

О.М. Клеван, аспір.
В.В. Котенко, к.т.н., доц.
Житомирський державний технологічний університет

ВПЛИВ ПОМИЛКИ РОЗТАШУВАННЯ УСТЯ ВИБУХОВОЇ СВЕРДЛОВИНИ НА ЯКІСТЬ ПІДРІВНОЇ ГІРСЬКОЇ МАСИ

Обґрунтовано та встановлено залежність точності фактичного положення усть вибухових свердловин на якість проведення буровибухових робіт в умовах родовищ нерудної будівельної сировини.

Вступ. На сучасному етапі розвитку гірничих робіт більше 90 % всіх корисних копалин, що видобуваються відкритим способом, підготовлюють до виймання за допомогою вибухів, при яких широко використовують свердловинні заряди вибухових речовин (ВР). Таким чином, буровибухові роботи (БВР) на гірничодобувних підприємствах є однією з основних операцій при підготовці скельних гірських порід до виймання. Зростання відсотка міцних скельних порід, а також вплив якості подрібнення гірських порід на такі технологічні процеси – екскавацію, транспортування і первинне подрібнення обумовлює збільшення питомої витрати ВР і бурових робіт. На сьогоднішній день витрати на БВР складають від 15 до 40 % загальних витрат [1]. Якість масового вибуху на родовищах нерудної будівельної сировини характеризується рівномірністю подрібнення гірської породи. В першу чергу прагнуть задовольнити вимоги до якості сировини, кускуватості й ступеня розпушення порід за допомогою вибору комплексу технічних і організаційних рішень.

Тому для досягнення ефективного подрібнення та мінімального переміщення масиву порід необхідно забезпечити передачу максимальної енергії вибуху навколишньому середовищу. З цією метою ВР повинна бути рівномірно розташована, як правило, всередині масиву (в пробурених свердловинах). Буріння свердловин є досить важливою ланкою у БВР, на що витрачається багато сил, затрат та часу (собівартість буріння 1 м/п свердловин діаметром 150 мм коштує 60–75 грн.).

Необхідно відмітити, що процес БВР на кар'єрах нерудної будівельної сировини на всіх етапах супроводжується маркшейдерським забезпеченням, яке містить значний обсяг як польових, так і камеральних робіт. Сюди належить: маркшейдерська зйомка підготовленого до вибуху масиву, винос в натуру проекту БВР із заданими параметрами сітки свердловин, контроль фактичного положення пробурених свердловин та маркшейдерська зйомка підірваної гірської маси. Таким чином якість проведення БВР на родовищах нерудної будівельної сировини прямою мірою залежить від точності їхнього маркшейдерського супроводження та правильності складання паспорта БВР.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням в області видобування було-щебеневої сировини вибуховим методом і підвищення ефективності БВР присвятили свої роботи В.В. Ржевський, Б.М. Кутузов, М.Т. Бакка, М.Г. Новожилов, М.В. Монастирьов та ін.

Удосконалення сучасного маркшейдерського забезпечення та визначення оптимальних параметрів БВР на підставі обводненості уступів кар'єрів відображене в працях Т.Г. Ніколаєва, Ю.В. Татарко. Експериментальні дослідження впливу схем розташування вибухових свердловин на ефективність ведення БВР при видобуванні булощебеневої сировини представлено у роботах О.О. Кісель та А.В. Кісель. Встановленням розмірів і форми зони руйнування при вибуху системи свердловинних зарядів присвятили свої наукові праці О.О. Фролов.

Але залежність якості БВР від якості розробленого паспорта БВР та точності маркшейдерського супроводження БВР перерахованими вище авторами було розглянуто не в повному обсязі.

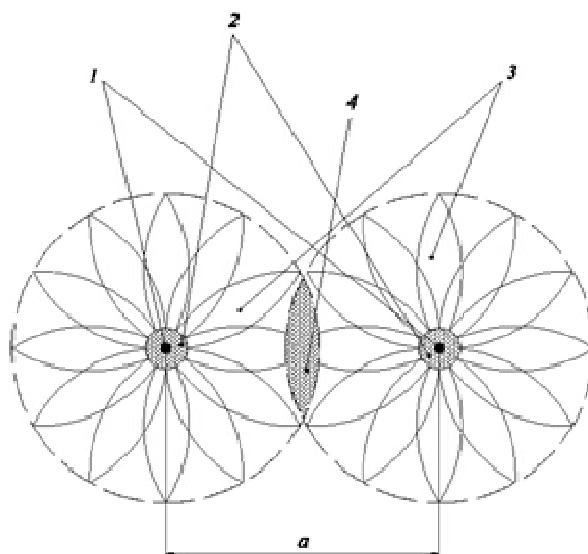
Мета досліджень. Сучасний український ринок щебеневої продукції представлений, в основному, видобутком булощебеневої сировини на кар'єрах, які експлуатуються ще з часів колишнього Радянського Союзу. Крім того до якості готової продукції висуваються жорсткі вимоги, що в свою чергу загострює конкурентну боротьбу між виробниками булощебеневої сировини і змушує їх шукати нові шляхи покращення якості видобування та переробки гірської маси на продукцію, зменшенню витрат на видобування та отримання продукції.

