

Винахід відноситься до випробувань матеріалів у робочих середовищах, а саме - на корозійне і водневе розтріскування конструкційних сплавів за квазістатичного навантаження.

Відомий спосіб випробувань високоміцних матеріалів на корозійне розтріскування, який полягає в тому, що зразок із високоміцної сталі з виведеною втомною тріщиною за навантажень, що перевищують номінальні, розміщують у середовищі та навантажують постійним зусиллям до збільшення тріщини на довжину, яка перевищує довжину зони пластичної деформації, виникаючої біля вершини втомної тріщини, відносно невеликої, оскільки середовище полегшує ріст тріщини. Потім ступінчасто зменшують навантаження на зразок до моменту припинення росту тріщини, який визначають оптичним спостереженням по боковій поверхні зразка і на певній часовій базі за заміряними кінцевими значеннями навантаження та довжини тріщини за відомими формулами встановлюють нижнє порогове значення коефіцієнта інтенсивності напружень K_{ISCC} - показника статичної тріщиностійкості матеріалів у робочих середовищах [1].

Найближчим за своєю технічною суттю та за ефектом, що досягають, є спосіб визначення нижнього порогового значення коефіцієнта інтенсивності напружень [2]. Він полягає в тому, що один зі зразків досліджуваного матеріалу навантажують постійним зусиллям до збільшення наявної втомної тріщини на довжину, що перевищує зону пластичної деформації біля вершини тріщини, потім зменшують навантаження до зупинки росту тріщини, що фіксують, як і початок її розвитку, за сигналами акустичної емісії (АЕ), доломим зразок, на доломі вимірюють довжину тріщини і за отриманими даними, використовуючи відоме співвідношення, визначають константу матеріалу В. Після цього розраховують теоретичний час від моменту прикладання фіксованого навантаження до моменту початку росту тріщини за відомою розрахунковою залежністю, а відтак приступають до випробування наступних зразків, підбираючи зусилля навантаження для визначення K_{ISCC} таким чином, щоб на кінцевій ступені навантаження час від початку його прикладання до моменту початку росту тріщини співпав із теоретичним.

Недоліком способу прототипу є неможливість чіткого визначення навантаження, за якого момент початку та припинення росту тріщини на заключному етапі навантаження, який визначають акустичною емісією, співпадає би з розрахованим теоретично часом. Тобто на кінцевій фазі випробувань часто виникає ситуація, коли навантаження на цій ступені занижене і реально тріщина не розвиватиметься на протязі тривалого часу, що не забезпечує однозначного попадання кінцевої експериментальної точки на теоретичну криву.

В основу винаходу поставлено завдання створити спосіб експрес-оцінки водневої та корозійної статичної тріщиностійкості матеріалів шляхом навантаження у робочому середовищі зразків конструкційних матеріалів квазістатичним зусиллям від початку росту втомної тріщини до певної його величини, коли її ріст відсутній на часовому інтервалі спостережень, що становить більше 7,2кс. Після цього графічно визначають коефіцієнт інтенсивності напружень, апроксимуючи отримані експериментальні точки, що дає можливість покращення технологічності та скорочення часу визначення нижнього порогового значення коефіцієнта інтенсивності напружень K_{ISCC} - показника статичної тріщиностійкості конструкційних матеріалів за їх водневого та корозійного розтріскування.

