



УКРАЇНА

(19) UA (11) 71772 (13) A
(51) 7 G01N3/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЗРАЗОК ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИКЛІЧНОЇ ТРІЩИНІСТОЇКОСТІ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМУ ЗСУВІ

1

(21) 20031211648

(22) 16.12.2003

(24) 15.12.2004

(46) 15.12.2004, Бюл. № 12, 2004 р.

(72) Іваницький Ярослав Лаврентійович, Штаюра Степан Теодорович, Рудавський Денис Володимирович, Костів Ростислав Богданович, Бойко Василь Миколайович

(73) ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В.КАРПЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Зразок для визначення характеристик статич-

2

ної і циклічної тріщиністості при поперечному зсуві, який виконано у формі порожнистого циліндра з потовщеннями і лисками для прикладання крутного моменту, який **відрізняється** тим, що в середній його частині перпендикулярно до поздовжньої осі по радіусу в одній стінці виконаний отвір діаметром 4 мм, вздовж твірної циліндра прорізаний паз шириною 2 мм, виконаний гострий надріз радіусом $\rho = 0,1$ мм і на внутрішній стінці від його вершини по твірній виконаний V-подібний концентратор глибиною 0,5 мм радіусом $\rho = 0,1$ мм.

Винахід відноситься до експериментальної техніки і може бути застосований для визначення та оцінки характеристик матеріалів при статичному та втомному руйнуванні за механізмом поперечного зсуву.

Відомо ряд способів і засобів [1, 2], де рекомендовано типи зразків та силові схеми випробувань, що використовуються для визначення характеристик опору руйнування матеріалу нормальним відривом при циклічних навантаженнях. Дослідження циклічної тріщиністості матеріалу за механізмом поперечного зсуву реалізують за силовою схемою розтягу компактного зразка з двома тріщинами, для якого аналітичне встановлено формулу для визначення коефіцієнта інтенсивності напружень [3]. Руйнування за механізмом поперечного зсуву здійснюють також при крученні циліндричного порожнинного зразка з двома осесиметричними щільними розрізами, розміщеними в кільцевих концентраторах, у яких циклічним закручуванням створюється втомна тріщина [4]. Проте, силова схема розтягу компактного зразка не забезпечує росту тріщини в початковій площині, потребує значних зусиль розриву та пов'язана із складністю утворення двох тріщин, а одночасне поширення тріщини із чотирьох надрізів у циліндричному зразку унеможлиблює точне вимірювання тріщини та визначення КІН при руйнуванні за механізмом поперечного зсуву.

Відомий пристрій - циліндричний порожнинний

зразок для визначення характеристик циклічної тріщиністості при руйнуванні за механізмом поперечного зсуву з двома осесиметричними надрізами у кільцевих концентраторах, навантажений за силовою схемою кручення. Недоліком цього технічного рішення є ускладнена процедура вимірювання довжини тріщини у чотирьох надрізах в концентраторах зразка. В процесі підростання тріщини збільшується площа контакту берегів утворених тріщин, що збільшує силу тертя і приводить до галуження початкової тріщини. Все це негативно впливає на точність розрахунку КІН.

В основу винаходу поставлено задачу створення пристрою для визначення характеристик циклічної тріщиністості при дослідженні порожнинного циліндричного зразка за силовою схемою циклічного кручення з метою утворення у вершині надрізу вздовж твірної циліндра однорідного напружено-деформованого стану для забезпечення автоматичного росту втомної тріщини, в результаті чого підвищиться точність визначення сили руйнування і характеристик циклічної тріщиністості матеріалу при поперечному зсуві.

Пристрій для визначення характеристик статичної та циклічної тріщиністості при поперечному зсуві виконано у вигляді порожнинного циліндра з потовщеннями і лисками. В середній частині перпендикулярно до поздовжньої осі по радіусу в одній стінці свердлять отвір діаметром 4 мм. Від отвору вздовж твірної прорізають паз ши-

(13) A
(11) 71772
(19) UA

риною 2 мм, який завершується надрізом радіусом 0,1 мм. На внутрішній стінці по твірній від вершини надрізу утворюють V-подібний концентратор глибиною 0,5 мм, радіусом $\rho = 0,1$ мм. На відміну від прототипу наявність радіального отвору локалізує напруження у вершині гострого надрізу, де проходить поширення тріщини, а V-подібний концентратор забезпечує її рівномірне підростання по товщині зразка. Таке конструктивне виконання зразка забезпечує точність вимірювання довжини тріщини для розрахунку коефіцієнта інтенсивності напружень при поперечному зсуві як при статичних так і при циклічних випробуваннях.

Зразок для визначення характеристик циклічної тріщиностійкості при поперечному зсуві зображено на Фіг.1-3.

