



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 92941

(13) C2

(51) МПК-2011.01
G01N 29/04МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ЛОКАЛЬНОГО ДЕГРАДУВАННЯ ФЕРОМАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ

1

2

(21) а200813855

(22) 02.12.2008

(24) 27.12.2010

(46) 27.12.2010, Бюл. № 24, 2010 р.

(72) СКАЛЬСЬКИЙ ВАЛЕНТИН РОМАНОВИЧ, НА-
ЗАРЧУК ЗІНОВІЙ ТЕОДОРОВИЧ, КЛИМ БОГДАН
ПЕТРОВИЧ, СЕРГІЄНКО ОЛЕГ МИКОЛАЙОВИЧ,
ПОЧАПСЬКИЙ ЄВГЕН ПЕТРОВИЧ, МИХАЛЬЧУК
ВІТАЛІЙ БОГДАНОВИЧ(73) ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В.
КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ

(56) UA 2914 26.12.1994

SU 1247742 30.07.1986

US 6497151 24.12.2002

US 4727321 23.02.1988

GB 1266645 15.03.1972

SU 1180783 23.09.1985

SU 868561 30.09.1981

JP 2310462 26.12.1990

(57) Спосіб визначення місць локального деграду-
вання феромагнітних матеріалів, який полягає у
збудженні та реєструванні пружних хвиль первин-
ним перетворювачем, що встановлений на об'ємі

контролю, їх взаємодії під час проходження в цих матеріалах з наявними дефектами структури, які виникають внаслідок деградування матеріалу за час його експлуатації, оцінці зміни параметрів, прийнятої первинним перетворювачем пружної хвилі після її збудження чи проходження через місце локального деградування феромагнетиків, який **відрізняється** тим, що пружну хвилю збуджують безпосередньо в локальному об'ємі феромагнетика, оцінюють зміну її амплітуди під час проходження в матеріалі від місця збудження до первинного перетворювача з одночасним урахуванням попередньо визначеного коефіцієнта її зникання у нездеградованому матеріалі та напруженості прикладеного зовні магнітного поля, яким викликане збудження пружної хвилі, і за величиною зміни амплітуди сигналу магнітопружної акустичної емісії по відношенню до аналогічної у нездеградованому матеріалі за такої ж відстані проходження та напруженості зовнішнього магнітного поля під час її збудження судять про локальне деградування феромагнітного матеріалу на цьому фіксованому відрізку.

Винахід відноситься до випробувань матеріалів, а саме до випробувань феромагнетиків на визначення їх об'ємної пошкодженості за параметрами пружних хвиль акустичної емісії (АЕ).

Відомий спосіб визначення дефектності матеріалів, який полягає у збудженні пружних хвиль у конструкційних матеріалах, використовуючи для цього зворотний п'єзоефект. Ці хвилі взаємодіють із об'єктом контролю, проходячи крізь його матеріал, відбиваються і знову попадають на первинний перетворювач, несучи у прийнятому сигналі інформацію про наявність чи відсутність дефектів у конструкційному матеріалі [1].

Недоліком способу є те, що необхідно здійснювати безпосередній контакт із поверхнею об'єкта контролю, яку доводять до високого ступеню чистоти механічної обробки, як під час випромінювання, так і прийому пружних хвиль первинними перетворювачами.

Відомий також спосіб АЕ виявлення зародження та розвитку дефектів у конструкційних матеріалах під час навантаження та деформування останніх. Часто для цього здійснюють додаткове підвищення навантаження чи деформацій, які перевищують робочі (експлуатаційні) величини максимум на 25 % [2]. Зародження та розвиток згаданих дефектів супроводжується генеруванням пружних хвиль АЕ, за якими судять про динаміку, місце знаходження, розміри та орієнтацію тріщин у конструкційному матеріалі [3].

Недоліком способу є те, що в окрихчених внаслідок деградування за час експлуатації матеріалах часто під дією як штатних, так і особливо додаткових навантажень чи деформацій під час випробувань провокується небажаний розвиток тріщиноподібних дефектів. Це небезпечно з точки зору виходу стадій їх розвитку на критичну, що може в кінцевому результаті призвести до спонтанного руйнування об'єкта контролю.

