



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **39859** (13) **U**
(51) МПК (2009)
G01N 25/72

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОЦІНЮВАННЯ ПЕРЕВАЖАЮЧОГО НАПРЯМКУ ПОШКОДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТРІЩИНАМИ ТЕРМІЧНОЇ ВТОМИ

1

2

(21) u200813175

(22) 13.11.2008

(24) 10.03.2009

(46) 10.03.2009, Бюл.№ 5, 2009 р.

(72) МАРУЩАК ПАВЛО ОРЕСТОВИЧ, UA, КОНО-
ВАЛЕНКО ІГОР ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, БІЩАК
РОМАН ТЕОДОРОВИЧ, UA

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧ-
НИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, UA

(57) Спосіб оцінювання переважачого напрямку
пошкодження конструкції тріщинами термічної

втоми, при якому проводять цифрове фотографування аналізованої поверхні, одержують цифрове зображення та, ввівши його в комп'ютер, здійснюють кількісний аналіз напрямку розтріскування, який **відрізняється** тим, що зображення кожної тріщини розбивають на вузлові точки, розміщені з кроком, рівним половині її товщини, апроксимують їх методом найменших квадратів та визначають нахил одержаних прямих до горизонталі.

Спосіб оцінювання переважачого напрямку пошкодження конструкції тріщинами термічної втоми відноситься до механіки та машинобудування і може бути використаний для оцінки напружено-деформованого стану роликів машин безпервного лиття заготовок (МБЛЗ).

Найбільш близьким за технічною суттю до результату що досягається і способу що заявляється є спосіб оцінки пошкоджень колектора водяного економайзера тріщинами термічної втоми, при якому проводять цифрове фотографування аналізованої поверхні, одержують цифрове зображення та ввівши його в комп'ютер, здійснюють кількісний аналіз напрямку розтріскування [Р.Я.Косаревич, О.З.Студент, Я.Д.Онищак, А.Д.Марков, І.В.Ріпей, Б.П.Русин, Г.М.Никифорчин, Оцінка пошкоджень колектора водяного економайзера тріщинами термічної втоми // Фізико-хімічна механіка матеріалів.- 2004.-№11. –С.109-114.].

Недоліком цього способу, є необхідність використання модельної годинникової шкали у вигляді серії міток для оцінки орієнтації тріщин та визначення переважного напрямку їх поширення. Це спричиняє необхідність масштабування, повертання та переміщення шкали, що є трудомістким.

В основу корисної моделі покладено завдання забезпечення точності визначення орієнтації елементів сітки тріщин, шляхом виконання способу оцінювання переважачого напрямку пошкодження конструкції тріщинами термічної втоми, при якому проводять цифрове фотографування аналі-

зованої поверхні, одержують цифрове зображення та ввівши його в комп'ютер, здійснюють кількісний аналіз напрямку розтріскування, причому зображення кожної тріщини розбивають на вузлові точки розміщені з кроком рівним половині її товщини, апроксимують їх методом найменших квадратів та визначають нахил одержаних прямих до горизонталі.

На Фіг.1 представлено зображення сітки тріщин на фрагменті поверхні конструкції.

На Фіг.2 на зображення накладено каркасну сітку з прямокутними комітками, а в місцях її перетину з ділянками тріщини утворено вузлові точки. Вузлові точки розміщені з кроком рівним половині її товщини та визначено нахил кожної з тріщин до горизонталі Фіг.3.

Спосіб реалізується наступним чином.

Поверхню конструкції 1 з тріщинами 2 фотографували за паралельного освітлення. Оскільки суміжні точки з рівнем яскравості одного діапазону належать об'єкту одного класу (тріщині або фону), та вибравши поріг яскравості, зображення перетворювали до бінарного (чорно-білого) вигляду. Цей крок зменшив обсяг оброблюваної інформації та пришвидшив виявлення тріщин. Після бінарного перетворення отримували матрицю

$$I_B = \{I_{Bj}\}, \quad (1)$$

де I_{Bj} -елемент, що відповідає точці зображення з координатами (x_j, y_j)

(13) U

(11) 39859

(19) UA

Під час формування меж тріщин обчислено густину g_j елементів зображення тріщини (чорних пікселів), зокрема, для точки (x_i, y_i)

$$g_j = \frac{\sum_{x_i-L_G}^{x_i+L_G} \sum_{y_i-L_G}^{y_i+L_G} I_{Gj}}{(2L_G)^2} \cdot 100\% \quad (2)$$

де $2L_G$ - розмір квадратної ділянки навколо точки (x_i, y_i) в околі якої обчислюється густина елементів зображення.

За результатами обчислень одержано матрицю густин елементів зображення

$$G = \{g_j\} \quad (3)$$

яку використано для виявлення ділянок зображення, що належать тріщині. Для цього сформовано бінарну матрицю I_G на основі матриці густин G :

$$I_G = \{I_{Gj}\}, I_{Gj} = \begin{cases} 1, & g_j \geq G_{lim} \\ 0, & g_j < G_{lim} \end{cases} \quad (4)$$

Елементи $I_{Gj} = 1$ належать тріщинам, а $I_{Gj} = 0$ - фону.

