

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Degradacja właściwości mechanicznych elementów konstrukcyjnych budowli, maszyn czy pojazdów pod wpływem różnych typów obciążeń eksploatacyjnych może prowadzić do całkowitego zniszczenia konstrukcji, co wiąże się z nieuniknionym zagrożeniem dla życia ludzkiego oraz środowiska naturalnego. Aby zapewnić bezpieczeństwo użytkowania konstrukcji inżynierskich, konieczne jest wczesne wykrycie oraz wskazanie lokalizacji potencjalnych uszkodzeń. Niezwykle istotną tematyką staje się zatem diagnostyka stanu technicznego konstrukcji. Miejscami konstrukcji o szczególnym znaczeniu są połączenia elementów konstrukcyjnych. Ze względu na skokowe zmiany sztywności, spiętrzenia naprężeń, trudności wykonawcze czy też podatność na korozję, stanowią one miejsca najbardziej narażone na uszkodzenia i najczęściej ulegające awariom. Monitorowanie stanu technicznego połączeń elementów konstrukcyjnych jest więc niezwykle ważne w kontekście niezawodności i trwałości całej konstrukcji.

Rozwój metod doświadczalnych, aparatury pomiarowej, jak również technologii przetwarzania sygnałów umożliwia obecnie budowę systemów do precyzyjnej diagnostyki i monitorowania elementów konstrukcji. Jedną z metod nieniszczącej diagnostyki konstrukcji jest technika wykorzystująca propagację fal sprężystych. Tradycyjne metody diagnostyki nieniszczącej wykorzystujące prowadzone fale Lamba są skuteczne dla konstrukcji, w których występują uszkodzenia o charakterze otwartych rys, dla których istnieje wyraźna granica mogąca powodować odbicia fali. Rzeczywisty proces rozwoju uszkodzeń pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych jest jednak wieloetapowy. Najpierw następuje inicjacja wady i powstanie mikrouszkodzenia, a następnie łączenie mikrodefektów aż do powstania widocznej, otwartej rysy. Dużo większą czułość na uszkodzenia mikrostruktury wykazują zjawiska nieliniowe w propagacji fal ultradźwiękowych, które są przedmiotem badań niniejszego projektu. Głównym celem naukowym projektu jest rozpoznanie zjawiska i zdobycie nowej wiedzy dotyczącej propagacji fal prowadzonych w połączeniach klejonych oraz śrubowych poddanych stopniowej degradacji mechanicznej, zachodzącej pod wpływem obciążeń monotonicznie i cyklicznie zmiennych.

W ramach projektu badawczego zostanie przeprowadzony kompleksowy program badań wytrzymałościowych oraz pomiarów propagacji fal Lamba w połączeniach klejonych i śrubowych. Doświadczenia będą wykonywane na modelach w skali laboratoryjnej w dwóch fazach. W pierwszej fazie zostaną wykonane pomiary propagacji fal Lamba dla każdego rodzaju połączeń w stanie bez obciążenia zewnętrznego oraz badania wytrzymałościowe połączeń. Analizowany będzie wyciek fali pomiędzy łącznie elementami, a w połączeniach śrubowych będzie również analizowany wpływ momentu dokręcającego i siły sprężającej śruby na energię zarejestrowanych sygnałów. Następnie połączenia będą poddawane działaniu obciążeń monotonicznych i cyklicznych w maszynie wytrzymałościowej. W drugiej fazie badań doświadczalnych będą przeprowadzone testy nieliniowej propagacji fal Lamba przez połączenia poddane degradacji mechanicznej pod wpływem obciążeń monotonicznych i cyklicznych. Do wzbudzenia i rejestracji przebiegów propagujących fal zostaną zastosowane przetworniki piezoelektryczne rozmieszczone w wybranych punktach połączenia. Pomiary ultradźwiękowe zostaną wykonane w trybie monitoringu, tzn. w określonych interwałach czasowych będzie wykonywane wzbudzenie i pomiar propagujących fal, bez przerywania procesu degradacji. Dodatkowo będą wykonywane pomiary propagacji fali na całej powierzchni połączenia za pomocą wibrometru laserowego skanującego w wybranych stanach degradacji mechanicznej połączenia. Zakres przewidzianych analiz pomierzonych sygnałów propagujących fal obejmuje analizy sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości oraz analizy czasowo-częstotliwościowe z wykorzystaniem transformacji falkowych. Sformułowane zostaną zależności korelacyjne pomiędzy stopniem degradacji połączenia a mierzalną charakterystyką propagującej fali. Postępujące uszkodzenie połączenia zostanie opisane za pomocą wskaźników zjawisk nieliniowych propagacji fal Lamba.

Znajomość relacji pomiędzy stanem uszkodzenia połączenia a charakterem propagującej w nim fali ma pierwszorzędne znaczenie dla rozwoju nieniszczących metod diagnostycznych. W szerszej perspektywie wyniki projektu wpłyną znacząco na rozwój bezpieczeństwa konstrukcji inżynierskich. Wiarygodna ocena stopnia degradacji mechanicznej elementów konstrukcyjnych umożliwi racjonalną gospodarkę remontową oraz wydłuży czas eksploatacji konstrukcji.