

ЕДИН АЛГОРИТЪМ ЗА РЕСУРСНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА КОНСТРУКЦИЯ НА ЛЕТАТЕЛЕН АПАРАТ

AN ALLGORITME FOR LIFE INVESTIGATION OF AIRCRAFTE STRUKTURE

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ РЕСУРСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Проф. д.т.н. Петров Н.¹, гл. ас. инж. Петров М.², ст. н. с. П ст. Бойчев Б.³
Тракийски университет¹, Технически университет – София², БАН³, България

Abstract: The possibility for application of the inter-parts electrical resistance as an indicator for technical condition is considered. Examination of the inter-parts electrical behaviour during maintenance operations is really possible with the measuring equipment available in civil and military aviation. Maintenance is performed during aircraft operation in order to assure aircraft reliability and flight safety. This maintenance includes continuous analysis of aircraft parametric and statistical information and predictions (prognoses) of the future aircraft technical condition.

KEYWORDS: LIFE LIMITS, TECHNICAL CONDITION, FLIGHT SAFETY, AIRCRAFTS, MAINTENANCE AND REPAIR.

1. Увод

В настоящия доклад авторите предлагат интересен подход за параметричен контрол на конструкцията на ЛА на базата на измервания на преходното съпротивление между отделните и части, чрез съответни средства за измерване. Преходното съпротивление между частите на ЛА, разгледано в експлоатационен аспект, се изменя под въздействието на климатичните условия. То зависи от качеството на ТО, както и от условията на съхранение на ЛА (на открито или в специални хангари). В предложения подход за изследване се предлага стойността на преходното съпротивление, да бъде един от определящите фактори за достоверността му. Поради това е необходимо да се определи максимално допустимата му стойност между частите на ЛА.

2. Изложение

Максимално допустимите величини на преходните съпротивления $R_{PP,ДОП}$ на граждански ЛА, са показани на фиг.1 [1]. Те са измерени чрез специализирани средства за измерване в $\mu\Omega$. За съответните части на конструкцията и агрегатите от оборудването на летателните апарати, допустимите преходни съпротивления се делят на няколко групи:

- местата за непосредствено съединяване на тръбите на колектора към корпуса на авиационния двигател - 100 $\mu\Omega$;
- местата за съединяване на детайли - 600 $\mu\Omega$;
- капази, люкове, створки и т.н. - до 2000 $\mu\Omega$.

Всички тези стойности се явяват пределно допустими, а практически при добро техническо обслужване (ТО) могат да се получат значително по-малки стойности на преходните съпротивления. Поради това се предлага за ресурсен показател да се използва следенето на текущото изменение на R_{PP} на отделните части на конструкцията на ЛА. За тази цел се изследва априорното поведение на функцията:

$$(1) \quad R_{PP} = f(t_{TE}),$$

където: t_{TE} е времето за ТЕ, отчитано от начало на експлоатацията на ЛА.

Функцията (1) се определя въз основа на отделни измервания, т.е. осъществява се интерполация на априорната информация и съответно екстраполация във времето t_{TE} до стойност $R_{PP,ДОП}$. Интерполацията се извършва като се използва полином от n -та степен, имащ вид:

$$(2) \quad R_{PPj}(t) = A_j \cdot (t - t_0) \cdot (t - t_1) \cdot \dots \cdot (t - t_n) = f(t_i).$$

Полиномът (2) се анулира при всички възможни стойности на $t = t_i$ ($i = 0, \dots, n$), с изключение на стойността $t = t_j$. Освен това е възможно полиномът (2) за $R_{PPj}(t)$ да стане равен на $R_{PPj}(t_j)$ при $t = t_j$, ако константата A_j се определя от следния израз:

$$(3) \quad A_j = \frac{f(t_j)}{(t_j - t_0) \cdot (t_j - t_1) \cdot \dots \cdot (t_j - t_n)}$$

т.е. при положение, че (3) е в сила, то за $R_{PPj}(t)$ се получава:

$$(4) \quad R_{PPj}(t_i) = \begin{cases} 0 & (i \neq j) \\ R_{PPj} & (i = j) \end{cases}$$

Ако (3) се замести в (2) и полученият израз се означи с $L_i(t)$ се получава:

$$(5) \quad L_i(t) = \frac{(t - t_0) \cdot \dots \cdot (t - t_{i-1}) \cdot (t - t_{i+1}) \cdot \dots \cdot (t - t_n)}{(t_i - t_0) \cdot \dots \cdot (t_i - t_{i-1}) \cdot (t_i - t_{i+1}) \cdot \dots \cdot (t_i - t_n)} \cdot f(t_i).$$

По този начин след построяване на $n + 1$ полинома $L_i(t)$ се определя екстраполиращият израз:

