



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 54963

(13) C2

(51) МПК (2006)

G01N 29/14

G01N 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ІМІТУВАННЯ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ НА ОБ'ЄКТІ КОНТРОЛЮ

1

(21) 2002064500

(22) 03.06.2002

(24) 15.05.2006

(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 2006 р.

(72) Скальський Валентин Романович, Андрейків
Олександр Євгенович(73) ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ.
Г.В.КАРПЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ

(56) US 5014556, 14.05.1991

US 3774443, 27.11.1973

Wadley H.N.G., Scruby C.B., Speake J.H. Acoustic
emission for physical examination of metals
//Int.Met.Reviews. - 1980 - № 2. - С. 41-62.(57) 1. Спосіб імітування сигналів акустичної емісії
на об'єкті контролю для проведення неруйнівного
контролю його стану за допомогою визначення
динаміки розвитку тріщиноподібних дефектів і ге-

2

нерування сигналів акустичної емісії, що супро-
джують руйнування імітаційного матеріалу, який
відрізняється тим, що зразок-імітатор виготовля-
ють із матеріалу об'єкта контролю, утворюють у
ньому штучну утомну макротріщину, навантажують
зразок до розрахункової величини зусилля Р, коли
тріщина у статичному стані і не росте, фіксують
зусилля навантаження вставкою, жорстко встано-
влюють зразок-імітатор на об'єкті контролю і про-
вокують початок росту тріщини вводом у її верши-
ну відповідного каталізатора.

2. Спосіб імітування сигналів акустичної емісії на
об'єкті контролю за п.1, який **відрізняється** тим,
що імітування сигналів акустичної емісії отримують
від різних стадій та механізмів росту тріщини та від
виникнення пластичних деформацій у матеріалі
зразка-імітатора.

Винахід відноситься до неруйнівного контролю
матеріалів і виробів та до механіки руйнування і
може бути використаний для калібрування чутли-
вості електронних засобів відбору та обробки сиг-
налів акустичної емісії під час контролю стану
об'єктів різного призначення впродовж їх експлуа-
тації.

Відомий спосіб імітування сигналів акустичної
емісії під час калібрування вимірювального кана-
ла, коли в умовах лабораторних випробувань зра-
зків матеріалів сигнали генерують ламанням крих-
кого стрижня - джерела Гсу. У результаті цього
одержують імпульси акустичної емісії, приймають
їх первинним п'єзоперетворювачем та подають на
вимірювальний канал приладу, де відбувається
налаштування його чутливості [1].

Недоліком цього способу імітування є те, що
він проходить тільки за механізмом крихкого зло-
му, який властивий для одиничного стрибка мак-
ротріщини під час її субкритичного росту у крихко-
му матеріалі, а також те, що у цьому способі як
корисні враховують сигнали акустичної емісії, які
породжені тертям кінчика стрижня до поверхні
ламання і які є не інформативними, а завадами.

Відомий також спосіб імітування сигналів акус-
тичної емісії, коли в якості джерела використовую-
ють дельта-імпульси, отримані в результаті дії
лазерного випромінювання на шар води, точково
контактуючої з поверхнею матеріалів через апер-
турний отвір. Напівсферичну ударну хвилю, на-
приклад поширену у ємності з водою або іншою
речовиною, відділяють апертурою малу частину її
фронті та діють нею на об'єкт досліджень, решту
відбитої хвилі не використовують. Далі ударну
хвилю приймають первинним п'єзоперетворюва-
чем сигналів акустичної емісії, після чого прово-
дять тарування акусто - емісійних засобів [2].

Недоліком способу є те, що він дуже дорогий,
вимагає високої кваліфікації обслуговуючого пер-
соналу, спеціальних умов, створення яких на об'є-
ктах розташованих, як правило, під відкритим не-
бом важко, а інколи неможливо і тому його
практично не використовують для прикладних до-
сліджень чи акустико - емісійного контролю проми-
слових об'єктів.

В основу способу імітування акустичної емісії
на об'єкті контролю поставлено завдання спро-
щення імітування сигналів акустичної емісії, мак-

(13) C2

(11) 54963

(19) UA

симально наблизивши їх до реального розвитку тріщиноподібних макродефектів в матеріалі контрольованого об'єкту шляхом використання пружних хвиль, що супроводжують як зародження та розвиток пластичної зони в околі вершини тріщини, так і субкритичний розвиток останньої в матеріалі, із якого виготовлений об'єкт, використовуючи для цього жорстко встановлений на ньому зразок - імітатор з матеріалу об'єкта досліджень, що дозволить підвищити вірогідність інформації отриманої за сигналами акустичної емісії, вибрати максимальну чутливість апаратури для даного механізму генерування акустичних хвиль, підвищити точність неруйнівного контролю, гарантувати надійність і довговічність контрольованого об'єкту і тим самим здешевити випробування та його експлуатацію.

