

Streszczenie

Metody badań nieniszczących (z ang. Non-Destructive Testing, NDT) i monitorowania stanu konstrukcji (z ang. Structural Health Monitoring, SHM) odgrywają kluczową rolę w przewidywaniu pozostałego okresu użytkowania konstrukcji poprzez precyzyjne techniki diagnostyczne i prognostyczne. Ich głównym celem jest identyfikacja i scharakteryzowanie potencjalnych wad, które mogą zagrozić integralności konstrukcji i wydajności użytkowej. Warto jednak zauważyć, że w ostatnich latach nastąpiło spowolnienie postępu w metodach SHM i NDT, które bazują na falach prowadzonych. To spowolnienie można przypisać ograniczeniom związanym z tradycyjnymi technikami przetwarzania sygnałów w zastosowaniu do skomplikowanych i trudnych wyzwań polegających na wyodrębnieniu cech związanych z uszkodzeniami z propagujących się sygnałów falowych.

Z drugiej strony, w ostatnim czasie nastąpiło niezwykle przyspieszenie w dziedzinie metod sztucznej inteligencji, szczególnie w zakresie głębokiego uczenia się i wizji komputerowej. Postęp ten odsłonił nowe możliwości rozwiązywania zagadnień technicznych i stwarza możliwości dla bezproblemowej integracji z metodologiami NDT, a następnie SHM.

Podstawowym celem tej rozprawy doktorskiej jest stworzenie innowacyjnego systemu diagnostycznego opartego na sztucznej inteligencji, w szczególności przystosowanej do identyfikacji delaminacji w laminatach kompozytowych wykonanych z polimerów wzmacnianych włóknami węglowymi. Przedsięwzięcie to obejmuje eksplorację potencjalnych możliwości wykorzystania metod opartych na sztucznych sieciach neuronowych do poprawy identyfikacji uszkodzeń poprzez analizę propagacji fal Lamba. Metody bazujące na sztucznych sieciach neuronowych opracowane w tym kontekście wykorzystują podejście typu od końca do końca, umożliwiające bezpośrednią transformację animacji propagujących się fal Lamb w kompleksowe mapy uszkodzeń.

Ponadto rozprawa podejmuje wyzwanie związane z długim czasem akwizycji danych w technikach obrazowania pełnego pola falowego o wysokiej rozdzielczości. Aby pokonać tę przeszkodę, zaproponowałem metodę głębokiego uczenia się, zaprojektowaną do rekonstrukcji wysokiej rozdzielczości klatek obrazujących propagację fal Lamba i ich oddziaływanie z delaminacjami i brzegiem struktury z pomiarów o niskiej rozdzielczości. To innowacyjne podejście zapewnia znaczące przyspieszenie procesu pozyskiwania danych.

Ponadto, zaproponowano inne podejście bazujące na głębokim uczeniu się w modelowaniu zastępczym do rozwiązywania zagadnień odwrotnych identyfikacji delaminacji. Ten model zastępczy jest w stanie przewidzieć pełne pole fal Lamba oddziałujących z delaminacją w znacznie krótszym czasie niż przy użyciu tradycyjnej metody elementów skończonych.