



УКРАЇНА

(19) UA (11) 30249 (13) U
(51) МПК (2006)
G01L 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ВОДНЕВОЇ ДЕГРАДАЦІЇ МАТЕРІАЛІВ ЗА ДВОВІСНОГО РОЗТЯГУ

1

2

(21) u200706131

(22) 04.06.2007

(24) 25.02.2008

(72) ІВАНИЦЬКИЙ ЯРОСЛАВ ЛАВРЕНТИЙОВИЧ,
UA, ШТАЮРА СТЕПАН ТЕОДОРОВИЧ, UA,
МОЛЬКОВ ЮРІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ, UA, КОСТІВ
РОСТИСЛАВ БОГДАНОВИЧ, UA, ЛЕНКОВСЬКИЙ
ТАРАС МИХАЙЛОВИЧ, UA(73) ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В.
КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ, UA

(56)

(57) Спосіб визначення ступеня водневої
деградації матеріалів за двовісного розтягу, що

включає порівняння характеристик тріщиностійкості матеріалів у водні і на повітрі, який відрізняється тим, що визначають коефіцієнт деградації як відношення площ пластичних зон біля вершини тріщини у зразках, випробуваних на повітрі і у водні, а розміри пластичної зони визначають за полем пружно-пластичних переміщень деформованої ділянки зразка, яке отримане методом цифрової кореляції спекл-зображень цієї зони, як область, у якій величина деформації перевищує 0,2 %.

Спосіб застосовується в експериментальній механіці матеріалів і може бути використаний для оцінки ступеня водневої деградації тонколистових матеріалів за двовісного та одновісного розтягу в середовищі водню при температурах 253÷300K і тисках 0,1÷20МПа.

Відомо ряд способів визначення характеристик тріщиностійкості конструкційних матеріалів на повітрі за нормального відриву [1-5] які полягають у випробуванні зразків із тріщиною заданих геометричних розмірів і визначення критичних значень зусилля, розкриття або енергії руйнування. За цими значеннями і встановленими аналітичними залежностями визначають характеристики тріщиностійкості конструкційних матеріалів.

При складному навантаженні (від одновісного до двовісного) змінюються умови пружно-пластичного деформування матеріалу зони передруйнування та відбувається деформаційне зміцнення, що впливає на опірність руйнуванню матеріалів. Крім цього на зміну тріщиностійкості матеріалу і момент спонтанного поширення тріщини сильно впливає наявність агресивного середовища, зокрема газоподібного водню [6].

В основу винаходу поставлено задачу розробити спосіб визначення ступеня водневої деградації матеріалів за двовісного розтягу. Особливістю випробувань у водні є мінімізація вільного об'єму випробувальної камери, оскільки

це впливає на вибухонебезпечність у випадку її розгерметизації.

Відомо, що водень в процесі пружно-пластичного деформування матеріалу змінює його пластичні властивості [6]. Тому у пропонованому способі ступінь водневої деградації оцінюють відношенням площі пластичної зони біля вершини тріщини, яка формується у зразку при досягненні гранично-рівноважного стану у водні, до аналогічної, зареєстрованої на повітрі.

Спосіб полягає в тому, що методом цифрової кореляції спекл-зображень (ЦКСЗ) реєструють поле пружно-пластичних переміщень деформованої поверхні ділянки зразка зони передруйнування біля вершини тріщини. За відношенням приросту бази до її вихідної величини визначають деформації у двох взаємно перпендикулярних напрямках (вздовж лінії прикладання основного навантаження - ε_y та в перпендикулярному напрямку - ε_x). За величиною деформацій матеріалу у кожній точці будують їх розподіл у всій зоні передруйнування біля вершини тріщини. Після цього будують розподіл деформацій матеріалу біля вершини тріщини у двох взаємно перпендикулярних

напрямках. За величиною деформацій ε_x і ε_y визначають еквівалентну деформацію $\varepsilon_{\text{екв}}$ [2] у заданій точці, а відтак і у всій зоні за формулою:

$$\varepsilon_{\text{екв}} = \sqrt{\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2}, (1)$$

(19) UA (11) 30249 (13) U

Площу зони пластичного деформування S_p металу визначають на інструментальному мікроскопі як область обмежену величиною деформації $\varepsilon_{\text{екв}} > 0,2\%$ [6].

Визначивши величину еквівалентної деформації у деформівній ділянці окреслюють зону пластичного деформування матеріалу, де залишкові деформації $\varepsilon_{\text{екв}} \geq 0,2\%$. Далі обчислюють площу пластичних зон біля вершини тріщини у зразках, випробуваних на повітрі і у водні і визначають коефіцієнт водневої деградації за формулою:

$$k = \frac{F_H}{F_{\text{пов}}}, \quad (2)$$

де F_H , $F_{\text{пов}}$ - площа пластичної зони біля вершини тріщини зразка, випробуваного у водні і на повітрі відповідно.

