

МЕТОДИКА ПЕРЕВОДУ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ

д.т.н., проф. В.І. Соловйов, В.М. Кравченко

Розглядається методика переведення бортового обладнання на експлуатацію за технічним станом з контролем рівня надійності на основі застосування математичної моделі пуассоновських процесів відновлення.

Найбільш прийнятною стратегією технічного обслуговування для авіації є стратегія з контролем рівня надійності, тому що вона найбільш близько відповідає вимогам експлуатації авіаційної техніки в умовах бойового застосування та бідної матеріально - технічної бази служби озброєння.

Для впровадження технічного обслуговування виробів з контролем рівня надійності в авіації необхідне вирішення ряду організаційних та технічних завдань, що наведені нижче.

1. Переробити існуючу в авіації систему оперативного збирання та обробки інформації про надійність з метою контролю фактичного рівня надійності типів виробів, що експлуатуються за параметром потоку відмов.

2. Розробити підхід до встановлення нормативного значення рівня надійності для кожного типу виробів.

3. Впровадити організацію оперативного порівняння фактичного рівня надійності з нормативним по усім агрегатам літака та створити групи аналізу надійності та прийняття рішень про можливість продовження експлуатації виробів того чи іншого типу до відмови та розробки заходів для підтримання рівня їх надійності.

В теперішній час контроль рівня надійності сукупності одноманітних виробів повинен здійснюватися статистичними методами незалежно від стратегії технічного обслуговування, що використовується. Проте для стратегії технічного обслуговування з контролем рівня надійності цей вид контролю є основним. При цій стратегії обслуговування головним показником фактичного рівня надійності пропонується використовувати параметр потоку відмов ω , як показник, що найбільш повно характеризує рівень надійності відновлюваних об'єктів авіаційної техніки, зручний для проведення оперативного - порівняльного аналізу, чутний до змін процесу технічної експлуатації, проте потребуючий деяких змін існуючої системи збору інформації про надійність об'єкта.

Особливе місце при застосуванні стратегії технічного обслуговування з контролем рівня надійності займає вибір і призначення нормативного (припустимого) рівня надійності для кожного типу виробів [1].

У зв'язку з відсутністю інформації про нормативний рівень надійності з заводів - виробників авіаційної техніки для початкового періоду впровадження цієї стратегії доцільно встановити припустимий рівень надійності на підставі досвіду експлуатації виробів за попередні роки експлуатації, а також використовувати для уточнення інформацію про надійність виробів, яку мають виробники, розробники чи ремонтні заводи за наслідками випробувань.

Пропонується при обмеженій інформації про статистику контролювати тільки системи та складні блоки, які мають великий параметр потоку відмов. Для блоків та датчиків, що мають низький параметр потоку відмов, як високонадійних виробів, ω_{Φ} доцільно не контролювати.

Рівень надійності сукупності однотипних виробів контролюється шляхом порівняння кількості відмов n_{Φ} , що спостерігається, з верхньою межею регулювання (ВМР), яка являє собою припустимий рівень надійності, котрий розраховується за приведеною нижче методикою.

Кількість відмов, що спостерігається, n – має випадковий характер і підпорядкована закону Пуассона

$$P_{n,T} = \frac{(\omega \cdot T)^n}{n!} \cdot e^{-\omega T}. \quad (1)$$

Тоді ймовірність того, що загальна кількість відмов пристрою за час T не перевищує верхню границю регулювання (припустимий рівень) при наявності лише випадкових причин, має вид

$$P_3 = \sum_{n=0}^{n=BMP} \frac{(\omega_3 \cdot T \cdot a)^n}{n!} \cdot e^{-\omega_3 \cdot T \cdot a}, \quad (2)$$

де

$$\omega_3 = \frac{\sum_{i=1}^{k-1} \omega_{\Phi i}}{k-1} = \bar{\omega}_{cm}; \quad (3)$$

ω_3 - запланований параметр потоку відмов, який являє собою припустимий рівень надійності за початковий період експлуатації;

$$\omega_{\Phi i} = \frac{n_{\Phi i}}{T_i \cdot N_i \cdot a}, \quad (4)$$

де $\omega_{\Phi i}$ - фактичний параметр потоку відмов.

Використовуючи вираз (2) та прийнявши необхідний рівень $P_{\text{зад}} = 0,975$ [2], визначається верхня межа регулювання, яка підлягає контролю. Випадковий викид за верхню межу не перевищує 2,5%, що вважається малоімовірним. Наслідки контролю рівня надійності доцільно оформляти як щомісячний звіт.

Контроль рівня надійності здійснюється порівнянням величин n_{Φ} та ВМР. При перевищенні верхньої межі виріб підлягає ретельному аналізу, фіксується бортовий номер, наробіток з початку експлуатації, зовнішнє проявлення відмови, характер відмови. Стосовно нього розробляються заходи з підвищення надійності авіаційних систем. До таких заходів можливо віднести зміну конструкції, зміну режиму експлуатації.

