



Eksploatowanie samolotów jako dyscyplina wiedzy po 100 latach doświadczeń

STANISŁAW DANILECKI, SŁAWOMIR TKACZUK

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechatroniki i Lotnictwa,
Instytut Techniki Lotniczej, 00-908 Warszawa, ul. gen. S. Kaliskiego 2,
stanislaw.danilecki@wat.edu.pl, slawomir.tkaczuk@wat.edu.pl

Streszczenie. W ramach niniejszej pracy przedstawiono przebieg ważniejszych etapów kształtowania się dyscypliny wiedzy związanej z eksploatacją samolotów, jako syntezę 100-letnich doświadczeń. Zaprezentowane zostało powiązanie eksploatacji technicznej statku powietrznego z innymi dyscyplinami wiedzy. Określony został zakres działania eksploatacji technicznej. Dokonano podziału oraz analizy metod obsługi technicznego. Sprecyzowane zostały, a następnie omówione definicje używane w teorii obsługi technicznej, w powiązaniu z konstrukcją samolotu oraz zadaniami wynikającymi dla konstruktora-wytwórcy. Omówiono kolejne wersje dokumentu MSG stanowiącego logistyczne procedury określania obsługi programowalnej cywilnych statków powietrznych.

Słowa kluczowe: lotnictwo, statek powietrzny, eksploatacja techniczna

DOI: 10.5604/12345865.1186219

Spis oznaczeń

Z — spełnienie zadania

K — korzyści (zysk)

W — brak korzyści

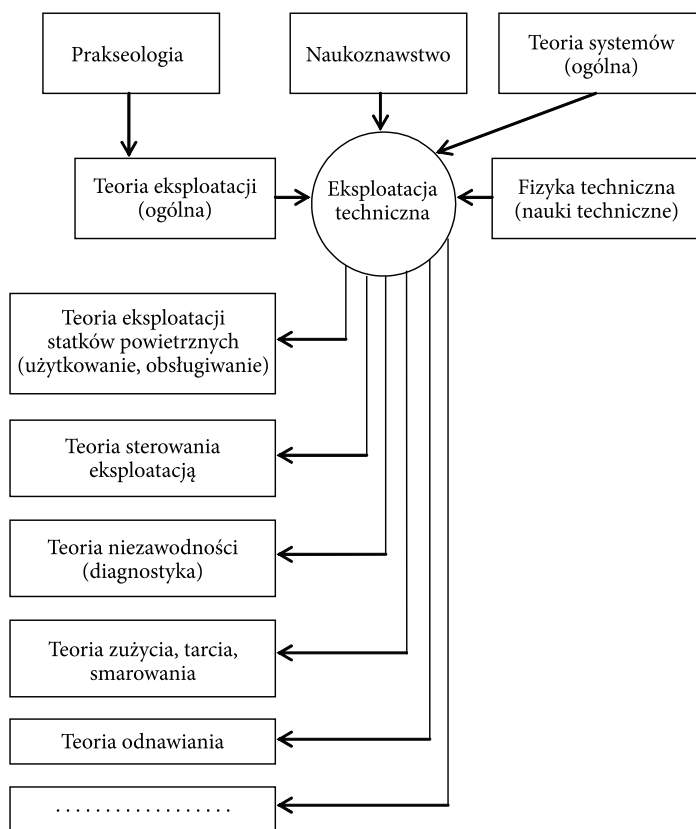
p — prawdopodobieństwo

1. Wstęp

Samolot, pod względem technicznym, od chwili zaakceptowania go jako środka transportu wykazuje nadal stały i bardzo widoczny rozwój. W pierwszym okresie rozwoju samolotów przeważało dążenie do doskonałości technicznej. W latach

następnych zaczęto uwzględniać rachunek ekonomiczny. Powstało pojęcie technologiczności użytkowej — czyli przystosowania samolotu do łatwej obsługi. Zaczęto rozwijać koncepcje form obsługi. Jeden, najważniejszy problem pozostał niezmienny — bezpieczeństwo lotów. Spowodowało to stopniowe wyłanianie się nowej dyscypliny wiedzy, w której zintegrowane podejście ma umożliwić jak największą użyteczność samolotu wraz z umiejętnością jego oceny.

