

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ КОНТРОЛЬ ОБ'ЄКТІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

Богачев І.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, 03057, м. Київ, вул. Желябова, 2а

Практичний інтерес представляє створення систем неруйнівного контролю високонавантажених об'єктів складної форми, таких, наприклад, як лопатки турбін, лонжерони лопатей літальних апаратів, тонкостінні елементи несучих конструкцій і багато інших. Важливим об'єктом контролю є сам ультразвуковий перетворювач діагностичних систем. У переважній більшості випадків це п'єзoeлектричні перетворювачі. Практично всі методи вимірювання характеристик таких перетворювачів, які використовуються в даний час, передбачають проведення інтегральних (усереднених) за площею вимірювань параметрів з використанням стандартних зразків і в далекій зоні акустичного поля перетворювача. Однак для більш точного вимірювання характеристик перетворювачів, для виявлення локальних дефектів, що виникають при їх виготовленні, необхідно проводити диференціальні вимірювання контрольованих параметрів по поверхні перетворювача, що дає можливість визначити причини відхилення параметрів від номінальних значень і вдосконалити технологічні процеси виготовлення перетворювачів.

Для систем неруйнівного контролю таких об'єктів потрібні малоапертурні ультразвукові перетворювачі, які мають площу випромінюючої та приймаючої поверхні набагато меншу, ніж поверхня у контрольованих зразків.

Для вирішення перерахованих вище завдань розроблені ультразвукові перетворювачі (рис. 1), що використовують магнітострикційні ефект і мають малу площу поверхні, що випромінює, $0,07 \dots 0,8 \text{ мм}^2$ (діаметр хвилеводу $0,3 \dots 1,0 \text{ мм}$), що дозволяє створити в контрольованому зразку напівсферичну (ненаправлену) поздовжню хвилю при зондуючому радіоімпульсному сигналі з частотою заповнення $0,5 \dots 2,5 \text{ МГц}$



Рисунок 1- Ультразвуковий малоапертурний магнітострикційний перетворювач

Висока чутливість сенсорів досягається за рахунок використання спеціальних матеріалів з високим значенням коефіцієнта магнітострикції та застосування акустичного підсумовування ультразвукових сигналів у хвилеводі.

Приймаючий кінець хвилеводу сенсора може бути зашліфований врівень, а може виступати на кілька міліметрів з корпусу, що дає можливість використовувати сухий контакт.

Електричний імпеданс малоапертурних магнітострикційних сенсорів становить 0,1 ... 10,0 Ом. Виготовлення пасивних узгоджувальних пристроїв в одному корпусі з сенсором дозволяє зменшити втрати сигналу при передачі його до електронних блоків. Особливо це ефективно для сенсорів з маловитковими котушками.

Ще одна істотна перевага магнітострикційних сенсорів - точка Кюрі (температура, при якій зникає магнітострикційний ефект) для більшості поширених магнітострикційних матеріалів знаходиться в межах 600 - 1200 °С, що значно перевищує температуру Кюрі для п'єзоелектричних перетворювачів. Ця особливість дозволяє використовувати такі сенсори при високих температурах, що необхідно для контролю нагрітих тіл (котлів, труб, теплообмінників та ін.) безпосередньо в процесі їх функціонування.

Застосування в системах ультразвукового контролю малоапертурних магнітострикційних сенсорів дозволило так само з високою вірогідністю контролювати розподіл акустичного тиску по поверхні елементів ультразвукових фазованих антенних решіток, а також інші параметри і характеристики сучасних ультразвукових сенсорів [3].

Для роботи з магнітострикційними сенсорами був розроблений та виготовлений прилад ПМСС-1, який має формувач радіоімпульсів з вихідним електричним імпедансом на рівні 0,2 Ом та вхідний підсилювач. Цей прилад може використовуватись з ультразвуковими перетворювачами, які мають малий електричний імпеданс.

Малоапертурні перетворювачі в багатьох випадках мають суттєві переваги над іншими перетворювачами, що відкриває великі перспективи їх використання. Подальші дослідження будуть направлені на збільшення розрізняювальної здатності систем ультразвукового контролю, що дозволить підвищити ймовірність виявлення різноманітних дефектів.

Перелік використаних джерел:

- 1. Патент 104567 України. Ультразвуковий малоапертурний магнітострикційний перетворювач / В.П. Бабак, І.В. Богачев; заявник і власник патенту ІТТФ НАНУ. – а201306020; заявл. 15.05.13; опубл. 10.02.14, Бюл. №3.*
- 2. Інформаційне забезпечення моніторингу об'єктів теплоенергетики: Монографія / В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Березун та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / - К., 2015. – 512 с.*
- 3. Туз Ю.М. Измерение акустической взаимной связи между пьезоэлектрическими элементами в ультразвуковых фазированных антенных решётках / Ю.М. Туз, А.П. Красковский, И.В. Богачёв // Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал. – Івано-Франківськ. – 2009. –№ 23. – С. 8–12.*