



УКРАЇНА

(19) UA (11) 44165 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 29/00
G01N 23/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ДЕГРАДАЦІЇ МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ТОМОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

1

(21) u200902646

(22) 23.03.2009

(24) 25.09.2009

(46) 25.09.2009, Бюл. № 18, 2009 р.

(72) КОШОВИЙ ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ, РО-
МАНИШИН ІГОР МИХАЙЛОВИЧ, РОМАНИШИН
РОСТИСЛАВ ІГОРОВИЧ, ШАМА МИКОЛА АНДРІ-
ЙОВИЧ, ШАРАМАГА РОМАН ВАСИЛЬОВИЧ

(73) ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В.
КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ, ВІДДІЛ 23

(57) Спосіб оцінки деградації матеріалів, що вклю-
чає сканування зовнішньої поверхні виробу та ультра-
звукове зондування матеріалу прямим суміще-

2

ним ультразвуковим перетворювачем, реєстрацію
зворотно розсіяного структурою матеріалу ультра-
звукового сигналу, томографічну реконструкцію
просторового розподілу коефіцієнта розсіювання
ультразвуку в об'ємі виробу, який **відрізняється**
тим, що додатково проводять оцінку нерівномірної
просторової розподілу коефіцієнта розсіюван-
ня шляхом обчислення запропонованого парамет-
ра SNR (відношення сигнал/шум) за окремими
реконструйованими томографічними зображен-
нями, який зменшується з посиленням деградації,
що дозволяє отримати оцінку ступеня деградації
матеріалу по об'єму виробу.

Корисна модель відноситься до способів до-
слідження матеріалів і може бути використана в
неруйнівному контролі для оцінки експлуатаційної
деградації металу по об'єму виробу.

Відомий спосіб оцінки рівня пошкоджуваності
матеріалу внаслідок накопичення пошкоджень в
процесі напруження, згідно якого для кожного
досліджуваного матеріалу проводять визначення
фізико-механічних характеристик матеріалу, па-
раметрів розсіювання визначених фізико-
механічних характеристик, будують тарувальну
залежність між параметрами розсіювання будь-
якої фізико-механічної характеристики і фактич-
ною пошкодженістю до її граничних значень, а
оцінку рівня пошкодженості матеріалу проводять
шляхом порівняння параметрів розсіювання вимі-
рюваного значення фізико-механічної величини чи
сукупності вимірюваних значень з відповідними
значеннями тарувальних залежностей (Патент
України № 4843. МКИ 7 G01N3/00. Спосіб оцінки
рівня пошкоджуваності матеріалу / А.О.Лебедев,
М.Р.Музика. - Опубл. 15.02.2005. Бюл. № 2).

Однак при цьому способі неможливо отримати
оцінку деградації матеріалу в об'ємі виробу, на-
приклад, по товщині товстостінного виробу. Хоча
відомо, що в процесі експлуатації товстостінних
трубопроводів внутрішня частина деградує біль-
ше, і ступінь деградації матеріалу від внутрішньої
поверхні товстостінного трубопроводу до зовніш-
ньої поверхні зменшується.

В основу корисної моделі поставлено задачу
створення такого неруйнівного способу оцінки ек-
сплуатаційної деградації матеріалу, який би дозво-
лив отримувати цю оцінку по об'єму товстостінних
виробів.

Поставлене завдання вирішується шляхом
сканування зовнішньої поверхні виробу та ультра-
звукового зондування матеріалу прямим суміще-
ним ультразвуковим перетворювачем, реєстрації
зворотно розсіяного структурою матеріалу ультра-
звукового сигналу, томографічної реконструкції
просторового розподілу коефіцієнта розсіювання
ультразвуку в об'ємі виробу та, згідно з корисною
моделлю, оцінки нерівномірності просторового
розподілу коефіцієнта розсіювання ультразвуку
структурою матеріалу на основі обчислення для
окремих реконструйованих томографічних зобра-
жень перерізів коефіцієнта розсіювання ультра-
звуку параметра

$$SNR = 10 \lg \frac{\sum_i \sum_j a_{ij}^2}{\sum_i \sum_j (a_{ij} - \bar{a})^2}$$

де a_{ij} - елементи зображень, сумування ве-
деться по пікселях, для яких обчислюється пара-
метр, \bar{a} - середнє значення елементів a_{ij} , для яких
проводилось сумування.

В основі корисної моделі лежить ефект поси-
лення структурної неоднорідності (зростання роз-

UA (19) 44165 (13) U

сіяної пошкоджуваності) в процесі деградації матеріалу та оцінці цієї структурної неоднорідності шляхом визначення нерівномірності просторового розподілу коефіцієнта розсіювання ультразвуку на структурних неоднорідностях на основі обчислення відношення сигнал/шум за реконструйованим томографічним зображенням коефіцієнта розсіювання ультразвуку, яке (відношення сигнал/шум) з посиленням деградації зменшується.

Для перевірки правомірності використання запропонованого параметра SNR в діагностичних задачах неруйнівного оцінювання ступеня деградації металу в об'ємі виробу за томографічними зображеннями просторового розподілу коефіцієнта розсіювання ультразвуку проведені експерименти на трубопроводі живильної води другого контуру одного із блоків Рівненській АЕС (в промислових умовах), який має напрацювання ~ 250000 годин, та на сегменті нового трубопроводу, наданого Рівненською АЕС, метал якого не має напрацювання.

Як показали експериментальні дослідження, для трубопроводу з напрацюванням ~250000 годин параметр SNR для томографічних зображень перерізів коефіцієнта розсіювання ультразвуку матеріалом з різним ступенем деградації знаходиться в межах $1 \div 2,5$, а для трубопроводу без напрацювання параметр SNR для томографічних

зображень перерізів коефіцієнта розсіювання ультразвуку матеріалом знаходиться в межах $3 \div 4,5$.

Таким чином, даний спосіб відрізняється від відомого способу оцінки деградації матеріалу тим, що дозволяє провести оцінку ступеня деградації матеріалу по об'єму товстостінних виробів.

Спосіб оцінки деградації матеріалу реалізують наступним чином. Проводять ультразвукове зондування прямим суміщенням п'єзоперетворювачем в зоні контролю на зовнішній поверхні товстостінного виробу з реєстрацією зворотно розсіяного структурою матеріалу ультразвукового сигналу. Проводять 3D-томографічну реконструкцію коефіцієнта розсіювання ультразвуку в об'ємі виробу. Оцінюють нерівномірність просторового розподілу коефіцієнта розсіювання ультразвуку на основі обчислення параметра SNR за томографічними зображеннями коефіцієнта розсіювання ультразвуку для перерізів з різною деградацією, який (параметр SNR) зменшується із збільшенням деградації і на основі якого проводять оцінку деградації по об'єму товстостінних виробів.

Література

1. Патент України № 4843. МКИ 7 G01N3/00. Спосіб оцінки рівня пошкоджуваності матеріалу / А.О.Лебедев, М.Р.Музика. - Опубл. 15.02.2005. Бюл. № 2.