УДК.621.891:534

Стахова А.П., канд. техн. наук
Національний авіаційний університет, м. Київ, angelik2003@ukr.net
Ігнатенко П.Л., канд. техн. наук, доцент
Чернігівський національний технологічний університет, ignatenkopl1@i.ua

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ІМПЕДАНСНОГО МЕТОДУ

Активне впровадження в різні галузі техніки технології композиційних матеріалів дозволяють отримати матеріали з унікальними фізичними властивостям, тому неможливо уявити сучасну промисловість без застосування виробів з композиційних матеріалів. Сучасні композиційні матеріали володіють не тільки широким спектром механічних, фізичних і хімічних властивостей, а й здатністю до направленої їх зміни відповідно до призначення конструкції. Спрямований характер властивостей, передбачає, що поряд з високими механічними характеристиками, ці унікальні фізичні властивості породжують і нові класи дефектів, які не підлягають визначенню класичними методами контролю.

Інтенсивно розширюється впровадження композитів в несучі конструкції різного призначення, що вимагає розробки розрахункових моделей і методів, що враховують особливості структури та поведінки цих матеріалів [1]. Композиційні та багатошарові матеріали в силу своїх конструктивних та фізичних особливостей не дозволяють застосовувати класичні методи контролю якості, такі як ультразвукові, вихрострумневі, радіографічні. Для таких матеріалів були розроблені спеціальні методи контролю, це імпедансний метод, метод вільних коливань, велосиметричний метод.

Достовірність діагностики визначається не тільки вживаними фізичними методами отримання інформації про технічний стан виробу, але і математичними моделями, покладеними в основу методів діагностики, методиками обробки одержуваної інформації з метою формування просторів ознак і ухвалення діагностичних рішень.

Сучасні прилади і системи діагностики композиційних матеріалів використовують в основному, детерміновані моделі і відповідні їм методи обробки інформативних сигналів і ухвалення діагностичних рішень, які не забезпечують необхідну перешкодозахисну, точність вимірювань і достовірність діагностики.

Основною задачею при розробці методів і систем діагностики є знаходження інформативних параметрів сигналів, що одержуються в результаті взаємодії фізичних полів з об’єктом діагностики, які несуть інформацію про стан виробу. При вирішенні поставленої задачі була розроблена система діагностики композиційних матеріалів за допомогою імпедансного методу, який дозволяє виявляти найбільш небезпечні дефекти.

Принцип даного методу полягає у використанні впливу дефекту на механічний імпеданс Z досліджуваної зони контрольованого об’єкту. Зміна імпедансу Z перетворюється у відповідні їм зміни параметрів електричного сигналу, які потім обробляються і представляється на тому чи іншому індикаторі.

Механічний імпеданс багатошарової конструкції визначається пружними властивостями, густиною матеріалів і товщиною шарів, коефіцієнтами загасання коливань в шарах, розмірами як самої конструкції, так і дефектних зон, станом з’єднань між шарами. Тому, якщо виміряний імпеданс відрізняється від еталонного, це свідчить про наявність дефекту. Однак, невизначеність граничних умов, форми можливих дефектів та механічних параметрів шарів над дефектами не дозволяє отримати аналітичну залежність між геометричними параметрами дефектів та механічним імпедансом. Тому для розробки методик контролю імпедансним методом основними даними є експериментальні.

Застосування розрахункових методів ускладнюється і стає ненадійним у випадках виробів складного складу і форми. У цих умовах основним засобом дослідження є експеримент.

