

О.М. Клеван, аспір.
В.В. Котенко, к.т.н., доц.
Л.А. Ковалевич, аспір.

Житомирський державний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ МЕТОДІВ МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ ЗЙОМОК ПРИ СКЛАДАННІ ПАСПОРТІВ БУРО-ВИБУХОВИХ РОБІТ НА РОДОВИЩАХ НЕРУДНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ СИРОВИНИ

Розглянуто та проаналізовано найбільш поширені методи маркшейдерських зйомок та їх точність при складанні паспортів буро-вибухових робіт на родовищах нерудної будівельної сировини.

Вступ. В Україні розвідано понад 700 родовищ будівельного каменю із загальними запасами понад 9,0 млрд. м³. Основна кількість розвіданих запасів зосереджена в Запорізькій, Рівненській, Вінницькій, Житомирській, Черкаській, Кіровоградській, Дніпропетровській, Донецькій, Миколаївській, Закарпатській, Київській та інших областях [3].

Розвідані родовища будівельного каменю представлені кристалічними і осадовими породами. Найбільшим поширенням із кристалічних порід користуються граніти Українського кристалічного щита (УКЩ), в межах якого знаходиться 67,5 % усіх родовищ будівельного каміння найкращої якості.

На багатьох кар'єрах, у тому числі й на кар'єрах нерудних будівельних порід, буріння і вибух є основними підготовчими процесами складного технологічного циклу видобутку корисних копалин, тому ефективність подальших технологічних процесів – виймання, транспортування і переробка, залежить, переважно, від організації та якості буро-вибухових робіт.

Буріння переважно виконується обертово-ударним методом, вибухові роботи – з використання сучасних емульсійних вибуховок з короткоповільненими неелектричними схемами ініціювання.

Від організації буро-вибухових робіт на кар'єрі залежить ефективність таких технологічних процесів: навантаження, транспортування та переробки. Залежність ефективності виробництва від якості виконання буро-вибухових робіт показано на рисунку 1.

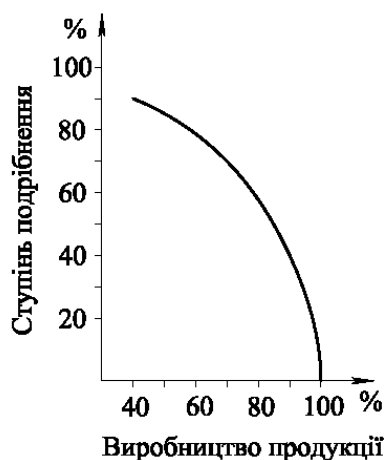


Рис. 1. Залежність виробництва щєбеневої продукції від подрібнення гірської породи

Перед буро-вибуховими роботами висувається ряд вимог:

- отримання заданого об'єму та ступеня подрібнення гірських порід для наступного навантаження в транспортні засоби та транспортування;
- мінімальне відхилення від заданих висотних відміток площадок уступу, їх розмірів та форми поверхні;
- формування заданої форми та кута відкосу уступу, можливість безпечного буріння та заряджання наступних свердловин;
- мінімальна сейсмічна дія вибуху на оточуючі об'єкти;
- невисока собівартість виконання робіт, продуктивність та безпека робіт.

Наявність у підірваній гірській масі великої кількості (>10 %) крупних негабаритних кусків – негабариту (в 1,5–2 рази) знижує продуктивність транспортно-навантажувального обладнання та термін його експлуатації. Повторне подрібнення негабариту, знижує продуктивність підприємства [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальні питання маркшейдерського забезпечення БВР відображені в роботах таких вчених: В.І. Борщ-Компанієць, Д.М. Оглоблін, Р.Р. Сінанян, С.Ф. Травніков та ін. Враховуючи те, що на сьогоднішній день гірничі підприємства забезпечені сучасними високопродуктивними буровими станками, потужними екскаваторами, автосамоскидами і використовують нові емульсійні вибухові речовини, постає питання підвищення якості БВР. Одним з чинників, що визначає якість проведення БВР є правильність складання паспорта БВР на основі маркшейдерської графічної документації. Тому перед маркшейдерською службою гірничого підприємства постає завдання надання повної та правильної графічної документації, дотримання необхідної точності знімання та виносу необхідних елементів проєкта БВР на місцевості. Отже дослідження та аналіз методів виконання маркшейдерських зйомок при складанні паспортів БВР на родовищах нерудної будівельної сировини є актуальними.

