

УДК 622.271.33

А.О. РОМАНЕНКО¹, аспірант ДВНЗ «Криворізький національний університет»

РАЙОНУВАННЯ КАР'ЄРНОГО ПОЛЯ ПО ФАКТОРУ ТРІЩИНУВАТОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ GNSS – ТЕХНОЛОГІЙ

У статті описується виконана робота зі зйомки тріщин Південного та Східного бортів Інгулецького кар'єру з використанням GNSS технологій і її результати, направлені на районування кар'єру по факторі тріщинуватості. Виділені зони кар'єрного поля в яких прослідковується найбільший вплив даного фактора.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Тріщинуватість у породах скельного масиву є одним з найважливіших факторів для оцінки стану стійкості бортів кар'єру, найбільше це проявляється на нижніх горизонтах.

Оскільки в переважній більшості проектів на розробку кар'єрів Кривбасу кінцева глибина складає понад 500 м, і визначення та оцінка тріщинуватості бортів є однією з найбільш значимих проблем для кар'єрів даного регіону.

Аналіз досліджень та публікацій. Вже давно відзначено, що тріщинуватість є невід'ємною властивістю гірських порід і важливим елементом структури родовищ. Питанням вивчення структурно-тектонічних особливостей і тріщинуватості порід займалися: В.В.Ржевський, М.М.Протодьяконов, Г.Я.Новик, Б.П.Беликов, А.Є. Михайлов, Е.П.Окользин, Б.Я.Альмухаметов, Н.Т.Бакка, В.А. Невський та ін. Серед закордонних вчених необхідно відзначити Л.Мюллера.

Дослідженням тріщинуватості та тектонічної активності блоків на Інгулецькому кар'єрі займалися такі організації: ДАК «УКРРУДПРОМ», ДП «Кривбаспроект», ФГУП «ВІОГЕМ».

Постановка задачі. Провести дослідження тріщинуватості порід на Інгулецькому кар'єрі з використанням сучасних GNSS технологій. Визначити найбільш доцільну методику зйомки положення тріщин та провести оцінку стану бортів кар'єру з урахуванням тріщинуватості порід.

Розв'язок даної задачі дозволить більш точно прогнозувати стійкість скельних горизонтів, що суттєво підвищить надійність оцінки стану бортів кар'єру.

Викладення матеріалу та результати. Стисла характеристика ділянки дослідження.

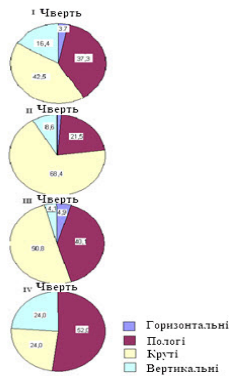


Рис. 1

На даний момент практично всю площу південного та східного бортів на розкритих горизонтах кар'єру -210-300 м займають кварцити другого залізного й другого сланцевого горизонту.

Внутрішня будова другого залізного горизонту неоднорідна, що дозволило виділити в ньому ряд текстурно-мінералогічних і технологічних сортів руди. Відзначається поступовий перехід від сланцевих порід другого сланцевого горизонту через залізо-сланцеві породи «приконтактної зони» до магнетит-силікатних і магнетитових кварцитів відповідно. Потужність горизонту в східному крилі складки змінюється від 100 до 300 м. У замковій частині може досягати 600 м.

Другий сланцевий горизонт представлений кварц-хлоритовими, графіт-хлоритовими, граніт-куммінгтонітовими, кварц-слюдисто-хлоритовими сланцями.

Оскільки залягання порід на південному й східному бортах кар'єру значно відрізняється, то логічно розглядати їх як два роздільні структурні об'єкти:

південний борт представляє замикання всієї синклінальної складки, формуючої загальну структуру родовища;

східний борт представляє собою східне крило синклінальної складки родовища, яку можна розглядати як крутопадаючу монокліналь, ускладнену складками волочіння більш високих порядків.

Методика проведення досліджень і результати. Оскільки в даному кар'єрі має місце наявність природної магнітної аномалії, пов'язаної з магнітними властивостями порід родовища, використання звичайного гірничого компасу не є можливим [1]. Тому для дослідження тріщин були використані GNSS приймачі, що дозволило не тільки орієнтувати тріщини в просторі, але й прив'язати їх до плану кар'єру.

¹ © Романенко А.О., 2013

Методика проведення зйомки тріщин розділялась на 3 етапи:

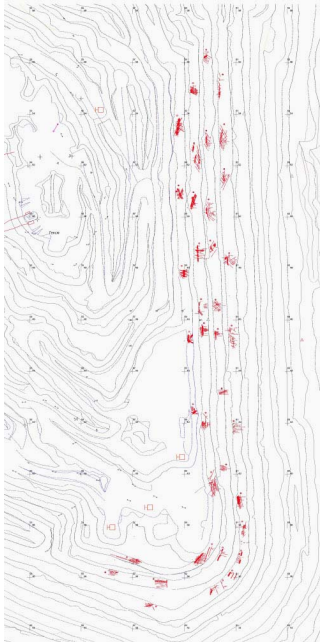


Рис. 2. План розміщення спостережних станцій

1. Вибір місця проведення досліджень.
 2. Польові роботи, що включали:
 - ряд замірів по кожній системі тріщин;
 - складання абрису системи тріщин;
 - визначення протяжності тріщин.
 3. Камеральні роботи:
 - обробка даних з GNSS приймачів;
 - складання карти тріщин східного та південного бортів кар'єру в системі K-Mine;
 - зведення результатів дослідження до таблиці виміру структурних елементів та систем тріщин;
 - аналіз розподілу тріщин по куту падіння;
 - побудова «рози вітрів»;
 - районування кар'єрного поля за фактором тріщинуватості.
- Дослідження виявили 38 систем тріщин (рис. 2), по яким були проведена інструментальна зйомка GNSS приймачами марки Pro-Mark 500, з доступом до 2-х супутникових систем GPS та GLONASS.

Як показали дослідження, вибрана методика повністю себе виправдала й надала досить детальні результати по стану тріщинуватості досліджуваного масиву.

За результатами обробки польових матеріалів виділені чотири основні системи тріщин: поздовжні Пз (чи М), поперечні П (чи N), і діагональні (Д), які у свою чергу, розділяються на діагональні відколу (С) і діагональні відриву (Д). Аналіз напрямлення тріщин по азимуту падіння приводиться в табл. 1.

По куту падіння тріщини розділені на:

Вертикальні /субвертикальні/ ($80-90^{\circ}$) - В,

Круті ($45-80^{\circ}$) - К,

Пологі ($10-45^{\circ}$) - П,

Горизонтальні /субгоризонтальні/ ($0-10^{\circ}$) - Г.

Використовувана нами скорочена аббревіатура назви систем тріщин має такий вигляд:

Ін. (ПнПнС)-В – Пз- поздовжня система тріщин, ПнПнС - азимут падіння, В- вертикальна.

Відсотокний розподіл тріщин усіх систем по кутах падіння наведений на діаграмах, див. рис. 1. В цілому на південно-східному борті кар'єру переважають крутопадаючі й пологі тріщини, які в сумі становлять від 76 до 90%.

Система поздовжніх тріщин (М) збігається з первинною шаруватістю. Це тріщини відшарування.

Тріщини даної системи здебільшого є крутими, з кутами падіння $81-72^{\circ}$ і пологими, в одичних випадках – субгоризонтальними, з кутами падіння $8-15^{\circ}$. Розвиток субгоризонтальних тріщин на східній ділянці досліджень прямо пов'язаний з розвитком складок волочіння більш високого порядку і поширені в східних крилах антиклінальних складок, що мають більш пологий кут падіння, в порівнянні із західними крильми.

Таблиця 1

Аналіз тріщин по азимуту падіння																	
	Пн	ПнПнС	ПнС	СПнС	С	СПдС	ПдС	ПдПдС	Пд	ПдПдЗ	ПдЗ	ЗПдЗ	З	ЗПнЗ	ПнЗ	ПнПнЗ	
Поперечні																	
П--К	31	32						38	42	10					7		160
П--П	25	10	6				6	4	17	18	4				2	4	96
П--В		11							5			5			5		26
П--Г	8																8
ВСЕГО:	64	53	6				6	42	64	28	4	5			14	4	290
Повздожні																	
Пз--К		4		7	14	5			8			4	4	2			48
Пз--П			18		18	1		6		4		5	18				70
Пз--В				4	18							2	7				31
Пз--Г					11								8				19
ВСЕГО:		4	18	11	61	6		6	8	4		11	37	2			168
Діагональні																	
Д--К	4		17	2		10	42	2			14				3	8	102
Д--П			6		1			3			15				5		30
Д--В																	
Д--Г																	
ВСЕГО:	4		23	2	1	10	42	5			29				8	8	132
																	590

Стінки тріщин даної системи або зімкнуті, або трохи розкриті, ширина їх становить 1-5 мм, стінки рівні або трохи хвилясті, рідше шорсткуваті. Характеризуються досить великою протяжністю: до 10 м.

Система поперечних тріщин П (або N) орієнтована перпендикулярно до простягання шарів порід. Тріщини як правило прямолінійні, мають більшу довжину й січуть породи Криворізької серії незалежно від складу, зберігаючи простягання. Генетично це тріщини відколу.

У даній системі тріщин на східному борті кар'єру виділені групи тріщин з північним і південним азимутом падіння. Серед тих і інших зустрічаються із крутими 47-90° і пологими кутами падіння.

Стінки тріщин поперечної системи (N) відносно рівні, стиснуті, в одиничних випадках розкриті із шириною до 5мм. На південно-сході в уступах -180/-210 м, -210/-240 м до даної системи відносяться вертикальні розривні порушення, заповнені дрібним роздробленим матеріалом, склад якого аналогічний складу вміщуючих порід. Ширина таких зон 0,10-0,15 м.

Тут же в районі м.о. 36 в уступах -180/-210 м, -210/-240 м знаходиться система паралельних субгоризонтальних тріщин відриву, складених білим, молочно-білим кварцом.

