

ВДОСКОНАЛЕННЯ ФАЗОВОГО МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ ЛУНА-СИГНАЛІВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ

Дергунов О.В., Національний авіаційний університет, Київ, Україна, dergunov.av@gmail.com

Розвиток технологій виготовлення нових конструкційних матеріалів вимагає постійного вдосконалення методів контролю їх стану. Одним з широко вживаних видів неруйнівного контролю є ультразвуковий контроль (УЗК). Важливим напрямом удосконалення УЗК є підвищення відношення сигнал/шум, за якого можливе виявлення сигналів контролю (СК). Відомий фазовий метод виявлення імпульсних сигналів УЗК з гармонічною несучою та гаусовою обвідною, згідно якого, інформативною ознакою вважають кругову статистичну характеристику – вибірккову результуючу довжину вектора r , $r \in [0, 1)$. Останню отримують в результаті ковзного сканування прямокутним вікном апертурою M_r різниці фазової характеристики (ФХ) сигналу контролю та ФХ гармонічного сигналу. На виділених вікном M_r ділянках аналізу за наявності луна-сигналу з гармонічною несучою частотою f значення r збільшуються, а за наявності лише шумової компоненти значення r зменшуються.

Результати експериментальних досліджень свідчать про можливість виявлення луна-імпульсів в суміші сигналу із гаусовим шумом за відношення сигнал/шум $\geq 0,3$. Умови проведення експерименту: частота дискретизації $f_\delta = 50$ МГц, частота несучої $f_n = 1$ МГц, апертура вікна $M_r = 350$ відліків, кількість періодів несучої в імпульсі = 6. Для вдосконалення фазового методу обрано наступний алгоритм. Накопичують вибірку сигналів – до 30 реалізацій, отриманих за відсутності переміщень датчика відносно об'єкта контролю. Застосовують до отриманих реалізацій емпіричну модову декомпозицію (перший етап перетворення Гільберта-Хуанга) – розкладають реалізації на циклічні компоненти із подальшим відсіюванням шумових складових та відновленням сигналів контролю. До відновлених сигналів застосовують відомий фазовий метод. Отримані 30 реалізацій статистики r усереднюють. До усередненої r статистики застосовують адаптивну медіанну фільтрацію.

В доповіді показано, що результуюча r -статистика дозволяє визначати луна-імпульси за відношення вхідний сигнал/шум $\geq 0,1$ (за зазначених умов проведення експерименту). Застосування в модифікованому методі процедури емпіричної модової декомпозиції дозволяє підвищити ефективність виявлення луна-імпульсів в порівнянні з усередненням r -статистик в півтора-два рази (для відношень сигнал/шум $< 0,5$). Забезпечення працездатності модифікованого фазового методу за малих відношень сигнал/шум на вході фазового виявляча дозволить виявляти менші за розмірами дефекти та збільшити глибину виявлення таких дефектів.

Ключові слова: ультразвуковий контроль, фазовий метод, емпірична модова декомпозиція.