

Л.Я. Мартинович, Ю.В. Лазоренко

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ВУГЛЕЦЕВИХ КОМПОЗИТІВ

Анотація. В роботі проведено визначення наявності дефекту в композитному матеріалі та визначення розмірів дефекту типу розшарування за допомогою штучної нейронної мережі зворотного поширення.

Ключові слова: вуглецевий композит, неруйнівний контроль, дефект типу розшарування, нейронна мережа зворотного поширення.

Вступ. Контроль якості виробів та матеріалів – один з найважливіших факторів як високоякісного виробництва, так і безперебійної та безвідмовної роботи всього виробу в цілому під час експлуатації. Використання вуглецевовміщуючих композитних матеріалів в таких галузях як ракето-, авіа-, судно-, автомобілебудування та спеціальних виробів [1] ставить питання дефектоскопії на перше місце під час виробництва композитів та під час експлуатації виробів з них.

Найбільш ефективним і перспективним з точки зору автоматизації є вихрострумний метод, докладно розглянутий у роботах [2,3]. Раніше проведені дослідження ускладнювалися відсутністю необхідних обчислювальних потужностей, що гальмувало їх хід. Однак ефективність використання методу в даний час показана в ряді робіт. Аналіз даних вихрострумного контролю вимагає від оператора великої концентрації, високої кваліфікації і хороших навичок роботи з конкретним приладом. Через особливості суб'єктивного сприйняття інформації може значно знижуватися якість результатів контролю. У зв'язку з цим при організації вихрострумного контролю необхідно прагнути мінімізувати вплив людського фактора, підвищивши ефективність контролю за рахунок розробки та застосування методів автоматизованого пошуку і класифікації дефектів поверхневого шару. Які, у свою чергу, будучи інтегровані в систему пошуку дефектів, підвищують її ефективність.

Постановка задачі. Композитні матеріали мають магнітні властивості, спотворюючи магнітне поле навколо себе. Наявність неоднорідностей і дефектів призводить до зміни топології поля [3]. Аналіз розподілу поля розсіювання поблизу поверхні дозволяє, знаючи закони розподілу магнітного поля для можливих типів дефектів, оцінювати геометрію дефекту.

Основна частина. Для вирішення завдання дефектоскопії необхідно використовувати інтелектуальні системи розпізнавання отриманих електромагнітних образів. Однією з таких систем є нейронна мережа, що володіє цілим рядом можливостей, які дозволяють отримати задовільне рішення навіть за відсутності адекватної моделі та при наявності неповних та перекручених даних [4, 6].

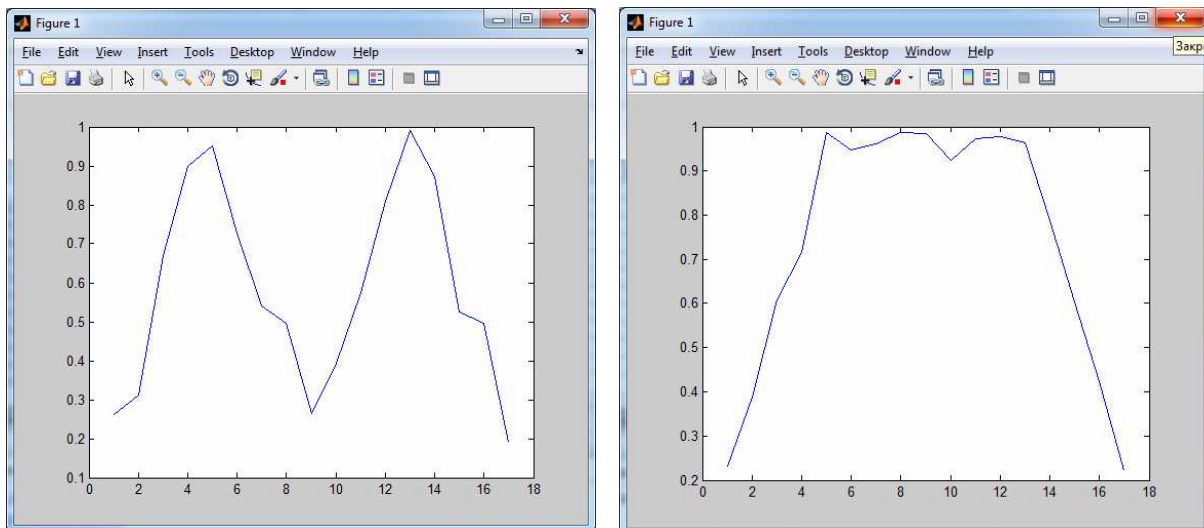
Для дослідження можливостей нейромережних технологій для ідентифікації пошкоджень на поверхні композитного матеріалу використовувались вектори даних, основані на модуляційних кривих, отриманих при взаємодії вихорострумове перетворювача з композитним матеріалом без дефектів та з одним дефектом у вигляді розшарування. Односпрямована мережа зворотного поширення, що використовувалась нами для моделювання, містить один вхідний шар, один проміжний шар (схований) і один вихідний шар. Вхідний шар мережі містить стільки ж елементів скільки і у вхідній матриці точок у векторі (17). Кількість нейронів у проміжному шарі обирається експериментально. Вихідний шар містить стільки елементів, скільки потрібно визначити у цільовому векторі. Для моделювання використовувалась спеціально розроблена програма середовища MATLAB R2011a з використанням Neural Network Toolbox.