На матриці G та I_G накладали каркасну сітку 3 з прямокутними комірками, місця її перетину з ділянками тріщин (матриця I_G) розглядали як вузлові точки 4. Розташування кожної вузлової точки 4 відповідало ділянці зображення з максимальною густиною g_j (матриця G). Крок сітки становив половину товщини тріщини. Після таких обчислень отримали множину вузлових точок:

$$A = \{a_k\}, k = 0, 1, 2, \dots, \quad (5)$$

де a_k - вузлова точка.

Обчислено найімовірніший напрям розташування тріщини для вузлових точок a_k шляхом пошуку найдовшого відрізка, проведеного через цю точку в межах аналізованої ділянки тріщини. Напрямок цього відрізка вважали найімовірнішим для даної вузлової точки напрямом поширення тріщини. За результатами обчислень сформовано множину кутів $\Phi = \{\varphi_k\}$.

Далі виявили взаємозв'язок сусідніх точок. Тут для кожної точки a_k напрямку φ_k знайдено найближчу точку, сформовано ланцюги взаємопов'язаних точок, які визначають напрям і положення тріщин. Для кожного ланцюжка вузлових точок апроксимацією методом найменших квадратів знайдено сукупність прямих (або одну пряму, якщо ланцюжок не відхиляється від прямолінійності), які на певних ділянках відповідають напрямку і розташуванню тріщини. Нахил тріщин проаналізовано в діапазоні від 0 до 180° .

Приклад конкретного виконання способу

Розміри тріщин та пошкодженої поверхні задавали у відносних величинах (кроках сітки каркаса). Перехід до метричної системи забезпечується масштабуванням.

В таблиці наведено приклад заданих параметрів та обчислених величин пошкоджуваності поверхні. Для прикладу проаналізовано сітку тріщин на поверхні темплету, вирізаного з поверхневого шару ролика МБЛЗ.

Таблиця

Режими заданих параметрів та обчислених величин пошкоджуваності поверхні

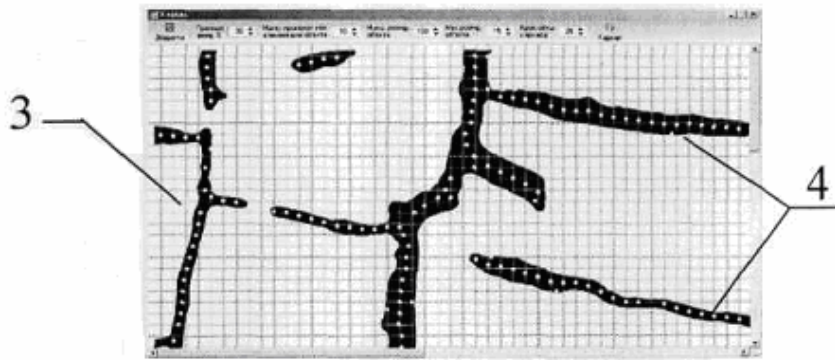
Параметри обчислень				
Границя фону, %	Макс. проміжок між елементами об'єкта, Піксель	Макс. розмір об'єкта L_{min} , Піксель	Мін. розмір об'єкта L_{max} Піксель	Крок сітки, Піксель
40	10	100	15	20

Виявлено інтегральну орієнтацію тріщин, побудовано циклограму розподілу кутів та довжин тріщин. Переважна більшість поверхневих тріщин орієнтована у взаємоперпендикулярних напрямках під кутами 90° та 180° .

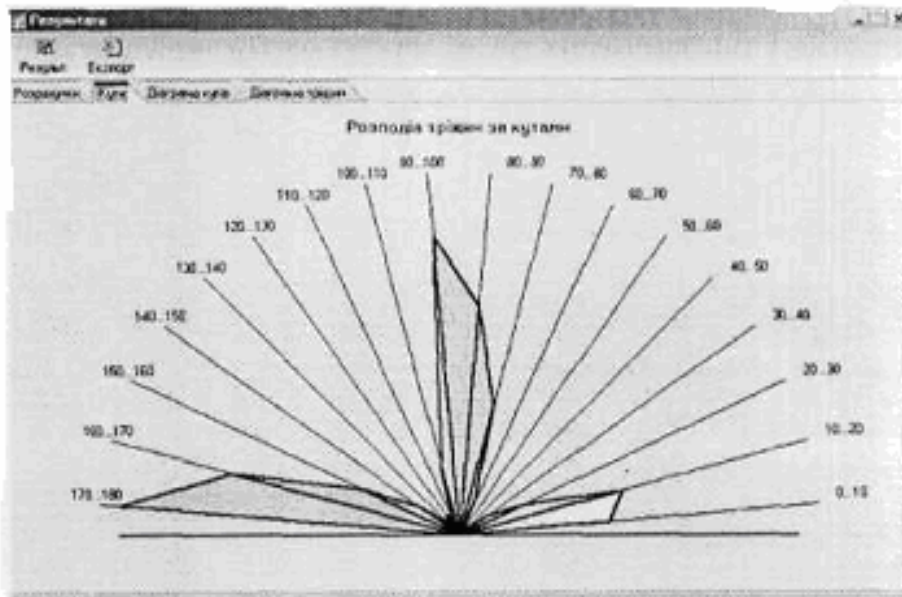
Таким чином, запропонований спосіб дає можливість підвищити точності визначення орієнтації елементів сітки тріщин.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3