



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85519 (13) C2
(51) МПК
G01N 3/20 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ НАНЕСЕННЯ ОСЕСИМЕТРИЧНИХ ВИХІДНИХ ВТОМНИХ ТРІЩИН НА ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗРАЗКАХ

1

2

(21) а200705249

(22) 14.05.2007

(24) 26.01.2009

(46) 26.01.2009, Бюл.№ 2, 2009 р.

(72) ПЕТРИНА ДМИТРО ЮРІЙОВИЧ, UA, РОП'ЯК ЛЮБОМИР ЯРОСЛАВОВИЧ, UA

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ, UA

(56) SU 1291844 A1, 23.02.1987

SU 1004809, 15.03.1983

Панасюк В.В., Ковчик С.Е., Когут Н.С. Об одном способе образования поверхностных осесимметричных трещин в цилиндрических образцах // Физико-химическая механика материалов. - 1972. - № 2. - С. 95-97

Хариш Е.Л., Ярема С.Я. Создание кольцевой трещины ударно-усталостным изгибом // Физико-химическая механика материалов. - 1968. - № 6. - С. 741-742

(57) Спосіб нанесення осесиметричних вихідних втомних тріщин на циліндричних зразках, призначених для визначення характеристик тріщиностійкості, що включає циклічне навантаження циліндричного зразка з кільцевим ініціюючим V-подібним надрізом круговим згином із заданим прогином, який **відрізняється** тим, що циклічне навантажен-

ня циліндричного зразка здійснюють в два етапи, де на першому етапі до циліндричного зразка прикладають підвищене навантаження циклу, в результаті чого на дні кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу по всьому периметру зароджується, а потім розповсюджується осесиметрична вихідна втомна тріщина правильної круглої форми довжиною, що дорівнює двом третім від її необхідної кінцевої величини, а на другому етапі - доведення осесиметричної вихідної втомної тріщини до кінцевої довжини здійснюють при пониженому навантаженні циклу, при цьому співвідношення навантажень циклу складає:

$$1,7 < \frac{P_{fmax}}{P_{fmin}} < 2$$

де P_{fmax} - підвищене навантаження циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини круговим згином із заданим прогином на першому етапі;

P_{fmin} - понижене навантаження циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини круговим згином із заданим прогином на другому етапі.

Винахід відноситься до методів механічних випробовувань матеріалів, а саме до способів нанесення осесиметричних вихідних втомних тріщин на циліндричних зразках, призначених для визначення характеристик тріщиностійкості (в'язкості руйнування) металів при статичному короткотривалому навантаженні і може бути використаний для порівняння різних варіантів хімічного складу, технологічних процесів виготовлення, обробки та контролю якості металів і сплавів, співставлення матеріалів при обфрунтуванні їх вибору для машин і конструкцій, розрахунків на міцність несучих елементів конструкцій з врахуванням їх дефектності, геометричних форм і умов експлуатації, аналізу причин аварій і руйнування конструкцій в металургії, машинобудуванні, будівництві, хімічній, нафто-

газовій, електротехнічній та інших галузях промисловості.

Оптимальний вибір вихідних матеріалів при конструюванні об'єктів нової техніки залежить від чутливості способу оцінки стійкості металів і сплавів проти крижого руйнування, тобто руйнування шляхом спонтанного розповсюдження тріщини. При цьому важливо наносити на циліндричні зразки, наприклад, із сталі та алюмінієвих сплавів, які призначені для механічних досліджень, осесиметричні вихідні втомні тріщини правильної круглої форми.

В процесі дослідження характеристик тріщиностійкості, одним з головних є визначення критичного коефіцієнта інтенсивності напружень K_{Ic} . Але ріст тріщини при циклічному навантаженні,

(13) C2

(11) 85519

(19) UA

може призвести до зниження в'язкості руйнування металів і сплавів, внаслідок наклепування металу, що прилягає до вершини наведеної тріщини, через що результати досліджень будуть недостовірними.

Відомий спосіб нанесення вихідних тріщин на циліндричних зразках у вигляді максимально гострого кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу, який наносять механічним шляхом, наприклад, на токарному верстаті різцем з наступним шліфуванням [1].

