

УДК 622.1

О.О. Кісель, доц.

Житомирський державний технологічний університет

А.В. Кісель, гол. інж.

Закрите акціонерне товариство «Західвибхпролм»

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СХЕМ РОЗТАШУВАННЯ ВИБУХОВИХ СВЕРДЛОВИН НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВЕДЕННЯ БУРОВИБУХОВИХ РОБІТ ПРИ ВИДОБУВАННІ БУТО-ЩЕБЕНЕВОЇ СИРОВИНИ

Розглянуто й проаналізовано основні фактори, що впливають на ефективність видобування було-щебеневої сировини. Запропоновано й обґрунтовано оптимальні параметри і схеми розташування вибухових свердловин. Виконано порівняльний аналіз застосування квадратної і шахової схем розміщення вибухових свердловин.

Вступ. При розробці родовищ корисних копалин відкритим способом більше 70% всього об'єму видобування скельних і напівскельних порід на кар'єрах чорної, кольорової металургії і кар'єрах будівельних матеріалів виконується із застосуванням буровибухових робіт. Якість буровибухового подрібнення гірських порід визначається продуктивністю гірничотранспортного обладнання і залежить від властивостей підривної масиви і технології ведення буровибухових робіт. Ведення вибухових робіт – це невід'ємна і досить відповідальна частина технологічного процесу видобування скельних будівельних матеріалів. Саме від виконання вибухових робіт залежить фракційність підривної маси, собівартість і якість готової продукції.

Постановка проблеми. Родовища, які досліджувались, відрізняються між собою гірничо-геологічними умовами, різною інтенсивністю вертикальної природної тріщинуватості, потужністю вивітрілого і зачепленого вивітрюванням каменю, наявністю або відсутністю окремих пластових тріщин, мінералогічним складом і властивостями порід, що заповнювали тріщини.

Ефективність процесу подрібнення гірських порід на кар'єрах з урахуванням вище перерахованих умов залежить від правильного вибору параметрів закладання вибухових свердловинних, параметрів зарядів, типу вибухових речовин (ВР) і засобів підривання, витрат вибухових речовин, розташування і порядку підривання зарядів, міцності порід, що підриваються, і висоти уступу.

Дослідження, що викладено в даній статті, проводились з метою обґрунтування отримання гірської маси відповідної фракції з мінімальними витратами ресурсів на основі вибору оптимальної сітки розташування вибухових свердловин на підривному уступі.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідженням в області видобування було-щебеневої сировини вибуховим методом і підвищенню ефективності буровибухових робіт присвятили свої роботи В.В. Ржевський [6], Б.М. Кутузов [2, 3], М.Т. Бакка [1], М.Г. Новожилов [5], М.В. Монастирьов [4] та ін.

Однак питанню розташування схем вибухових свердловин на підривному уступі та їх оптимізації до цього часу приділялась незначна увага.

Викладення основного матеріалу дослідження. Для того, щоб вирішити питання ефективного керування процесом вибухового подрібнення масиви гірських порід, необхідно якомога повніше вивчити властивості масиви і, в першу чергу, його опір вибуховим навантаженням. Повна енергія вибуху в різних випадках витрачається неоднаково. В перший момент вибуху заряду ВР навколо нього утворюється декілька зон деформації масиви породи: зона стиснення (подрібнення), зона тріщинуватості і зона струсу. Дві перші разом утворюють зону регульованого подрібнення. На практиці прагнуть збільшити цю зону, підбираючи відповідні параметри підривання (рис. 1).

Отримання якісно подрібненої вибухом гірничої маси можливе за умови дотримання оптимальних параметрів буровибухових робіт: висоти уступу, діаметра свердловин, сітки розташування свердловин, типу вибухової речовини та ін. Будь-яке відхилення від цих параметрів призводить до погіршення якості гірничої маси (підвищення відсотка виходу негабариту, переподрибнення), відхилення проектних відміток підшови уступів, утворення закольних явищ, підвищення небезпеки виконання буровибухових робіт.