Dziedzina wiedzy, jaką jest eksploatacja techniczna samolotów, wymaga związania się w sposób interdyscyplinarny z szeregiem innych dyscyplin wiedzy. Wystarczy, że wymieni się tylko kilka z nich, choćby takie jak z jednej strony prakseologia, psychologia z ergonomią, teoria informacji, teoria procesów losowych, logika matematyczna, teoria odnowy, ale również związanie się z teorią maszyn i mechanizmów, diagnostyką, obsługiwaniem technicznym i naprawianiem, trybologią, teorią zużycia i smarowaniem, fizyką uszkodzeń — to z drugiej strony. Uproszczony schemat powiązań przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat powiązań

2. Eksploatacja techniczna samolotów

2.1. Zakres działania, metody obsługowe, definicje

Od początku istnienia lotnictwa cywilnego istniało przekonanie, że dla zapewnienia bezpieczeństwa konieczna jest tak zwana prewencyjna obsługa wszystkich elementów funkcjonalnych samolotu. Polegało to między innymi na kompletnym okresowym demontażu każdego elementu. Okresowość ta była ściśle ustalana. Dlatego ten typ obsługi, stosowany w odniesieniu do amerykańskiego samolotu DC-3, nazywano wówczas *Hard-Time*. Ponieważ pierwsze koncepcje obsługi cywilnych statków powietrznych powstały w lotnictwie amerykańskim, dlatego terminologia związana z obsługą została narzucona i przyjęta przez inne państwa, które włączyły się w ten nurt zagadnień. Utrudnia to do tej pory wzajemne porozumienie, gdyż bezpośrednie tłumaczenie bez uchwycenia rzeczywistej specyfiki prowadzi nieraz do nieporozumień. W tej pracy przewija się zarówno terminologia angielska, jak i polska.

Na przełomie lat trzydziestych i czterdziestych nastąpił istotny rozwój konstrukcji samolotu. To oczywiście spowodowało konieczność nadążania z koncepcjami obsługi. „Sztynny czas” (*hard-time*) stosowano już tylko w odniesieniu do elementów, których ewentualne usterki miały bezpośredni wpływ na zmniejszenie poziomu bezpieczeństwa lotu i dla których tylko ten typ interwencji dawał gwarancję utrzymania wymaganego poziomu niezawodności elementu. Trzeba tu podkreślić, że przez pewien czas zaczęły się rozwijać zupełnie niezależne od siebie dwie dyscypliny: teoria użytkowania i teoria niezawodności. Temu przypisać należy, zwłaszcza w lotnictwie cywilnym, istnienie wielu różnych definicji tego samego pojęcia, jakim jest niezawodność.

W roku 1945 zaprezentowano nową koncepcję dotyczącą tak zwanych przeglądów blokowych (*block overhaul concept*). Przegląd taki miał głównie na celu zmniejszenie kosztów obsługi. Każdy blok prac był jednak wykonywany z zachowaniem ściśle określonej okresowości. Uzasadnienie tej okresowości było trudne.

Lata pięćdziesiąte zaowocowały stworzeniem obsługi zgodnie z koncepcją tak zwanego stanu (*on-condition*). Był to efekt współpracy przewoźników amerykańskich z ich organem nadzoru lotniczego (FAA). W odniesieniu do niektórych elementów ustalono metody i sposób prób funkcjonalnych wykonywanych regularnie, bezpośrednio na samolocie. Na podstawie ich wyników ustalono konieczność demontażu i okres dalszego użytkowania.

W tym okresie wyłoniły się trzy metody obsługi technicznego statków powietrznych. Do nich należą:

- metoda obsługi według ściśle określonej okresowości (tzn. resurs);
- metoda obsługi według stanu z kontrolowaniem parametrów;
- metoda obsługi według stanu z kontrolowaniem poziomu niezawodności.