Метою даних досліджень є аналіз точності методів виконання маркшейдерських зйомок при складанні паспортів БВР на родовищах нерудної будівельної сировини.

Викладення основного матеріалу. Перед маркшейдерською службою підприємства при виконанні БВР головним завданням є – надання найбільш повної та достовірної інформації про геометричні параметри масиву, його тріщинуватість, проєктне та фактичне положення пробурених свердловин та їх глибину. Сучасний паспорт БВР повинен містити таку інформацію: абрис тахеометричної зйомки блока в масштабі 1:200–1:1000; вертикальні розрізи перпендикулярні до бровки уступу по лінії, що проходить через пробурені свердловини; проєктне та фактичне положення свердловин та їх параметри; рівень обводненості свердловин; геологічна ситуація; тріщинуватість та наявність тектонічних розривів масиву [1].

На точність складання паспорта БВР впливають такі фактори:

- визначення координат точки стояння;
- проведення зйомок верхньої та нижньої бровок;
- визначення положення свердловин як проєктних, так і фактично пробурених;
- визначення проєктної глибини буріння свердловин;
- замір фактичної глибини свердловин та рівня води в них.

Залежно від приладів, що використовуються при маркшейдерському обслуговуванні БВР, розрізняють такі методи забезпечення буро-вибухових робіт:

- за допомогою оптичного-механічних приладів (теодоліту та мірної стрічки);
- за допомогою сучасного електронного тахеометра;
- за допомогою лазерного сканера.

При екскаваторному способі виймання гірських порід з попереднім проведенням БВР проводять спеціальні знімальні роботи, до яких належать: тахеометрична зйомка або інший вид зйомки блока підготовленого до вибуху з метою складання паспорта вибуху; перенесення проєктного положення свердловин в натуру; контроль правильності пробурених свердловин їх паспортним даним; зйомка блока після вибуху з метою визначення об'єму підірваної гірничої маси.

Елементами зйомки для складання паспорта вибуху є: границі зачищеного екскаватором відкосу, границі розташування гірничої маси біля підшви уступу, висоти підшви та покрівлі уступу, розташування тектонічних порушень та ін. Зйомку зазвичай проводять тахеометричним способом. Відліки по вертикальному та горизонтальному кругах рекомендується знімати з точністю до 1', похилу відстань по далекоміру з точністю до 0,1 м.

Точність виконання тахеометричної зйомки можна виразити такими середніми квадратичними помилками:

- визначення перевищення:

$$M_n^2 = \operatorname{tg}^2 \delta \cdot m_s^2 + \frac{S^2}{\cos^2 \delta} \cdot \frac{m_\delta^2}{\rho^2}; \quad (1)$$

- планового положення:

$$M_x^2 = \cos^2 \alpha \cdot m_s^2 + S^2 \sin^2 \alpha \cdot \frac{m_\alpha^2}{\rho^2}; \quad (2)$$

$$M_y^2 = \sin^2 \alpha \cdot m_s^2 + S^2 \cos^2 \alpha \cdot \frac{m_\alpha^2}{\rho^2}, \quad (3)$$

де m_s – середня помилка визначення відстані, м; m_δ , m_α – середня помилка визначення відповідно вертикального та горизонтального кута, с.

Із формул (2) і (3) видно, що середня квадратична помилка визначення планового положення знімальних точок буде залежати від точності зняття відліків по нитковому далекомірі. При кожному взятті відліку поділки рейки по двом ниткам сітки ниток помилка складатиме:

$$m_d = \pm \frac{28''k}{\rho''v} d, \quad (4)$$

де d – вимірjana відстань, м; v – збільшення зорової труби, крат; за $k = 100$, $v = 25^*$, $m_d = 1:620$.

В дійсності ж відносна точність вимірювань відстаней нитковим далекоміром значно нижча, порівняно з розрахунковою. Це зниження пояснюється цілим рядом причин:

– на відстані більше 60–70 м по нитках сітки практично важко відрахувати по рейці частини поділок. Тому середня помилка заокруглення до цілої поділки в 1 см дорівнює $\pm 3\sqrt{2}$, або при коефіцієнті далекоміра $k = 100$ – майже $\pm 0,42$ м;

– неоднакова оптична щільність приземних шарів повітря понижує точність далекомірних вимірювань. На відстані 100 м та більше помилка може сягати 1–1,5 м.