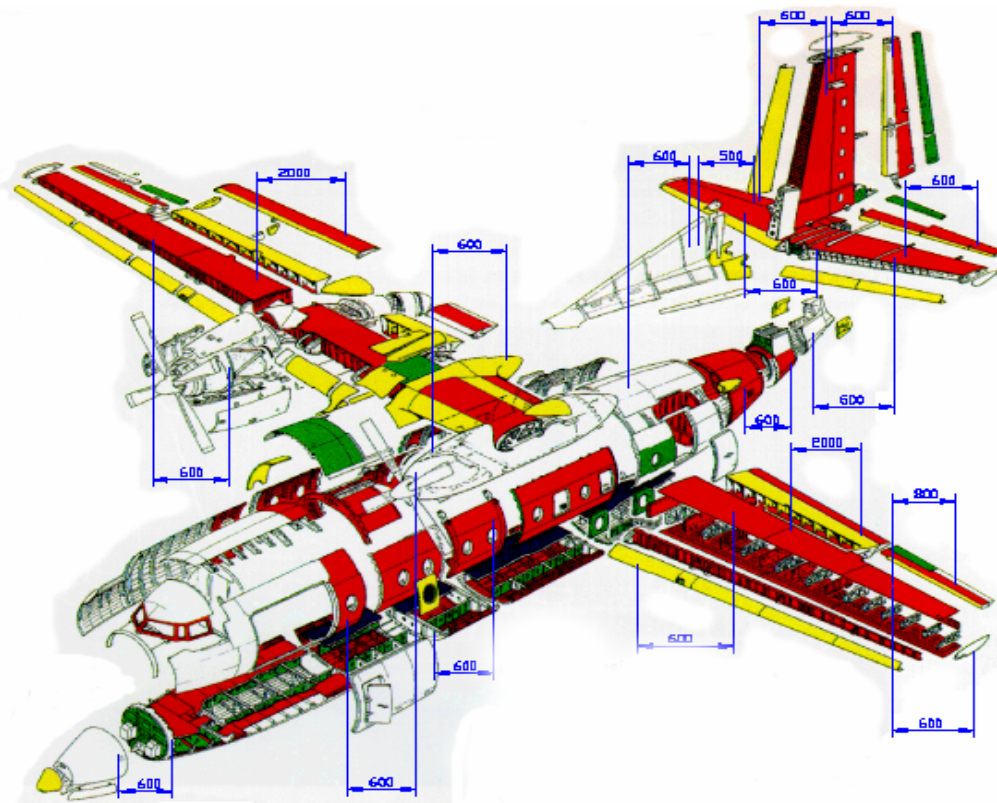
$$(6) \quad F_E(t) = \sum_{i=1}^n L_i(t).$$

Екстраполиращият израз (6) от своя страна може да се представи във вид:

$$(7) \quad F_E(t) = \frac{(t-t_1)(t-t_2)\dots(t-t_n)}{(t_0-t_1)(t_0-t_2)\dots(t_0-t_n)} \cdot f(t_0) + \frac{(t-t_1)(t-t_2)\dots(t-t_n)}{(t_1-t_2)(t_1-t_3)\dots(t_1-t_n)} \cdot f(t_1) + \dots + \frac{(t-t_1)(t-t_2)\dots(t-t_n)}{(t_n-t_1)(t_n-t_2)\dots(t_n-t_{n-1})} \cdot f(t_n).$$

Полиномът (7) представлява по същество интерполационен полином на Лагранж [2]. Тъй като в (П.4.7), коефициентите пред $f(t_i)$ не зависят от стойностите на

функциите, възможно е те да бъдат изчислени предварително по табл. 1 до ниво на прогнозиране $m_i = 5$.



Фиг. 1. Максимално допустими величини на преходните съпротивления между отделните части на конструкцията на ЛА, показани в $\mu\Omega$

Табл.П.4.1

Ниво на прогнозирането	Степен на полинома								
	n=1			n=2			n=3		
	L_0	L_1	L_0	L_1	L_2	L_0	L_1	L_2	L_3
M_i									
1.	-1	2	1	-3	3	-1	4	-6	4
2.	-2	3	3	-8	6	-4	15	-20	10
3.	-3	4	6	-15	10	-10	36	-45	20
4.	-4	5	10	-24	15	-20	70	-84	35
5.	-5	6	15	-35	21	-35	120	-140	56

Точността при работа с интерполационния полином на Лагранж се определя от остатъчния член K_L и от условието:

$$(8) \quad K_L = |f(t) - F_E(t)| \leq 10^{-3}.$$

От извършеното надеждно изследване може да се направят следните:

3. ИЗВОДИ

1. Максимално допустимата величина на преходните съпротивления между частите на летателните апарати, съвместно с други ресурсопределящи параметри може да се използва като показател за определяне продължителността на тяхната техническа експлоатация.

2. Следенето на текущото изменение на преходното съпротивление между частите на летателните апарати е необходимо да се използва като ресурсен показател при определяне момента на постъпване за изпълнение на периодично техническо обслужване на въздухоплавателните средства.

3. Базата статистическа информация за изменението на преходните съпротивления между елементите на ЛА може да бъде адекватно използвана за оптимизация на програмата за техническо обслужване и програмата за надеждност на въздухоплавателните средства.

Литература

1. Петров Н. Надеждности изследвания на рискови технически системи. ЕЦНОК – Бургас.

Монография. Второ издание. 2007, ISBN 978-954-9978-92-6, с. 198.

2. *Корн, Г., Т. Корн.* Справочник по математике. М., „Наука”, 1973.