Використання даного способу дає невисоку точність визначення характеристик тріщиностійкості внаслідок тільки часткового моделювання умов у вершині тріщини.

Також відомий спосіб нанесення вихідних тріщин на циліндричних зразках [2], що включає навантаження циліндричного зразка з кільцевим ініціюючим V-подібним надрізом циклічним ударним згином з автоматичним його повертанням на три градуси після кожного удару на копрі.

Однако цей спосіб складний у реалізації, вимагає контролю номінальних напружень, необхідних для отримання тріщини певної довжини, перевищення яких призводить до збільшення зони тренованого металу, спотворює результати випробовувань, і не дозволяє отримувати тріщини правильної круглої форми внаслідок нерівномірного росту в глибину металу.

Найбільш близьким до запропонованого є спосіб нанесення осесиметричних вихідних втомних тріщин на циліндричних зразках [3], що включає циклічне навантаження циліндричного зразка з кільцевим ініціюючим V-подібним надрізом круговим жорстким (із заданим прогином) згином.

Використання даного способу нанесення осесиметричних вихідних втомних тріщин не забезпечує утворення в циліндричних зразках тріщин правильної круглої форми, так як має місце ексцентричність, овальність або еліпсність. Після нанесення вихідної втомної тріщини на циліндричному зразку проводять випробовування на осьовий розтяг до його руйнування з реєстрацією діаграми „навантаження - зміщення”. Вимірюють відстань s між центрами поперечного січення і статичного долому зразка, а також діаметри контуру втомної тріщини в двох взаємно перпендикулярних напрямках d_1 , d_2 і обчислюють їх середнє значення d . Якщо величина $2s/d$ і (або) значення

$\frac{\sqrt{|d_1 - d_2|}}{2}$ перевищує 0,08, то зразок відбраковують.

Крім цього, ріст тріщини в сталі при такому циклічному навантаженні може призвести до зміни характеристик в'язкості руйнування сталі, що обумовлюється наклепуванням металу, який прилягає до вершини наведеної тріщини. Все це призводить до спотворення істинних значень характеристик тріщиностійкості, зокрема величини критичного коефіцієнта інтенсивності напружень, а також вимагає значних затрат часу на проведення механічних випробовувань.

В основу винаходу поставлена задача: вдосконалення способу нанесення осесиметричних вихідних втомних тріщин на циліндричних зразках, призначених для визначення характеристик тріщиностійкості, шляхом проведення циклічного на-

вантаження при підвищеному та пониженому навантаженні циклу в процесі нанесення осесиметричної вихідної втомної тріщини правильної круглої форми, для усунення наклепування металу в зоні, яка прилягає до вершини нанесеної тріщини, що дозволить забезпечити умови рівномірного розвитку тріщини в глибину із збереженням первісної правильної круглої форми тріщини, підвищити точність та скоротити тривалість механічних випробовувань, і за рахунок цього забезпечити отримання достовірних значень характеристик тріщиностійкості (в'язкості руйнування), зокрема критичного коефіцієнта інтенсивності напружень K_{1C} .

Поставлена задача вирішується тим, що у способі нанесення осесиметричних вихідних втомних тріщин на циліндричних зразках, призначених для визначення характеристик тріщиностійкості, що включає циклічне навантаження циліндричного зразка з кільцевим ініціюючим V-подібним надрізом круговим жорстким (із заданим прогином) згином, згідно з винаходом, циклічне навантаження циліндричного зразка здійснюють в два етапи, де на першому етапі до циліндричного зразка прикладають підвищене навантаження циклу, в результаті чого на дні кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу по всьому периметру зароджується, а потім розповсюджується осесиметрична вихідна втомна тріщина правильної круглої форми довжиною, що дорівнює дві третіх від її необхідної кінцевої величини, а на другому етапі - доведення осесиметричної вихідної втомної тріщини до кінцевої довжини здійснюють при пониженому навантаженні циклу, при цьому співвідношення навантажень циклу складає:

$$1,7 < \frac{P_{f \max}}{P_{f \min}} < 2,$$

де $P_{f \max}$ - підвищене навантаження циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини круговим жорстким згином на першому етапі;

$P_{f \min}$ - понижене навантаження циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини круговим жорстким згином на другому етапі.

