

STRESZCZENIE

Autor: Wojciech Obrocki

Tytuł: Prognozowanie trwałości łopatek sprężarki silników lotniczych z zastosowaniem próby zmęczeniowej i numerycznej analizy obrazów ich uszkodzeń

Praca wykonana pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Jana Sieniawskiego

Promotor pomocniczy: dr inż. Barbara Kościelniak

Przeprowadzono w pracy analizę zależności pomiędzy obrazem uszkodzenia łopatki sprężarki silnika lotniczego i jej rzeczywistymi właściwościami mechanicznymi. Ustalono w próbie zmęczeniowej w warunkach dużej liczby cykli, że wytrzymałość zmęczeniowa łopatek uszkodzonych zależy od położenia strefy uszkodzenia oraz jego głębokości i jest mniejsza od wytrzymałości łopatek nieuszkodzonych. Opracowane i przyjęte algorytmy do analizy obrazu uszkodzenia potwierdziły możliwość ich zastosowania do oceny stanu łopatek. Ustalono, że skuteczność wykrycia uszkodzenia i błąd pomiaru głębokości uszkodzenia są prawidłowym kryterium oceny opracowanych algorytmów. Analiza porównawcza wyników oceny stanu uszkodzenia za pomocą opracowanych algorytmów wykazała, że największa skuteczność wykrywania uszkodzeń – ok 80% cechuje algorytmy: dwuprogowej binaryzacji obrazu ze wstępną filtracją nieliniową metodą Perony-Malika, binaryzacji jednoprogowej obrazu odchylenia standardowego pikseli, binaryzacji jednoprogowej obrazu odchylenia standardowego jasności pikseli ze wstępną filtracją gaussowską i automatycznym wyznaczeniem położenia uszkodzenia. Natomiast najmniejszy średni błąd pomiaru uszkodzenia < 12% - uzyskano dla algorytmu jednoprogowej binaryzacji obrazu oraz dwuprogowej binaryzacji obrazu ze wstępną filtracją nieliniową metodą Perony-Malika. Badania doświadczalne prowadzone dla weryfikacji przyjętych założeń pozwoliły określić także cechy charakterystyczne struktury geometrycznej powierzchni pióra łopatki - obecność reliefu zarówno po obróbce powierzchni jak również spowodowanymi warunkami eksploatacji. Uzyskane rezultaty w kolejnych zadaniach badawczych pracy wykorzystano do opracowania demonstratora, w którym zaimplementowano metody pomiaru uszkodzeń łopatek sprężarek z zastosowaniem analizy cyfrowej ich obrazu. Opracowana metodyka przeglądu łopatek sprężarki wraz z demonstratorem pozwala na ograniczenie wpływu czynnika ludzkiego w ocenie uszkodzenia. Zwiększa prawdopodobieństwo oceny żywotności łopatki silnika lotniczego i może stanowić narzędzie do opracowania standardów w przeglądach traktów gazowych silników lotniczych.