

УДК 620.19

Тасаж В.С., студент гр. ПК-91мп
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ОБРОБКА ДАНИХ, ЩО ОТРИМАНІ У РЕЗУЛЬТАТІ КОНТРОЛЮ МЕТОДОМ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ

Анотація. Стаття присвячена огляду методів обробки даних, що отримані у результаті контролю методом вільних коливань. Показані різні методи обробки сигналів та описані технічні труднощі, пов'язані з можливістю модифікації методу.

Ключові слова: обробка сигналу, метод вільних коливань, спектр

ВСТУП

У даний час в області дефектоскопії застосовується велика кількість діагностичних приладів, які використовують різні фізичні принципи виявлення дефектів. Вибір того чи іншого способу обумовлений здебільшого фізичними властивостями об'єкта контролю. Велике поширення набули методи акустичного контролю, в області використання яких і будемо розглядати обробку даних на прикладі одного із найвідоміших методів - методу вільних коливань (МВК).

МЕХАНІЗМИ ОБРОБКИ ДАНИХ

Тривалий час МВК широко не розвивався і використовувався в основному в різного роду аналізаторах дефектів шаруватих середовищ, тобто працював у вузькій області застосування. Це пояснюється тим фактом, що існуючі на той момент перетворювачі акустичного сигналу, аналогові спектральні аналізатори та індикатори результатів вимірювань не забезпечували необхідної достовірності вимірювань.

Фізика процесів, що відбувається при ударі і подальшому поширенні акустичних коливань, виявилася набагато складніше, ніж вважалося раніше. Старі конструктивні рішення і методи обробки сигналів не дозволяли виділити стійку інформативну складову у складному сигналі, отриманому при перетворенні загасаючого акустичного коливання. І тільки в наш час, з розвитком сучасних технологій у всіх напрямках, з'явилася можливість вивести цей метод на новий рівень.

Суть методу вільних коливань полягає в наступному. Якщо тверде тіло збудити різким ударом, то в ньому виникнуть вільні коливання. При наявності дефекту параметри коливальної системи змінюються, що веде до зміни амплітуди, частоти власних коливань і декременту загасання.

Збуджений акустичний сигнал, що має затухаючий характер і складається з безлічі гармонік, записується мікрофоном та перетворюється в цифровий код за допомогою аналогово-цифрового перетворювача.

Для подальшої роботи застосовують такі основні механізми обробки даних:

- Згладжування сигналу. Суть даної операції зводиться до зменшення раптових стрибків у сигналі, викликаних сторонніми шумами або іншими факторами. Застосовується як для "сирого" сигналу, так і для частотного спектра.

- Фільтрація шумів. Цей метод служить для ослаблення випадкової складової (шуму) і виділення корисного сигналу. Для оцінки корисної складової

сигналу застосовуються параметричні і непараметричні методи. До параметричних методів відноситься апроксимація корисної складової сигналу.

- Дискретне або швидке перетворення Фур'є (ДПФ).
- Статистична обробка результатів вимірювань, яка враховує статистичний розподіл частот по всіх вибірках, беручи до уваги оцінюваний рівень потужності кожної частотної складової в заданому діапазоні.

Оцінювання спектра дискретизованих детермінованих і випадкових процесів зазвичай виконується за допомогою процедур, що використовують перетворення Фур'є. У результаті його застосування відбувається розкладання сигналу (рис. 1) на гармонійні складові, такі як частота і амплітуда, тобто отримуємо спектр вихідного сигналу.