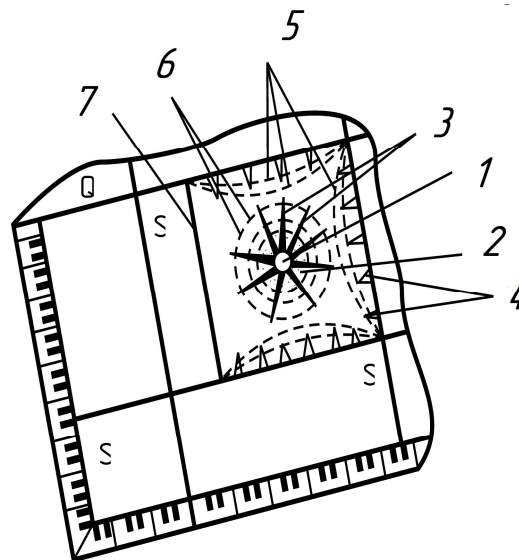


Рис. 1. Схема розповсюдження тріщин у масиві при підриванні свердловинного заряду:
Q – поперечні тріщини окремоті; *S* – повздовжні тріщини окремоті; *L* – пологі тріщини окремоті; 1 – свердловинний заряд; 2 – зона змінання; 3 – радіальні тріщини; 4 – тріщини згину; 5 – концентричні тріщини хвиль, що відбиваються; 6 – тріщини в падаючому полі, обумовлені неоднорідністю середовища; 7 – умовна межа зони руйнування каменю вибухом

Основними параметрами серії свердловин, що підриваються, є: відстань між свердловинами в ряді – *a*, відстань між рядами свердловин – *b* і лінія опору по підшві уступу – *W*. Величини *a* і *b* можна підібрати таким чином, щоб забезпечити в блоці, що підривається, рівномірний розподіл ВР і досягнути найбільш повного подрібнення масиву. Ці параметри залежать від вибуховості порід, діаметра свердловин, і їх кута нахилу, висоти уступу – *H*, величини перебуру – *n*, відстань від устя свердловини до верхньої бровки уступу – *c*, величини заряду і набивки відповідно – *l*, і *l_{наб}*, необхідної фракційності, схеми підривання (рис. 2).

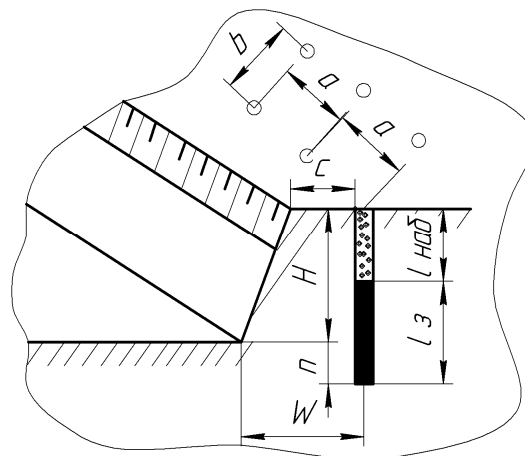


Рис. 2. Основні параметри розташування заряду у масиві

Визначення зазначених параметрів виконувалось на основі узагальнення інформації про фактичні промислові вибухи та на основі промислових експериментів, що проводились компанією ЗАТ «Західукрвибухпром» на Бехівському, Каранському, Норинському, Мокрянському, Хлестунівському, Пенізевицькому, Адабаському, Плесецькому та інших кар'єрах та родовищах України.

В сучасних умовах видобування було-щебеневої сировини найбільш поширеною на вітчизняних кар'єрах є квадратна сітка розташування свердловин (рис. 3, а), коли устя свердловин, що підриваються створюють квадрат. У даній роботі пропонується порівняти ефективність підривання уступу при використанні як квадратної, так і шахової сітки розташування свердловин (рис 3, б), коли устя свердловин створюють рівносторонній трикутник.