Вирішення проблеми калібрування сигналів електронних засобів контролю при проведенні неруйнівного контролю методом акустичної емісії пов'язане з рядом труднощів, особливо, коли рівень та природа фонових завад на об'єкті контролю невідомі, а також у випадку порівняння та зіставлення із відомими чи табличними даними. Без такого калібрування неможливо успішно ідентифікувати сигнали акустичної емісії, а значить встановити чи справді поведінка матеріалу, генеруючого такі сигнали, є небезпечною для цілості всієї конструкції об'єкту контролю. У прототипі, де штучно імітовані імпульси акустичної емісії не завжди добре можна виділити на фоні завад через те, що вони залежать від умов експлуатації об'єкта контролю. Тобто від способу імітації залежить підбір амплітудно - частотних характеристик для оцінки стану об'єкта контролю. Крім цього, в реальних умовах експлуатації об'єктів контролю створити умови для тарування акустично-емісійних апаратних засобів не завжди можливо. У порівнянні з прототипом винахід дозволить імітування сигналів акустичної емісії із використанням пружних хвиль, випромінюваних під час розвитку тріщини в зразку, виготовленому із матеріалу аналогічного або того самого як і об'єкт контролю, що дасть можливість задовільнити вимоги калібрування електронних засобів акустичної емісії, забезпечить багаторазове відтворення цих сигналів із якомога якіснішим наближенням механізмів їх генерування до реального розвитку тріщиноподібних дефектів у реальному об'єкті контролю.

Відомо, наприклад, що в сталях, які найчастіше використовують для ємностей високого тиску чи інших промислових конструкцій, у результаті субкритичного підростання тріщин, тріщини генерують сигнали акустичної емісії такої амплітуди: слабкі, зумовлені пластичною деформацією матеріалу чи формуванням та розвитком пластичної зони у вершині дефекту(ріщини); середні, викликані відшаруванням і(або) руйнуванням таких включень як сульфіди чи силіциди; сигнали, пов'язані із ростом тріщини, амплітуди яких, у залежності від локального мікроструктурного стану, лежать у широкому діапазоні здебільшого високих амплітуд [3].

Спосіб імітування сигналів акустичної емісії на об'єкті контролю полягає у тому, що використовують генерування пружних хвиль, випромінюваних

під час розвитку тріщини в зразку, що виготовлений із матеріалу аналогічного(або й того самого) як у досліджуваного об'єкта. Ріст тріщини провокують таким чином, що вона росте дискретно стрибками або лавиноподібно у залежності від величини прикладеного навантаження, внаслідок чого виникають різні площі новоутворених поверхонь. Це регулюють зміною геометрії(профілю) зразка у напрямку її поширення. Далше, змінюючи необхідні параметри(величину навантаження, довжину підростання тріщини, площу новоутвореної поверхні), отримують пружні хвилі акустичної емісії, які найбільше відповідають механізмам реального зародження та субкритичного розвитку дефектів у реальному об'єкті контролю. Окрім того, в умовах експлуатації обладнання досягають необхідної величини амплітуд сигналів характерних певним стадіям чи механізмам дефектоутворення або розвитку тріщин. Імітують сигнали аналогічні до тих, що можуть виникати в матеріалі реального об'єкта контролю під час розвитку пластичної зони, чи від руйнування включень або під час проходження тріщиною різних стадій росту. Реалізація цих механізмів здійснюють шляхом створення відповідних заздалегідь розрахованих за відомим методикам напружень біля вершини штучно введеної тріщини на зразку - імітаторі(або біля концентратора). В результаті застосування способу імітування враховують всі реальні обставини на об'єкті контролю для: створення справжніх умов розповсюдження пружних хвиль; реакції системи первинний перетворювач - об'єкт досліджень на джерело акустичної емісії; оптимального вибору місця встановлення первинного перетворювача. Все це забезпечить найкраще налаштування чутливості апаратних засобів перед проведенням неруйнівного контролю промислових об'єктів методом акустичної емісії в умовах їх експлуатації.

На фіг.1 схематично показано: зразок - імітатор із матеріалу об'єкту контролю 1, заздалегідь введена втомна тріщина 2, жорстка вставка або клин 3, об'єкт контролю 4, акустопрозорий шар контактного середовища 5, первинний перетворювач сигналів акустичної емісії 6, канавка 7, отвір - концентратор 8, електронні блоки апаратури 9, каталізатор руйнування 10, зусилля навантаження Р.