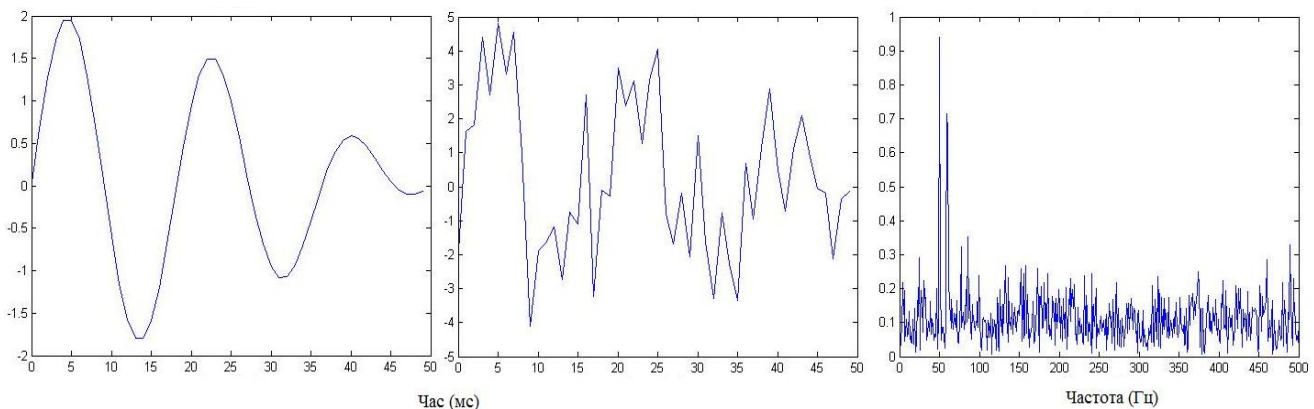


Рис 1. На рисунку зображений чистий сигнал, його зашумлена версія та графік частотного спектра амплітуд. Визначити частотні складові сигналу при такому шумі дозволяє перетворення Фур'є.

Найчастіше, перетворення Фур'є застосовують до безперервних функцій дійсного аргументу, результатом якого є безперервна функція частоти. Однак на практиці доводиться працювати з дискретним сигналом. Для побудови спектра дискретної функції застосовується дискретне перетворення Фур'є (ДПФ), яке задається формулою:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i kn}{N}} = \sum_{n=0}^{N-1} x_n [\cos(\frac{2\pi kn}{N}) - i \sin(\frac{2\pi kn}{N})], k = 0, \dots, N-1 \quad (1)$$

де:

- N - кількість вимірювань за період значень сигналу, а також кількість компонентів розкладання;
- $x_n, n = 0, \dots, N-1$, - виміряні значення сигналу;
- $X_k, k = 0, \dots, N-1$, - N комплексних амплітуд синусоїдальних сигналів, що складають вихідний сигнал;
- k - індекс частоти.

З останнього видно, що перетворення розкладає сигнал на синусоїдальні складові (які називаються гармоніками) з частотами від N коливань за період до одного коливання за період.

Для побудови спектрів, візуалізації графіків та реалізації нейронних мереж (рис. 2) для визначення наявності дефектів в об'єкті контролю (ОК) можна застосовувати програмне середовище LabVIEW. В даному випадку штучна нейронна мережа виступає в якості класифікатора.