Поставлене завдання досягають тим, що після визначення константи матеріалу В за допомогою запису величини навантаження та реєстрації параметрів сигналів АЕ на одному із зразків, наступні зразки навантажують спочатку з високими значеннями коефіцієнтів інтенсивності напружень K_1 , які поступово ступінчасто зменшують, і на кожній ступені навантаження вимірюють час від моменту прикладання навантаження до моменту старту тріщини, що визначають методом АЕ до тих пір, поки такий вимірюваний відтинок часу останньої ступені навантаження не перевищить 7,2кс очікування появи сигналів АЕ. Після цього, за отриманими в ході експерименту точками тривалості кожного часового інтервалу будують графік залежності "час інтервалу Δt - коефіцієнт інтенсивності напружень навантаження K_1 " і апроксимують отримані на графіку експериментальні точки методом найменших квадратів кривою, яку продовжують вліво, до перетину із отриманою раніше і також нанесеною на даний графік теоретичною кривою аналогічної залежності. Опущений з точки перетину цих двох кривих перпендикуляр на вісь абсцис дасть значення параметра корозійної тріщиностійкості конструкційних матеріалів у робочих середовищах за квазістатичного їх навантаженням - K_{ISCC} . У порівнянні з прототипом відпадає необхідність довготривалих випробувань, особливо коли інтервали між кожним наступним значенням ступені навантаження зростають під час наближення до теоретичної кривої і становлять не менше $(3...5) \times 3,6$ кс кожен. Окрім того виключено необхідність підбору такого значення коефіцієнта інтенсивності напружень під час навантаження зразка, коли очікувана остання експериментальна точка повинна попасти на теоретичну криву. Цей етап навантаження здійснити найважче у дослідженнях і він є найтривалішим [3]. Таким чином, запропонований спосіб позбавлений довготривалих прикінцевих етапів випробувань, оскільки маючи апроксимаційну залежність експериментально отриманих точок, можна легко вийти на перетин її з теоретичною кривою. Внаслідок цього суттєво зменшують час досліджень і підвищують їх технологічність.

На фіг.1 схематично зображено зразок 1, камеру 2 з робочим середовищем 3, первинний перетворювач 4 сигналів АЕ, блок обробки сигналів АЕ 5 та реєстратор 6.

На фіг.2 представлено результати розрахунку теоретичних кривих 1 (водневе середовище) та 2 (корозійне середовище), а також отриманих експериментально результатів з їх апроксимацією кривими 3 та 4 (відповідно водневе та корозійне середовище).

Спосіб виконують таким чином (фіг.1).

Для визначення константи матеріалу В зразок досліджуваного матеріалу 1 з виведеною втомною тріщиною розташовують у камері 2 з робочим середовищем 3 і навантажують його за допомогою навантажувальної установки зі зростаючим квазістатичним зусиллям Р до початку росту тріщини і за фіксованою сталою навантаженням P_1 пророщують тріщину на довжину Δl , фіксуючи при цьому кількість подій АЕ $\sum_{i=1}^n P$ за допомогою

первинного перетворювача сигналів АЕ 4, блоків обробки сигналів АЕ 5 та реєстратора 6. Після цього розвантажують зразок, доламують його і за відомими методиками [3] визначають довжину тріщини Δl_0 . Тоді за

формулою (1) встановлюють константу матеріалу:

$$B = \frac{t_c \cdot v}{K_I^2} = \frac{t_c \Delta l}{(t_2 - t_1) K_I^2}, (1)$$

де $t_c = (t_2 - t_1) / \sum_{i=1}^n \Pi$ - час між стрибками тріщини під час її росту, t_1 - початок стрибка тріщини, встановлений

за сигналами АЕ, t_2 - кінець стрибкоподібного росту тріщини на довжину Δl , який визначають за сигналами АЕ; K_I - коефіцієнт інтенсивності напружень росту тріщини під час визначення константи матеріалу.

Маючи значення константи B приступають до визначення K_{ISCC} матеріалу. Для цього за залежністю (2)