Тому при розташуванні блока зі свердловинами на відстані понад 150 м від пункту знімальної мережі, для запобігання грубих помилок планового та висотного положення знімальних точок, не рекомендується проводити зйомку оптичними теодолітами чи тахеометрами, порівняно з наступними методами, що будуть задовольняти перерахованим вище вимогам.

Точність сучасного електронного тахеометра або лазерного сканера визначення як планового, так і висотного положень знімальних точок знаходиться в межах ± 3 мм.

Розбивання вибухових свердловин при перенесенні проекту вибуху в натуру виконують інструментально, як правило, тільки в разі розташування ділянки вибуху поблизу технічної границі відпрацювання кар'єру і проходки капітальних з'їздів. Геодезичною основою повинні слугувати найближчі пункти маркшейдерської опорної мережі. Кути відкладають з точністю до $\pm 5'$, відстань, що менша за 50 м, дозволяється вимірювати далекоміром. Довжини перпендикулярів вимірюють з точністю $\pm 0,1$ м.

Після чого маркшейдер складає паспорт буріння свердловин, в якому на графічній основі вказується сітка та кількість буріння свердловин, з їхніми проектними глибинами.

Після обурювання блока маркшейдер проводить повторну зйомку блока, перевіряє дотриманість параметрів сітки буріння свердловин, їх глибини та рівень води відносно поверхні блока.

Глибину буріння та рівень води по свердловинах дозволяється визначати за допомогою геодезичної мірної стрічки з точністю $\pm 0,1$ м.

Відстань між свердловинами в ряду та між рядами рекомендується проводити за допомогою мірної стрічки, відносно базових свердловин (першого ряду або свердловин, що розташовані якомога ближче до точки знімальної основи), положення яких визначається лише інструментально.

Всі величини вимірів рекомендується заносити до польового журналу у відповідних кольорах: чорним позначаються відстані між свердловинами, червоним – глибини буріння свердловин, синім – рівень води.

При маркшейдерському обслуговуванню БВР на підприємствах нерудної будівельної сировини за допомогою лазерного сканера розглядається принципова можливість поєднання плану гірничих робіт з 3D-моделлю гірничого масиву, отриманого в результаті лазерної зйомки. Це дозволяє покращити існуючу гірничо-графічну документацію завдяки перевагам лазерного сканування, порівняно з використанням оптико-механічних приладів та електронних тахеометрів. Такими перевагами є: висока точність та продуктивність робіт, достовірність та простота використання 3D-моделі. Дані властивості дозволяють отримати об'ємний план гірничих робіт, точний та простий у використанні, та головне – можливість побудови просторової моделі вибою, яка відіграватиме важливу роль у розташуванні переднього ряду свердловин, та визначенню фактичної лінії найменшого опору по підшві.

Висновки. Дослідивши та проаналізувавши найбільш поширені методи виконання маркшейдерських зйомок при складанні паспортів БВР на родовищах нерудної будівельної сировини встановлено, що класичний метод із використанням оптико-механічних приладів при виконанні зйомки на значних відстанях не задовольняє сучасним вимогам до складання паспортів БВР, оскільки точність положення вибухових свердловин може коливатися в межах $\pm 0,4$ м, що, в свою чергу, зумовить відхилення величини зосередженого заряду по свердловині до 30 % від проектного значення. В результаті чого існує висока ймовірність нерівномірного подрібнення масиву гірської породи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Клеван О.М.* Маркшейдерські способи вивчення тріщинуватості масиву з метою вдосконалення паспорта буро-вибухових робіт / *О.М. Клеван, В.В. Котенко* / Вісник ЖДТУ. – № 4 (55). – 2010. – С. 112–115.
2. *Курузов Б.Н.* Взрывные работы : учеб. для техникумов / *Б.Н. Курузов*. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1988. – 383 с.

3. Михайлов В.А. Неметалічні корисні копалини України : підручник / В.А. Михайлов. – 2-е вид., доп. – К. : ВЦ “Київський університет”, 2007. – 503 с.

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

Наукові інтереси:

- маркшейдерія;
- відкрита розробка родовищ корисних копалин;
- буро-вибухові роботи.

КОТЕНКО Володимир Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

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

КОВАЛЕВИЧ Людмила Анатоліївна – аспірант кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- видобування і використання коштовного каміння;
- маркшейдерія.

Подано 27.06.2011