Принцип закладений в основу створення винаходу, ґрунтується на наступному. Умови нанесення осесиметричних вихідних втомних тріщин на циліндричних зразках в значній мірі обумовлюють значення характеристик тріщиностійкості, зокрема величини критичного коефіцієнта інтенсивності напружень K_{1C} , які визначають після проведення механічних випробовувань. Якщо збільшення навантаження циклу призводить до росту значень критичного коефіцієнта інтенсивності напружень K_{1C} для сталей низької міцності, то величина K_{1C} для високоміцних сталей зменшується. Це пояснюється тим, що в'язкість руйнування сталі залежить від поєднання її міцності та пластичності. Циклічне тренування призводить до наклепування металу в зоні вершини тріщини, що супроводжується підвищенням міцності і зниженням пластичності. Для високопластичних сталей низької міцності деяке зниження пластичності не призводить до крижкості матеріалу і зростання K_{1C} обумовлюється підвищенням міцності матеріалу. Високоміцні сталі мають низьку пластичність, тому навіть не-

значний спад пластичності призводить до суттєвої крижкості металу і зниження рівня K_{1C} . Циклічне тренування зразків, як правило, здійснюють при великих навантаженнях циклу, що дає можливість отримувати тріщини за мінімальний проміжок часу.

Проте, як слідує із вище наведеного, це призводить до спотворення вихідного рівня опору розповсюдженню тріщини і викривленню конфігурації кільцевої тріщини. Тому, щоб запобігти циклічному наклепуванню конструкційних сталей в процесі нанесення на них тріщин, з яким пов'язане спотворення вихідних значень характеристик тріщиностійкості (в'язкості руйнування), а також отримати кільцеві осесиметричні вихідні втомні тріщини правильної круглої форми, спочатку до зразка прикладають підвищене навантаження циклу доти, поки не отримають тріщину довжиною, що дорівнює дві третіх її необхідної кінцевої довжини, потім знижують навантаження циклу до такого рівня, що не впливає на подальше визначення характеристик тріщиностійкості і доводять тріщину до її кінцевої довжини.

Інтенсивне циклічне тренування зразка на першому етапі прикладання підвищеного циклічного навантаження дозволяє нанести осесиметричну вихідну втомну тріщину правильної круглої форми довжиною, що дорівнює дві третіх від її кінцевої довжини за невеликий проміжок часу.

На другому етапі циклічного тренування, з метою отримання істинних (достовірних) значень характеристик тріщиностійкості, в тому числі величини критичного коефіцієнта інтенсивності напружень K_{1C} , нанесену на першому етапі осесиметричну вихідну втомну тріщину доводять до кінцевої довжини при пониженому навантаженні циклу, що не впливає в подальшому на визначення величини характеристик тріщиностійкості (в'язкості руйнування).

Незважаючи на зниження навантаження циклу, попередньо нанесена на першому етапі кільцева осесиметрична вихідна втомна тріщина рівномірно росте і на другому етапі, зберігаючи при цьому свою первісну правильну круглу форму.

Підвищене та понижене навантаження циклу визначається експериментальним або розрахунковим шляхом, при цьому їх співвідношення складає:

$$1,7 < \frac{P_{fmax}}{P_{fmin}} < 2$$

Де P_{fmax} - підвищене навантаження циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини круговим жорстким згином на першому етапі;

P_{fmin} - понижене навантаження циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини круговим жорстким згином на другому етапі.

Саме такі довжини ділянок вихідної втомної тріщини на першому та другому етапах і величини підвищеного та пониженого навантажень циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини круговим жорстким згином, відповідно, створюють такі умови росту тріщини, які забезпечують отримання неспотворених значень характеристик тріщиностійкості металів і сплавів. Довжини ділянок тріщини і величини навантажень циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщи-

ни круговим жорстким згином визначаються з таких умов.

При нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини правильної круглої форми при підвищеному навантаженні циклу на першому етапі довжиною, що менше двох третіх від її необхідної кінцевої величини призводить до отримання не осесиметричної вихідної втомної тріщини, а при довжині, що більша двох третіх - призводить до отримання спотворених значень характеристик тріщиностійкості внаслідок зміни фізико-механічних властивостей металу в зоні вершини тріщини.

Співвідношення навантажень циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини на першому і другому етапах P_{fmax}/P_{fmin} повинно бути меншим від 2, оскільки в іншому випадку здійснюватиметься пластичне деформування металу зразка в зоні вершини тріщини, що призведе до спотворення отриманих значень характеристик тріщиностійкості. Співвідношення P_{fmax}/P_{fmin} повинно мати значення більше від 1,7, інакше не забезпечиться як нанесення осесиметричних вихідних втомних тріщин правильної круглої форми за короткий проміжок часу, так і отримання неспотворених значень характеристик тріщиностійкості (в'язкості руйнування) при статичному навантаженні.

Суть винаходу пояснюється кресленнями і фотографіями, де зображені:

- на Фіг.1 - циліндричний зразок з кільцевим надрізом для випробовувань на осьовий розтяг;
- на Фіг.2 - розріз I на Фіг.1;
- на Фіг.3 - вигляд злому циліндричного зразка з осесиметричною вихідною втомною тріщиною правильної круглої форми, нанесеною заявленим способом, після випробовувань на осьовий розтяг;
- на Фіг.4 - вигляд злому циліндричного зразка з вихідною втомною тріщиною, нанесеною відомим способом [3], після випробовувань на осьовий розтяг.

Заявлений спосіб реалізують таким чином.

Циліндричний зразок з попередньо нанесеним кільцевим ініціюючим V-подібним надрізом (Фіг.1) циклічно навантажують круговим жорстким (із заданим прогином) згином на будь-якому із відомих пристроїв для нанесення вихідних втомних тріщин з метою визначення характеристик тріщиностійкості [4].

Для нанесення втомної тріщини зразки навантажують по трьохточковій або чотирьохточковій схемі згину. Тріщину можна наносити також при навантаженні зразка по схемі кругового консольного згину. Коефіцієнт асиметрії циклу при круговому згині $R=-1$.

Циклічне навантаження циліндричного зразка здійснюють в два етапи. На першому етапі до циліндричного зразка прикладають підвищене навантаження циклу, в результаті чого на дні кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу по всьому периметру зароджується, а потім розповсюджується осесиметрична вихідна втомна тріщина правильної круглої форми за короткий проміжок часу. Для контролю зусилля в пристрій для навантаження вмонтовують тензорезисторний динамометр, який дозволяє по зменшенню жорсткості зразка

судити також про ріст втомної тріщини. Вимірювання довжини кільцевої тріщини в процесі її утворення і росту можна здійснювати за допомогою приладів, принцип роботи яких базується на методі електромагнітного контролю. При досягненні втомною тріщиною довжини, що дорівнює дві треті від її необхідної кінцевої величини, на другому етапі тренувань знижують навантаження циклу до такого рівня, який не впливає на визначення в подальшому характеристик тріщиностійкості металів і доводять осесиметричну вихідну втомну тріщину до її кінцевої довжини. Втомна тріщина при цьому росте до кінцевої довжини, зберігаючи свою первісну осесиметричну круглу форму. Втомну тріщину наносять таким чином, щоб контур V-подібного надрізу знаходився між прямими, які перетинають-

ся під кутом $2\theta \leq 30^\circ$ у вершині тріщини, а різниця (l_0-h) була не менше - 1,5мм (Фіг.2).

Співвідношення навантажень циклу при нанесенні тріщини складає:

$$1,7 < \frac{P_{fmax}}{P_{fmin}} < 2$$

де P_{fmax} - підвищене навантаження циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини круговим жорстким згином на першому етапі;

P_{fmin} - понижене навантаження циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини круговим жорстким згином на другому етапі.

