



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38957 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 1/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗКРИТТЯ ВЕРШИНИ ТРІЩИНИ

1

2

(21) u200811002

(22) 09.09.2008

(24) 26.01.2009

(46) 26.01.2009, Бюл.№ 2, 2009 р.

(72) ЯСНІЙ ПЕТРО ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, МА-
РУЩАК ПАВЛО ОРЕСТОВИЧ, UA, ПИНДУС
ЮРІЙ ІВАНОВИЧ, UA, ФОСТИК ВАСИЛЬ БОГ-
ДАНОВИЧ, UA, КОНОВАЛЕНКО ІГОР ВОЛОДИ-
МИРОВИЧ, UA

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

(57) Спосіб визначення розкриття вершини тріщини, при якому на дослідну поверхню зразка навколо вістря тріщини наносять базові точки та здійснюють вимірювання розкриття вістря тріщини за зміною відстані між ними, який **відрізняється** тим, що базові точки наносять шляхом електрохімічного контурного травлення, а оцінку розкриття вістря тріщини вимірюють за зміною відстаней між кількома базовими точками діляльної сітки, розташованими з заданим кроком, протягом одного циклу навантаження.

Спосіб визначення розкриття вершини тріщини відноситься до механіки руйнування, зокрема до визначення розкриття вершини втомних тріщин і може бути використана для оцінки залишкового ресурсу конструкцій.

Найбільш близьким за технічною суттю до результату що досягається і способу, що заявляється, є спосіб визначення розкриття вершини тріщини, при якому на дослідну поверхню зразка навколо вістря тріщини наносять базові точки та здійснюють вимірювання розкриття вістря тріщини за зміною відстані між ними [Романів О.Н., Никофорчин Г.Н., Андрусів Б.Н. Эффект закрытия трещины и оценка циклической трещиностойкости конструкционных сплавов // Физико-химическая механика материалов.-1983.-№3.-С.47-61].

Недоліком даного способу є те, що вимірювання проводять на поверхні зразка механічним тензометром в базових точках, які розміщені з кроком 1мм, на базі вимірювань від 2,5 до 6,4мм, величина баз вимірювань є досить значною, крім того вони мають великий крок, що потребує перерахунку одержаних значень розкриття в вершину тріщини методом екстраполяції. Дана обставина спонукає до зниження точності отриманих даних та накопичення похибок при проведенні досліджень. Закріплення механічного давача на поверхні зразка, також може спричиня-

ти похибки, величину яких важко оцінити внаслідок вимірювання розкриття лише за зміщенням двох базових точок.

В основу корисної моделі покладено задачу підвищення точності вимірювання розкриття вершини втомної тріщини, що підвищить достовірність отриманих результатів, шляхом виконання способу при якому на дослідну поверхню зразка навколо вістря тріщини наносять базові точки та здійснюють вимірювання розкриття вістря тріщини за зміною відстані між ними причому базові точки наносять шляхом електрохімічного контурного травлення, а оцінку розкриття вістря тріщини здійснюють за результатами вимірів зміни відстаней між кількома базовими точками діляльної сітки за один цикл навантаження, базові точки розташовані із заданим кроком.

На фотографічному зображенні Фіг.1 представлено ділянку поверхні зразка із базами вимірювання розкриття вершини тріщини,

на графіку Фіг.2 представлено залежності розкриття вершини тріщини які відповідають базам вимірювання.

Спосіб реалізується наступним чином

На попередньо відполіровану та знежирену поверхню зразка з шорсткістю не вище 0,63, напилували лак-фоторезист типу POSITIV 20 просушуючи при температурі 70°C протягом 20хв.

UA (19) 38957 (13) U

Оригінал ділильної сітки, виготовлений на прозорій плівці закріплювали на поверхню зразка.

Зображення ділильної сітки на світлочутливому захисному покритті лаку-фоторезисту, нанесеному на поверхню зразка, отримують контактним способом під ртутно-кварцевою лампою, тривалість експозиції 120с, потім здійснюють проявлення ділильної сітки у ванні з слабким розчином NaOH з наступним промиванням зразка у дистильованій воді та просушуванням. Після висихання зразка його занурюють в натрій хлоридно фосфатну суміш яка містить, г/л:

ортофосфорної кислоти H_3PO_4	500
хлористого натрію NaCl	80,

та проводять електрохімічне контурне травлення незахищених ділянок поверхи. зразка при температурі електроліту 18-25°C та густині струму 2-4А/дм², час проходження струму 2-3хв. Глибина отриманих лунок ділильної сітки становить 2-3мм. Вимірювання розкриття тріщини Фіг. 1 виконували за рядами базових точок 1,2,3 розміщених за різних відстаней від вершини тріщини 4, одержуючи відповідні криві Фіг. 2.

Приклад конкретного виконання способу

В таблиці наведено приклад параметрів режимів електрохімічного контурного травлення ділильної сітки на поверхні сталюого зразка типу 25X1M1Ф.

Таблиця

Режими електрохімічного контурного травлення зразка з сталі 25X1M1Ф

Марка матеріалу	Площа робочої ділянки зразка, дм ²	Режим травлення		
		Густина струму, А/дм ²	Час протікання струму, хв	Температура реалізації процесу, °С
25X1M1Ф	0,1*	1,54	2	70

* - площа поверхні зразка розраховувалась без урахування площі ділянок захищених лаком-фоторезистом.