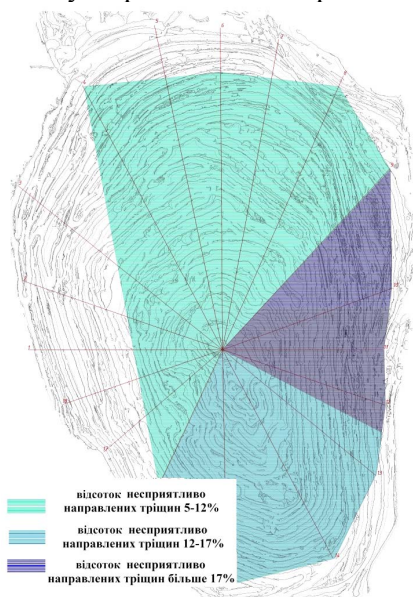


Рис. 3. Районування кар'єрного поля за фактором тріщинуватості масиву

Стінки в тріщин не рівні, угловаті. Потужність кварцових лінз становить 0,1-0,2 м. Довжина кварцових лінз незначна 1,0-3,0 м.

На східній ділянці переважають крутопадаючі тріщини даної системи, тоді як на південній ділянці - пологі з кутами падіння 32-50°.

Система діагональних тріщин містить у собі дві генетичні групи тріщин: відколу(С) і відриву (К), вони орієнтовані під кутом до простягання порід, що складають південний і східний борти кар'єру.

Стінки діагональних тріщин (Д) нерівні, східчасті й шорсткуваті, ширина з'являється 2-5мм. У межах 30-метрових уступів характеризуються вигинами і, як наслідок, зміною елементів залягання.

Діагональні тріщини (З) зімкнуті або трохи розкриті(ширина 1-2мм), розвинені нерівномірно.

Перетинання тріщин відколу й тріщин відриву даної системи утворює в масиві ромбовидну сітку.

Перетинання всіх перерахованих вище систем тріщин визначає форму елементарних структурних блоків. Основною формою за даними проведених досліджень є паралелепіпед і його різновид - куб, ромбоїд, плитчаста відокремленість. При наявності діагональної системи з'являється об'ємний клин. Розмір ребра елементарного структурного блоку 1,18м. Коефіцієнт тріщинуватості рівний 0,85.

Базуючись на останніх дослідженнях ФГУП «ВІОГЕМ» та дослідженнях, проведених службою по нагляду за стійкістю бортів Інгулецького кар'єру та ярусів відвалів, приведених у даній статті. Було проведено районування кар'єру по секторам впливу тріщин і побудована карта районування Інгулецького кар'єру за фактором тріщинуватості (рис. 3).

Висновки. 1. В ході виконаних досліджень тріщинуватості південно-східного борту кар'єру встановлені основні системи тріщин (М, N, С, Д), форма й розмір ребра елементарного структурного блоку-1,18м.

2. Установлений вплив систем тріщин на стійкість східного і південного бортів кар'єру:

Поперечні тріщини (N) крутопадаючі й вертикальні на стійкість південного та східного борту впливу не проявляють;

Поздовжня система (М) у цілому значного впливу на стійкість східного борту не виявляє, тому що незважаючи на витриманість і досить велику довжину тріщин даної системи східне крило загальної синклінали на ділянці досліджень має вертикальне й круте східне падіння, ускладнене складчастістю більш високих порядків, що сприятливо сказується на стійкості останнього. Одиначні виключення можливі на південному борті в межах 30-метрового уступу, де крила синклінальних складок високих порядків мають зустрічне падіння вимірюване в північних румбах;

3. Аналіз даних по тріщинуватості показав наявність несприятливо орієнтованих (падаючих убік кар'єру) тріщин, що впливають на стійкість які становлять: на південному борті - 15,4 %, на східному - 22 %.

4. Було проведено районування кар'єрного поля, критерієм якого стали коефіцієнт тріщинуватості масиву та відсотковий показник несприятливо направлених тріщин, як результат, була виявлена найбільш потенційно небезпечна зона на Інгулецькому кар'єрі за фактором тріщинуватості масиву.

Список літератури

1. Михайлов А.Е. «Структурная геология и геологическое картирование» Учеб. пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1984. - 464с.
2. Невский В.А. «Трещинная тектоника рудных полей и месторождений» - М.: Недра, 1979. - 224 с.

Рукопис подано до редакції 18.02.13

УДК 622.271.333:621.86.06

Ю.М. НИКОЛАШИН, д-р техн. наук, проф.,
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»
Н.В. КОРЧАГИН, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ИЗ ОТХОДОВ СУХОЙ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ

Выполнена оценка условий устойчивости насыпи высотой более 30 м из отходов переработки сырой руды для внутренних железнодорожных путей внешних отвалов ПАО «ИнГОК» в сложных инженерно-геологических условиях.

Ключевые слова: устойчивость откосов, железнодорожная насыпь, переработка кварцитов, отходы сепарации, противооползневые мероприятия.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Среди отходов сухой магнитной сепарации железистых кварцитов значительную долю занимают объемы мелких фракций щебня с размером зерен до 10 мм, которые могут быть использованы для дорожно-строительных работ, в том числе насыпей.