Pierwsza z nich polega na ustaleniu przed rozpoczęciem eksploatacji statku powietrznego zakresu prac niezbędnych do wykonania po przepracowaniu określonego czasu. Okresowość taką ustala się, biorąc za podstawę utrzymanie założonego poziomu niezawodności. W metodzie tej okresowość i zakres obsługi oraz częstotliwość jej wykonywania mogą być zmieniane w zależności od zdobywanego doświadczenia podczas eksploatacji. Niestety z analizy zmian charakterystyk funkcji czasu eksploatacji zauważono, że w większości przypadków tak planowana obsługa i naprawa nie jest efektywnym sposobem utrzymania założonego poziomu niezawodności. Zaobserwowano, że wynika to stąd, iż w przypadku statku powietrznego rozkład czasu pracy do uszkodzenia jest rozkładem wykładniczym, to powoduje, że nie ma związku między czasem eksploatacji statku powietrznego z prawdopodobieństwem powstania uszkodzenia poszczególnych jego elementów. Dlatego wykonywanie planowanych napraw (wymiana) elementów nie wpływa na jego charakterystyki niezawodnościowe.

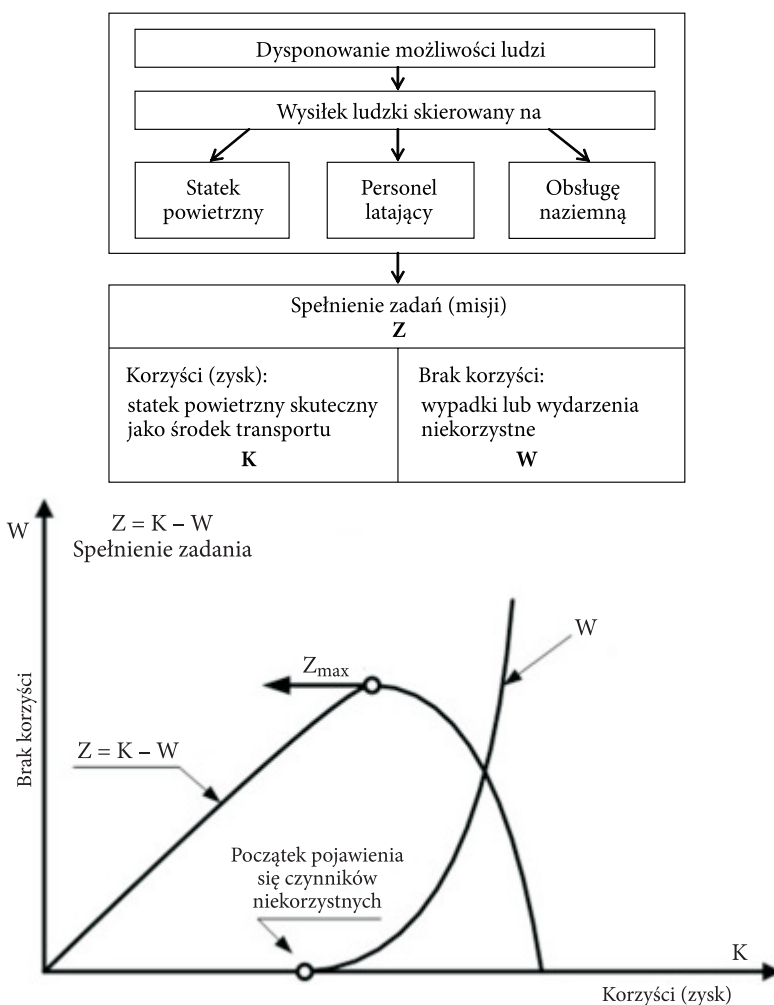
Druga metoda, według stanu z kontrolowaniem parametrów, polega na ciągłym lub okresowym diagnozowaniu i prognozowaniu stanu technicznego. Sądzono, że stosowanie tej metody podniesie efektywność wykorzystania statku powietrznego przy jednoczesnym obniżeniu kosztów użytkowania. Charakterystyczne jest, że można wyeliminować planowane naprawy główne. Ustala się jedynie docelową okresowość (resurs), która ograniczona jest zazwyczaj niezawodnością najbardziej niezawodnego elementu w statku powietrznym. Zauważono też, że okresowość może być w czasie wdrażania tej metody tymczasowo ograniczona, aż do chwili opanowania skuteczniejszych metod diagnostycznych. Okazało się jednak, że docelowa okresowość ograniczona jest tylko ze względów ekonomicznych, gdyż koszt obsługi statku powietrznego (bądź jego elementów) przewyższa koszt jego wymiany na nowy. Niewątpliwie w tym okresie ugruntowało się przeświadczenie, że podstawą tej metody jest diagnozowanie, jako źródło uzyskiwania niezbędnych i wiarygodnych informacji o stanie technicznym statku powietrznego.