За величиною коефіцієнта k можна ранжувати матеріали схильні до водневого окрихнення.

Для реалізації даного способу при дослідженнях за двовісного розтягу хрестоподібних зразків у водні запропоновано пристрій, який виконаний у вигляді накладної випробувальної камери з оглядовим склом, пристосованої для досліджень поля пружно-пластичного деформування зони передруйнування методом ЦКСЗ.

Відомо випробувальні камери для випробувань за одновісного та двовісного розтягу [2] у вигляді ємностей, в яких розміщується досліджуваний зразок разом із захватними частинами, а навантаження зразка здійснюється через ущільнені штоки або сильфони, кінці яких виведені назовні камери. Недоліками таких камер є великий об'єм, що підвищує їх вибухонебезпечність, складність конструкції, труднощі при встановленні та видаленні зразка, значна відстань від поверхні зразка до оглядового вікна камери, що утруднює використання сучасних оптико-цифрових методів дослідження деформівної ділянки, зокрема методу ЦКСЗ, а також складність врахування зусилля тертя у вузлі ущільнення штока.

Поставлена задача реалізовується так. Випробувальна камера, яка складається з двох половин, монтується безпосередньо на зразку, закріпленому у захватах випробувальної машини, що значно спрощує її конструкцію, дозволяє уникнути проміжних ланок, через які навантажується зразок, тим самим підвищує жорсткість навантаження, точність вимірювання прикладених зусиль а також дає можливість мінімізувати відстань від поверхні досліджуваного зразка до оглядового скла камери.

Суттєвою перевагою цієї камери є використання мінімальної необхідної кількості водню, що підвищує рівень безпеки досліджень.

Без будь-яких конструктивних змін камера може бути застосована для досліджень двох бокових поверхонь плоских листових зразків відповідних розмірів за одновісного розтягу.

Конструктивна схема камери показана на рисунку, де:

1 - корпус камери,

2 - еластичне ущільнення,

3 - оглядове скло,

4 - кронштейни,

5 - кріпильні болти,

6 - штуцери,

7 - зразок.

Основними елементами камери є два корпуси (половини) 1, у які вмонтовано оглядове скло 3. До корпусів приварено кронштейни 4, та штуцери 6 для приєднання трубопроводів подачі газу.

Корпуси камери встановлюють з двох сторін на зразок через еластичне ущільнення 2 і, за допомогою болтів 5, стягують між собою, одночасно притискаючи до зразка 7. Таким чином утворюється герметичний об'єм, у який через штуцери 6 подається водень. Еластичне ущільнення 2, деформуючись в процесі навантаження, компенсує переміщення захватних частин зразка. Цим забезпечуються мінімальні переміщення корпусу камери відносно досліджуваної ділянки зразка, що є важливим при застосуванні методу ЦКСЗ.

Джерела інформації:

1. Экспериментальные методы в механике деформируемого твердого тела. /Писаренко Г.С., Стрижало В. А./ - Киев: Наук. думка, 1986. - 264 с.

2. Гельд П.В, Рябов Р.А. Водовод в металлах и сплавах. -М.; Металлургия, 1974г.-272с.

3. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений. /Б. С. Касаткин, А. Б. Кудрин, Л. М. Лобанов и др./ Справочное пособие -Киев: Наук. думка, 1981. - 584 с.

4. Панасюк В.В., Іваницький Я. Л., Максименко О. П. Аналіз пружно-пластичного деформування матеріалу зони передруйнування// Фіз.-хім. механіка матеріалів. - 2004. - № 5. - С. 67-72.

5. Механика разрушения и прочность материалов. Справ. пособие в 4-х т. -Т.3 Характеристики кратковременной трещиностойкости материалов и методы их определения / С. Е. Ковчик, Е. М. Морозов - Киев: Наук. думка, 1990.-680 с.

6. ГОСТ 25.506-85. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении. Введ. в действие 27.03.1985 г.-М.: Изд-во стандартов, 1985.- 60 с.

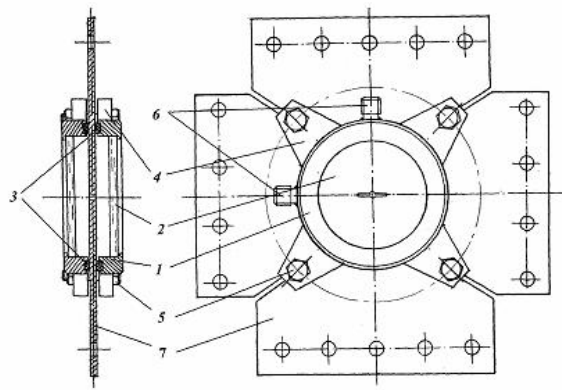


Рис.