



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **97283**

(13) **U**

(51) МПК

G01N 29/06 (2006.01)

G01N 29/14 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 09040**

(22) Дата подання заявки: **11.08.2014**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.03.2015**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.03.2015, Бюл.№ 5**

(72) Винахідник(и):

**Гоженко Сергій Васильович (UA),
Ожигів Леонід Семенович (UA),
Руденко Олексій Геннадійович (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
"ХАРКІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ",
вул. Академічна, 1, м. Харків, 61108 (UA)**

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В'ЯЗКО-КРИХКОГО ПЕРЕХОДУ

(57) Реферат:

Спосіб визначення температури в'язко-крихкого переходу, за яким при послідовній зміні температури по чергово прикладають зусилля до n-елементів, які вироблені в монолітному зразку і мають надрізи, деформуючи їх до руйнування, реєструють імпульси акустичної емісії, які виникають при крихкому руйнуванні, температуру в'язко-крихкого переходу визначають по залежності від температури параметрів імпульсів акустичної емісії крихкого руйнування окремих елементів. Виготовляють зразок у вигляді пластини, в якій принаймні з одного краю вироблені елементи у вигляді зубів, зусилля прикладають до їх вільних кінців з боку, де виконані надрізи до повного їх руйнування. Для визначення температури в'язко-крихкого переходу використовують параметри, які залежать від кількості імпульсів крихкого руйнування окремих елементів і суми їх амплітуд.

UA 97283 U

Корисна модель належить до випробувальної техніки і може бути застосована для визначення температури в'язко-крихкого переходу при дослідженнях властивостей конструктивних матеріалів в металургії і машинобудуванні. Зокрема вона може бути використана для вимірювання температури в'язко-крихкого переходу матеріалу котлів високого тиску при визначенні можливості продовження терміну їх експлуатації.

Відомий спосіб визначення температури в'язко-крихкого переходу [1, 2]. В цьому способі використовуються зразки типу Шарпі з надрізами. Зразки випробовуються на триточковий згин шляхом прикладання динамічних навантажень в широкому інтервалі температур. При цьому вимірюється залежність ударної в'язкості від температури. По цій залежності і визначається температура в'язко-крихкого переходу.

Недоліком даного способу є залежність вимірюваної температури в'язко-крихкого переходу від умов прикладання динамічних навантажень, розмірів зразків та параметрів надрізів. Це є слідством визначення температури в'язко-крихкого переходу через опосередкований параметр - ударну в'язкість. Крім цього, такий спосіб потребує виготовлення значної кількості зразків, що не завжди можливо при певній формі досліджуваного об'єкта, з якого необхідно вирізати ці зразки.

Відомий спосіб визначення температури в'язко-крихкого переходу [3]. За цим способом використовують зразки, в яких виконані кільцеві надрізи. Спочатку визначають характеристику крихкої міцності по величині середнього номінального напруження руйнування при значенні залишкової деформації в місці розриву 2 % за результатами випробувань в діапазоні температур від 293 К до 77 К. Температуру в'язко-крихкого переходу визначають по температурній шкалі при значенні залишкової деформації в місці розриву 2 %.

Однак, при контролі металу об'єктів, що знаходяться в експлуатації, цей спосіб також потребує відбору значних проб матеріалу, виготовлення значної кількості зразків і великої тривалості визначення характеристик крихкої міцності в широкому діапазоні температур. Це вимагає значних витрат часу на проведення випробувань. Крім того, точність визначення температури в'язко-крихкого переходу за цим способом у ряді випадків недостатня для визначення можливості продовження термінів експлуатації таких об'єктів.

Найбільш близьким за технічною суттю та результатом, що досягається, є спосіб визначення температури в'язко-крихкого переходу [4]. В цьому способі при послідовній зміні температури почергово прикладають зусилля до n -елементів, які вироблені в монолітному зразку і мають надрізи, деформуючи їх до руйнування, реєструють імпульси акустичної емісії, які виникають при крихкому руйнуванні. Температуру в'язко-крихкого переходу визначають по залежності від температури параметрів імпульсів акустичної емісії крихкого руйнування окремих елементів. А саме, за температуру в'язко-крихкого переходу приймають температуру, при якій частка P елементів, випромінюючих імпульси акустичної емісії при деформуванні знаходиться у діапазоні $0 < P < 1$.