(13) C2

(11) 92941

(19) UA

Спосіб визначення місць локального деградування феромагнітних матеріалів полягає в тому, що на елемент конструкції локально діють зовнішнім магнітним полем, яке викликає стрибкоподібне зміщення доменних стінок (ефект Баркгаузена) під час намагнічення. Це явище супроводжується поширенням пружних хвиль АЕ у феромагнетик - так званої магнітопружної АЕ (МАЕ) [4]. Вона генерується з амплітудами, які пропорційні напруженості зовнішнього магнітного поля, глибині його проникнення у феромагнетик, а також об'ємові, що намагнічується. Внаслідок деградування феромагнітних матеріалів суттєво змінюється їх структурна будова, що призводить і до змін доменної структури. А це значить, що змінюється і величина стрибка доменної стінки під час намагнічення здеградованого феромагнетика. Таким чином, якщо на ділянки феромагнітного матеріалу ОК чи елемента конструкції, де є місця різної деградованості матеріалу, що найхарактерніше для випадку довготривалого їх експлуатування (особливо у воденьмісних середовищах), подіяти зовнішнім магнітним полем, то за однакової його напруженості, відстані, з якої проводиться намагнічення, а також швидкості зміни магнітного потоку, яким намагнічують різні локальні ділянки феромагнетика, можна отримати різні значення амплітуд сигналів МАЕ у залежності від ступеню деградованості цих місць у феромагнетик.

Як впливає із викладеного, для здійснення запропонованого способу не потрібно додаткової механічної обробки поверхні, він не залежить від форми поверхні контролю, а також не вимагає прикладання додаткових навантажень чи деформацій. Це суттєво здешевлює проведення діагностичних робіт і підвищує їх технологічність, а також не несе загрози виникнення додаткових пошкоджень та провокування розвитку тріщин.

На Фіг.1 показано структурну схему виконання способу, а на Фіг.2 та Фіг.3 - зміну амплітуд сигналів магнітопружної емісії від зміни структури феромагнетика та впливу наводнення, відповідно.

Спосіб виконують так. На елементі конструкції із феромагнітного матеріалу встановлюють в довільному місці первинний перетворювач пружних хвиль МАЕ 1 (Фіг.1). На деякій максимальній відстані від нього, що визначається чутливістю первинного перетворювача, збуджують МАЕ шляхом намагнічення локальних областей елемента конструкції сканером 2, який генерує змінне магнітне поле напруженості H . Частота зміни магнітного поля задається з генератора 3, а його необхідна величина забезпечується підсилювачем 4. У місцях, де деградування феромагнітного матеріалу відсутнє, отримують імпульси МАЕ з амплітудами A_0 , яка вимірюється на виході первинного перетворювача 1 за допомогою попереднього підсилювача пружних хвиль 5 та приладу реєстрування МАЕ 6. Переміщуючи сканер над поверхнею фе-

ромагнітного елемента конструкції, порівнюють зміну значень амплітуди A_0 з урахуванням попередньо встановленого для даного феромагнітного матеріалу коефіцієнта замикання пружних хвиль у залежності від відстані їх проходження. У випадку, коли магнітне поле сканера 2 попадає на місця локальної пошкодженості феромагнетика (зони I, II, III), на виході первинного перетворювача 1 фіксують зміну ΔA_{0i} амплітуд магнітопружної АЕ, яка визначається як різниця амплітуд: $\Delta A_{01}=A_0-A_1$; $\Delta A_{02}=A_0-A_2$, $\Delta A_{03}=A_0-A_3$ тощо і свідчить про деградованість у цих місцях структури феромагнітного конструкційного матеріалу. Маючи попередньо встановлені у лабораторних умовах криві залежності A_0 від віддалі проходження пружних хвиль магнітопружної АЕ у здеградованому і вихідному (нездеградованому) феромагнітних матеріалах, а також у матеріалах різного ступеню пошкодженості, можна судити про ступінь їх деградування за величиною ΔA_0 .

