

Materiały kompozytowe, w szczególności polimery wzmacniane długim włóknem węglowym lub szklanym, są coraz częściej wykorzystywane w przemyśle. Materiały te są szeroko stosowane m.in. w różnych konstrukcjach lotniczych, przemyśle motoryzacyjnym i morskim. Ponadto, materiały te są szeroko stosowane w energetyce odnawialnej do produkcji łopat turbin wiatrowych.

Główną cechą, która czyni je tak atrakcyjnymi do produkcji części konstrukcyjnych jest ich wysoki stosunek wytrzymałości do masy. Jednakże, w kompozytach mogą wystąpić nieoczekiwane uszkodzenia spowodowane m.in. uderzeniami. Źródłem uderzenia może być upadek klucza używanego przez obsługę techniczną samolotu lub uderzenie ptaka w poszycie kadłuba. W wyniku takiego zdarzenia może dojść do powstania niewidocznego defektu, który może dalej rosnąć, aż osiągnie rozmiar krytyczny, stanowiący zagrożenie dla integralności konstrukcji. Dlatego też konieczne jest stosowanie technik badań nieniszczących w celu sprawdzenia stanu strukturalnego elementów kompozytowych. Zastosowanie konwencjonalnych technik diagnostycznych wiąże się z wyłączeniem konstrukcji z normalnej eksploatacji, ponadto w wielu przypadkach konieczne jest dodatkowe przygotowanie konstrukcji do badania. Istotnym jest również fakt, że personel wykonujący badania musi posiadać wysokie kwalifikacje. W przemyśle lotniczym takie wyłączenie samolotu z eksploatacji generuje ogromne koszty. Opracowanie niezawodnych i wysoce automatycznych technik wykrywania delaminacji lub rozklejenia w kompozytach laminowanych jest niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa i funkcjonalności optymalnie zaprojektowanych struktur kompozytowych. Jedną z takich technik jest wykorzystanie fal kierowanych.

Zjawisko propagacji fal kierowanych można sobie wyobrazić poprzez analogię do fal rozchodzących się w wodzie. Wrzucony do wody kamień wywołuje kolisto rozchodzące się na jej powierzchni fale. Jeśli rozchodzące się na tafli wody fale natrafią na swojej drodze na jakiejś przeszkodę, ulegają odbiciu tworząc dodatkowy kolisty wzór na powierzchni wody. Fale kierowane zachowują się w bardzo podobny sposób, przy czym występują w ciałach stałych i poruszają się ze znacznie większymi prędkościami. Fale te występują w cienkich strukturach i rozchodzą się w całej objętości materiału, a nie jedynie na powierzchni.

Przyklejony do badanej struktury specjalny wzbudnik potrafi wzbudzić falę w podobny sposób jak kamień wpadający do wody. Fale te rozchodzą się od miejsca wzbudzenia we wszystkich kierunkach, jednak ich zachowanie (długość fali, jej prędkość itp.) jest ściśle związane z własnościami materiału, w jakim propagują się. Dodatkowo fale te są bardzo wrażliwe na lokalne zmiany w materiale, a więc i również uszkodzenia, w jakim propagują.

Dzięki bardzo precyzyjnym urządzeniom pomiarowym, jakim jest m.in. skanujący wibrometr laserowy, możliwy jest pomiar tego zjawiska w sposób bezkontaktowy, na całej powierzchni badanej struktury. Pojawienie się defektu na drodze fali kierowanej prowadzi do jej odbicia, zmiany prędkości, zmiany kierunku itp. Dzięki temu analizowanie zachowania fali prowadzonej w materiałach kompozytowych może być wykorzystywane do detekcji, lokalizacji i oceny uszkodzeń w nich występujących. Zaletą takiego podejścia jest jego nieniszczący charakter, potrzeba dostępu tylko do jednej powierzchni oraz możliwość zastosowania na pracującej konstrukcji.

Efektom realizacji projektu będzie opracowanie zestawu metod diagnostycznych pozwalających na nieniszczącą ocenę stanu technicznego materiałów kompozytowych z wysoką dokładnością, przygotowanie technik przetwarzania sygnałów umożliwiających zwiększenie skuteczności istniejących procedur diagnostycznych poprzez wykorzystanie wielopunktowego i szerokopasmowego wzbudzenia fal kierowanych.

Ponadto stworzone zostanie repozytorium danych z symulacji numerycznych oraz badań eksperymentalnych badanego zjawiska w różnorodnych próbkach kompozytowych z uszkodzeniami. Umożliwi to stworzenie punktu odniesienia dla innych badaczy z branży oraz będzie stanowiło punkty wyjściowy do dalszych prac. W ramach realizacji projektu zaimplementowane zostaną najważniejsze nieinwazyjne techniki lokalizacji uszkodzeń, których działanie opiera się na analizie propagujących fal kierowanych. Pozwoli to bezpośrednie porównanie skuteczności poszczególnych z nich w różnych konfiguracjach uszkodzeń i materiałów.