Суттєвим недоліком цього способу є те, що деформують елементи з обома затисненими кінцями. У ряді випадків затиснені кінці не дозволяють проводити повне руйнування елемента по перерізу і, відповідно, кількісно контролювати частку елементів, що випромінює імпульси акустичної емісії. Це призводить до викривлення температурної залежності крихкого руйнування при вимірюваннях. Як наслідок, точність визначення температури в'язко-крихкого переходу для проведення розрахунків на міцність при вирішенні можливості продовження термінів експлуатації барабанів котлів високого тиску недостатня. Цей спосіб визначає лише температурний діапазон можливого крихкого руйнування окремих зерен металу.

Задачею, на вирішення якої спрямована корисна модель є удосконалення способу визначення температури в'язко-крихкого переходу з метою підвищення точності визначення цієї температури. Такий результат повинен досягатися шляхом вибору певної форми елементів для руйнування, характером їх руйнування, а також вибором параметрів імпульсів акустичної емісії для визначення температури в'язко-крихкого переходу.

Поставлена задача вирішується в способі визначення температури в'язко-крихкого переходу, що патентується. В запропонованому способі, як і у найбільш близькому аналогу, для визначення температури в'язко-крихкого переходу при послідовній зміні температури почергово прикладають зусилля до n -елементів, які вироблені в монолітному зразку і мають надрізи, деформуючи їх до руйнування. Реєструють імпульси акустичної емісії, які виникають при крихкому руйнуванні. Температуру в'язко-крихкого переходу визначають по залежності від температури параметрів імпульсів крихкого руйнування окремих елементів.

На відміну від найближчого аналога в запропонованому способі виготовляють зразок у вигляді пластини, в якій принаймні з одного краю виконані елементи у вигляді зубів. Зусилля прикладають до вільних кінцівок зубів з боку, де виконані надрізи до повного їх руйнування. Для

визначення температури в'язко-крихкого переходу використовують параметри, які залежать від кількості імпульсів крихкого руйнування окремих елементів і суми їх амплітуд.

Прикладання зусиль до вільних кінцівок зубів на стороні розташування надрізів забезпечує руйнування елементів по повному перерізу в зоні розташування надрізів. Це гарантує реєстрацію сигналів акустичної емісії при руйнуванні однакових об'ємів матеріалу для окремих елементів. А також дозволяє кількісно порівнювати долю крихко-зруйнованих зерен по даних реєстрації, характерних для крихкого руйнування сигналів акустичної емісії. При цьому забезпечується можливість автоматичного калібрування способу для кожного монолітного зразка. Як репер використовуються дані реєстрації акустичної емісії при найнижчій температурі, де здійснюється 100 % крихке руйнування елемента.

В патентуємому способі можливо визначити критичну температуру в'язко-крихкого переходу. За критичну температуру приймається температура, при якій крихко руйнується задана частка зерен елемента. Задана частка визначається вимогами до надійності матеріалу конструктивного елемента для подальшого його використання. У більшості випадків вона складає 50 %.

Суть винаходу пояснюється графічними матеріалами.

На фіг. 1 зображено загальний вигляд установки для здійснення способу визначення температури в'язко-крихкого переходу.

На фіг. 2 зображено переріз по А-А цієї установки.

В установці (фіг. 1, фіг. 2) для здійснення способу визначення температури в'язко-крихкого переходу використовується зразок 1, у формі монолітної пластини з n-елементами (зубами) 2, які виконанні шляхом пропилювання пазів на одній із сторін пластини. На елементах 2, з одного боку, поперек зубів виконані надрізи 3. За допомогою притискувача 4 зразок 1 вмонтовано у обойму 5. Вона за допомогою приводу 6 має можливість покроково пересуватись відносно ударника 7. Датчик акустичної емісії 8 має вигляд диска, який виготовлено з кераміки ЦТС-19 діаметром 6 мм та товщиною 0,8 мм. Датчик 8 притиснуто до тіла зразка 1. Датчик температури (термопара) 9 розташовано у контакті з обоймою 5 навпроти надрізів 3 елементів 4. Всі вищеописані вузли установки розташовуються в камері термостату 10. Роботою приводами обойми 5 та ударника 7 керує вузол управління та синхронізації 11. Сигнали з датчиків акустичної емісії 8 та датчика температури 9 крізь відповідні підсилювачі 12 та 13 подають на багатофункціональний вимірювальний прилад HANDYSCOPEHS4 14, який, в свою чергу, підключено до персонального комп'ютера 15.

Вищеописана установка призначена для використання прямокутних пластинчатих монолітних зразків. Для інших форм (наприклад у формі диска) необхідно лише інший механізм доставки елементів у зону руйнування.

