



УКРАЇНА

(19) UA (11) 86515 (13) C2
(51) МПК (2009)
G01B 7/00
G01N 21/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТРІЩИНУВАТОСТІ БЛОКІВ ТА ВИРОБІВ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

1

2

(21) а200710049

(22) 10.09.2007

(24) 27.04.2009

(46) 27.04.2009, Бюл.№ 8, 2009 р.

(72) КОРОБІЙЧУК ВАЛЕНТИН ВАЦЛАВОВИЧ, UA,
РЕМЕЗОВА ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА, UA,
ПОДЧАШИНСЬКИЙ ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA,
СОБОЛЕВСЬКИЙ РУСЛАН ВАДИМОВИЧ, UA

(73) ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛО-
ГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56) Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка
изображений. - М.: Техносфера, 2005. - С.777-779.

UA 82658, G02B 23/26, A61B 1/06, 12.05.2008

UA 38405, G01N 21/27, 15.05.2001

SU 1097911, G01N 3/00, 15.06.1984

SU 741044, G01B 11/30, G01N 27/82, 25.06.1980

SU 121962, G01N 21/87, 19.11.1958

RU 2287149, G01N 21/91, 21/63, 10.11.2006

RU 93008175, G03C 5/17, G21K 4/00, 27.02.1995

SU 950912, E21C 39/00, 15.08.1982

KR 20020058718, G01N 21/33, 21/31, 12.07.2002

JP 2007198781, G01N 21/88, 09.08.2007

US 5563417, G01N 21/64, 08.10.1996

UA 71412, G01B 7/00, 15.11.2004

RU 92005381, G01N 29/04, 20.12.1996

RU 2210072, G01N 27/00, 25/00, 10.08.2003

RU 2190845, G01N 27/90, 10.10.2002

RU 2296982, G01N 21/91, C09K 11/06, 10.04.2007

RU 2159264, C09K 11/06, G01N 21/91, 20.11.2000

SU 1314056, E21C 39/00, 30.05.1987

(57) Спосіб визначення тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю, згідно з яким поверхню блока або виробу очищують від забруднень, наносять на неї пенетрант, що світиться під дією ультрафіолетового випромінювання, таким чином, щоб він заповнив тріщини, видаляють залишки пенетранту з поверхні блока або виробу, після чого наносять на неї проявник, що витягує пенетрант з тріщин, та визначають показники тріщинуватості блока або виробу, після чого остаточно очищують блок або виріб від пенетранту та проявника, який **відрізняється** тим, що показники тріщинуватості блока або виробу визначають шляхом послідовного виконання операцій формування відеозображення поверхні блока або виробу за допомогою пристрою формування відеозображень та джерела ультрафіолетового випромінювання і введення сформованого відеозображення в обчислювальне середовище цифрової електронної обчислювальної машини, виявлення на цьому відеозображенні тріщин, їх витончення до ламаної лінії з наступним визначенням їх геометричних характеристик та фрактальної розмірності, на основі яких отримують показники тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю.

Винахід належить до гірничої галузі та будівництва і може бути використаний при видобуванні, виготовленні і контролі блоків та виробів з природного каменю.

Тріщинуватість блоків та виробів з природного каменю є одним з найважливіших показників їх якості. Визначення тріщинуватості блоків та виробів є актуальною науково-технічною задачею і дозволяє комплексно оцінити ефективність технологій видобування та переробки природного каменю [1].

Тріщинуватість блоків та виробів з природного каменю може бути визначена за допомогою технологій неруйнівного контролю якості промислових виробів. Існує ряд способів такого контролю, що

основані на різних фізичних явищах і забезпечують виявлення і візуалізацію дефектів промислових виробів [2]. Одним з можливих способів неруйнівного контролю є спосіб, що оснований на проникненні індикаторної рідини (пенетранту) в порожнини дефектів промислових виробів. За допомогою цього способу можна контролювати якість промислових виробів з металевих та неметалевих матеріалів і виявляти дефекти, що виходять на поверхню цих виробів, наприклад, тріщини.

