Автодорожник Украины. – 1978. – № 1. – С. 40–41.
22. Технические правила ведения взрывных работ на дневной поверхности. – изд. 5-ое. – М. : Недра, 1972. – 240 с.
23. Справочник взрывника / Б.Н. Кутузов, В.М. Скоробогатов и др. ; под общ. ред. Б.Н. Кутузова. – М. : Недра, 1988. – 511 с.
24. Механика взрывного разрушения пород различной структуры / Э.И. Ефремов, В.Д. Петренко, Н.П. Рева и др. – К. : Наук. думка, 1984. – 192 с.

25. Воробьев В.Д. Совершенствование сетки скважинных зарядов ВВ / В.Д. Воробьев // Добыча угля открытым способом. – 1978. – № 2. – С. 3–6.

ВОРОБИЙОВ Віктор Данилович – професор кафедри інженерної екології Інституту енергозбереження и енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».

Наукові інтереси:

- буропідривні роботи;
- ресурсозбереження в гірничій справі;
- екологія.

ТВЕРДА Оксана Ярославівна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інженерної екології Інституту енергозбереження и енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».

Наукові інтереси:

- підривні роботи;
- ресурсозберігаючі технології підривних робіт;
- екологічні ризики.

Тел.: (067) 744-03-90.

E-mail: tverdaya@ukr.net

Стаття надійшла до редакції 14.11.2014

Воробйов В.Д., Тверда О.Я. Удосконалення технології районування гранітних кар'єрів
Воробьев В.Д., Твердая О.Я. Усовершенствование технологии районирования гранитных карьеров
Vorobev V.D., Tverda O.Ya. Improving the technology of granite quarries zoning

УДК 622.235

Усовершенствование технологии районирования гранитных карьеров / В.Д. Воробьев, О.Я. Твердая

Изложены результаты совершенствования технологии районирования гранитных карьеров по взрываемости пород на основе разработки карт взрываемости добывающих уступов. Показано, что обязательным условием для достижения равномерного дробления горной массы за счет дифференцированного распределения энергии взрыва в разрушаемом массиве является обоснование направления наиболее легкого раскола естественных отдельностей, реализованного оптимальным направлением отбойки зарядов с помощью схем КСП. Приведенная последовательность операций обеспечивает при их реализации оптимальные направления отбойки горной массы. Такое условие достигается первоочередным выбором схемы КСП, которая обеспечивает ориентировку фронта работ в оптимальном направлении; переносом схемы КСП в натуру; расчетом размеров и геометрии сетки скважин под схему взрывания с учетом усредненного радиуса воронки дробления; разметкой мест расположения скважин на блоке пород и их бурением; зарядкой скважин; монтажом взрывной сети и взрывом. Карта взрываемости является основой для составления проекта на массовый взрыв.

Ключевые слова: взрыв; взрывчатое вещество; отбойка; горная порода; дробление; карта взрываемости; районирование; скважина; фронт работ.

УДК 622.235

Improving the technology of granite quarries zoning / V.D. Vorobev, O.Ya. Tverda

The article presents the results of improving the technology of granite quarries zoning according to rock's explosion ability through the development of explosion maps of the mining benches. It is shown that a prerequisite for achieving uniform crushing of rock mass due to the differential distribution of explosion energy in array is justification the direction of the lightest split of natural separateness, which is realized by optimal direction of breaking charges with the help of diagrams of explosion with a slowdown. This sequence of operations is provided in their implementation best course of breaking rock. Such requirement is achieved by the choice of special scheme of explosion which provides orientation of the front work in the optimal direction; transferring schemes in nature; calculating the size and geometry of the mesh holes for blasting scheme based on the average radius of the crater crushing; marking the locations of wells on the block of rocks and drilling; recharging wells, installation of networks and explosive blast. The map of explosiveness is the basis for the compiling of the project of the mass explosion.

Keywords: explosion; explosive; breaking; rock; crushing; explosion map; zoning; well; scope of work.