

Piotr Synaszko, Krzysztof Dragan, Dariusz Bochenek, Michał Sałaciński
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

WYKRYWANIE KOROZJI W STRUKTURZE STATECZNIKA PIONOWEGO SAMOLOTU MIG-29

Streszczenie: Artykuł przedstawia problem wykrywania korozji w nakładkach mocowania statecznika pionowego samolotu MiG-29. W celu zapewnienia dostępu do badanych powierzchni niezbędny był demontaż stateczników pionowych. Autorzy przedstawili część wyników badań, zaprezentowali podejście do badań, oraz wysunęli propozycję usprawnienia badań w przyszłości wykluczając konieczność demontażu stateczników.

Słowa kluczowe: NDT, korozja

1. GENEZA PROBLEMU

W 2008 roku dwa rosyjskie samoloty MiG-29 uległy wypadkom. Badania szczątków dowiodły, że przyczyną była korozja nakładek mocowania stateczników pionowych, która doprowadziła do osłabienia konstrukcji, a w rezultacie do jej zniszczenia. Niezwłocznie po ustaleniu przyczyny zostały wstrzymane loty wszystkich rosyjskich samolotów MiG-29 i poddano je natychmiastowej inspekcji. Po przebadaniu 291 samolotów okazało się że ponad 30 % nadaje się do remontu[1].

2. BADANIA

2.1. Przygotowania do badań

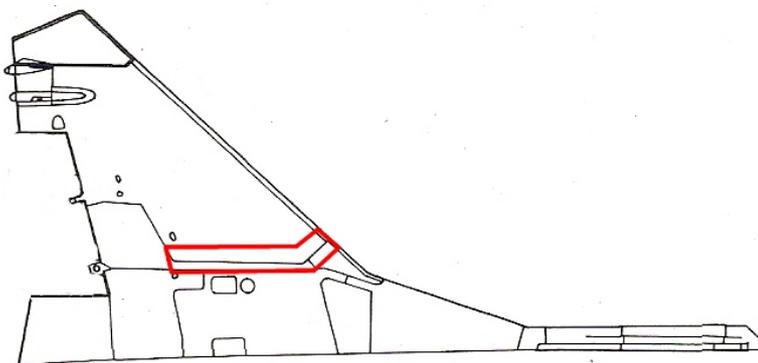
Badania odbywały się pod kątem wykrywania ubytków grubości materiału wywołanych korozją (przewężeń), oraz pęknięć usytuowanych równolegle do powierzchni nakładki (rozwarstwień). Producent samolotów przekazał wytyczne dotyczące sposobu badania. Dodatkowo wykonano próbkę odniesienia z fragmentu rzeczywistej struktury samolotu. Próbką stanowi element złożony z duralowej nakładki mocowania statecznika, oraz przynitowanego pokrycia z kompozytu polimerowego ze zbrojeniem w postaci włókna węglowego. Na nakładce wykonano poprzez obróbkę mechaniczną strefy o zmniejszonej

grubości, mające symulować obszary o różnym stopniu korozji. Minimalny spadek grubości wynosił 0.1 [mm] Inspekcja próbki w oparciu o zalecenia producenta samolotu potwierdziła skuteczność narzuconej metody w wykrywaniu ubytków korozyjnych.

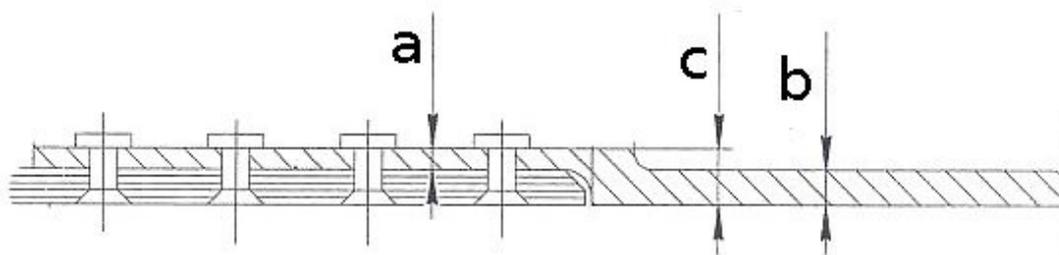
ITWL od wielu lat przeprowadza inspekcje kompozytowej części struktury stateczników pionowych samolotów MiG-29 [2]. Prace te prowadzone są w związku z przechodzeniem tych samolotów z eksploatacji wg resursów na eksploatację wg stanu technicznego. Kompozyt sprawdzany podczas tych badań połączony jest z nakładką, jednak metody stosowane dotychczas nie pozwalały na ocenę stanu nakładki. Wykonano również badania rentgenograficzne uzyskując bardzo dokładne obrazy uszkodzeń, jednak ze względu na geometrię obiektu badanego aplikacja na rzeczywistym obiekcie byłaby niezwykle trudna do zrealizowania.

