

# Ocena nieniszcząca kompozytowych elementów statków powietrznych w oparciu o badania ultradźwiękowe oraz analizę obrazu

Praca doktorska – streszczenie

Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny

Autor: mgr inż. Angelika Wronkowicz

Promotor: dr hab. inż. Anna Timofiejczuk, Prof. Pol. Śl.

Promotor pomocniczy: pptk dr hab. inż. Krzysztof Dragan

Rozprawa doktorska dotyczy opracowanej metodyki mającej na celu ułatwienie obecnie wdrożonych procedur diagnostyki kompozytowych elementów statków powietrznych za pomocą badań ultradźwiękowych. Zgodnie z doniesieniami z literatury oraz od ekspertów przeprowadzających badania nieniszczące statków powietrznych zauważa się potrzebę wspomagania procedur analizy danych ultradźwiękowych uzyskanych podczas inspekcji w celu prawidłowego wykrywania i określania ilościowego uszkodzeń. Potrzeba ta wynika z trudności, takich jak czasochłonność analiz powodowana nadmiernymi ilościami danych oraz dużymi rozmiarami skanów ultradźwiękowych. Te niedogodności, a także przetwarzanie danych za pomocą ręcznie dobieranych wartości parametrów prowadzą do powstawania błędów ludzkich i braku powtarzalności uzyskiwanych wyników.

Głównym celem badań było zwiększenie efektywności i wiarygodności wykrywania i dokonywanej oceny uszkodzeń, w tym ich lokalizacji, identyfikacji, określania ilościowego, a także ulepszonej (trójwymiarowej) wizualizacji. Cel ten zaplanowano osiągnąć przy użyciu opracowanych algorytmów opartych na metodach przetwarzania i analizy obrazu. Pozwoliło to na sformułowanie hipotezy badawczej, iż możliwe jest zwiększenie wydajności i wiarygodności diagnostyki kompozytowych elementów statków powietrznych za pomocą badań ultradźwiękowych poprzez opracowanie metodyki z wykorzystaniem metod przetwarzania i analizy obrazu.

W celu osiągnięcia wyznaczonych celów i weryfikacji postawionej hipotezy przeprowadzono liczne eksperymenty. Na ich potrzebę wykorzystano próbki ze sztucznie wprowadzonymi uszkodzeniami oraz elementy statków powietrznych z uszkodzeniami powstałymi w trakcie ich eksploatacji. W pierwszej kolejności przeanalizowano czynniki niepewności pomiaru wpływające na wykrywanie i ocenę uszkodzeń, co pozwoliło na dobór najbardziej odpowiednich parametrów do testów ultradźwiękowych, zastosowanych w kolejnych eksperymentach. Następnie zbadano liczne metody segmentacji obrazu (w tym zaproponowane podejścia) w kontekście ich dokładności na potrzebę wykrywania uszkodzeń. Pozwoliło to na wybór najbardziej odpowiednich metod dla rozważanego zastosowania. Kolejny etap badań dotyczył analizy związanej z trójwymiarową rekonstrukcją i wizualizacją uszkodzeń na podstawie dwuwymiarowych skanów ultradźwiękowych. Wyniki zostały zweryfikowane w oparciu o dane referencyjne uzyskane metodą rentgenowskiej tomografii komputerowej, które potwierdziły poprawność i przydatność takiej wizualizacji. Opracowana metodyka została przetestowana w oparciu o trzy studia przypadków, co w wyniku pozwoliło na potwierdzenie trafności sformułowanej hipotezy.

**Słowa kluczowe:** ocena nieniszcząca; badania ultradźwiękowe; diagnostyka; statki powietrzne; analiza obrazu.