

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

*Житомирський державний технологічний університет*

### МАРКШЕЙДЕРСЬКІ СПОСОБИ ВИВЧЕННЯ ТРІЩИНУВАТОСТІ МАСИВУ З МЕТОЮ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПАСПОРТА БУРО-ВИБУХОВИХ РОБІТ

*Розглянуто та проаналізовано найбільш поширені маркшейдерські способи вивчення тріщинуватості масиву гірських порід, запропоновано методуку вдосконалення паспорта буро-вибухових робіт.*

**Вступ.** Розвиток та вдосконалення технологій видобування корисних копалин в кар'єрах пов'язаний із підвищенням ефективності проведення буро-вибухових робіт (БВР), що є однією з головних складових сучасної технології підготовки гірської маси до виймання та подальшої переробки на продукцію.

Розробка нових способів ведення масових вибухів сьогодні виконується із врахуванням фізико-механічних властивостей порід гірського масиву, тріщинуватості та його геометричних параметрів.

Рішення проблеми покращення якості БВР знаходиться в прямій залежності від повноти та правильності наданої графічної документації, що складена на основі маркшейдерських вимірювань. На базі останньої проводиться розрахунок параметрів сітки буріння свердловин та очікувана якість підірваної гірської породи.

Тому перед маркшейдерською службою підприємства при виконанні БВР головним завданням є надання найбільш повної та достовірної інформації щодо геометричних параметрів масиву, тріщинуватості та положення свердловин. Сучасний паспорт БВР повинен містити таку інформацію: тахеометрична зйомка блока в масштабі 1:200–1:1000, проектне та фактичне положення свердловин та їх параметри, замір обводненості свердловин, геологічна ситуація та розміщення характерних тріщин та тектонічних розривів масиву.

Важлива роль при складанні паспорта БВР належить саме тріщинуватості масиву. Оскільки кускуватість підірваної гірської маси і відповідно вихід негабариту, параметри сітки буріння та обводненість масиву тією чи іншою мірою залежать від тріщинуватості масиву, велику роль слід надати маркшейдерським методам визначення тріщинуватості в цілому та її основних геометричних показників.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням в області вивчення тріщинуватості масивів гірських порід та безпосереднього їхнього впливу на проведення буро-вибухових робіт присвятили свої роботи Б.М. Кутузов, М.Ф. Друкований, Р.Густафссон та ін. Адже якість проведення БВР, головним чином, залежить від повноти наданої інформації, в тому числі і просторового розміщення тріщинуватості [2]. Тому виникає необхідність проаналізувати способи вивчення тріщинуватості з метою вдосконалення паспорта БВР, що є актуальним на сьогоднішній день.

**Мета даних досліджень.** Розглянути та проаналізувати сучасні маркшейдерських способи вивчення тріщинуватості масивів гірських порід та запропонувати методуку вдосконалення паспорта буро-вибухових робіт.

**Викладення основного матеріалу.** Тріщинуватість скельних та напівскельних порід є одним із вирішальних факторів при їх інженерно-геологічній оцінці. Вона властива всім породам, окрім найбільш сипучих, і характеризує результат порушення їх суцільності – механічного руйнування. Ступінь тріщинуватості гірських порід визначає ступінь їх руйнування. Тріщинуватість разом з іншими тектонічними порушеннями характеризує тектонічну будову того чи іншого району або ділянки, просторову неоднорідність порід, що їх складають (рис. 1).

Тріщини, зазвичай, простягаються по декількох взаємно пересічних напрямках, визначаючи просторове положення поверхонь і зон послаблення. Тому тріщинуватість впливає на пружність і стійкість гірських порід, характер прояву деформацій та їх величину, водоносність, водопроникність і газопроникність, глибину проникнення агентів вивітрювання та інтенсивність розвитку процесів вивітрювання, температурний режим порід, швидкість поширення сейсмічних хвиль та сейсмостійкість порід, міцність, трудність розробки та будівельну категорію порід [1].



