



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40788 (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 ОЦІНКИ ПОШКОДЖЕНОСТІ ПОВЕРХНІ ТРІЩИНАМИ ТЕРМОВТОМИ

1

2

(21) u200813510

(22) 24.11.2008

(24) 27.04.2009

(46) 27.04.2009, Бюл.№ 8, 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 оцінки пошкодженості поверхні тріщинами термовтоми, при якому пошкоджену поверхню фотографують, зображення вводять в комп'ютер, ідентифікують тріщини на зображенні, здійснюють визначення розподілу нормованої площі тріщин, який **відрізняється** тим, що як бази вимірювань використовують ділянку поверхні прямокутної форми, накладають на неї каркасну сітку з прямокутними комірками кроком, який становить половину товщини тріщини.

Спосіб оцінки пошкодженості поверхні тріщинами термовтоми відноситься до механіки та машинобудування і може бути використаний для оцінки напружено-деформованого стану роликів машин безперервного лиття заготовок (МБЛЗ).

Найбільш близьким за технічною суттю до результату що досягається ;

способу що заявляється є спосіб оцінки пошкодженості поверхні тріщинами термовтоми при якому пошкоджену поверхню фотографують, зображення вводять в комп'ютер, ідентифікують тріщини на зображенні, здійснюють визначення розподілу нормованої площі тріщин [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. -№1.-С. 109-114.].

Недоліком цього способу, є використання концентричних кіл для, обмеження аналізованої ділянки поверхні для визначення розподілу нормованої площі. Оскільки пікселі мають квадратну форму, це спричинятиме похибку на межах зображення. Крім того неможливий додатковий аналіз зображення ділянок меншого розміру із збереженням форми розбиття. Це спричиняє похибки та обмежує можливості методу.

В основу корисної моделі покладено завдання забезпечення точності визначення орієнтації елементів сітки тріщин, шляхом виконання способу оцінки пошкодженості поверхні тріщинами термовтоми при якому пошкоджену поверхню фотографують, зображення вводять в комп'ютер ідентифікують тріщини на зображенні, здійснюють

визначення розподілу нормованої площі тріщин, причому в якості бази вимірювань використовували ділянку поверхні прямокутної форми із накладеною каркасною сіткою з прямокутними комірками кроком, який становить половину товщини тріщини.

На Фіг.1 представлено зображення сітки тріщин на фрагменті поверхні конструкції, на Фіг.2 на зображення накладено каркасну сітку з прямокутними комірками, на Фіг.3 подано залежність параметра пошкоджуваності d_c від довжин тріщин α .

Спосіб реалізується наступним чином.

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

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

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

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

$$g_j = \frac{\sum_{x=x_i-L_G}^{x_i+L_G} \sum_{y=y_i-L_G}^{y_i+L_G} i_{Bj}}{(2 \cdot L_G)^2} \cdot 100 \quad \%, \quad (2)$$

UA (19) 40788 (13) U

де $2L_G$ - розмір квадратної ділянки навколо точки (x_j, y_j) 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 :

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

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

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

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

де α_k - вузлова точка.

Обчислено найімовірніший напрям розташування тріщини для вузлових точок α_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 $\Phi = \{\phi_k\}$.

Остаточно сформована множина прямолінійних відрізків визначає положення та напрям поширення тріщин.

Для встановлення зони максимальної пошкодженості та найімовірнішого напрямку поширення магістральної тріщини знайдено розподіл площ тріщин залежно від їх орієнтації. Виявлено тріщини, визначено їх інтегральну орієнтацію, побудовано циклограму розподілу кутів та довжин тріщин. Пошкодженість поверхні обчислено за густиною тріщин d_c (mm^{-2}):

$$d_c = \frac{N_{surf}}{S_{surf}}, \quad (6)$$

де S_{surf} - аналізована площа поверхні, mm^2 ; N_{surf} - кількість поверхневих тріщин на аналізованій ділянці.

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 пошкодженості поверхні. Для прикладу проаналізовано сітку тріщин на поверхні темплету, вирізаного з поверхневого шару ролика МБЛЗ.

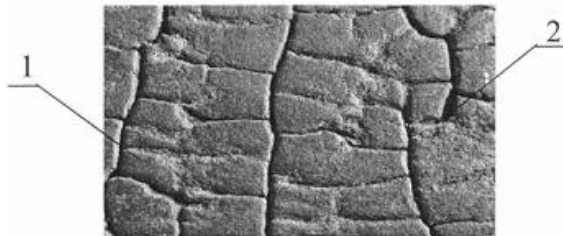
Таблиця

Режими заданих параметрів та обчислених величин пошкодженості поверхні

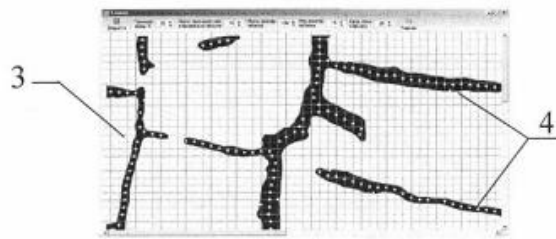
Параметри обчислень				
Границя фону, %	Макс. проміжок між елементами об'єкта, Піксель	Макс. розмір об'єкта L_{min} , Піксель	Мін. Розмір об'єкта L_{max} Піксель	Крок сітки, Піксель
40	10	100	15	20

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

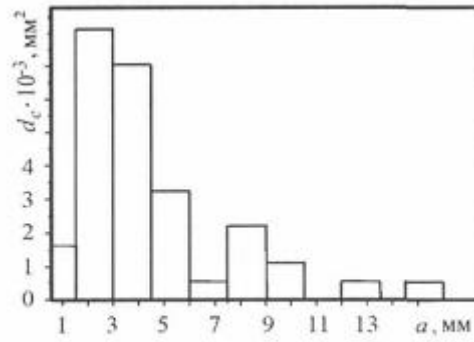
Таким чином, запропонований спосіб дає можливість підвищити точності визначення орієнтації елементів сітки тріщин.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3