Значення підвищеного навантаження циклу P_{fmax} знаходять із вище наведеного співвідношення після визначення величини P_{fmin} експериментальним шляхом або розрахунковим - за формулою, наведеною в [4].

$$P_{fmin} = \frac{0,6K_{IC} \cdot D^2 \cdot \sqrt{D}}{L_1 \cdot 0,7978 \varepsilon^{-5/2} \cdot (1-\varepsilon)^{1/2} \cdot (1-0,801 \cdot \varepsilon)^{-1/2} \cdot \left[\sqrt{\varepsilon K} \cdot (1-\varepsilon) + 2 \cdot \varepsilon \sqrt{\varepsilon} \right]^2}$$

де K_{IC} - передбачуване значення критичного коефіцієнта інтенсивності напружень K_{IC} для досліджуваного матеріалу;

D - зовнішній діаметр циліндричного зразка;

L_1 - робоча довжина циліндричного зразка при навантаженні круговим жорстким згином ($L_1 \geq 7D$).

$\varepsilon = d/D$; $\varepsilon_K = d/D_K$,

де $d = (0,6 \dots 0,7)D$ - середній діаметр контура вихідної втомної тріщини;

D_K - діаметр западини кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу, $D_K = D - 2h \approx (0,65 \dots 0,85)D$.

Циліндричний зразок з нанесеною осесиметричною вихідною втомною тріщиною правильної круглої форми випробовують на осьовий розтяг до його руйнування з реєстрацією діаграми „навантаження - зміщення”, визначають середній діаметр контура вихідної втомної тріщини і розраховують характеристики тріщиностійкості (в'язкості руйнування) за відомими формулами [4].

Суть винаходу пояснюється конкретними прикладами.

Приклад 1.

Матеріал циліндричного зразка (Фіг.1, Фіг.2) - сталь 40X ГОСТ 4543-71. При вирізанні та виготовленні зразків необхідно забезпечити мінімальне наклепування, залишкові напруження, а також запобігти зміні структури і фазового складу в зоні руйнування зразка. Кінцеву механічну обробку зразків проводять після термічної обробки. Кільцевий ініціюючий V-подібний надріз виготовляли на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16K20 з наступним шліфуванням на круглошліфувальному верстаті моделі 3M151.

Геометричні розміри циліндричного зразка:

$D = 16$ мм - зовнішній діаметр циліндричного зразка;

$L_1 \geq 7D = 7 \cdot 16 = 112$ мм (приймаємо - 180мм) - робоча довжина циліндричного зразка при навантаженні круговим жорстким згином;

$L = 5D = 5 \cdot 16 = 80$ мм - відстань між захватами розривної машини при випробовуванні зразка на осьовий розтяг;

$D_K = D - 2h \approx (0,65 \dots 0,85)D = 0,85 \cdot 16 = 13,6$ мм - діаметр западини кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу;

$h = 0,5(D - D_K) = 0,5(16 - 13,6) = 1,2$ мм - глибина западини кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу;

$l_0 = 0,5(D - d) \geq h + 1,5$ мм $= 1,2 + 1,5 = 2,7$ мм - довжина тріщини з врахуванням глибини западини кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу;

$d = (0,6 \dots 0,7)D = D - 2l_0 = 16 - 2 \cdot 2,7 = 10,6$ мм - середній діаметр контура осесиметричної вихідної втомної тріщини.

$R = -1$ - коефіцієнт асиметрії циклу при круговому жорсткому згині.

Понижене навантаження циклу при нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини круговим жорстким згином розраховували для тріщини $l_0 = 2,7$ мм (довжина втомної тріщини без врахування глибини кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу складає - 1,5мм).

$K_{IC} = 43$ МПа $\cdot\sqrt{м}$ - передбачуване значення критичного коефіцієнта інтенсивності напружень K_{IC} для сталі 40X.