Trzecia metoda polega na eksploatacji zbioru elementów jednego typu, lecz bez ograniczenia ich okresowości międzynaprawczej, ale przy jednoczesnym wykonywaniu prac obsługowych, aż do chwili gdy nie zostanie przekroczona granica dopuszczalnego poziomu ich niezawodności.

Śledząc efekty stosowania tych metod, zauważono, że traktowana jako tradycyjna metoda obsługiwanego według określonej okresowości jest mało efektywna w stosunku do współczesnych statków powietrznych w latach 1945-1965. Znacznie efektywniejsze okazały się metody eksploatacji statków powietrznych według stanu kontrolowania parametrów i poziomu niezawodności. Przechodzenie od strategii obsługiwanego według okresowości do strategii obsługiwanego według stanu technicznego odbywało się stopniowo w miarę gromadzenia doświadczeń oraz opracowywania dokładnych i niezawodnych systemów diagnozowania.

W roku 1965 pojawiły się pierwsze opracowania o charakterze naukowym precyzujące ściśle zagadnienie integracji wysiłków w celu uzyskania racjonalnych

koncepcji form obsługi. Pojawiła się po raz pierwszy próba uporządkowania działań obsługowych ustawionych w układzie hierarchicznym, ze sprecyzowaną formą definicji. Miało to znaczący wpływ na dalszy rozwój teorii użytkowania statków powietrznych. Dlatego ten zintegrowany sposób podejścia, jako koncepcja służąca do tworzenia nowych form użytkowania, przedstawiony tu zostanie z dużym uproszczeniem. Zawiera on zbiór sformułowań, czasem oczywistych, lecz uzyskanych w wyniku wieloletniej obserwacji przebiegu użytkowania samolotów. Zestawiono to jednak tak, aby stanowiły one wytyczne ujęte syntetycznie, umożliwiające zarówno konstruktorowi, jak i użytkownikowi wejście we wzajemny układ powiązań. Punktem wyjścia jest sformułowanie odpowiednich definicji.



Rys. 2. Maksymalizacja spełnienia zadania

Definicje używane w obecnej teorii obsługi technicznej:

- każdy samolot jest zaprojektowany i wykonany po to, aby spełniał misję wynikającą z przeznaczenia. Co oznacza dla samolotów cywilnych przewiezienie ładunku na ustaloną odległość z wymaganą prędkością, bezpiecznie i tanio, przynosząc zysk. Tłem graficznym dla tej definicji jest diagram i wykres na rysunku 2;
- zużywanie się w czasie pełnienia misji prowadzi do uszkodzeń zmniejszających założone osiągi. Uniemożliwia to spełnienie zadania i wtedy nieunikniona jest poprawa stanu technicznego.