Проведення вибухів на кар'єрах вимагає жорсткого контролю кускуватості гірських порід, оскільки зменшення середнього шматка в розвалі знижує міцність щебеню та збільшує вихід дрібної фракції (відсіву), який може сягати 40 % усієї розпушеної гірської маси, а негабаритні шматки породи зменшують продуктивність екскаваторів та збільшують витрати на БВР. Надмірна кускуватість та переподрібнення гірської маси є негативними явищами, що в свою чергу можуть регулюватися параметрами сітки буріння свердловин та схемою ініціювання зарядів свердловин в масиві. Взагалі всі ці фактори зумовлюють нерациональне використання надр [2].

Для кар'єрів нерудної будівельної сировини при вибуховому способі руйнування гірських порід досить актуальною є проблема їх переподрібнення і, насамперед, з позиції виходу некондиційних фракцій (втрат корисних копалин). Тому теоретичне обґрунтування та встановлення залежності точності фактичного положення зарядів вибухових свердловин на якість проведення БВР в умовах родовищ нерудної будівельної сировини є на сьогоднішній день актуальним питанням.

Викладення основного матеріалу. Отримання якісно подрібненої вибухом гірничої маси можливе лише за умови дотримання оптимальних параметрів БВР – сітки розташування свердловин та рівномірного розподілу заряду ВР. Які в свою чергу розраховуються як теоретично, так і приймаються з врахуванням багаторічних дослідних вибухів і можуть змінюватись залежно від глибини розробки та фізико-механічних властивостей окремих ділянок порід родовища. Будь-яке відхилення від цих параметрів призводить до погіршення якості гірничої маси (підвищення відсотка виходу негабариту, переподрібнення). Тому перед маркшейдерською службою гірничого підприємства при супроводженні виконання БВР головним завданням є – надання найбільш повної та достовірної інформації про геометричні параметри масиву, його тріщинуватість, винесення в натуру проектного положення та контроль фактичного положення пробурених свердловин та їх глибини.

Для рудних кар'єрів переподрібнення порід не є негативним явищем з технологічної точки зору. Тим більше, вибухове руйнування порід дешевше механічного. Для нерудних кар'єрів переподрібнення порід – це втрати корисних копалин.



*Рис. 1. Схема впливу вибуху заряду в гірській породі:
1 – заряд; 2 – зона переподрібнення гірської маси навколо заряду ВР;
3 – зона контрольованого виходу негабариту;
4 – зона переподрібнення гірської маси в результаті взаємодії сусідніх зарядів*

Як показали дослідження [3–5] у процесі підривання свердловинних зарядів безпосередньо навколо заряду формується зона переподрібнення гірських порід із радіусом рівним 4–5 діаметрам свердловинного заряду. Далі формується зона регульованого подрібнення, яка сягає відстані 14–15 діаметрів заряду. За цією зоною формується зона нерегульованого подрібнення, в якій порода розпушується за існуючими тріщинами, тому з цієї зони, в основному, і виходить негабарит. У перший момент вибуху заряду ВР навколо його утворюється декілька зон деформацій масиву породи (рис. 1).

В результаті взаємодії хвиль стискання тиск в області перекриття зон 4 (рис. 1) підвищується, що призводить до додаткового подрібнення порід.

На сьогоднішній день найбільшого поширення отримали масові вибухи гірських порід з використання сучасних емульсійних вибухівок з короткосповільненими діагональними схемами неелектричного ініціювання. Останні дослідження найбільш поширених методів виконання маркшейдерських зйомок при складанні паспортів БВР на родовищах нерудної будівельної сировини показали, що при класичному методі з використанням оптико-механічних приладів точність положення вибухових свердловин буде коливатися в межах $\pm 0,4$ м, порівняно з сучасними методами, з використанням сучасних електронних тахеометрів та лазерних сканерів, що в свою чергу зумовить відхилення величини зосередженого заряду по свердловині. В результаті чого висока ймовірність нерівномірного подрібнення масиву гірської породи, що зумовить складність проведення транспортно-навантажувальних робіт [6].