$$\Delta t = \frac{BK_I^2}{v} (2)$$

будують теоретичні криві 1 (корозійне середовище) та 2 (електролітичне наводнення) (фіг.2), поклавши $v=10^{-9}$ м/с, коли ріст тріщини в конструкційному матеріалі вважають відсутнім [1], які показують теоретичний час очікування стрибка тріщини від значення K_I . Побудувавши таку залежність, випробовують наступний зразок конструкційного матеріалу за вище описаною схемою. Особливість цього етапу полягає в тому, що тепер зразок у робочому середовищі навантажують високим рівнем навантаження, коли $K_I \gg K_{ISCC}$ фіксуючи при цьому час τ_i , який реально визначає інтервал стрибка тріщини під впливом зусилля та робочого середовища від моменту прикладання навантаження до появи сигналів АЕ. Ступінчасто зменшуючи навантаження, отримують аналогічні інтервали часу на кожній його ступені, а їх значення τ_i потім відкладають на графіку " $\Delta t - K_I$ ". Досягши часового інтервалу $\tau_i=7,2$ кс, розвантажують зразок, будують графік " $\Delta t - K_I$ ", де апроксимують отримані експериментальні точки кривими 3 та 4 (фіг.2) і продовжують їх вліво до перетину з відповідними теоретичними кривими 1 та 2. Точки перетину теоретичних і експериментальних кривих дають значення K_{ISCC} матеріалу у конкретному робочому середовищі.

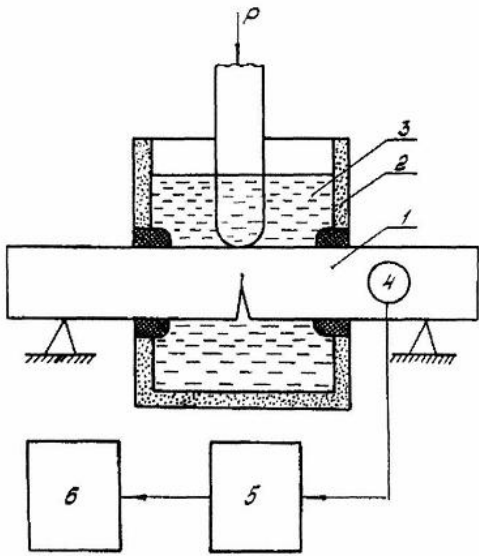
Таким чином, у способі експрес-оцінки статичної водневої та корозійної тріщиностійкості матеріалів скорочено час проведення експериментів за рахунок усунення необхідності отримання довготривалих часових інтервалів за значень K_I на кінцевих ступенях навантаження, які наближаються до K_{ISCC} , а за рахунок продовження апроксимаційної кривої спрощують отримання значення K_{ISCC} , що покращує технологічність експериментальних досліджень.

Приклад виконання

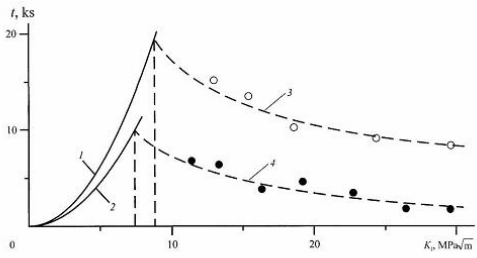
Для досліджень брали зразки конструкційного матеріалу зі сталі 40. Корозійним середовищем був 3% розчин NaCl, а також електролітичне наводнення. На фіг.2 зображено результати визначення нижнього порогового значення коефіцієнта інтенсивності напружень у цих робочих середовищах: теоретична крива 1 та апроксимаційна крива 3 - за електролітичного наводнення із розчину H_2SO_4 , а криві 2 та 4 - випробування у корозійному середовищі. У результаті отримали час проведення експериментів, який становив декілька годин, в той час як за регламентованими у [1] методиками він становить десятки днів. Це підтвердило ефективність методики, запропонованої у способі експрес-оцінки водневої та корозійної тріщиностійкості матеріалів.

Список використаної літератури:

- ГОСТ 9.903-81. Единая система защиты от коррозии и старения. Стали и сплавы высокопрочные. Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание. - М. Издательство стандартов, 1981 - 40с.
- Патент України 2913. МПК: G01 №17/00. Спосіб визначення нижнього порогового значення коефіцієнта інтенсивності напружень. Опубл. 26.12.94р. Бюл. 5-1.
- 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 - 60с.



Фиг. 1



Фиг. 2