W celu zapobiegania uszkodzeniom i ograniczenia ich konsekwencji absolutnie niezbędne jest:

- a) zdefiniowanie tego, co oznaczają współistniejące takie wymagania jak:
 - bezpieczeństwo (jego poziom i miara);
 - niezawodność, pewność działania (poziom i miara);
 - dyspozycyjność operacyjna, gotowość do wykonania zadania (miara);
- b) wykonywanie, obserwowanie i przewidywanie skutków prac okresowych i naprawczych w samolocie, od początku do końca całego okresu jego użytkowania.

Na tle takich powiązań należy jednoznacznie zdefiniować pojęcie obsługi technicznej (*maintenance*) w lotnictwie.

Uwzględniając powyższe sformułowania, obsługę techniczną można zdefiniować jako:

- wykonywanie prac (zadań) ułożonych w pewien system, z zamiarem przeprowadzenia ich tak, aby przywrócić zarówno jakościowo, jak i ilościowo wymagany poziom charakterystyk, które mogą pogarszać się podczas systemowo prowadzonego użytkowania, naruszając poziom bezpieczeństwa.

Dla samolotów cywilnych za charakterystyki związane z obsługą uznać należy: bezpieczeństwo, niezawodność, dyspozycyjność i koszty użytkowania. Prace połączone z obsługą techniczną mogą skupiać się w dwóch kategoriach:

1. Wykonywane w ściśle określonym czasie z uwzględnieniem czasu zużycia i związanej z tym kumulacji zużycia.
2. Wykonywane w zależności od przyjętego sposobu rejestracji wykrycia uszkodzeń.

Jeżeli niepomysłne wydarzenia pogarszają właściwości samolotu, a celem obsługi ma być zarówno działanie profilaktyczne, jak i usuwanie skutków tych wydarzeń, to trzeba się też liczyć z tym, że:

- prace obsługowe mogą być wykonywane niepoprawnie, co oczywiście ma wprost związek z naruszeniem poziomu bezpieczeństwa;
- prace ułożone w niewłaściwym momencie mają wpływ na stopień dyspozycyjności samolotu;

- prace obsługowe są związane z istotnymi kosztami. (Do roku 1965, jak wykazała praktyka użytkowania samolotu Boeing 707, 30% wydatków bezpośrednich przypadało na obsługę techniczną i naprawę samolotu.)

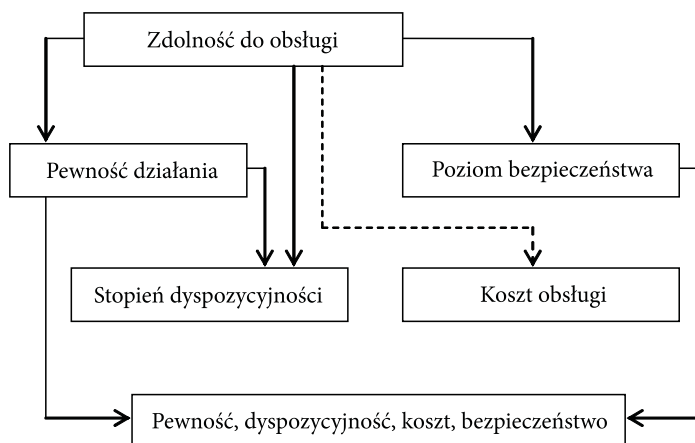
Z tego wyłania się bezpośrednie powiązanie z konstrukcją samolotu. Konstruktor narzuca powtarzalność czynności. To zmusza do zdefiniowania łatwości obsługi lub tak zwanej użyteczności samolotu, za którą uznać należy zespół cech wynikających zarówno z technologiczności użytkowej (czyli na przykład długości okresów między przeglądami i naprawami), jak i niezawodności użytkowej.

Przez technologiczność użytkową rozumieć wypada przystosowanie przez konstruktora samolotu do „poddania” się obsłudze. Jest to całokształt właściwości, na które mogą się składać: łatwy dostęp, prosty demontaż, łatwa naprawa i kontrola.