Найбільш близьким за сукупністю суттєвих ознак до способу винаходу є спосіб визначення тріщинуватості блоків та виробів з природного ка-

(19) UA (11) 86515 (13) C2

меню [2, стор. 152-153]. Цей спосіб обраний за найближчий аналог.

Як і спосіб-винахід, цей спосіб включає очищення поверхні блоку або виробу від забруднень і нанесення на неї пенетранту, що світиться під дією ультрафіолетового випромінювання, таким чином, щоб він заповнив тріщини, видалення залишків пенетранту з поверхні блоку або виробу, нанесення на неї проявника, що витягує пенетрант з тріщин, визначення показників тріщинуватості блоку або виробу, остаточне очищення блоку або виробу від пенетранту та проявника.

Проте, на відміну від способу-винаходу, у цьому способі визначення тріщинуватості виконується шляхом спостереження людиною поверхні блоку або виробу з пенетрантом, витягнутим з тріщин за допомогою проявника. Спостереження виконується в затемненому приміщенні з використанням джерела ультрафіолетового випромінювання. Характеристики окремих тріщин та показники тріщинуватості блоку або виробу в цілому визначаються на основі візуального аналізу його поверхні.

При цьому у найближчому аналозі, як і в способі-винаході, використовується проявник, що витягує пенетрант з тріщин. Це приводить до того, що кожна тріщина відображається на поверхні блоку або виробу як смуга, що має ширину значно більшу, ніж ця тріщина. Сама тріщина при цьому прихована під шаром пенетранту. На відміну від способу-винаходу, в існуючому способі через цей ефект візуальний аналіз не можливо отримати точну картину розташування тріщин. Як наслідок, виникають похибки (в тому числі, суб'єктивні) результатів визначення тріщинуватості і суттєво знижується точність цих результатів.

Крім того, для блоків та виробів з природного каменю досить важливим є отримання достовірної і точної інформації про систему тріщин взагалі, їх взаємне розташування, структурні властивості, тощо. Це дозволяє прогнозувати напрямки подальшого розвитку тріщин під дією зовнішніх механічних навантажень, враховувати анізотропні властивості кристалічної структури природного каменю, оптимізувати технологію його видобування та обробки. Але в існуючому способі тріщинуватості блоку або виробу зазвичай оцінюється через характеристики окремих тріщин, виявлених на поверхні блоку або виробу за допомогою пенетранту, та їх усереднені характеристики. Це не дозволяє отримати достовірну і точну інформацію про систему тріщин, знижує точність визначення тріщинуватості як системи взаємопов'язаних тріщин і негативно впливає на оцінку якості блоків та виробів з природного каменю.

Таким чином, суттєвим недоліком існуючого способу є недостатня точність визначення тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю і, як наслідок, низька точність оцінки якості цих блоків та виробів.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу визначення тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю, щоб забезпечити підвищення точності визначення тріщинуватості блоків та виробів з природного ка-

меню і, як наслідок, підвищення точності оцінки якості цих блоків та виробів.

Поставлена задача вирішується шляхом того, що показники тріщинуватості блоку або виробу визначають шляхом послідовного виконання операцій формування відеозображення поверхні блоку або виробу за допомогою пристрою формування відеозображень та джерела ультрафіолетового випромінювання і введення сформованого відеозображення в обчислювальне середовище цифрової електронної обчислювальної машини (ЕОМ), виявлення на цьому відеозображенні тріщин та їх витончення до ламаної лінії, визначення їх геометричних характеристик та фрактальної розмірності, на основі яких отримують показники тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю.