У сучасних умовах видобування булощебеневої сировини найбільш поширеними на вітчизняних кар'єрах є квадратна та шахова сітки розташування свердловин, коли устя свердловин утворюють у першому випадку квадрат, в другому – рівносторонній трикутник, кожна з яких має ряд переваг та недоліків.

В результаті виконаних досліджень [7] були отримані фактичні результати на основі промислових експериментів, що проводились компанією ПрАТ “Західукрвибухпром”, які дозволяють стверджувати, що використання шахової сітки розташування вибухових свердловин дозволяє не лише скоротити об'єм БВР на кар'єрах, але й зменшити кількісні витрати сировини, за рахунок зменшення переподрібнення гірської маси в масиві, тобто сприяє раціональному використанню надр, а також дозволяє зменшити вихід негабариту.

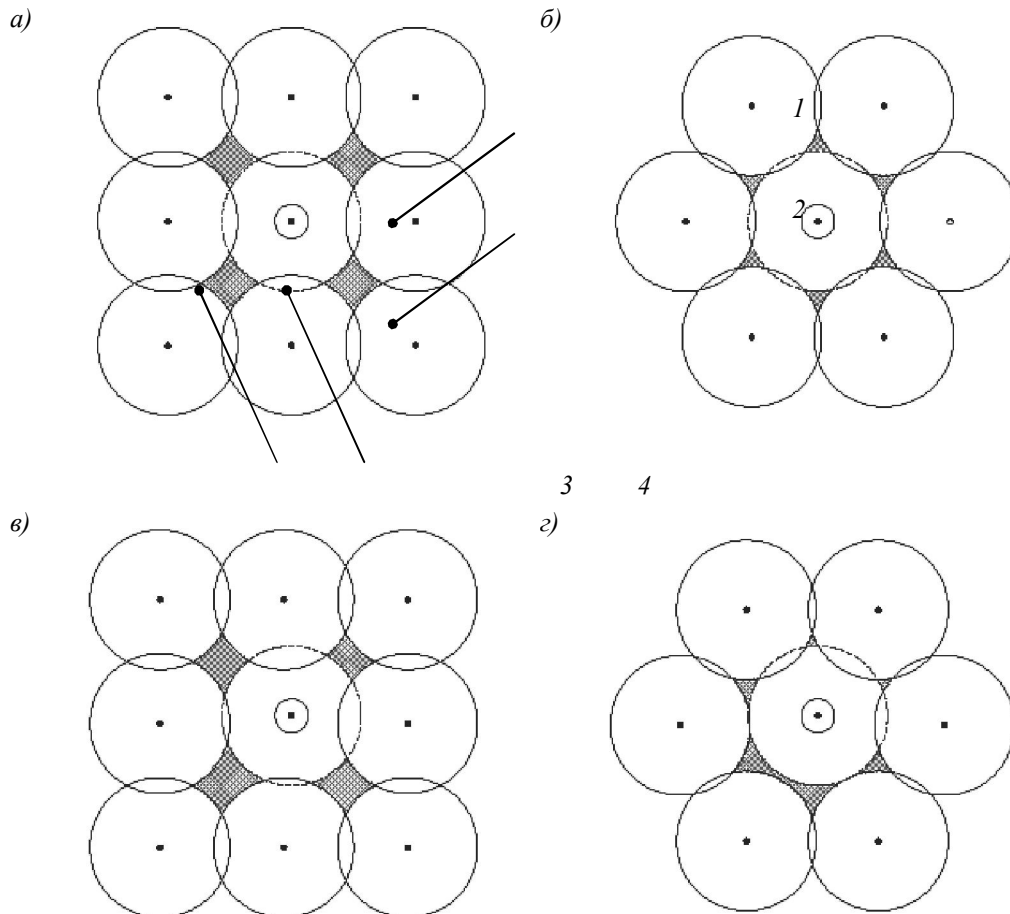


Рис. 2. Вплив місця розташування устя свердловини на якість подрібнення гірської породи: а – квадратна сітка розташування свердловин згідно з паспортом БВР; б – шахова сітка розташування свердловин згідно з паспортом БВР; в – квадратна сітка розташування свердловин зі зміщенням центрального заряду; г – шахова сітка розташування свердловин зі зміщенням центрального заряду; 1 – заряд; 2 – зона виходу кондиційної гірської маси; 3 – зона виходу негабариту; 4 – зона переподрібнення гірської маси в результаті взаємодії сусідніх зарядів

З врахуванням того, що фактор переподрібнення порід має особливе значення для кар'єрів нерудної будівельної сировини, вважаємо доцільним провести розрахунки впливу помилки фактичного розташування устя свердловин на об'єм переподрібнених порід у зоні впливу зближених зарядів та об'єму некондиційної маси в зоні максимально віддалених зарядів.