Навчання мережі відбувалось з вчителем. Вектори навчальної множини пред'являються послідовно, обчислюються помилки і ваги підлаштовуються для кожного вектора доти, поки помилка по всьому навчальному масиву не досягне прийнятно низького рівня [5, 6]. Для навчання було достатньо 600 зразків.

Далі вирішували дві задачі. Перша задача полягає у розпізнаванні наявності дефекту. Друга задача - визначення розмірів дефекту.

Для розпізнавання наявності дефекту використовували односпрямовану мережу зворотного поширення з 17 елементами на вхідному шарі, 4 нейронами на прихованому шарі та 1 елементом на вихідному шарі. Вхідні вектори даних розбиті на дві групи, що складаються з

17 точок. Сформували множину вхідних векторів, який містить 300 зразків навчання на поверхні з дефектами та 300 зразків навчання на поверхні без дефектів. На рисунку 1 приведено приклад розпізнавання вектора вхідних даних з дефектом та без дефекта.



а)

б)

Рисунок 1 – Вхідний вектор даних описує матеріал:

а) містить дефект; б) не містить дефекту

Процес навчання завершився за 276 ітерацій, які тривали 4 секунди. Розпізнавання поверхні вуглецевовміщуючих композитних матеріалів відбулося з середньою помилкою $7.6 \cdot 10^{-6}$ (рис. 2). Тобто, визначення наявності дефекту відбувається зі 100% -ю точністю.