Циліндричний зразок виготовлено у вигляді порожнинного циліндра 1 з потовщеннями 2 та захоплювачами 3 з лисками для передачі крутного моменту, радіальним отвором 4 і надрізом 5 вздовж твірної, V-подібним концентратором 6 та втомною тріщиною 7, де: D - зовнішній діаметр зразка, M - крутний момент, L - довжина надрізу, d - внутрішній діаметр зразка, d₁ - діаметр отвору, U - зсув берегів тріщини, K_{IIc} - критичний коефіцієнт інтенсивності напружень для механізму поперечного зсуву, K_{IIth} - нижнє значення порогового КІН, K_{IIc} - верхнє критичне значення КІН.

Робота пристрою полягає в наступному.

Циліндричний порожнинний зразок 1 встановлюють захоплювачами 3 з лисками у захоплювачі установки для циклічного закручування. Циклічно закручуючи крутним моментом зразок 1 протягом 50 тис. циклів створюють у вершині надрізу 5 втомну тріщину 7 довжиною 2÷3мм у напрямку, протилежному отвору 4. Після цього зразок навантажують крутним моментом M_{кр} до руйнування і записують діаграму руйнування "крутний момент M_{кр} - зсув берегів тріщини U", визначають критичні параметри і розраховують КІН K_{IIc} при поперечному зсуві за аналітичною формулою:

$$K_{II} = M \sqrt{\frac{\ell}{\pi} \frac{32 F_{II}(\ell/R)}{d^3 (1 - d^4/D^4)}},$$

де M - критичне значення моменту руйнування зразка;

F_{II}(ℓ/R) - функція, яка враховує геометричні параметри зразка та довжину тріщини і визначається за [3].

При циклічних випробуваннях будують кінетичну діаграму втомного руйнування (КДВР) із якої визначають характеристики циклічної тріщиностійкості при поперечному зсуві - K_{IIc}, K_{IIth}.

Приклад:

Випробовують зразки із сталі 40X у вигляді порожнинного циліндра зовнішнього діаметра 25 мм, внутрішнього - 19 мм. В одній стінці циліндричного зразка просвердлюють радіальний отвір Ø4мм після чого прорізають паз довжиною 4 мм, шириною 2 мм і гострий надріз. На внутрішній поверхні від гострого надрізу на довбальному станку утворюють V-подібний концентратор. Випробування проводили за силовою схемою статичного закручування крутним моментом при статичних дослідженнях та закручування циклічним крутним моментом при побудові кінетичної діаграми втомного руйнування. В результаті розрахували: характеристики статичної тріщиностійкості K_{IIc} = 98 МПа√м та характеристики циклічної тріщиностійкості із КДВР K_{IIc} = 86 МПа√м, K_{IIth} = 10 МПа√м.

Використання запропонованого пристрою для визначення характеристик статичної та циклічної тріщиностійкості за силовою схемою кручення циліндра (поперечний зсув) дає можливість підвищити точність оцінки характеристик тріщиностійкості при вказаних способах випробувань.

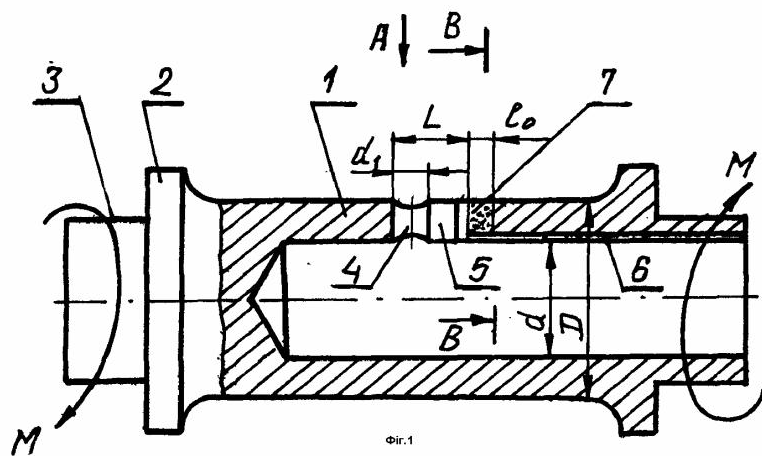
Джерела інформації:

1. РД 50-345-82. Методические указания. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при циклическом нагружении. - М.: Изд-во стандартов, 1983. - 95 с.

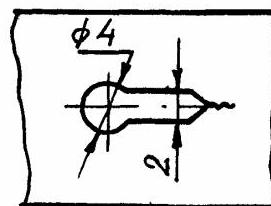
2. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости при циклическом нагружении. Методические указания. - М., 1993. - 53 с.

3. Механика разрушения и прочность материалов: Справ. пособие: В 4 т./Под. общей ред. Панасюк В.В. Киев:Наук. думка, 1988г. - Т.2. - С.230.

4. А. с. 1435996 (СССР) МКИ 4 001 N 3/00. Образец для определения характеристик трещиностойкости материалов при поперечном сдвиге /А. Е. Андрейкив, Я. Л. Иваницкий, В. А. Зазуляк и др. - Опубл. 08.07.88. Бюл. №41.



Видгляд А



В-В