За вихідні дані для встановлення залежності точності фактичного положення вибухових свердловин на якість проведення БВР в умовах родовищ нерудної будівельної сировини, були прийняті гранітами українського кристалічного щита ($f = 10-12$), з параметрами сітки буріння свердловин: квадратна – 4,5х4,5 м, шахова – 4,8х4,2 м. За основні показники якості руйнування гірських порід були обрані: кондиційна, переподрібнена та негабаритна гірська маса.

Для отримання необхідної залежності авторами статті були проведені теоретичні розрахунки, які базувалися на складанні схем руху розміщення фактично пробурених вибухових свердловин відносно проектного положення в радіусі помилки, що дорівнює точності їх положення – 0,4 м (рис. 2).

Отримані теоретичні розрахунки та порівняльні характеристики впливу помилки розташування устя свердловин при квадратній та шаховій сітці розміщення свердловин надано в таблиці 1 та на графіках рисунка 2.

Таблиця 1

Зведена таблиця впливу помилки розташування устя свердловин на якість подрібнення гірської породи при квадратній та шаховій сітках розташування вибухових свердловин

Показник	Крок зміщення положення устя свердловини, см									
	квадратна сітка розташування свердловин					шахова сітка розташування свердловин				
	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40
Кондиційна маса, %	76,36	76,38	76,22	75,92	75,45	86,93	86,75	86,17	85,09	83,57
Переподрібнення гірської маси в результаті взаємодії зарядів, %	8,89	8,90	9,00	9,35	9,46	3,82	3,95	4,28	4,94	5,84
Сумарний вихід негабариту, %	9,18	9,20	9,25	9,21	9,51	3,67	3,72	3,97	4,39	4,98
Переподрібнення гірської маси навколо заряду, %	5,50	5,44	5,44	5,44	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,53
Сумарне переподрібнення гірської маси, %	14,39	14,34	14,44	14,79	14,96	9,32	9,45	9,78	10,44	11,37
Експлуатаційні втрати, %	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Разом	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

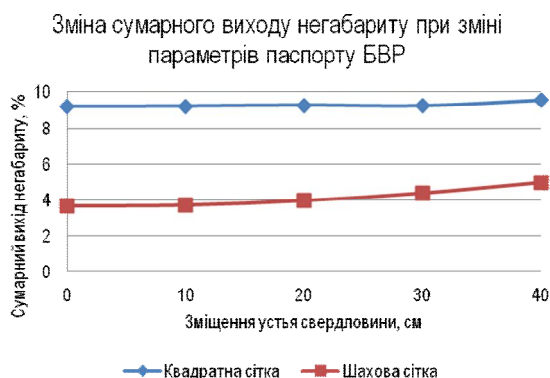
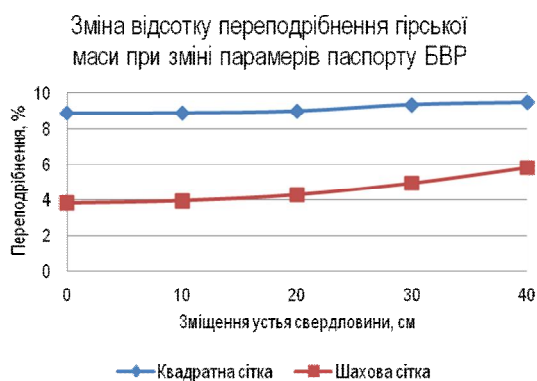
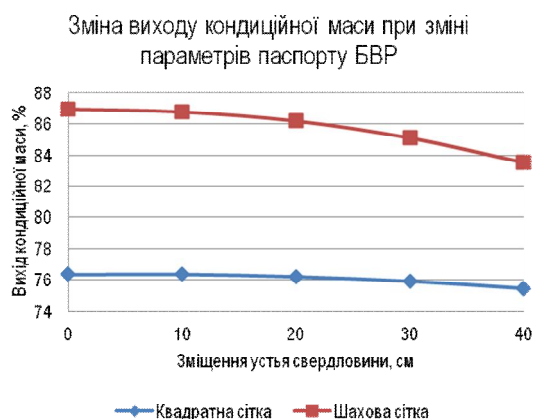


Рис. 3. Графіки залежності зміни виходу кондиційної маси, відсотка переподрібнення гірської маси, сумарного виходу негабариту, сумарного переподрібнення гірської маси при зміні параметрів паспорту БВР

Висновки. З отриманої аналітичної залежності між помилкою розташування устя вибухової свердловини та якістю підірваної гірської породи були розраховані кількісні значення зміни параметрів паспорта БВР.