2.2. Badania

Badania zostały wykonane w oparciu o wytyczne producenta samolotu metodą ultradźwiękową z wykorzystaniem defektoskopu OmniScan. Ze względu na ograniczenia metody ultradźwiękowej do badań konieczny był demontaż stateczników pionowych.. Lokalizację, oraz schematyczny przekrój badanego obszaru statecznika przedstawiono poniżej.



Rys.1. Lokalizacja badanego elementu.

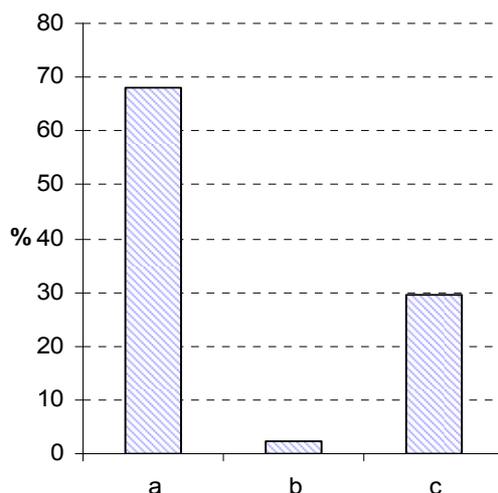


Rys.2. Schematyczny rysunek badanego elementu.

Ocenie poddano wszystkie samoloty MiG-29 Sił Powietrznych RP. Wykryto uszkodzenia w postaci ubytków grubości sugerujących wystąpienie lokalnej korozji (w strefach o grubości „a”, „b”, „c”), oraz rozwarstwienia (pęknięcia równoległe do powierzchni elementu) w strefie o grubości „c”.

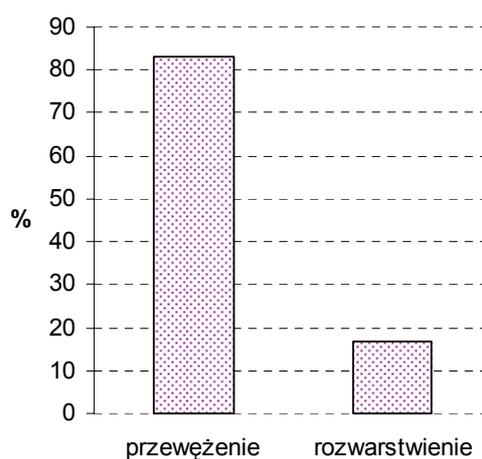
Tablica 1

Udział procentowy przewężeń w poszczególnych strefach nakładek względem całkowitej liczby przewężeń



Tablica 2

Udział procentowy przewężeń i rozwarstwień względem całkowitej liczby uszkodzeń w nakładkach



Jak widać na powyższych tablicach zdecydowana większość uszkodzeń to przewężenia znajdujące się w strefie o najmniejszej grubości. Dodatkowo w tej strefie występują gęsto rozlokowane nity łączące nakładkę ze strukturą kompozytową, mogące sprzyjać

powstawaniu ognisk korozji. Średnia wartość spadku grubości poniżej dolnej granicy pola tolerancji wynosi około 17 % wymiaru nominalnego, oraz 20% względem dolnej granicy pola tolerancji. Maksymalny wykryty ubytek grubości materiału wynosił aż 75%.

