

УДК 629.735

С.О. Іщенко, О.Р. Давидов, Т.О. Семитківська

КОНТРОЛЬ ЗМІНИ НІВЕЛЮВАНЬ ЛІТАКА АН-24 В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Розглянуто вплив експлуатації літака Ан-24 на нівелювальні параметри. Проведено статистичний аналіз зміни нівелювальних характеристик крила повітряного судна, викликаних нальотом.

Одним із чинників забезпечення безпеки польотів в цивільній авіації є розвиток систем візуального контролю й документування технічного стану повітряних суден із збільшенням напрацювання в умовах експлуатації [1].

Основою такого підходу є створення хронологічного банку даних результатів оглядів кожного конкретного екземпляра повітряного судна, що повинен містити такі відомості:

- дату проведення огляду;
- напрацювання повітряного судна на момент огляду;
- закодовані результати проведених оглядів.

Банк даних кожного екземпляра літака дозволить виявити його індивідуальні особливості і скорегувати льотно-технічні характеристики в процесі експлуатації. Ці ж дані необхідні під час проведення сертифікації екземпляра повітряного судна.

Багаторічні дослідження індивідуальних особливостей льотно-технічних характеристик повітряних суден дозволяють стверджувати про наявність змін нівелювальних характеристик у процесі експлуатації [2]. Для підтвердження такої гіпотези були проконтрольовані параметри нівелювань літака Ан-24. Усього були проаналізовані дані нівелювань 48 бортів. Дані про нівелювання у процесі експлуатації одержані з нівелювальних паспортів супровідної технічної документації щодо ремонту й обслуговування. З огляду на аеродинамічне компонування планера й особливості обдування крила у польоті були проаналізовані дані нівелювань по лівому й правому напівкрилах у трьох нормованих перетинах (рис. 1). Розглядалося перевищення точок 9 над 10, 13 над 14, 17 над 18 по лівому й правому напівкрилах. У першому наближенні це характеризує зміну кута закручення кожного з напівкрил і, як наслідок, зміну місцевого кута атаки, що призводить до перерозподілу аеродинамічних сил і моментів. Отримані дані про 262 виміри параметрів нівелювань у розглянутих перетинах досліджуваних 48 бортів Ан-24.

Дослідження одержаної вибірки за параметрами нівелювання проводилося в такій послідовності оцінювання:

- стаціонарності вибірки (наявності тренда);
- закону розподілу вибірки;
- параметрів закону розподілу.

Для оцінки наявності тренда у спостереженнях використовувався непараметричний критерій серій. Будемо розглядати гіпотезу про відсутність тренда, тобто припустимо, що послідовність $N=262$ замірених значень містить тільки незалежні значення однієї і тієї ж випадкової величини. Перевірка проводилася при рівні значущості $\alpha = 0,05$. Область прийняття гіпотези визначається інтервалом $[113 < r \leq 148]$. Результати обчислень кількості серій, що зустрі-

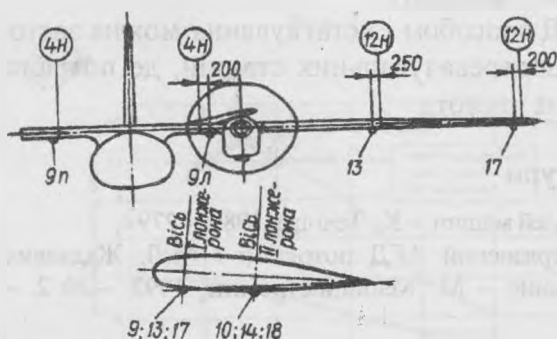


Рис.1. Схема розташування контрольних нівелювальних точок літака Ан-24

чаються, якщо відраховувати спостережені значення від їхньої медіани, із граничним значенням кількості серій $r_{131,0,975} = 113$ і $r_{131,0,025} = 148$ показали, що гіпотеза про відсутність тренда має бути відкинута. Це значить, що тренд у вибірці параметрів нівелювання носить не випадковий характер. Лінійна апроксимація тренда даних нівелювання по нальоту повітряних суден подана на рис. 2 відповідно для трьох перетинів крила – точки 9-10, 13-14, 17-18.