В заявленому способі перед визначенням геометричних характеристик кожної тріщини виконується її витончення до ламаної лінії. Процедура витончення виконується шляхом цифрової обробки відеозображення поверхні блоку або виробу в цифровій ЕОМ. Процедура витончення полягає в заміні об'єктів, що мають певну ширину на відеозображенні, їх остовом у вигляді ламаної лінії. Ця лінія має товщину, що еквівалентна одному кроку дискретності для просторових координат цього відеозображення [3, стор.777-779]. Таким чином, спосіб-винахід забезпечує вимірювання геометричних характеристик саме для тріщин, а не для смуг індикаторного пенетранту певної ширини, що утворилися в результаті дії проявника. В результаті підвищується точність визначення тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю.

Визначення фрактальної розмірності для системи тріщин блоку або виробу з природного каменю забезпечує в заявленому способі отримання повної та достовірної картини про цю систему тріщин взагалі, їх взаємне розташування та структурні властивості. Це випливає з властивостей фракталів та фрактальної розмірності як математичного апарату, що може бути ефективно використаний для оцінки властивостей об'єктів та матеріалів природного походження [4]. Такий підхід дає достовірну та повну узагальнену характеристику цих об'єктів та матеріалів. Саме таким матеріалом і є природний камінь.

При цьому фрактальна розмірність тріщин на поверхні блоку або виробу є дробовою величиною в діапазоні від 1,0 до 2,0 на відміну від топологічної розмірності прямої лінії, що дорівнює 1, та топологічної розмірності площини, що дорівнює 2. Така фрактальна розмірність характеризує ступінь заповнення поверхні блоку або виробу тріщинами, їх взаємне розташування, ступінь розгалуженості та інші структурні ознаки цих тріщин. Тому в результаті підвищується точність визначення тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю як складної інтегрованої системи тріщин на поверхні матеріалу природного походження.

В заявленому способі виключені процедури візуального аналізу людиною поверхні блоків та виробів з природного каменю і використана цифрова ЕОМ для обробки відеозображень, що містять вимірну інформацію про тріщинуватість цих блоків та виробів. Це забезпечує підвищення

точності визначення тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю за рахунок виключення суб'єктивних похибок, можливих у випадку використання ручної праці в процесі визначення тріщинуватості.

Таким чином, заявлений спосіб забезпечує підвищення точності визначення тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю і, як наслідок, підвищення точності оцінки якості цих блоків та виробів.

Суть винаходу пояснюється кресленнями.

Перелік креслень:

Фіг.1 - структурна схема пристрою, що реалізує формування та обробку відеозображень поверхні блоку або виробу з природного каменю згідно запропонованого способу-винаходу;

Фіг.2 - приклад відеозображення поверхні виробу з природного каменю та тріщин, виявлених на цій поверхні;

Фіг.2 початкове відеозображення, отримане за допомогою джерела ультрафіолетового освітлення та пристрою формування відеозображень;

Фіг.3 результат виявлення тріщин на початковому відеозображенні;

Фіг.4 результат витончення тріщин.

Заявлений спосіб виконують в такій послідовності:

1. Очищують поверхню блоку або виробу від забруднень і наносять на неї пенетрант, що світиться під дією ультрафіолетового випромінювання, таким чином, щоб він заповнив тріщини. Очищення виконують шляхом механічного видалення забруднень або їх змивання розчинником. Це забезпечує добре змочування поверхні блоку або виробу пенетрантом та його проникнення в порожнини тріщин, яке відбувається в результаті дії капілярних сил.

2. Видаляють залишки пенетранту з поверхні блоку або виробу. Для цієї операції використовують спеціальні рідини-очисники. При цьому необхідно дотримуватися умови збереження пенетранту в порожнинах тріщинах.

3. Наносять на поверхню блоку або виробу проявник, що витягує пенетрант з тріщин. Це відбувається за рахунок явищ сорбції або дифузії. В результаті на поверхні блоку або виробу утворюється малюнок зі смуг пенетранту, що відповідає формі та розташуванню тріщин.