Таким чином на робочій ділянці зразка ми отримуємо систему лунок із чітким контуром та сталим кроком не більшим 0,1мм, діаметр лунок не більше 0,02мм. Кожну лунку ми можемо використовувати як базову точку, а відстані між ними як базу для вимірювання розкриття вістря втомної тріщини.

Під час поширення тріщини поверхню зразка навколо вершини тріщини фотографували за допомогою цифрової камери з роздільною здатністю 6МРх через оптичний мікроскоп МБС-10 при 70-кратному наближенні. Визначали зміщення всіх базових точок і за отриманими результатами здійснювали аналіз величини розкриття.

Для вимірювання розкриття тріщини використано підхід, який містить наступні кроки:

- завдання положення вістря тріщини;
- вибір пар точок, розміщених по обидва боки від тріщини;
- обчислення параметрів розкриття: відстані до вістря тріщини, відстані до берегів тріщини та саме розкриття.

Для кожної пари точок розраховується відстань між ними δ та відстань χ від вістря тріщини до відрізка, який з'єднує ці точки:

$$\delta = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2} \quad (1)$$

$$\chi = \frac{Ax_C + By_C + C}{A^2 + B^2} \quad (2)$$

де $[x_a, y_a), (x_b, y_b)$ - вибрана для розрахунку пара точок; (x_c, y_c) - координати вістря тріщини; А, В, С- коефіцієнти рівняння прямої, яка проходить через вказану пару точок.

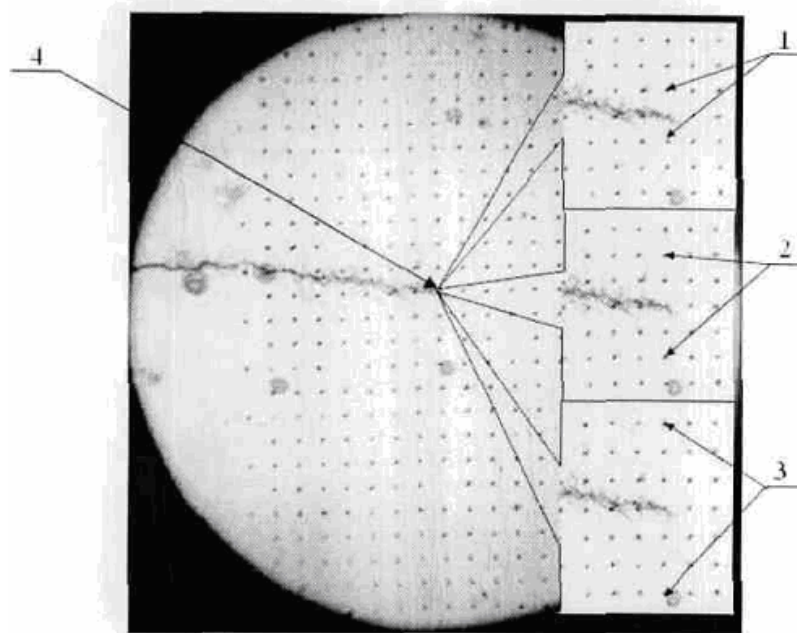
Обчислюють максимальне розкриття вершини тріщини δ_{max} :

$$\delta_{max} = \delta_1 - \delta_0 \quad (3)$$

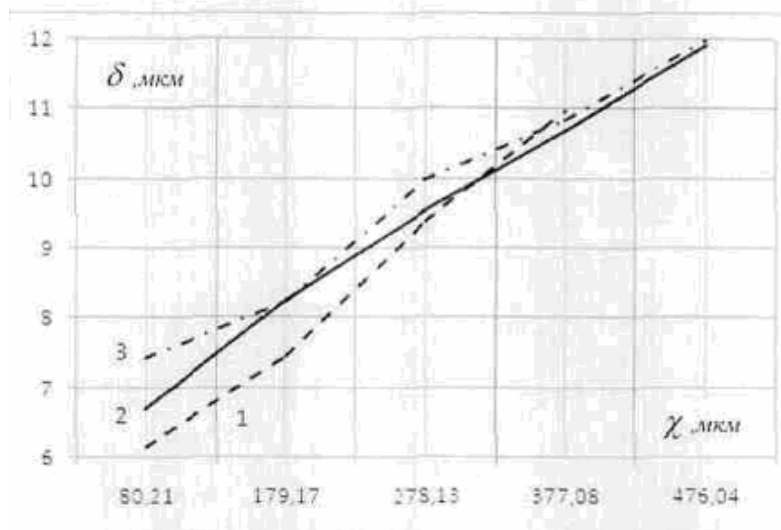
де δ_0 - розкриття ненавантаженого зразка; δ_1 - значення розкриття вістря тріщини в мить максимального навантаження циклу;

Виготовлення оригіналу ділильної сітки виконували із використанням фотонабірного апарату Scittextdolev4pressVEG750. Експонування фоточутливого покриття проводять з допомогою ртутно-кварцевої лампи типу ДРТ-240.

Таким чином, запропонований спосіб дає можливість одночасно визначати розкриття по декількох базах на різних відстанях від вершини тріщини, оцінюючи кінетику зміни розкриття не лише локальних ділянок тріщини, а сукупності взаємозв'язаних баз.



Фиг. 1



Фиг. 2