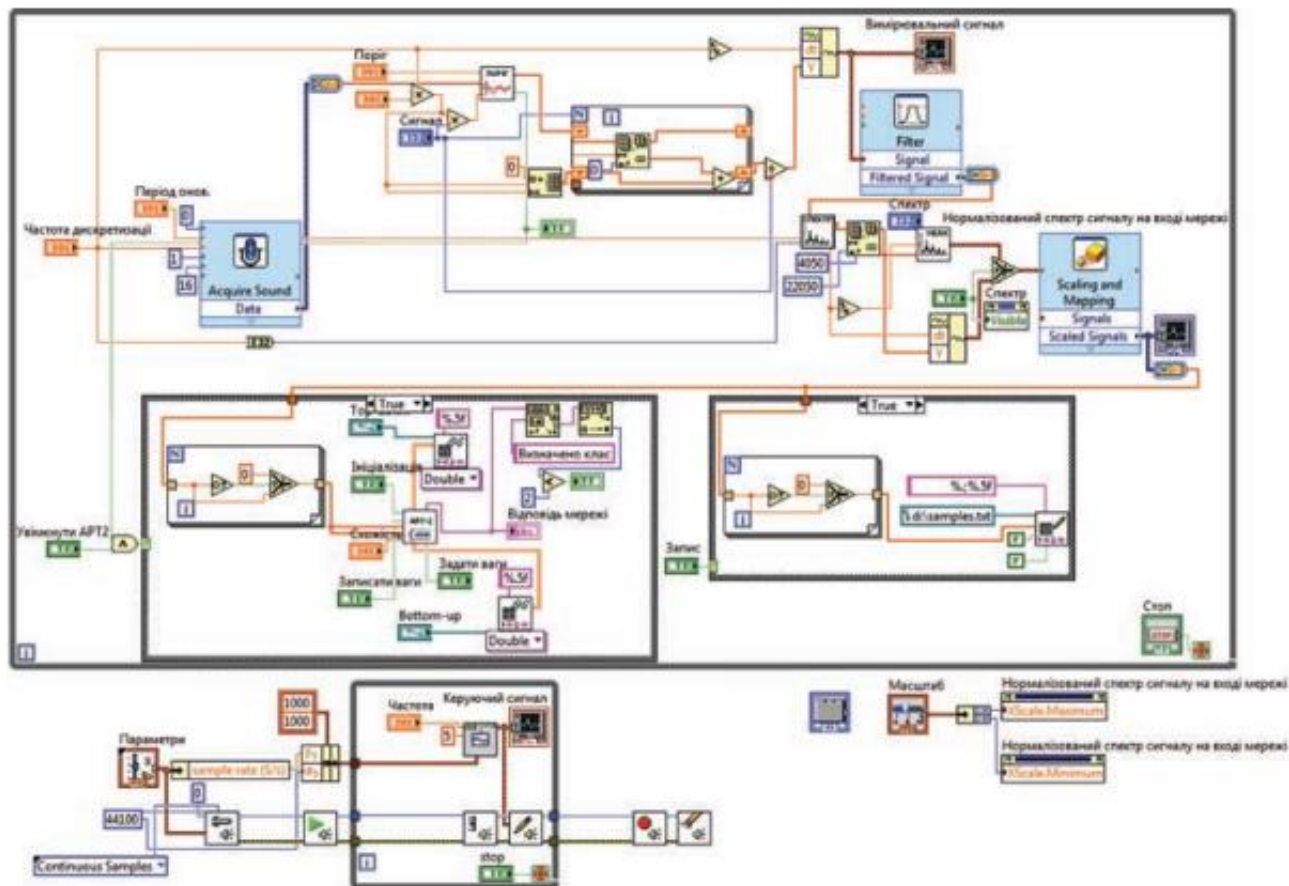


Рис 2. Блок-діаграма віртуального приладу системи класифікації технічного стану об'єктів з використанням нейронних мереж в середовищі LabVIEW

Застосування штучних нейронних мереж обумовлено тим, що коливання, які виникають в ОК, мають складну форму, і це значно ускладнювало б використання інших методів обробки результатів вимірювань.

Однак для того, щоб отримати правильні результати, необхідно вибрати такий тип мережі, яка була б придатною саме для обробки даних, отриманих у результаті контролю МВК. Тому аналіз різних типів НМ та вибір оптимальної є важливою подальшою задачею у цих дослідженнях.

ВИСНОВКИ

Детально описаний алгоритм та наведені основні методи обробки акустичного сигналу в методі вільних коливань. Наведене практичне застосування ДПФ. У ситуації, що склалася для подальшого розвитку методу вільних коливань, пропонується застосовувати нейронну мережу, тип якої повинен бути обраний під час подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Галаган Р.М. Реалізація нейромережєвих алгоритмів класифікації технічного стану композиційних матеріалів за результатами акустичного контролю / Р. М. Галаган, А. С. Момот // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – Київ. – 2017. – №1. – С. 43-46 (DOI 10.15407/tdnk2017.01.07)
- [2] Белалами С. Неразрушающий контроль опор линий электропередачи методом свободных колебаний. – СПб: Санкт-Петербургский горный университет, 2017. – 91 с.
- [3] Исследование свободных колебаний струны в постоянном магнитном поле / Гурьев Д. К. // [Электронный ресурс]. - https://mipt.ru/upload/medialibrary/d74/gurev.dk_issledovanie-svobodnykh-kolebaniy-struny-v-postoyannom-magnitnom-pole.pdf

Науковий керівник, к.т.н., доц. Галаган Р.М.