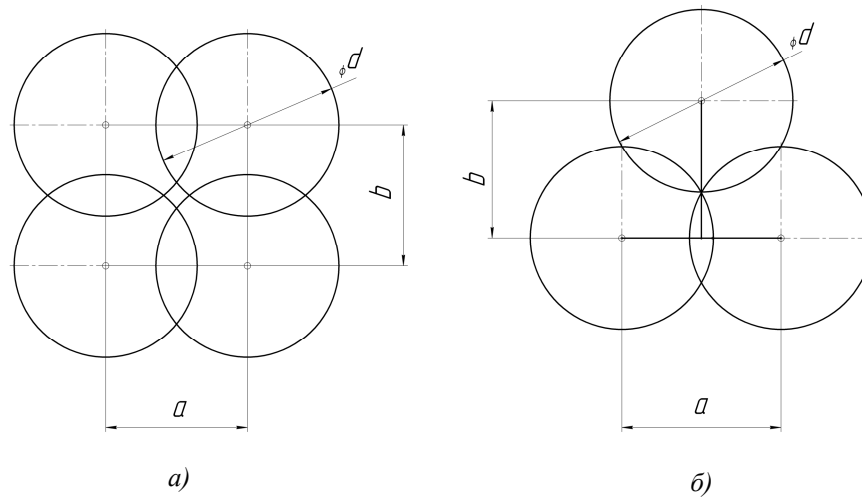


Рис. 3. Розташування устів свердловин на уступі:
 а – квадратна сітка; б – шахова сітка

Особливостями використання квадратної сітки є те, що поряд із зонами оптимального подрібнення масиву виникають такі негативні явища, як зона переподрібнення гірської маси і зона неконтрольованого подрібнення гірської породи (зона утворення негабариту) (рис. 4).

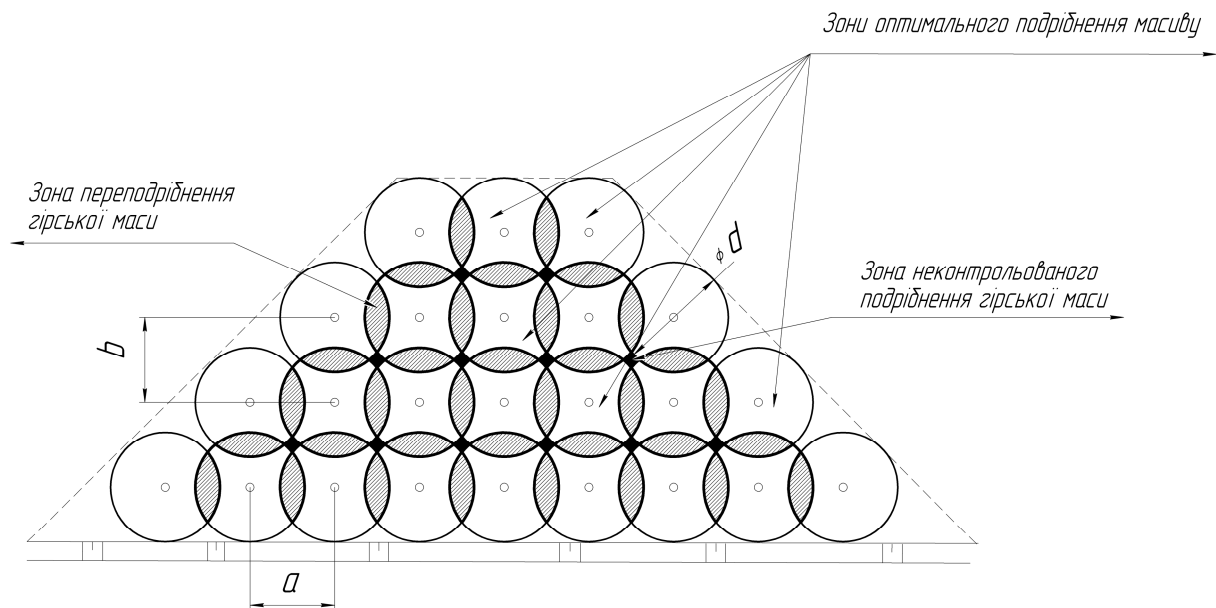


Рис. 4. Квадратна схема розташування вибухових свердловин на уступі

Під час підривання свердловин, як зазначалось раніше, утворюються певні зони деформації масиву (рис. 1), і не завжди вони мають вигляд концентричних кіл. Це обумовлюється особливостями геологічної будови покладу та його міцнісними властивостями.

Окрім цього, при використанні зазначеної сітки є велика ймовірність того, що в зоні неконтрольованого подрібнення гірської маси виникне завищення відмітки підшви уступу. А це, в свою чергу, призводить до ускладнення роботи, а в деяких випадках і неможливості роботи навантажувальної техніки.