Встановлено, що:

- при однакових питомих витратах вибухової речовини та параметрами розташування свердловин при шаховій сітці розташування вихід гірської маси на 10,57 % більший ніж при квадратній;
- при максимальній помилці розташування свердловини – 0,4 м, вихід кондиційної маси при квадратній (шаховій) сітці зменшується на 0,91 (3,36) %, вихід негабаритної маси підвищується на 0,33 (1,31) %, а сумарне переподрібнення зростає на 0,57 (2,05) %.

З наведених вище результатів видно, що помилка розташування свердловин, порівняно з паспортним значенням, має більший вплив на шахову сітку розташування вибухових свердловин, порівняно з квадратною (в середньому в 3,5–4 рази).

Отже в даній роботі показано, що помилка розташування устя вибухової свердловини має значний вплив на якість та ефективність виконання БВР.

Список використаної літератури:

1. *Крисін Р.С.* Технологія підготовки скельних порід до виймання підриванням гетерогенними емульсійними вибуховими речовинами місцевого приготування типу україніт / *Р.С. Крисін, О.П. Стрілець* // Вісник Криворізького технічного університету : зб. наук. пр. – Кривий Ріг : КТУ, 2004. – Вип. 3.
2. *Гуменнік І.Л.* Вплив діаметра свердловинних зарядів на якість вибухового руйнування гірських порід в умовах переходу від штатних гранульованих на емульсійні вибухові речовини / *І.Л. Гуменнік, О.П. Стрілець* // Вісник КДПУ. – 2009. – Вип. 6 (59). Ч. 1. – С. 155–158.
3. Опыт проведения взрывных работ, обеспечивающих уменьшение выхода отсева на гранитных карьерах / *О.В. Прохода, И.Г. Абессонов, М.Н. Коростелев и др.* // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва : науково-виробничий журнал. – Кременчук : КДПУ, 2008. – № 1. – С. 57–61.
4. *Прокопенко В.С.* Взрывание горных пород скважинными зарядами взрывчатых веществ в рукавах / *В.С. Прокопенко, К.В. Лотоус.* – К. : Политехника, 2006. – 113 с.
5. *Ефремов Э.И.* Способы взрывной отбойки горных пород удлиненными зарядами переменного сечения / *Э.И. Ефремов, В.А. Никифорова, К.С. Ищенко* // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва : науково-виробничий журнал. – Кременчук : КДПУ, 2008. – № 1. – С. 57–61.
6. *Клеван О.М.* Дослідження та аналіз точності методів маркшейдерських зйомок при складанні паспортів буровибухових робіт на родовищах нерудної будівельної сировини / *О.М. Клеван, В.В. Котенко, Л.А. Ковалевич* // Вісник ЖДТУ. – 2011. – № (57). – С. 133–136.
7. *Кісєль О.О.* Аналіз впливу схем розташування вибухових свердловин на ефективність ведення буровибухових робіт при видобуванні бутощелевеної сировини / *О.О. Кісєль, А.В. Кісєль* // Вісник ЖДТУ. – 2011. – № 1 (56). – С. 109–114.

КЛЕВАН Олег Миколайович – аспірант кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- маркшейдерія;
- відкрита розробка родовищ корисних копалин;
- буровибухові роботи.

КОТЕНКО Володимир Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії, декан гірничо-екологічного факультету Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- маркшейдерія;
- гірництво;
- технологія розробки покладів декоративного каменю.

Стаття надійшла до редакції 16.02.2012

Клеван О.М., Котенко В.В. Вплив помилки розташування устя вибухової свердловини на якість підірваної гірської маси

Клеван О.М., Котенко В.В. Влияние ишибки положения устя взрываеомой скважины на качество взорваной горной массы

Klevan O.M., Kotenko V.V. Effect of errors location mouth blast holes quality exploded rock mass

УДК 622:622.235:622.1

Влияние ишибки положения устя взрываеомой скважины на качество взорваной горной массы / О.М. Клеван В.В. Котенко

Обосновано и установлено зависимость точности фактического положения устья взрываеомых скважин на качество проведения буровзрывных работ в условиях месторождений нерудных строительных материалов.

УДК 622:622.235:622.1

Effect of errors location mouth blast holes quality exploded rock mass / O.M. Klevan V.V. Kotenko

Founded and established the dependence of the accuracy of the actual situation of the mouth of the well exploded on the quality of drilling and blasting operations in a field of non-metallic building materials.