*Рис. 1. Фото діючих вибоїв гранітних кар'єрів Житомирщини з видимими характерними системами тріщин (ВАТ «Березівський кар'єр», ВАТ «Бехівський гранкар'єр»)*

Тріщини як двохвимірне геологічне тіло характеризуються такими елементами залягання: простяганням, падінням та кутом падіння. Тріщини, що утворилися в гірських породах, класифікуються за різними параметрами: просторовим положенням, текстурними особливостями, генезисом. Також, до основних показників, за якими виділені окремі види тріщин, відносяться: геологічна ситуація, характер механічного руйнування порід, джерело виникнення навантажень та морфологічні властивості тріщин. Найбільш поширеними є геометрична та генетична класифікація [6].

В генетичній класифікації виділяються три типи тріщин – нетектонічні, прототектонічні та тектонічні тріщини [5].

Утворення нетектонічних тріщин в гірських породах обумовлене змінами внутрішніх властивостей порід під дією сил, що проявляються при екзогенних процесах поблизу або на поверхні Землі. Вони поділяються на наступні різновиди: первинні тріщини, тріщини вивітрювання, тріщини обвалів і провалів, штучні тріщини та тріщини розширення порід при розвантаженні.

Прототектонічні або первинні тріщини – це система закономірних тріщин, що виникають тільки в інтрузивних тілах в останній стадії їхнього формування під впливом як внутрішніх сил інтрузії, так і зовнішніх напружень. Розрізняють тріщини (Kloos, 1922 р.): поперечні (Q); поздовжні (S); пластові (L) та діагональні (P).

Утворення тектонічних тріщин обумовлене проявом тектонічних сил, що виникають в земній корі під дією ендегенних процесів. Вони найбільш витримані за простяганням і падінням, нерідко зорієнтовані однаково в різних за складом породах і поділяються на наступні різновиди: тріщини відриву, тріщини сколювання, кліваж.

Слід зазначити, що саме природна тріщинуватість гірської породи в процесі експлуатації родовища корисної копалини доповнюється штучною, що, в свою чергу, залежить від методів ведення БВР. Вона виникає в результаті дії вибуху на масив; при цьому зі збільшенням величини та діаметра заряду тріщинуватість масиву та ступінь розкриття тріщин збільшуються [4].

Всі вище перераховані різновиди тріщин тією чи іншою мірою впливають на процес та якість проведення БВР. Це зумовлюється насамперед тим, що на початковому етапі вони розділяють суцільність масиву на окремі частини, та можуть містити в собі воду або залишки вивітрювання гірських порід, та впливають на швидкість поширення ударних хвиль під час вибуху. В результаті експериментальних дослідів [4] встановлено, що частина енергії, яка переноситься хвилею, зустрівши тріщини, витрачається на переподібнення середовища на їх границях, а друга частина проходить у напрямку вільної поверхні. Руйнування, що розповсюджується від заряду, не можуть проникнути за межі тріщин, і тому створюються дуже несприятливі умови для подрібнення іншої частини масиву (рис. 2). Це, в свою чергу, призводить до утворення в одній частині масиву великої кількості негабаритних шматків, а в іншому – переподібнення гірської породи.

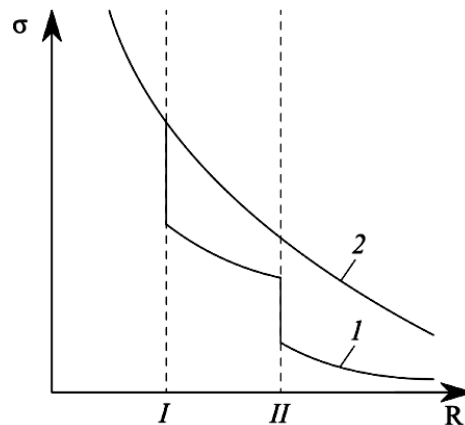


Рис. 2. Графік зміни величини напруги  $\sigma$  на різних відстанях від місця вибуху  $R$  в тріщинуватому і монолітному масивах: 1, 2 – показник напруги у тріщинуватому та монолітному масивах відповідно; I та II – площини тріщин в масиві

Тому велике значення для вдосконалення маркшейдерського паспорта БВР надається саме правильності визначення просторового положення та основних геометричних показників характерних тріщин (системи тріщин) масиву, тектонічних порушень та їхнього безпосереднього відображення в паспорті, що, в свою чергу, надасть змогу правильного підбору параметрів сітки свердловин та необхідного напрямку проведення масового вибуху.