W konkretnym przypadku na łatwość obsługi wpływ wywierają takie czynniki jak:

- prace, w wyniku których uzyskać można niepomysłny wtórny efekt zmniejszenia poziomu bezpieczeństwa i niezawodności;
- tempo prac (zwykle powolne, uzależnione od konstrukcji i kwalifikacji personelu);
- koszt prac uzależniony od skomplikowanego, kosztownego, lecz niezbędnego wyposażenia w narzędzia związane z typem rozwiązań konstrukcyjnych.

Połączenie wspomnianych wyżej cech przedstawia rysunek 3, w postaci uproszczonego diagramu.



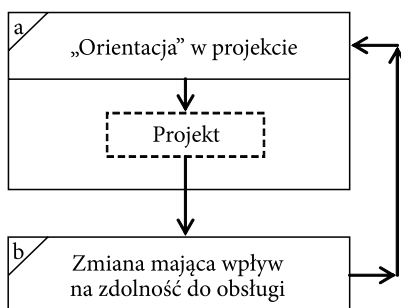
Rys. 3. Diagram powiązań

Zdolność do obsługi (użyteczność samolotu) jest pochodną procesu projektowania.

Aby uzyskać wzrost zdolności do obsługi, konstruktor powinien uwzględnić to, że:

- a) sposoby uzyskiwania zdolności do obsługi są zawsze powiązane ze znajomością zagadnień uwzględniających też wpływ cech otoczenia;
- b) zdolność do obsługi jest charakterystyką samolotu tak jak każda inna (tak jak masa, cena, prędkość...) i wtedy wynik końcowy będzie zawsze rezultatem kompromisu;
- c) zdolność do obsługi jest kształtowana od początku do końca w całym procesie powstawania samolotu: to wywieranie wpływu nie tylko przez wybór wysokiego poziomu technik wytwarzania (głównie w etapie początkowym), ale też przez stosowanie rozwiązań konstrukcyjnych umożliwiających „szybkie” posługiwanie się nimi (np. pewne i szybko rozłączalne połączenia).

Uzyskiwanie zdolności do obsługi to działanie w dwustopniowej pętli, zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 4, który akceptować powinien konstruktor-wytwórca.



Rys. 4. Pętla sprzężeń

Zdolność do obsługi kształtuje się już we wstępnej fazie projektowania. Gdy celem jest łatwość obsługi samolotu, to zaleca się potraktować szerzej związane z tym wymagania. Trzeba je ustawić w hierarchii ważności. Muszą one jednoznacznie uwzględniać:

- cel, do którego zmierza, z jego zatwierdzeniem;
- wymagania zawarte w przepisach dotyczących budowy samolotów;
- wykonywanie wstępnych analiz.

Zatwierdzenie celu wiąże się z akceptacją traktowania użyteczności samolotu tak jak innych jego charakterystyk. Już na tym etapie konstruktor powinien stymulować koszt obsługi, tempo obsługi i jej skuteczność. Weryfikacja tych czynników powinna odbywać się na drodze analiz liczbowych lub działań eksperymentalnych. Jeśli za cel postawimy sobie osiągnięcie możliwego do uzyskania bezpieczeństwa, to zadaniem konstruktora jest przeprowadzenie jednolitej klasyfikacji skutków

uszkodzeń oraz ustalenie czynników mających wpływ na wspomnianą wcześniej jakościową i ilościową zmianę naruszonego poziomu bezpieczeństwa.

Klasyfikacji skutków uszkodzeń dokonują na ogół organy nadzoru lotniczego (na przykład podstawą oceny są sformułowania zawarte w przepisach JAR-25-1309 [3]). Natomiast trzeba uwzględnić, że jeśli:

- uszkodzenie jest wynikiem ludzkiego błędu ze skutkiem katastrofy, to celem może być efekt jakościowy;
- jeżeli natomiast zażądamy, aby całkowite prawdopodobieństwo zniszczenia, prowadzące do katastrofy, było mniejsze niż np. $p < 10^{-7}$ na jedną godzinę lotu, to efekt ma charakter ilościowy.