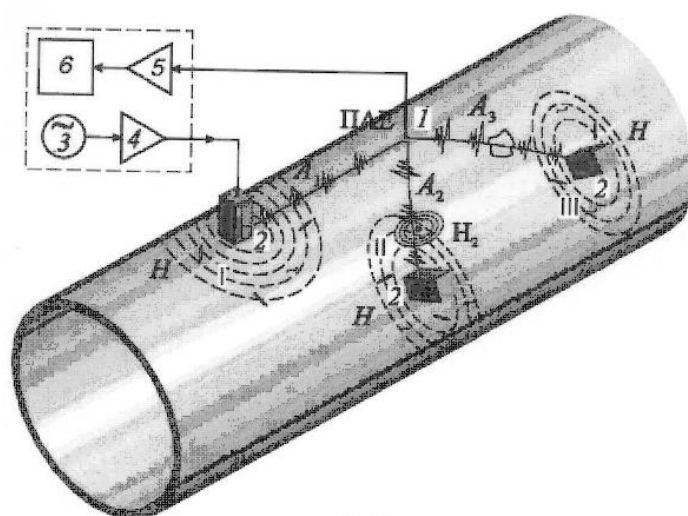
Про високу чутливість запропонованого способу свідчать результати випробування пластин товщиною 0,2мм зі сталі 30, які піддавали впливові наводнення (Фіг.2) і температурного чинника (Фіг.3). Випробовували пластини з матеріалу, що мав стан поставки; після відпалу, а також для випадку, коли цю ж пластину у вихідному стані наводнювали у середовищі газоподібного водню.

Криві 1 на Фіг.2 і Фіг.3 показують залежність амплітуд сигналів магнітопружної АЕ від напруженості прикладеного магнітного поля з частотою переміщення 50 Гц до пластини розмірами $20 \times 180 \times 0,2 \text{ мм}^3$ у вихідному стані, а криві 2 - аналогічні залежності для наводненої (Фіг.2) та відпаленої (Фіг.3) пластин.

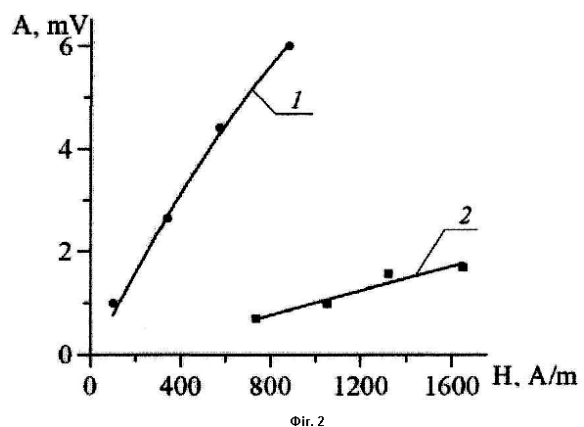
Таким чином, результати експериментів підтверджують ефективність і високу чутливість способу.

Список літературних джерел:

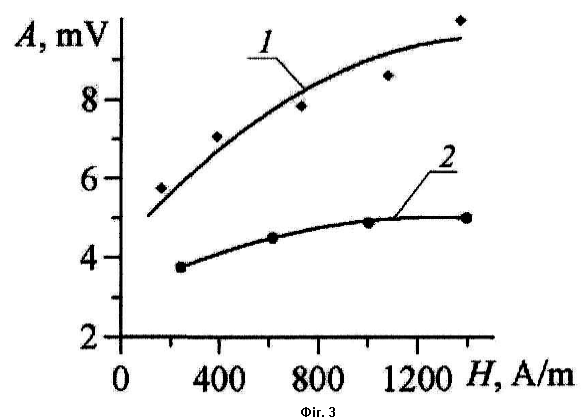
1. Механіка руйнування і міцність матеріалів. Довідниковий посібник. / Назарчук З.Т., Кошовий В.В., Скальський В.Р. та ін. // Під заг. ред. В.В.Панасюка. т.5 Неруйнівний контроль і технічна діагностика. / Під ред. З.Т. Назарчука. - Львів: ФМІ, 2001. - 1134с.
2. Національний стандарт України ДСТУ 4227-2003. Настанови щодо проведення акустико-емісійного діагностування об'єктів підвищеної небезпеки. - Чинний від 2003 - 12 - 01.
3. Скальський В.Р., Коваль П.М. Акустична емісія під час руйнування матеріалів, виробів і конструкцій. Методологічні аспекти відбору та обробки інформації. - Львів: Сполом, 2005. - 396с.
4. Горкунов Э.С., Дрогошанский Ю.Н., Миховски М. Эффект Баркгаузена и его использование в структуроскопии ферромагнитных материалов. Обзоры 1-3 // Дефектоскопия. - 1999. - №6. - С.3-23; №7. - С.3-32; №8. - С.3-25.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3