Пристроями, чутливими до зміни механічного імпедансу контрольованого об’єкту, служать перетворювачі дефектоскопа (рис.1). Чутливість дефектоскопа визначається чутливістю перетворювача і способом обробки його вихідного сигналу в електронному блоці. Даний перетворювач має сухий точковий контакт з контрольованими об’єктами через сферичний контактний наконечник. Маса 8 підвищує потужність випромінювання в звукопровод. Перетворювач, порушує в контрольованій багатошаровій конструкції згинальні коливання. У бездефектних зонах імпеданс $Z_н$ визначається всіма шарами виробу, дефект ослаблює зв’язок відокремленого їм шару з виробом. Тому імпеданс $|Z_н|$ зменшується. Зміна імпедансу міняє коефіцієнт передачі перетворювача $\dot{P} = \dot{U}_2 / \dot{U}_1 = P \cdot e^{j\psi}$.

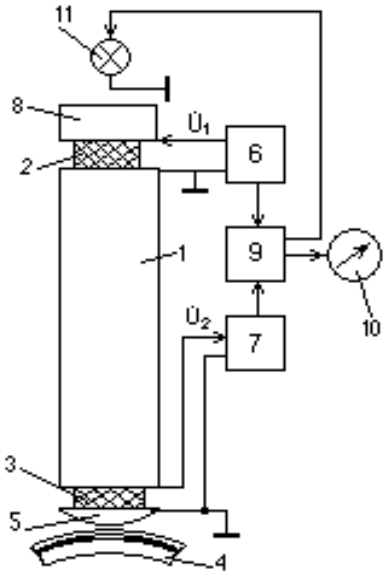

Рис. 1 – Структурна схема імпедансного дефектоскопа з суміщеним перетворювачем; 1 – стержень, 2 – випромінюючий п’єзоелемент, 3 – вимірювальний п’єзоелемент, 4 – контрольований виріб, 5 – контактний наконечник, 6 – генератор синусоїдального електричної напруги, 7 – підсилювач, 8 – маса, 9 – блок обробки, 10 – індикатор, 11 – сигнальна лампочка

В роботі представлена узагальнена структурна схема інформаційно-вимірювальної системи діагностики виробів з композиційних матеріалів (рис.2), що реалізує імпедансний метод діагностики. Система складається з контрольованого об’єкту, роздільно-суміщеного перетворювача, пристрою сполучення, порту вводу-виводу, який виконує зв’язок блоку сполучення з комп’ютером.

Система працює з використанням можливостей сучасної обчислювальної техніки під управлінням розробленого пакету прикладних програм. Пристрій сполучення виконує функцію погодження приймального давача імпедансного дефектоскопа з портом аналого-цифрового вводу-виводу, а також містить аналоговий канал вимірювання і регульований генератор збуджуючих імпульсів. Канал вимірювання складається з нормуючого підсилювача, що погоджує первинний давач з вимірювальним ланцюгом системи, та фільтр нижніх частот, який формує необхідну частотну смугу вимірювальних сигналів і погоджує її з частотою дискретизації аналого-цифрового перетворювача порту вводу-виводу, для зменшення ефекту накладення спектру при дискретизації вхідного сигналу.

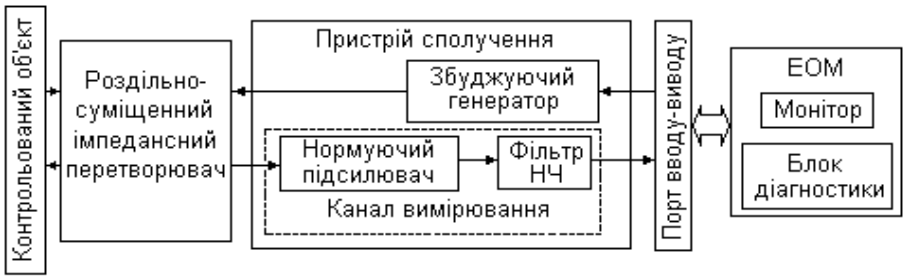

Рис. 2 – Структурна схема інформаційно-вимірювальної системи діагностики

Список посилань

1. Джур Є.О. Полімерні композиційні матеріали в ракетно-космічній техніці: Підручник / Є.О. Джур, Л.Д. Кучма, Т.А. Манькота та ін. – К.: Виша освіта, 2003. – 399 с.