$\varepsilon = d/D = 10,6/16 = 0,6625$;

$\varepsilon_K = d/D_K = 10,6/13,6 = 0,7794$

Підставивши значення K_{IC} , D , L_1 ε та ε_K у формулу для розрахунку пониженого навантаження циклу P_{fmin} отримаємо:

$$P_{fmin} = \frac{0,6 \cdot 43 \cdot 10^6 \cdot 0,016^2 \cdot \sqrt{0,016}}{0,18 \cdot 0,7978 \cdot 0,6625^{-5/2} \cdot (1 - 0,6625)^{1/2} \cdot (1 - 0,801 \cdot 0,6625)^{-1/2} \cdot \left[\sqrt{0,7794} \cdot (1 - 0,6625) + 2 \cdot 0,6625 \sqrt{0,6625} \right]^2} = 1293,6Н$$

Після цього визначають підвищене навантаження циклу P_{fmax} із вище наведеного співвідношення

$$P_{fmax} = \frac{1,7 + 2}{2} \cdot P_{fmin} = \frac{1,7 + 2}{2} \cdot 1293,6 = 2393,2 \text{ Н}$$

Циліндричні зразки навантажували по чотирьохточковій схемі згину за допомогою пристрою для нанесення втомних тріщин [4] на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16K20.

При нанесенні осесиметричної вихідної втомної тріщини довжиною - 1,5мм, згідно заявленого способу, циклічне навантаження циліндричного зразка здійснювали в два етапи.

На першому етапі прикладали підвищене навантаження циклу $P_{fmax}=2393,2 \text{ Н}$, в результаті чого на дні кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу по всьому периметру зароджувалася, а потім розповсюджувалася осесиметрична вихідна втомна тріщина правильної круглої форми довжиною, що дорівнює дві третіх від її необхідної кінцевої величини ($\frac{2}{3} \cdot 1,5 = 1,0 \text{ мм}$).

На другому етапі прикладали понижене навантаження циклу $P_{fmin}=1293,6 \text{ Н}$ і доводили втомну тріщину на ділянці довжиною одна третя від необхідної величини ($\frac{1}{3} \cdot 1,5 = 1,0 \text{ мм}$) до її кінцевої довжини (1,5мм), при цьому вихідна втомна тріщина зберігала свою первісну осесиметричну правильну круглу форму.

Попередньо на декількох циліндричних зразках досліджували кінетику розповсюдження вихідної втомної тріщини. Кількість циклів тренування вибирали таким чином, щоб в кінцевому результаті на зразку отримати у вершині кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу кільцеву осесиметричну вихідну втомну тріщину довжиною 1,5 мм при діаметрі живого січення зразка - 10,6мм.

Після цього циліндричний зразок з нанесеною осесиметричною вихідною втомною тріщиною правильної круглої форми випробовували на осьовий розтяг з реєстрацією діаграми „навантаження - зміщення" на розривній машині ГМС-50.

Вигляд злому циліндричного зразка з осесиметричною вихідною втомною тріщиною правильної круглої форми, нанесеною заявленим способом, після випробовувань на осьовий розтяг представлено на Фіг.3:

1 - зона кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу;

2 - ділянка тріщини, отримана при підвищеному навантаженні циклу P_{fmax} ;

3 - ділянка тріщини, отримана при пониженому навантаженні циклу P_{fmin} ;

4 - зона долому зразка після випробовування на осьовий розтяг.

Приклад 2

Для порівняння вихідну втомну тріщину наносили на циліндричних зразках також згідно з відомим способом [3] при пониженому навантаженні циклу $P_{fmin}=1293,6 \text{ Н}$. Матеріал, геометричні розміри зразка такі ж самі, як і в Прикладі 1.

Після цього циліндричний зразок з нанесеною втомною тріщиною випробовували на осьовий розтяг з реєстрацією діаграми „навантаження-зміщення" на розривній машині ГМС-50.

Вигляд злому циліндричного зразка з втомною тріщиною, нанесеною відомим способом [3], після випробовувань на осьовий розтяг представлено на Фіг.4:

1 - зона кільцевого ініціюючого V-подібного надрізу;

3 - ділянка тріщини, отримана при пониженому навантаженні циклу P_{fmin} ;

4 - зона долому зразка після випробовування на осьовий розтяг.