Спосіб визначення температури в'язко-крихкого переходу реалізується наступним чином. Термостат 10 (див. фіг. 1, 2) заздалегідь охолоджується до температури, яка значно нижче температури в'язко-крихкого переходу для даного матеріалу. Конкретну температуру охолодження визначають по паспортних даних на матеріал, який контролюють. В процесі експлуатації об'єктів температура в'язко-крихкого переходу металів, з яких вони виготовлені, як правило, тільки підвищується. При охолодженні зразка 1 з n-елементами 2 до відповідної температури автоматично відключаються та включаються модулі управління та реєстрації 11. При проведенні процесу вимірювання температуру зразка плавно підвищують. За даними датчика температури 9 періодично проводиться руйнування елементів 2 зразка 1 ударником 7 з наступним покроковим переміщенням зразка 1. При крихкому руйнуванні зерен металу елементів 2 в зразку утворюється потужна звукова хвиля, що викликає появу на датчику 8 електричного заряду. Зарядочутливий підсилювач 12 перетворює електричний заряд датчика 8 на напругу (сигнал), яка залежить від кількості імпульсів крихкого руйнування елементів і суми їх амплітуд. З виходу підсилювача 12 сигнал подається до вимірювального приладу 14, зв'язаного з персональним комп'ютером 15.

Для точного визначення температури в'язко-крихкого переходу здобуті дані потребують проведення ряду нормувань, враховуючи особливості реєстрації акустичної емісії. Для цього визначаються поправочні коефіцієнти для урахування геометричних умов реєстрації акустичної емісії від окремих елементів зразка та відхилення від лінійної залежності інтенсивності сигналу, що реєструється, від частки крихкого руйнування. Поправочні коефіцієнти визначаються окремо для кожної реалізації устаткування на основі попередніх досліджень. Ефективність реєстрації суттєво залежить від якості монтажу датчика акустичної емісії, що обумовлює введення поправочних коефіцієнтів у дані контролю кожного окремого зразка. Поправочний коефіцієнт визначається в ході контролю з даних руйнування елементів при температурі нижче

температури в'язко-крихкого переходу. При цьому враховується, що цей елемент руйнується повністю крихко.

Введення таких поправочних коефіцієнтів дозволяє переформувати температурну залежність параметра, що реєструється. Цей параметр залежить від кількості імпульсів крихкого руйнування окремих елементів і суми їх амплітуд та частки зерен перерізу, що крихко руйнуються при певній температурі іспитів. По цій підсумковій залежності і визначається придатна для практичного використання температура в'язко-крихкого переходу.

Приклад. Визначення критичної температури в'язко-крихкого переходу металу зразка зі сталі 16ГНМ. В цьому експерименті використовувався зразок у вигляді прямокутної пластинки розміром 60×60×3 мм з одинадцятьма зуб'ями, які з одного боку мали V-подібний надріз глибиною 1 мм (під кутом 45°). Навантаження для руйнування проводили при швидкості переміщення ударника ≈ 43 мм/сек. Температурний діапазон дослідження зразка складав від -50 до +50 °С з кроком в 10 °С. Результати контролю показали, що критична температура (температура, при якій 50 % зерен крихко руйнуються) в'язко-крихкого переходу металу зразка дорівнювала біля +20 °С. Для валідації здобутих результатів проводилися відповідні фрактографічні дослідження поверхні зламу елементів зразка. Критичні температури в'язко-крихкого переходу, визначені за допомогою способу, що запропоновано, та на основі фрактографічних досліджень добре погоджуються між собою і не відрізнялися більш як на ± 5 °С.

Таким чином, запропонований спосіб забезпечує підвищення точності визначення температури в'язко-крихкого переходу та дає можливість визначити критичну температури в'язко-крихкого переходу матеріалу.

Джерела інформації:

1. Красовский А.Я., Кашталян Ю.А., Красиков В.Н. Исследование трещиностойкости корпусных сталей при статическом и динамическом нагружении с учетом эффекта масштаба испытываемых образцов. - Киев, 1982, 63 с.
2. Котречко С.А., Мешков Ю.Я., Шиян А.В. Пластичность и хладостойкость конструкционных сталей // "Проблемы прочности", 2010, № 1, с. 112-119.
3. Патент України № 49501.
4. Патент РФ № 2027988 (найближчий аналог).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення температури в'язко-крихкого переходу, за яким при послідовній зміні температури почергово прикладають зусилля до n-елементів, які вироблені в монолітному зразку і мають надрізи, деформуючи їх до руйнування, реєструють імпульси акустичної емісії, які виникають при крихкому руйнуванні, температуру в'язко-крихкого переходу визначають по залежності від температури параметрів імпульсів акустичної емісії крихкого руйнування окремих елементів, який **відрізняється** тим, що виготовляють зразок у вигляді пластини, в якій принаймні з одного краю вироблені елементи у вигляді зубів, зусилля прикладають до їх вільних кінцівок з боку, де виконані надрізи до повного їх руйнування, для визначення температури в'язко-крихкого переходу використовують параметри, які залежать від кількості імпульсів крихкого руйнування окремих елементів і суми їх амплітуд.

