

Streszczenie rozprawy doktorskiej

mgr inż. Artur Kurnyta

Tytuł: „*Monitorowanie pęknięć zmęczeniowych elementów struktury statku powietrznego za pomocą zintegrowanej sieci czujników drabinkowych*”

Obecnie, stan techniczny struktury statków powietrznych podlega okresowej ocenie z wykorzystaniem metod badań nieniszczących NDT, takich jak metoda prądów wirowych, ultradźwiękowa, radiograficzna lub termograficzna. Przeprowadzenie przeglądu z zastosowaniem niniejszych metod, często wymaga odpowiedniego przygotowania statku powietrznego, w celu umożliwienia dostępu do wybranych obszarów podlegających inspekcji. Wpływa to znacząco na czas i koszty realizacji niniejszych prac, ograniczając dostępność eksploatacyjną statku powietrznego. Dodatkowo, część lokalizacji płatowca, w których mogą powstawać uszkodzenia zmęczeniowe, są trudno dostępne dla diagnosty. W odpowiedzi na powyższe niedogodności, obserwuje się rozwój technik monitorowania uszkodzeń, dla których układy sensoryczne i akwizycji danych są trwale zintegrowane z obiektem. Podjęte prace mają umożliwić realizację koncepcji systemów ciągłego monitorowania stanu technicznego konstrukcji, tzw. systemów SHM (z ang. Structural Health Monitoring), mających za zadanie wspomóc proces eksploatacji m. in. statków powietrznych.

Celem rozprawy doktorskiej było opracowanie efektywnej metody do lokalnej detekcji i kwantyfikacji długości pęknięć elementów struktury statku powietrznego, przy użyciu zintegrowanej sieci rezystancyjnych czujników drabinkowych. Został on osiągnięty na podstawie zrealizowanego, wieloetapowego programu badań eksperymentalnych działania komercyjnie dostępnych czujników tego typu oraz zaproponowanych w rozprawie nowych czujników, wykonanych w technologii elektroniki elastycznej.

Czujnik drabinkowy, by mógł realizować swoją zasadniczą funkcję, musi być trwale przyklejony do monitorowanej struktury w lokalizacji podejrzanej o występowanie pęknięć zmęczeniowych. W trakcie, gdy takie uszkodzenie zacznie propagować pod czujnikiem drabinkowym, następuje stopniowe przerywanie jego powierzchni wraz z elektroprzewodzącą siatką pomiarową. Każdorazowe rozdzielenie elementów siatki, w trakcie wzrostu rozmiarów pęknięcia, skutkuje skokowym wzrostem rezystancji czujnika. Realizując pomiar tych zmian w odniesieniu do charakterystyki czujnika oraz geometrii siatki pomiarowej, możliwa jest detekcja oraz określenie rozmiarów rozwijającego się uszkodzenia.

W rozdziale 1 przedstawiono szereg technik, zarówno obecnie stosowanych i planowanych do wdrożenia, zgodnych z koncepcją SHM. W kolejnych rozdziałach rozprawy

przedstawiono wyniki badań zrealizowanych na potrzeby opracowania i weryfikacji alternatywnej metody detekcji pęknięć zmęczeniowych z wykorzystaniem czujników drabinkowych. Badania rozpoczęto od oceny użyteczności komercyjnie dostępnych czujników, na drodze badań eksperymentalnych na próbkach o nieskomplikowanym kształcie, rzeczywistych elementach konstrukcyjnych statku powietrznego oraz w trakcie pełnoskalowej próby wytrzymałościowej samolotu szkolnego.

Następnie opracowano koncepcję nowego czujnika drabinkowego, który charakteryzuje się wyższą podatnością użytkową, między innymi z uwagi na możliwość dostosowania kształtu siatki pomiarowej do monitorowanej konstrukcji. Dla materiałów zastosowanych do budowy nowego czujnika, opracowano i zrealizowano program badań oparty o multidyscyplinarne metody badawcze, wyznaczając szereg własności mechanicznych, elektrycznych oraz cieplno-fizycznych. Na podstawie otrzymanych wyników, wprowadzono modyfikacje w technologii obróbki zastosowanych materiałów i wytwarzania czujnika, między innymi określono ograniczenia dotyczące maksymalnej grubości warstwy izolacyjnej oraz skalę wpływu temperatury utwardzania farby elektroprzewodzącej na stabilność i wartość nominalną rezystancji siatki pomiarowej.

W ostatniej części pracy przedstawiono analizę wyników zmęczeniowych badań eksperymentalnych, potwierdzających skuteczność działania nowych czujników drabinkowych przeznaczonych do detekcji i monitorowania pęknięć. Plan badań obejmował między innymi zastosowanie rzeczywistego widma obciążeń eksploatacyjnych oraz wysokocyklowe badania stabilności działania czujników bez propagacji pęknięcia.

Krzysztof Artur