

Р.В. Соболевський, к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії
Т.О. Троценко, аспірант кафедри маркшейдерії
Житомирський державний технологічний університет

ВИВЧЕННЯ ТРІЩИНУВАТОСТІ ФОТОГРАМЕТРИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Потреба в поліпшенні методології спостереження за тріщинуватістю гірських порід на родовищах блочного каменю викликала розвиток фотограмметрії для даної задачі в якості інструменту, що допомагає вивчати, виявляти локалізацію структурних порушень таких, як тріщини. У цій статті зроблено порівняння між традиційними методами і фотограмметрією. Перевага останньої в її точності, швидкості та ступеню автоматизації відносно інших традиційних методів отримання просторової інформації, про що свідчать лабораторні випробування і тематичні дослідження.

В загальному випадку, фотограмметрія – це наука та технологія отримання достовірної інформації про об'єкти та земну поверхню, використовуючи процеси реєстрації та інтерпретації фотографічних зображень і моделей, отриманих за допомогою електромагнітного випромінювання.

Відтак фотограмметрія може бути розділена на дві частини: метрична фотограмметрія (наземна або повітряна) та інтерпретація зображень. Мета інтерпретації зображень, особливо розпізнавання та ідентифікації об'єктів полягає в систематичному і ретельному аналізі фотографій, отриманих за допомогою датчиків (сенсорів), прикріплених до повітряних суден або наземних камер.

Виникнення тріщин пов'язано з перевищенням критичних значень межі міцності на розтяг та стискання на окремих ділянках породного масиву. Форму тріщин зазвичай фіксують шляхом побудови діаграми безпосередньо на місці за результатами візуальних спостережень. Вимірювання ширини тріщини має точність до 0,1 мм і можуть бути зроблені за допомогою збільшувача скла або завдяки використанню градуйованого стандартного збільшення товщини лінійки, що містить набір ліній з товщинами, що поступово зростають, які потім порівнюють з виявленими тріщинами, тим самим, оцінюючи ширину. Така оцінка є суб'єктивною, адже в значній мірі залежить від підготовки та досвіду спостерігача, тому ступінь достовірності результатів варіюється в широких межах. Це призводить до того, що на практиці, визначення системи тріщини і окремих тріщин оцінюється приблизно і співставлення результатів різних вимірів ускладнюється їх нерівноточністю. Через дані причини, розвиток методів автоматичного контролю та моніторингу тріщинуватості родовищ блочного каменю є актуальною науково-прикладною задачею.

Автоматизовані методи, згадані вище, відносяться до фотограмметричних методів. Дані методи в основному полягають в асоціюванні розривів структури. Ці розриви ототожені з різкими змінами в рівні інтенсивності пікселів. Таким чином, можна виявити і виміряти тріщини, що присутні в даному об'єкті.

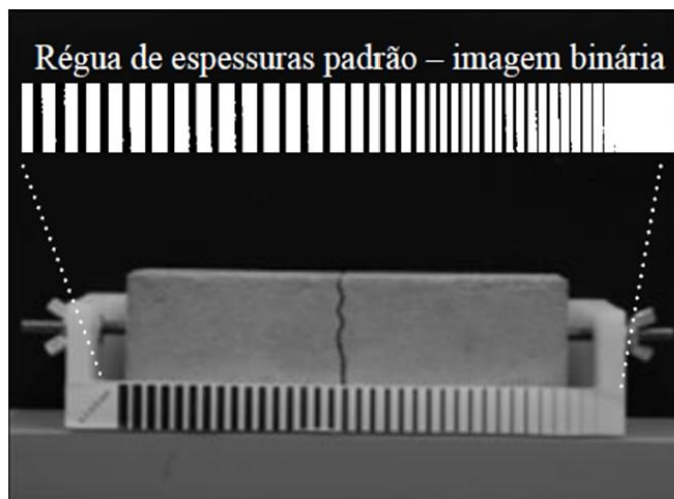


Рис. 1. Попередня оцінка технології для тестування (джерело – Валенче)

Метод попередньої оцінки, що запропонований Валенче, був проведений з використанням стандартного тестового зразка $40 \times 40 \times 160 \text{ мм}^3$. Механічне кріплення, яке було розроблено спеціально для цього тесту (рис. 1), використовувалося для зміни проміжків між двома сторонами зразків, що дозволяло імітувати тріщини різної ширини. Результати були зіставлені зі значеннями, отриманими із застосуванням традиційних методів, за допомогою збільшувача скла та градуйованих стандартних товщин.

Аналіз із використанням стандартної лінійки товщин (від 0,1 до 3,5 мм), розташованих на базі обладнання, показав, що запропонований Валенче метод достовірний і точний. Для цієї мети була вибрана певна область, що містить смуги стандартних товщин. Після цього зображення було опрацьоване методом Отсу, що використовують для виявлення варіації інтенсивності між точками зображення.

Потім було обраховано та проаналізовано повздовжній профіль середньої інтенсивності пікселів у колонці. Товщину ліній розраховували шляхом вимірювання кількості стовпців нульового (білого) профілю, на тлі, що складається з пікселів значень (чорних). Слід зазначити, що було не виявлено дві тонкі лінії (0,1 і 0,2 мм). Цей факт підкреслює важливість визначення чутливості методу для характеристики тріщини, що розпізнається. Це прямо залежить від просторової та радіометричної здатності зображення.

Після масштабування зображення і аналізу точності методу була розрахована ширина щілини. Для отримання надійного порівняння з традиційними підходами, методу, що застосовується, провели аналіз за допомогою збільшувача скла і лінійки стандартів товщини, результати якого показані на рис. 2.

		Largura da fissura				
		(mm)	'MCrack' (mm/pixel)			
Fase	RP LG	w_{min}	w_{med}	w_{max}		
	#1	0.5 0.5	0.25/3.61	0.50/7.26	0.93/13.60	
	#2	1.0 1.0	0.73/10.63	1.09/15.88	1.59/23.20	
	#3	2.0 2.0	1.26/18.36	1.68/24.59	1.99/29.07	
	#4	3.0 2.9	1.85/27.00	2.51/36.55	3.04/44.41	

RP – régua de espessuras padrão
 LG – lupa de aumento graduada
 w – largura da fissura

Рис. 2. Порівняння методу Валенче з традиційними методами

Результати, отриманні із застосуванням обробки зображень продемонстрували можливість техніки в виявленні і визначенні характеристик тріщин в умовах роботи на родовищах блочного каменю.

За даними результатів, точність є меншою одного пікселя, що свідчить про надійність технології. У порівнянні з традиційними методами це доводить, що точність досягнута на порядок вища.

Результати оцінки тріщин показали, що фотограмметричні методи, відрізняються вищою точністю, ніж традиційні методи спостереження, крім того, забезпечують більший обсяг інформації, значне збільшення продуктивності виконання робіт (за рахунок автоматизації), більшу точність, за рахунок мінімізації впливу людського фактору при вимірюванні, виявлені форми та орієнтації тріщин. Отже фотограмметричні методи є оптимальними для використання на родовищах блочного каменю для моніторингу та вивчення тріщинуватості.