Всі ці негативні явища можливо усунути при використанні шахової сітки розташування свердловин. Як зазначалось раніше, вона являє собою рівносторонній трикутник, в якому вершини є устя вибухових свердловин. Як видно з рис. 5, дана схема усуває недоліки квадратної сітки, а саме так звану зону неконтрольованого подрібнення гірського масиву.

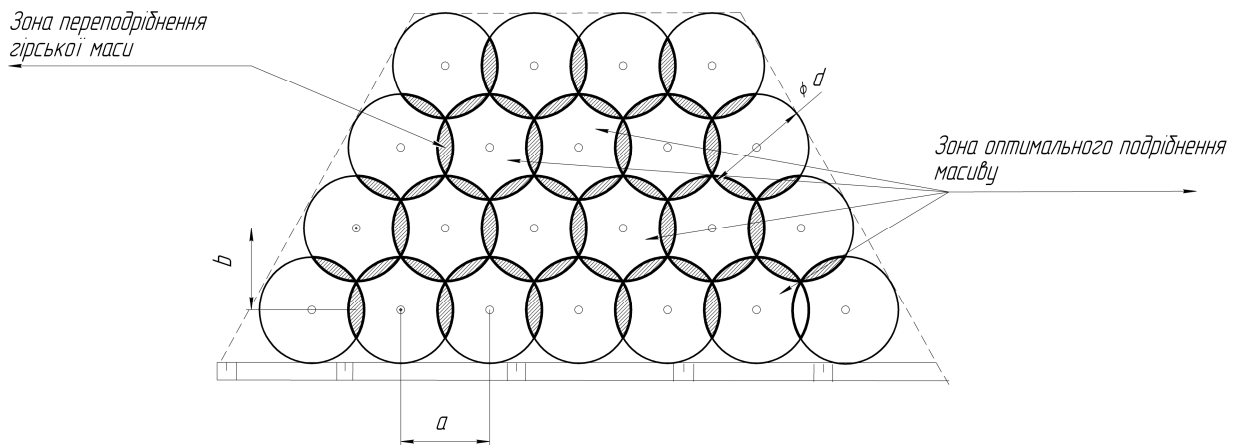


Рис. 5. Схема розташування шахової сітки вибухових свердловин на уступі

При шаховій сітці точка перетину концентричних кіл, що є зоною дії вибухового заряду, це є центр вписаних і описаних кіл рівностороннього трикутника, який створюють устя свердловин. І це водночас є точка неконтрольованого подрібнення гірської маси. Як видно з рисунку 5, вихід негабариту з масиву зводиться до мінімуму.

При цьому також виконувався перерахунок параметрів сітки свердловин при сталій площі підриваемого уступу. Оскільки при шаховій схемі устя свердловин створюють рівносторонній трикутник, то залежність відстані між свердловинами в ряді a і відстані між свердловинами – b виглядає так: $a = 1,15 \cdot b$.

В результаті виконаного перерахунку було встановлено, що, окрім зменшення виходу негабариту, дана схема дозволяє зменшити зони переподрібнення гірської маси на 5–10 %, а також значно зменшується кількість свердловин при сталому об'ємі підривного блока, а саме – на 14–15 %. А це, в свою чергу, не лише значно зменшує об'єм бурових робіт, а також знижує питому витрату ВР на 1 м³ підривної гірської маси. Окрім того, практичні розрахунки дозволяють збільшити вихід гірської маси з однієї свердловини за рахунок збільшення відстаней між свердловинами в ряді a і між рядами свердловин b на 5–10 %. При цьому якість вибухових робіт не погіршується, а навпаки, зони переподрібнення зменшуються при відсутності зон некерованого подрібнення масиву. Виходячи з цього, зменшується кількість свердловин необхідна для підривання типової серії чи типового блока гірничої маси.

Практичні розрахунки і порівняльні характеристики використання квадратної і шахової схем розміщення свердловин на підривному уступі на деяких діючих кар'єрів України наведено в таблиці 1.