4. Формують відеозображення поверхні блоку або виробу за допомогою пристрою формування відеозображень та джерела ультрафіолетового випромінювання і вводять сформоване відеозображення в обчислювальне середовище цифрової ЕОМ. При цьому пенетрант, що знаходиться на поверхні блоку або виробу, має високу яскравість на відеозображенні цієї поверхні за рахунок перетворення ультрафіолетового випромінювання у видимий діапазон спектра. Вся інша площа даної поверхні має дуже низьку яскравість на відеозображенні, так як звичайне природне або штучне освітлення відсутнє.

5. Виявляють тріщини на відеозображенні поверхні блоку або виробу та виконують їх витончення до ламаної лінії. Ця лінія має товщину, що еквівалентна одному кроку дискретності для прос-

торових координат цього відеозображення. Операція витончення виконується відповідно до [3, стор. 777-779].

6. Визначають геометричні характеристики та фрактальну розмірність тріщини на відеозображенні поверхні блоку або виробу. На основі цих даних отримують показники тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю.

При цьому завдяки витонченню тріщин на попередньому кроці заявленого способу геометричні характеристики вимірюються саме для тріщин, а не для смуг індикаторного пенетранту певної ширини, що утворилися в результаті дії проявника.

В якості геометричних характеристик, наприклад, можуть бути використані довжина кожної тріщини, її кутова орієнтація в площині блоку або виробу, а також геометричні ознаки форми, моменти та осі інерції для розгалужених тріщин зі складною формою та структурою [3].

В якості показників тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю, наприклад, можуть бути використані усереднені значення геометричних ознак тріщин та гістограми їх розподілу, відносна площа тріщин на поверхні блоку або виробу, значення фрактальної розмірності для всієї поверхні в цілому та для окремих її ділянок, що мають характерні властивості.

7. Остаточо очищують блок або виріб від пенетранту та проявника.

На кресленні (Фіг.1) зображено пристрій, що реалізує формування та обробку відеозображень поверхні блоку або виробу з природного каменю згідно запропонованого способу.

Цей пристрій містить: джерело ультрафіолетового випромінювання 1, блок (або виріб) 2 з природного каменю, на поверхні якого наявний малюнок 3 зі смуг пенетранту, що відповідає формі та розташуванню тріщин, пристрій 4 формування відеозображень, ЕОМ 5, до складу якої входять інтерфейс 6 передачі цифрових даних, пам'ять 7, центральний процесор 8 та монітор 9.

Пристрій, що реалізує заявлений спосіб, працює таким чином.

Блок (або виріб) 2 з природного каменю розміщений в полі зору оптичної системи пристрою 4 формування відеозображень. Для освітлення поверхні блоку (або виробу) 2 з природного каменю використовується джерело ультрафіолетового випромінювання 1.

При цьому малюнок 3 зі смуг пенетранту має високу яскравість за рахунок перетворення ультрафіолетового випромінювання у видимий діапазон спектра. Вся інша площа поверхні блоку (або виробу) 2 з природного каменю має дуже низьку яскравість, оскільки звичайне природне або штучне освітлення відсутнє. В результаті формується відеозображення поверхні блоку (або виробу) 2 з природного каменю, що містить вимірювальну інформацію про характеристики тріщин.

Далі це відеозображення по інтерфейсу 6 передачі цифрових даних вводиться в пам'ять 7 ЕОМ 5. За допомогою центрального процесора 8 в ЕОМ 5 виділяють кожну тріщину на відеозображенні блоку (або виробу) 2 з природного каменю та виконують її витончення до ламаної лінії, ви-

значають геометричні характеристики кожної тріщини, визначають фрактальну розмірність системи тріщин поверхні блоку (або виробу) 2 з природного каменю, розраховують показники тріщинуватості для всієї поверхні блоку (або виробу) 2 з природного каменю на основі геометричних характеристик та фрактальної розмірності виявлених тріщин. Відеозображення поверхні блоку (або виробу) 2 з природного каменю та результати визначення тріщинуватості відображаються на моніторі 9.

За допомогою пристрою, що реалізує формування та обробку відеозображень поверхні блоку або виробу з природного каменю згідно запропонованого способу винаходу, було проведено ряд досліджень.