На фіг., де зображена схема реалізації способу. Беруть зразок 1 з матеріалу об'єкта контролю зі заздалегідь введеною втомною тріщиною 2, канавкою 7 та отвором - концентратором 8(або без них, в залежності від необхідного типу очікуваних сигналів акустичної емісії) попередньо навантажують до розрахованої величини Р. Після цього фіксують зусилля Р жорсткою вставкою(клином) 3 і встановлюють зразок - імітатор 1 на об'єкт досліджень 4. З'єднання зразка - імітатора 1 із об'єктом контролю 4 виконують жорстко відомими способами(різьбове, склеюванням, пайкою тощо) через акустопрозорий шар контактного середовища 5. На деякій відстані від зразка - імітатора 1 встановлюють на об'єкті 4 первинний перетворювач сигналів акустичної емісії 6, підключають до електронних блоків апаратури 9. Для провокування росту тріщини під впливом навантаження Р, розрахованого так, щоб тріщина не стартувала само-

вільно, а перебувала в статичному стані, в її вершину вводять каталізатор руйнування 10: ртуть, воду тощо, використовуючи ефект Ребіндера. Під його(каталізатора) впливом тріщина розпочне рости і наступить її просування канавкою 7 до отвору - концентратора 8, в якому відбудеться її зупинка і створиться навколо нього пластично деформована область внаслідок перерозподілу механічних напружень. Цей процес призводить до генерування сигналів акустичної емісії, які поступають на первинний перетворювач 6 і далі на електронні блоки апаратури 9. Налаштування їх чутливості здійснюють підбираючи рівень дискримінації, коефіцієнт підсилення, частотну смугу пропускання і місце встановлення перетворювача на об'єкті контролю.

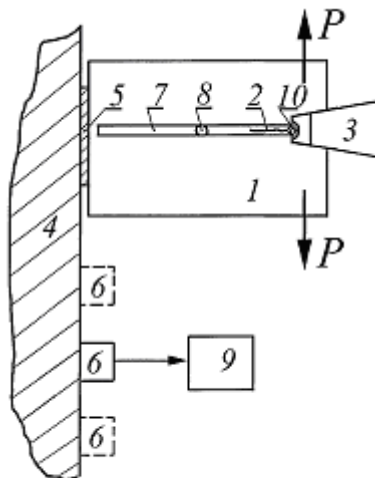
Приклад виконання

В якості зразка - імітатора сигналів акустичної емісії використовували зразок типу двухконсольної балки, виготовлений з сталі Ст3, а жорстка вставка - із гартованої сталі 40Х. Імітування сигналів акустичної емісії проводили на плиті зі сплаву 1201-Т товщиною 40мм, яка мала складний профіль поверхонь. Електрозварюванням приварили зразок із сталі Ст3 до плити. Дальше встановлювали первинні перетворювачі акустичної емісії на різних віддальх. Спочатку первинний перетворювач був встановлений на відстані 450мм від зразка - імітатора, а переставляючи його по поверхні плити вибрали оптимальне розташування для най-

кращої чутливості апаратури 1300мм. В якості первинного перетворювача сигналів акустичної емісії використовували п'зокерамічний перетворювач зі смугою пропускання 0,2 - 0,5МГц. Відбір та обробку сигналів проводили серійним приладом АВН-3 з попереднім їх підсиленням на 34дБ. В якості реєстратора огинаючої сигналів за період часу 0,1мс використовували швидкодіючий самописець типу Н-338/4. Позитивний технічний ефект від винаходу досягають тим, що підвищують вірогідність інформації, котру отримують за сигналами акустичної емісії внаслідок вибору максимально можливої чутливості апаратури завдяки імітації сигналів за прогнозованим механізмом їхнього генерування. Це, в свою чергу, призводить до підвищення точності визначення необхідних даних неруйнуючого контролю та дозволить гарантувати надійність і довговічність контрольованого об'єкту і тим самим здеешевить випробування та його експлуатацію.

Джерела інформації:

1. The EWGAE AE-Code for acoustic emission examination of courses of discrete acoustic events //NDT International. - 1985. - 18, №4. - P. 185 - 194.
2. Davidson G. P. and Emmony D. C. The absolute calibration of acoustic emission systems //Advace in acoustic emission. - Dunhart; USA. - 1981. - P. 39 - 48.
3. Wadley H. N. G., Scrubi C. B and Speake J. H. Acoustic emission for physical examination of metals //Int. Met. Reviews/ - 1980/ - 25, №2 - P. 41 - 64.



Фіг.