Висновки. Виконані авторами дослідження і отримані фактичні результати на основі промислових експериментів, що проводились компанією ЗАТ «Західукрвибухпром», дозволяють стверджувати, що використання шахової сітки розташування вибухових свердловин дозволяє не лише скоротити об'єм буровибухових робіт на кар'єрах, але й зменшити кількісні витрати сировини, за рахунок зменшення переподрібнення гірської маси в масиві, тобто сприяє раціональному використанню надр. Має також і економічний ефект за рахунок збільшення виходу гірської маси з однієї свердловини, тобто підвищення продуктивності праці, а також дозволяє зменшити вихід негабариту, тобто знизити витрати на вторинне подрібнення гірських порід.

Суворе дотримання параметрів свердловин і сітки розташування зарядів на блоках дасть змогу повною мірою забезпечити високу якість та ефективність виконання вибухових робіт.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика квадратної і шахової сіток розміщення вибухових свердловин на уступі

Показник	Знам'янське кар'єроуправління			Ладжинське кар'єроуправління			Пенізевицьке кар'єроуправління		
	квадратна сітка	шахова сітка	порівняння квадратної і шахової сіток, ±%	квадратна сітка	шахова сітка	порівняння квадратної і шахової сіток, ±%	квадратна сітка	шахова сітка	порівняння квадратної і шахової сіток, ±%
Відстань між свердловинами в ряду, м	5,5	6,4	+16,36	3,1	3,5	+12,9	5,5	6,4	+16,36
Відстань між рядами свердловин, м	5,5	5,5	0	3,1	3,1	0	5,5	5,5	0
Висота уступу, м	12,0	12,0	0	13,0	13,0	0	13,0	13,0	0
Величина перебуру, м	2,0	1,8	-10,0	1,5	1,5	0	1,5	1,5	0
Глибина свердловини, м	14,0	13,8	0	14,5	14,5	0	14,5	14,5	0
Вихід гірничої маси з 1 свердловини, м ³	363	422	+16,25	125	141	+12,80	393	458	+16,54
Вихід гірничої маси з 1 м свердловини, м ³ /м п.	25,9	30,6	+18,15	8,62	9,72	+12,76	27,1	31,6	+16,61
Об'єм типової серії свердловин, м ³	45000	45000	0	20000	20000	0	33000	33000	0
Кількість свердловин на серію/м п., шт./м п.	124/1736	107/1477	-13,71	160/2320	142/2259	-11,25	84/1218	72/1044	-14,29
Об'єм гірничої маси за рік, м ³	270000	270000	0	110000	110000	0	390000	390000	0
Кількість пробурених свердловин/м п. за рік, шт./м п.	744/10416	640/8832	-13,98	880/12760	780/11310	-11,36	992/14384	852/12354	-14,11

ЛІТЕРАТУРА:

1. Видобування природного каменю : Ч. 2. Технологія та комплексна механізація видобування природного каменю : навч. посібник / М.Т. Бакка, О.Х. Кузьменко та ін. – К. : ІСДО, 1994. – 384 с.
2. *Кутузов Б.Н.* Взрывные работы / *Б.Н. Кутузов.* – М. : Недра, 1974. – 368 с.
3. *Кутузов Б.Н.* Качество взрывной отбойки и некоторые закономерности дробления горных пород / *Б.Н. Кутузов* // Проблема дробления горных пород взрывом. – М. : Уг-летехиздат, 1959. – С. 115–121.
4. *Монастирьов М.В.* Обґрунтування параметрів вибухопідготовки будівельної сировини в умовах гранітних кар'єрів з метою підвищення ефективності буровибухових робіт : автореф. ... канд. техн. наук / *М.В. Монастирьов.* – Кременчук, 2006.
5. Взрывание в зажатой среде на карьерах / *М.Г. Новожилев, М.Д. Друкованный, В.И. Ильин и др.* – К. : Наукова думка, 1966. – 234 с.
6. *Ржевский В.В.* Открытые горные работы 4.1. / *В.В. Ржевский.* – М. : Недра, 1985. – 509 с.

КІСЄЛЬ Олена Олександрівна – доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- маркшейдерська справа.

КІСЄЛЬ Андрій Володимирович – головний інженер ЗАТ «Західукрвибухпром».

Наукові інтереси:

- гірництво;
- вибухова справа.

Подано 31.01.2011