Aby osiągnąć jako cel dyspozycyjność, co dla linii lotniczej wiąże się bezpośrednio z osiągnięciem zysku, to wówczas niezawodność, czas obsługi i napraw staje się istotnym wskaźnikiem mierzącym tę cechę. W tym przypadku działania wymuszające w stosunku do konstruktora powinny uwzględniać:

- rodzaj przyszłych operacji, długość lotu, liczbę lotów, czas pobytu na ziemi;
- kwalifikacje personelu użytkownika, infrastrukturę wyposażenia w narzędzia itp.;
- otoczenie, warunki klimatyczne.

Zadaniem konstruktora-wytwórcy, logicznie wynikającym z podziału zadań, jest więc zdefiniowanie modelu obsługi wymuszonej tymi warunkami. Wyłania się stąd wyraźnie powiązanie między użytkownikiem a wytwórcą. Wychodzi się z założenia, że konstruktor nie może „domyślać się”, jak będzie zachowywać się samolot podczas pełnienia misji. Dlatego aby uniknąć przypuszczeń, użytkownik musi być partnerem poprzez przekazywanie istotnych informacji związanych ze specyfiką pełnienia misji. Tylko wtedy konstruktor może zbudować system „odzyskiwania” strat. Jest to obecnie punkt wyjścia traktowany jako klucz do rozwoju transportu lotniczego.

Aby skoordynować działalność, zaleca się stworzenie zintegrowanych podstaw logistycznych dla obsługi technicznej. Na podstawach tych powinna być oparta koncepcja obsługi.

W roku 1968 na podstawie tak sformułowanych syntetycznych wytycznych pojawiły się po raz pierwszy logistyczne procedury określania obsługi programowanej cywilnych statków powietrznych pod ogólną nazwą Maintenance Steering Guide (MSG). Zawierały one w wersji MSG-1 [5] logistykę decyzji i procedury obsługowe dla nowego wówczas samolotu Boeing 747. Opierając się na tym programie, zaczęto budować nowe koncepcje form przeglądów, polegających na obserwacji „zachowania się” samolotu. Była to tak zwana koncepcja *condition monitoring*, której nie należy mylić z weryfikacją stanu według wspomnianej wcześniej procedury *on-condition*.

W roku 1970 powstała nowa wersja MSG-2 [6], bardziej uniwersalna w stosunku do wersji MSG-1. Metodę tę stosowano do samolotu DC-10. Dla potrzeb samolotu

Concord i Airbus A-300 opracowano specjalną wersję MSG-2 (tzw. *enhanced maintenance steering guide* EMSG [7]), zawierającą nowe wówczas pojęcia w zakresie analizy stanu konstrukcji, do których zaliczono:

- mechanikę kruchego pęknięcia;
- trwałość zmęczeniową;
- prędkość wzrostu uszkodzeń;
- korozję.

W roku 1980 przedstawiono kolejną wersję procedur MSG-3 [8], która eliminowała następujące niedoskonałości poprzedniej MSG-2, a mianowicie:

- brak jasno określonej logiki decyzji i związanych z tym trudności w zdecydowanym rozdzieleniu różnych typów obsługi;
- brak jasnego rozdzielenia prac odnoszących się do bezpieczeństwa od prac mających na celu poprawę efektów ekonomicznych;
- nieprawidłowości w odniesieniu do tzw. uszkodzeń ukrytych.

Ponadto procedura MSG-3, biorąc pod uwagę rozwój przepisów i norm, wprowadziła po raz pierwszy koncepcję traktowania tolerancji uszkodzeń (określoną już w przepisach FAR-25-45 z roku 1978 [4]).

Opracowanie MSG-3 ukierunkowane zostało na ocenę konsekwencji uszkodzeń systemów analizowanych w sposób globalny, hierarchicznie od najbardziej ogólnych do coraz bardziej szczegółowych. Pozwala to na bardziej precyzyjne określenie zakresu prac obsługowych i wyeliminowanie trudności, jakie do tej pory były z interpretacją trzech typów stosowanej wcześniej obsługi, tj. *hard-time*, *on-condition* oraz *condition monitoring*.