Нанесення тріщини відомим способом [3] призводить, як правило, до утворення на циліндричних зразках тріщин неправильної форми, так як має місце ексцентричність, овальність або еліпсність, до того ж значно збільшується час, необхідний для нанесення вихідних втомних тріщин регламентної довжини. Все це призводить до спотворення значень характеристик тріщиностійкості.

Таким чином, заявлений спосіб дозволяє наносити осесиметричні вихідні втомні тріщини правильної круглої форми на циліндричних зразках за невеликий проміжок часу (див. Фіг.3). Механічні дослідження таких взірців дають можливість достовірно визначати характеристики тріщиностійкості металів і сплавів, зокрема значення критичного коефіцієнта інтенсивності напружень K_{Ic} .

Наведені приклади підтверджують досягнення технічного результату при здійсненні заявленого способу.

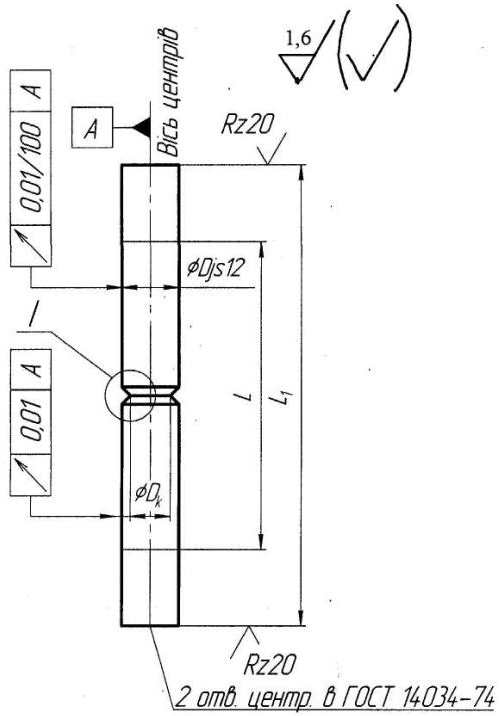
Джерела інформації

1. Усталость и хрупкость металлических материалов / Иванова В.С., Гуревич С.Е., Копьева И.М. и др. М.: Наука. - 1968. - 215с.

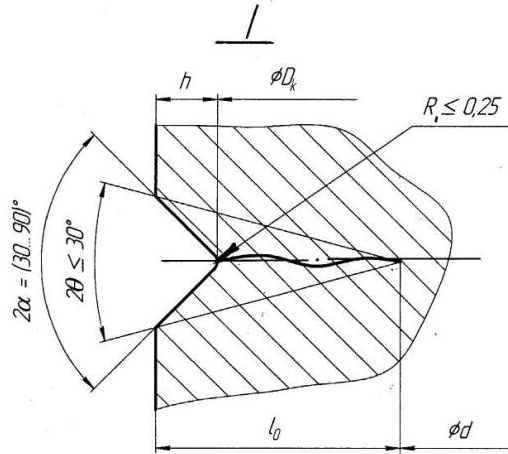
2. Хариш Е.Л., Ярема С.Я. Создание кольцевой трещины ударно-усталостным изгибом // Физико-химическая механика материалов. - 1968. - №6. - С.741-742.

3. Панасюк В.В., Ковчик С.Е., Когут Н.С. Об одном способе образования поверхностных осесимметричных трещин в цилиндрических образцах // Физико-химическая механика материалов. - 1972. - №2. - С.95-97.

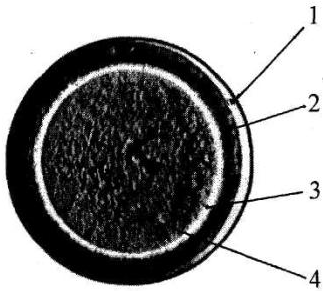
4. ГОСТ 25.506-85 Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении. М.: - Изд-во стандартов. - 1985. - 62с.



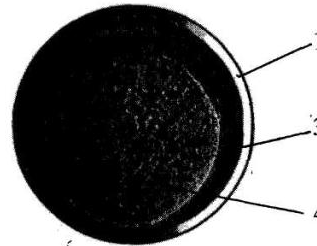
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4