Коли кількість відмов за наслідками випробувань мала, доцільним є використання критерію згоди Пірсона, за допомогою якого перевіряють узгодження випадкової величини ξ заданому закону розподілу $F_0(t)$. Критерій згоди необхідний для перевірки гіпотези H_0 у тому, що

$$F_{\xi}(t) = F_0(t),$$

де $F_{\xi}(t)$ - функція розподілу ξ ;

$F_0(t)$ - задане експоненціальне розподілення.

Розглянемо методику контролю рівня надійності на прикладі бортової системи літака громадянської авіації (усі наведені у прикладі дані – умовні). Початкова інформація має такі дані (N - рік початку експлуатації літака):

- тип літака;
- найменування функціональної системи;
- запланований параметр потоку відмов, встановлений за даними трьох років експлуатації кожного типу виробів;
- наліт парку літаків що випробуються;
- кількість відмов, виявлених у польоті та при усіх видах технічного обслуговування (табл. 1).

Таблиця 1

Початкові дані контролю рівня надійності

Номер виробу	Кількість на літаку	$\omega_{\text{ст ср}} \cdot 10^{-4}$, 1/ год	N		N+1		N+2	
			n_{Φ}	T, год	n_{Φ}	T, год	n_{Φ}	T, год
1	2	2,52	2	3800	2	4600	4	7300
2	2	6,34	4	3800	9	4600	10	7300
3	2	4,1	2	3800	6	4600	8	7300
4	1	1,77	0	3800	1	4600	1	7300

Рівень надійності сукупності однотипних виробів контролюють шляхом порівняння n_{ϕ} парку літаків, що випробується з верхньою межею регулювання (табл. 2).

Таблиця 2
Контроль рівня надійності сукупності однотипних виробів

Номер виробу	Кількість на літаку	$\omega_{ст\ ср} \cdot 10^{-4}$, 1/ год	N		N+1		N+2	
			n_{ϕ}	BMP	n_{ϕ}	BMP	n_{ϕ}	BMP
1	2	2,52	2	5	2	4	4	7
2	2	6,34	4	6	9	8*	10	12
3	2	4,1	2	2	6	7	8	8*
4	1	1,77	0	2	1	2	1	3

Виконання нерівності $n_{\phi} < BMP$ є умовою для продовження експлуатації виробів з використанням стратегії технічного обслуговування з контролем рівня надійності (вироби 1 та 4). При виконанні нерівності $n_{\phi} \geq BMP$ виріб заноситься до списку з низьким рівнем надійності і стосовно до нього розробляється пропозиція про зниження рівня надійності не тільки за рахунок одних лише випадкових причин (показник виробу 2 у N - му році та виробу 3 у N+1 - му році). Крім того, визначається тенденція зміни показника надійності, розрахованого для контрольного періоду заданої тривалості, та формується гіпотеза про зниження рівня надійності (табл.3).

Таблиця 3
Формування гіпотези про зниження рівня надійності

Номер виробу	Наявність сигналу $n_{\phi} > "BMP"$			Гіпотеза про зниження рівня надійності
	N	N+1	N+2	
2	-	+	-	конструктивно-виробничий чинник.
3	-	-	+	конструктивно-виробничий чинник.

У даному випадку усі відмови пов'язані з конструктивно - виробничими недоліками, які потребують удосконалювання конструкції виробів з номерами 2 та 3 заводом - виробником, або доробки при ремонті, зміни режиму експлуатації з поглибленим контролем технічного становища після тривалого зберігання, а також контроль працездатності перед кожним польотом для підвищення рівня надійності (табл. 4).

Аналіз відмов

Найменування виробу	Наробіток з початку експлуатації	Опис відмови	
		зовнішня проява	характер
2	2464	не обертається ручка встановлення тиску	заклинення механізму обертання
3	1871	розбіжність у показаннях приладів	негерметична система повного тиску

Якісний аналіз бортової системи, зроблений з використанням інформації, яка міститься у карточці обліку несправностей, дозволяє визначити характер, зовнішню прояву, причину відмови системи, а також відпрацювати методику втілення контролю рівня надійності авіаційних систем та зробити деякі висновки.

На підставі розробленої методики переводу бортового обладнання на експлуатацію за технічним станом з контролем рівня надійності можна зробити наступні загальні висновки.

1. При збільшенні ресурсів літаків (термінів служби) вище ресурсів, встановлених заводом - виробником, виникає необхідність безперервного контролю рівня надійності агрегатів бортових систем авіаційного обладнання з метою з'ясування тенденції пікового збільшення параметра потоку відмов (різкого падіння рівня надійності). У даних умовах необхідними умовами продовження ресурсу літака є контроль рівня надійності всього бортового обладнання.

2. За первинне формування $\omega_{зад.}$ при відсутності нормативних значень заводу - виробника може виступати середньостатистична оцінка параметра потоку відмов $\omega_{зад.} = \omega_{ст.}$

3. Доцільно визначити $\omega_{зад.}$ виходячи з розділення парку літаків на групи за категоріями в залежності від періоду експлуатації. Групи з меншим наробітком формують $\omega_{зад.}$ Групи з найбільшим наробітком використовуються для контролю рівня надійності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Соловьев В.И. Основы теории надежности и эксплуатации систем. – К.: КИ ВВС, 1997. – 210 с.
2. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.