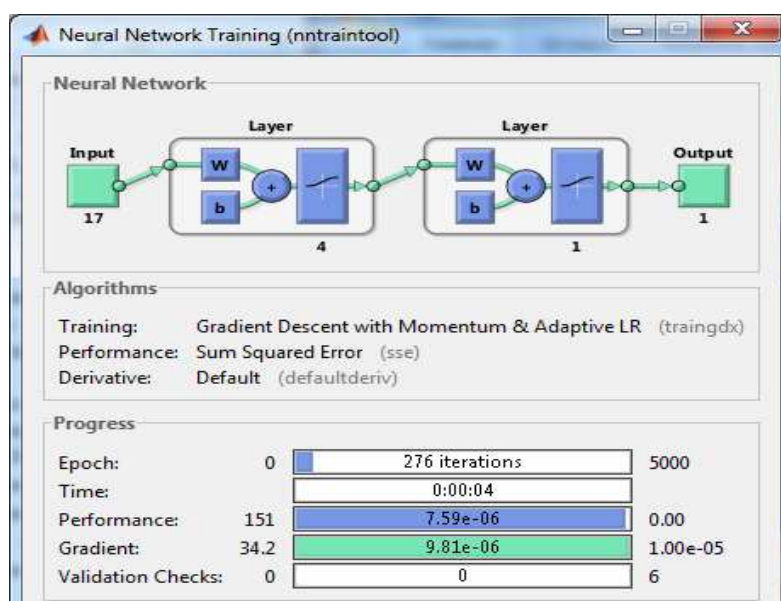


Рисунок 2 – Результат навчання мережі

Для вирішення другої задачі використовували односпрямовану мережу зворотного поширення з 37 елементами на вхідному шарі, 20 нейронами на проміжному шарі та 2 елементами на вихідному шарі. Вхідні вектори даних розбиті на групи, що складаються з 37 точок. Сформували множину вхідних векторів кількістю 474, які містять 12 зразків навчання на поверхні без дефектів та 462 зразка з дефектами шириною від 4 до 8 та глибиною від 4 до 20 точок.

Приклад вектору з дефектом глибиною 10, та шириною 8 показано на рисунку 3. Цього разу мережа навчилася за 5000 ітерацій, які тривали 60 секунд. Розпізнавання відбулось з середньою помилкою 0,275.

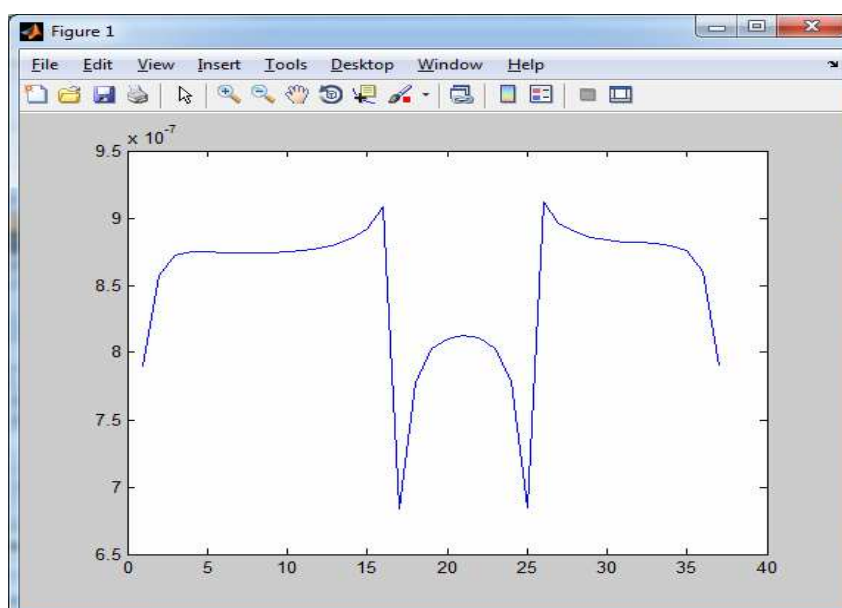


Рисунок 3 – Вхідний вектор описує матеріал з дефектом глибиною 10 та шириною 8 точок

При визначенні розмірів дефекту ширина визначається з максимальною похибкою 10%, а глибина дефекту з похибкою 22% при розмірах дефекту шириною 6 точок, глибиною 8.

Висновки. Застосування односпрямованої штучної нейронної мережі зворотного поширення для виявлення і розпізнавання локальних дефектів поверхневого шару вуглецевміщуючих композитних матеріалів та їх розмірів дозволяє точно визначити наявність дефекту. При визначенні розмірів дефектів, чим вони менші – тим більша похибка.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.mvmplant.com/materials/uglevolokno.html>
2. Соболев В.С., Шкарлет Ю.М. Накладные и экранные датчики. – Новосибирск, 1967. – 144с.
3. Дорофеев А.Л., Казаманов Ю.Ф. Электромагнитная дефектоскопия М. Машиностроение, 1980г. –232с.
4. Анил К. Джей Введение в искусственные нейронные сети // Открытые системы №04/97.
5. Янус Р.И. Магнитная дефектоскопия. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы – 1946. – 171с.
6. F.Uossermen. _The_Nejrokomputer_engineering__the_Theory_and_pra
ctiks