

Proponowane badania są motywowane potrzebą poprawy bezpieczeństwa i jakości życia poprzez opracowanie zaawansowanych, ekonomicznych i przyjaznych dla środowiska technologii monitorowania stanu konstrukcji (z ang. structural health monitoring, SHM) w czasie rzeczywistym. Proponowana metoda przeznaczona jest do kontroli jakości zaawansowanych materiałów kompozytowych (np. materiały przekładkowe, laminaty) stosowanych w przemyśle lotniczym, morskim, kosmicznym, motoryzacyjnym oraz zbrojeniowym. Badania przyczynią się do zmniejszenia kosztów wymiany części, czasu przestoju statku powietrznego związanego z przeglądem serwisowym, ryzyka katastrofy lotniczej z powodu niedokładnego monitorowania stanu konstrukcji.

Zaawansowane struktury kompozytowe (z ang. advanced composite structures, ACS) łączą wysoce pożądane właściwości skutecznej izolacji akustycznej, lekkiej konstrukcji, ognioodporności, wysokiej zdolności pochłaniania energii i wysokiego stosunku wytrzymałości do masy. Jednak, zmienne warunki otoczenia, specjalne wymagania konstrukcyjne, różnorodny charakter obciążeń, starzenie materiału oraz niebezpieczeństwo uderzenia obcymi obiektami mogą prowadzić do różnego rodzaju uszkodzeń (takich jak zlokalizowana niejednorodność, delaminacja, pęknięcia zmęczeniowe, pęknięcia włókien lub matrycy, rozklejenie i inne), które mogą znacznie zagrozić bezpieczeństwu i integralności całej konstrukcji. Zlokalizowanie, identyfikacja i złagodzenie tego typu ukrytych uszkodzeń stanowi wyzwanie dla zespołów badawczych, aby zapewnić bezpieczeństwo konstrukcji inżynierskich.

Wykazano, że technika oparta na propagacji fali ultradźwiękowej (z ang. guided waves, GW) i emisji akustycznej (z ang. acoustic emission, AE) jest skuteczna w wykrywaniu uszkodzeń w strukturach w skali laboratoryjnej (zarówno metalicznej, jak i kompozytowej) w oparciu o zmieniające się charakterystyki sygnału i czasu przybycia fal. Jednak pilnym wyzwaniem naukowym jest zapewnienie solidnego rozwiązania zagadnienia odwrotnego związanego z mapowaniem GW generowanych za pomocą przetworników piezoelektrycznych oraz AE wywołanej pojawieniem się uszkodzenia w celu charakteryzacji i lokalizacji uszkodzeń w rozproszonych strukturach w czasie rzeczywistym. Interdyscyplinarny charakter problemu, w tym oparte na fizyce zrozumienie wpływu liniowych i nieliniowych reakcji na propagację fal ultradźwiękowych i AE w ACS z wieloma regionami uszkodzeń pod istotną niepewnością na poziomie operacyjnym, jak i systemowym, wymagają badań na wielopoziomowym, hierarchicznym i holistycznym systemie wykrywania uszkodzeń z opartym na danych uzyskanymi z identyfikacji odwrotnej.

Projekt realizowany będzie dwuetapowo – z jednej strony zbadanie algorytmów wykrywania uszkodzeń w czasie rzeczywistym oraz charakteryzacja uszkodzeń w oparciu o skalibrowane i sparametryzowane modele bazowe z drugiej strony. Opracowany zostanie pół-analityczny sprężysto-dynamiczny model do szybkiego obliczania obszernego pola w dziedzinie czasu dla propagacji GW w ACS w celu uzyskania teoretycznej odpowiedzi czasowej oraz charakterystyk dyspersji propagujących sygnałów. Obliczenia zostaną przeprowadzone dla wąsko- i szerokopasmowych wzbudzeń, a następnie zostaną porównane z danymi uzyskanymi z analizy numerycznej. W celu gromadzenia sygnałów zostanie zastosowana sieć czujników inteligentnych, a następnie sygnały te będą wykorzystywane do generowania/odbierania AE w czasie rzeczywistym w próbkach doświadczalnych.