В даному випадку для досліджень використувалися зразки виробів 2 з природного каменю (граніт Маславського родовища, розташованого в Житомирській області). Попередньо вони були оброблені пенетрантом, що світиться під дією ультрафіолетового випромінювання, та проявником, що витягує пенетрант з тріщин, згідно запропонованого способу винаходу.

В якості пристрою 4 формування цифрових відеозображень використовувався цифровий фо-

тоапарат Nikon Cool Pix 880, а в якості ЕОМ 5 - персональний комп'ютер Celeron - 2,0ГГц. На виході пристрою 4 формування цифрових відеозображень отримували цифрові кольорові відеозображення з такими характеристиками: розмір 2048x1536 дискретних точок, кольорова схема RGB, глибина кольору 24 біти на дискретну точку. За допомогою центрального процесора 8 в ЕОМ 5 були отримані чисельні значення довжини кожної тріщини, її кутової орієнтації, а також розраховані геометричні ознаки форми, моменти та осі інерції для розгалужених тріщин зі складною формою та структурою. Також були отримані усереднені значення геометричних ознак тріщин та гістограми їх розподілу, значення фрактальної розмірності для поверхні зразків виробів 2.

Основні етапи обробки відеозображення зразків виробів 2 з природного каменю згідно способу винаходу наведено на Фіг.2-4. В таблиці наведено результати розрахунку фрактальної розмірності для цих зразків. При цьому перший зразок мав найбільш розгалужену систему тріщин, а третій зразок - найменш розгалужену. Фрактальна розмірність тріщин є загальною характеристикою системи тріщин на поверхні зразка виробу 2 з природного каменю.

Таблиця

Номер зразка	Фрактальна розмірність тріщин до витончення	Фрактальна розмірність тріщин після витончення
1	1,47	1,38
2	1,43	1,35
3	1,35	1,27

В результаті була доведена можливість практичної реалізації запропонованого способу винаходу, а також його придатність для визначення тріщинуватості блоків та виробів з природного каменю.

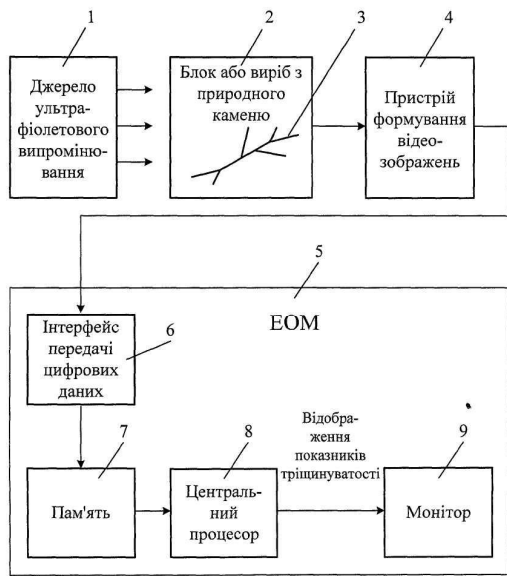
Література

1. Бакка Н.Т., Ильченко И.В. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и техническая оценка месторождений: Справочник. - М.: Недра, 1992.-303с.

2. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 1: Общие вопросы. Контроль проникающими веществами: Практическое пособие / А.К. Гурвич, И.Н. Ермолов, С.Г. Сажин; Под ред. В.В. Сухорукова. - М.: Высшая школа, 1992. - 242с.

3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2005. - 1072с.

4. Федер Е. Фракталы. - М.: Мир, 1991. - 254с.



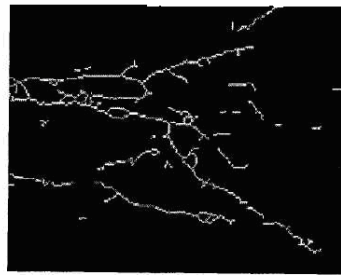
Фіг. 1



Фіг.2



Фіг.3



Фіг.4