2.3. Doświadczenia w wykrywaniu i ocenie korozji

Jednym z istotnych czynników wywierających wpływ na rozwój korozji jest niekorzystne oddziaływanie środowiska, w którym był i jest użytkowany statek powietrzny. W ITWL od 2004 roku prowadzono badania korozji atmosferycznej z wykorzystaniem stałych stacji korozyjnych zlokalizowanych w różnych rejonach Polski. Monitorując ubytki korozyjne materiałów stosowanych na elementy konstrukcji statków powietrznych, oraz próbek wzorcowych i znając korelacje pomiędzy ubytkami próbek korozyjnych wykonanych z materiałów lotniczych i próbek wzorcowych można wstępnie oszacować tempo rozwoju korozji.

Obecnie wyniki badań korozji atmosferycznej materiałów lotniczych ITWL wykorzystuje głównie w ramach wykonywania prac mających na celu przeprowadzenia oceny możliwości zwiększania resursów wytypowanych statków powietrznych eksploatowanych obecnie w Siłach Zbrojnych RP.

W zależności od kategorii korozyjności atmosfery (rodzaju środowiska korozyjnego) można określić metody zabezpieczania powierzchni elementów konstrukcji statków powietrznych, rodzaj zabezpieczenia i grubość nanoszonej warstwy antykorozyjnej. Bazując na doświadczeniach zdobytych podczas prac związanych z badaniem korozji atmosferycznej zasadne wydaje się prowadzenie cyklicznych kontroli ze względu na możliwość pojawiania się, oraz rozwijania ognisk korozji podczas dalszej eksploatacji.

3. DALSZY ROZWÓJ

Aktualnie prowadzone są prace nad określeniem czy istnieją zależności pomiędzy występowaniem uszkodzeń nakładek a występowaniem uszkodzeń kompozytu, oraz nad określeniem optymalnej metody wykrywania uszkodzeń struktury metalowej poprzez kompozytowe pokrycie. Dostyc obiecująca w odniesieniu do omówionej aplikacji wydaje się metoda RFEC (*Remote Field Eddy Current*)[3]. Przeprowadzone (na omówionej w punkcie 2 próbce) próby dowodzą skuteczności[4]. Metoda charakteryzowana jest poprzez liniową zależność fazy sygnału od grubości badanego elementu.

4. PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiony został problem typowo aplikacyjny. Badania wykazały, że największa koncentracja uszkodzeń znajduje się na obszarze o najmniejszej grubości jednak ze względów wytrzymałościowych bardziej krytyczne wydają się pęknięcia (rozwarstwienia) propagujące od karbu na przejściu grubości pomiędzy obszarami o

grubościach „b” i „c”. Ten właśnie obszar powinien być poddany szczegółowej kontroli, co jest stosunkowo proste ponieważ istnieje do niego dostęp od zewnątrz. Kwestia wykrywania przewężeń w obszarze o grubości „a” bez demontażu statecznika wymaga jeszcze prac związanych z dostosowaniem rozwiązań zrealizowanych w warunkach laboratoryjnych do warunków eksploatacyjnych.

Bibliografia

1. „Corrosion issue grounds one-third of Russian air force MiG-29 fleet”
<http://www.flightglobal.com/articles/2009/03/19/324017/corrosion-issue-grounds-one-third-of-russian-air-force-mig-29.html>
2. Dragan K. : In-service Flaw Detection and Quantification on the MiG-29 Composite Vertical Tail Skin”, 9th ECNDT Berlin, (Germany) 25.09.2006 – 29.09.2006;
3. Sun Y, Ouyang T, Long J, Xu J, Nguyen C, Harper M, Herman T. “Developing rotational remote-field eddy current probes to meet the requirements in detecting fastener hole cracks in aircraft structures”, Tri-Service Corrosion Conference, 2003, Las Vegas
4. Dragan K, Synaszko P.: „Wykrywanie korozji i pęknięć z wykorzystaniem nowoczesnych metod diagnostycznych w konstrukcjach typu kompozyt-metal”, Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących Poznań-Licheń, 2009

DETECTION OF CORROSION IN THE STRUCTURE OF A VERTICAL STABILIZER OF THE MiG- 29

Abstract: The article is showing the problem of detecting the corrosion in interface of fixing an vertical stabilizer of MiG- 29. Disassembly of vertical stabilizers was necessary for providing acces to inspected surfaces. Authors described the part of results, they presented the approach of examinations, as well as they put the proposal to other technique examinations forward in the future excluding the necessity of disassembly of stabilizers

Keywords: NDT, corrosion