W ciągu 10 lat po opublikowaniu MSG-2 przebieg wydarzeń i zdobyte doświadczenia użytkowników wykazały przydatność stosowania procedur MSG. W efekcie zauważono, że:

- Rozwój samolotów generacji lat siedemdziesiątych dostarczył motywacji i niezbędnych impulsów do dalszego rozwoju MSG.
- Krytyka MSG-2 dokonana przez Air Transport Association of America Specification No 100 Manufacturer's Technical data (zwanym w skrócie ATA 100), jak również doświadczenia płynące z użytkowania, wskazały na te fragmenty, które powinny być skorygowane. Dotyczy to między innymi dokładności logiki decyzji, jasności rozróżniania bezpieczeństwa i ekonomii, sposobu postępowania przy wykrywaniu ukrytych wad funkcjonowania.
- Konieczna jest modyfikacja przepisów zdatowności (zadanie dla organów nadzoru lotniczego) mających odbicie w procedurach MSG.
- Wzrost cen paliw i kosztów materialnych spowodował konieczność nowych kompromisów, a to miało wpływ na rozwój programów obsługi.

Spostrzeżenia te dały podstawę do opracowania dokumentu, jakim jest stosowana obecnie forma MSG-3. Większość użytkowników samolotów cywilnych na świecie przyjęła jako podstawę ten dokument. Uczyniły to również Polskie Linie

Lotnicze PLL „Lot” S.A. Zatem znajomość budowy MSG-3 staje się niezbędna, zarówno dla środowiska osób bezpośrednio zajmujących się użytkowaniem, jak i tych, które związane są z tym w sposób pośredni. Dotyczy to szczególnie tych, które zgromadzone są wokół ośrodków naukowych i odpowiedzialne są za opanowanie zagadnień, jakie wypływają z przedstawionych wcześniej powiązań.

Źródło finansowania pracy — działalność statutowa WAT PBS 23844.

Artykuł wpłynął do redakcji 6.05.2015 r. Zweryfikowaną wersję po recenzjach otrzymano 8.10.2015 r.

LITERATURA

- [1] DANILECKI S., *Kształtowanie systemu logistyki statków powietrznych z elementami probabilistycznej oceny bezpieczeństwa ich struktury*, Prace Naukowe, Mechanika, z. 162., Wyd. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1995.
- [2] PEE PH., *Suivi d'un avion en exploitation*, L.U.P. Maintenance Aeronautique, Universyte Bordeaux, 1994.
- [3] Wspólne Przepisy Lotnicze JAR-25-1309, wydanie z roku 1978.
- [4] Wspólne Przepisy Lotnicze FAR-25-45, wydanie z roku 1978.
- [5] Maintenance Steering Guide MSG-1, wydanie z roku 1968.
- [6] Maintenance Steering Guide MSG-2, wydanie z roku 1970.
- [7] Enhanced Maintenance Steering Guide EMSG, wydanie z roku 1970.
- [8] Maintenance Steering Guide MSG-3, wydanie z roku 1980.

S. DANILECKI, S. TKACZUK

Operation of the aircraft as a discipline of knowledge after 100 years of experience

Abstract. The paper presents the course of the most important stages of development of the discipline related to the maintenance of aircrafts, as a synthesis of the 100-year experience. It is presented linking of technical maintenance of the aircraft with other disciplines of knowledge. The scope of technical maintenance was defined. The division and analysis of the methods for the maintenance was made. There were defined and discussed definitions used in the theory of maintenance, in conjunction with the construction of the aircraft and the tasks arising for constructor-manufacturer. MSG subsequent versions of the document constituting the logistical procedures for determining the programmable handling of civil airplanes were discussed.

Keywords: aviation, aircraft, maintenance aircrafts

DOI: 10.5604/12345865.1186219