Тріщинуватість на сьогоднішній день вивчається різними методами: ескізів і фотографій; картування і моделювання; геофізичними методами [3]. Основним методом опрацювання є статистичний, що виконується шляхом побудови різноманітних діаграм тріщинуватості – прямокутних, роз-діаграм, полярних, сферичних тощо. Всі вони розглядають тріщини як лінійні структури, що не відповідають їхній природі. Так, наприклад, вивчення тріщинуватості по кернах детальної розвідки не дає повного уявлення про орієнтування тріщин, оскільки сітка буріння свердловин у середньому становить: 50 x 100, 50 x 100 м.

В умовах кар'єру виникає необхідність детального вивчення геометричних показників тріщинуватості безпосередньо по оголених робочих вибоїнах з обов'язковою просторовою прив'язкою результатів спостереження. В такому випадку необхідно проводити вивчення окремо-взятого масиву за допомогою сучасних новітніх технологій, наприклад, за допомогою фотограмметрії або лазерного сканування, виконувати побудову погоризонтних карт тріщинуватості на основі маркшейдерських планів гірничих робіт. Такі карти будуть основою для створення та удосконалення паспорта БВР.

Такий паспорт БВР матиме ряд характерних переваг:

- можливість відображення просторового орієнтування тріщин (системи тріщин) та тектонічних порушень безпосередньо на топографічному плані масиву;
- збір даних з подальшим прогнозуванням просторового орієнтування системи тріщин;
- правильний вибір параметрів сітки буріння та питомої витрати ВР;
- можливість прогнозування обводненості масиву та якості проведення БВР.

**Висновки.** Провівши короткий аналіз маркшейдерських методів вивчення тріщинуватості, ми дійшли висновку, що жоден з методів не відображає реальну геометрію просторового положення тріщин та тектонічних порушень. Тому перед маркшейдерською службою гірничо-видобувного підприємства та спеціалістами-підриивниками постає необхідність пошуку нових методів відображення просторового положення та геометричних показників тріщинуватості безпосередньо при складанні паспорта БВР. Вирішення такого завдання базуватиметься на створенні погоризонтної карти тріщинуватості у поєднанні з маркшейдерськими планами гірничих виробок.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Белоусов В.В. Структурная геология / В.В. Белоусов. – М., 1961. – 208 с.
2. Густафссон Р. Шведская техника взрывных работ / Р.Густафссон. – М. : Недра, 1977. – 264 с.
3. Епифанцев О.Г. Трещиноватость горных пород. Основы теории и методы изучения : метод. рек. / О.Г. Епифанцев, Н.С. Плетенчук. – Новокузнецк, 2008. – 41 с.
4. Кутузов Б.Н. Взрывные работы : учебн. / Б.Н. Кутузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1988. – 383 с.

5. Методика составления геоструктурных схем (моделей) скальных массивов в основаниях гидросооружений : пособие к СНиП. 2.02.02-85. – Ленинград, 1991. – 163 с.
6. *Пожиленко В.И.* Геологическое картирование с основами структурной геологии : учеб. пос. / *В.И. Пожиленко.* – Мурманск, 2008. – 243 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, декан гірничо-екологічного факультету Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

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

Подано 01.10.2010

**Клеван О.М., Котенко В.В.** Маркшейдерські способи вивчення тріщинуватості масиву з метою удосконалення паспорту буро-вибухових робіт

**Клеван О.Н., Котенко В.В.** Маркшейдерские способы изучения трещиноватости массива с целью усовершенствования паспорта буровзрывных работ

**Klevan O.M., Kotenko V.V.** Surveying methods of studying the fracture of the array in order to improve passport blasting.

УДК 622.1:528

**Маркшейдерские способы изучения трещиноватости массива с целью усовершенствования паспорта буровзрывных работ / О.Н. Клеван, В.В. Котенко**

Рассмотрены и проанализированы наиболее распространенные способы изучения трещиноватости массива горных пород, и предложено методику усовершенствования паспорта буровзрывных работ.

УДК 622.1:528

**Surveying methods of studying the fracture of the array in order to improve passport blasting / O.M. Klevan, V.V. Kotenko**

Reviewed and analyzed the most common ways of studying the fracturing of rock and proposed methods to improve passport blasting.