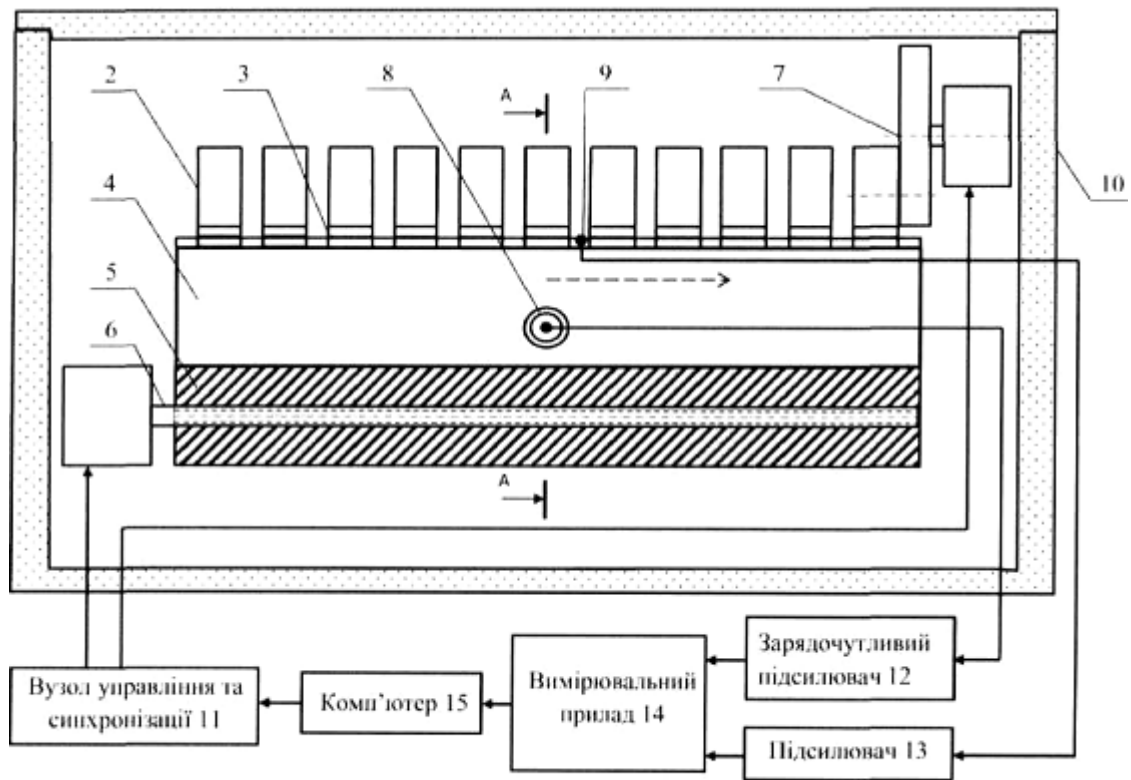


Fig. 1

розріз по А – А

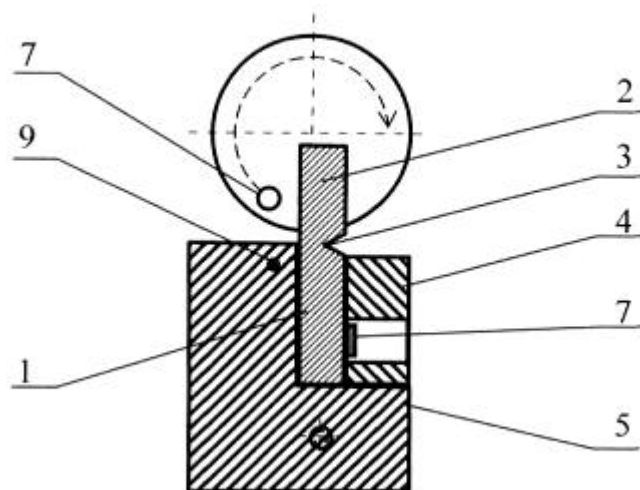


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601