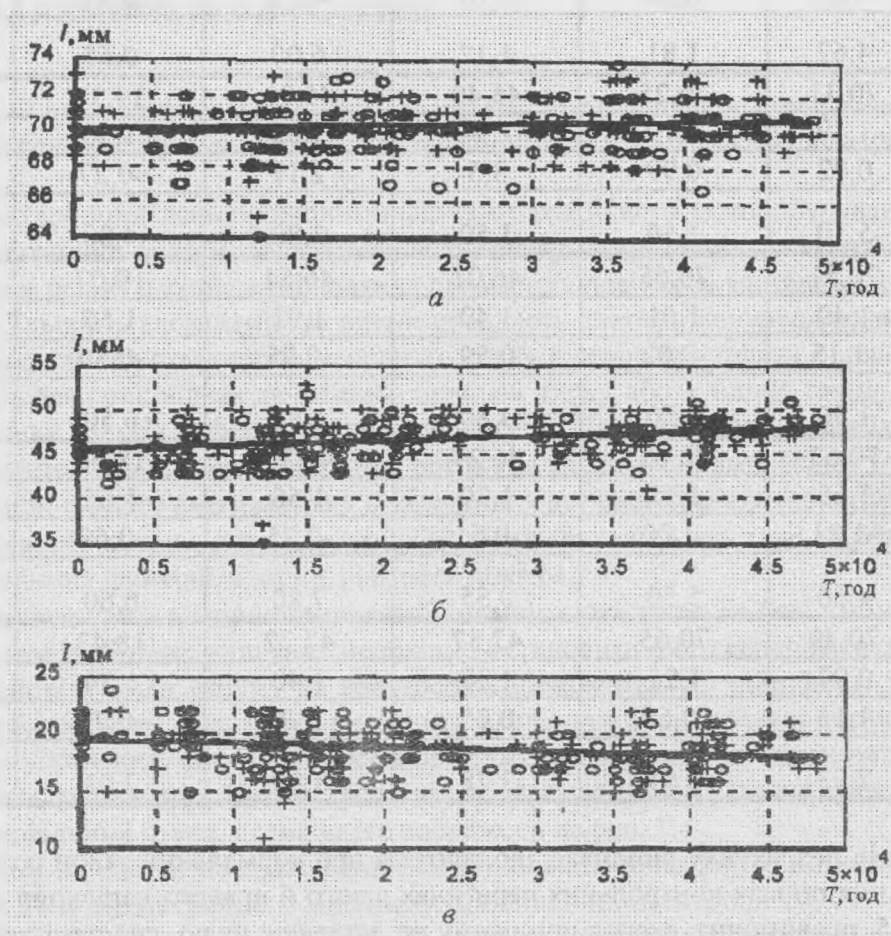


Рис. 2. Зміни відхилень нівелювань по нальоту для перетину крила 9/10 (а), 13/14 (б), 17/18 (в)

На рис. 2 символом "о" зображені дані для правої площини крила, а символом + – для лівої. Номінальні розміри та допуски на параметри нівелювань по перетинах складають відповідно 71_{-4}^{+3} , 48_{-5}^{+3} , 18 ± 4 мм. Відлік значень параметрів у процесі нівелювання робиться з похибкою $\pm 0,5$ мм. Міжремонтний наліт літака Ан-24 складає в середньому 5000 год. В інтервалі часу двох міжремонтних нальотів розмір зміни тренда не перевищує похибки вимірювання під час проведення нівелювання. Математичне сподівання залишається постійним. Випадковий процес є слабостационарним у діапазоні часу двох міжремонтних періодів експлуатації повітряного судна. Розіб'ємо весь виявлений період експлуатації від 0 до 48000 год на п'ять інтервалів: 1–(0-5000), 2–(5000-15 000), 3–(15 000-25 000), 4–(25 000-35 000), 5–(35 000-48 000) год.

Для перевірки гіпотези про нормальність закону розподілу нівелювальних вимірювань в експлуатаційних інтервалах з першого до п'ятого використовувався критерій згоди χ^2 з рівнем значущості $\alpha = 0,05$. Область прийняття гіпотези визначається нерівністю $\chi^2 \leq \chi_{3,0,05}^2 = 7,81$. По інтервалах часу експлуатації об'єми вибірок відповідно складають: $N_1=33$, $N_2=67$, $N_3=68$, $N_4=45$, $N_5=49$ (див. таблицю).

Результати розрахунків параметрів законів розподілу по інтервалах часу 1-5

Перетин	9/10 л.кр	9/10 пр.кр.	13/14 л.кр.	13/14 пр.кр	17/18 л.кр.	17/18 пр.кр
Середнє (1)	70,11	70,32	46,00	46,12	20,24	19,82
СКО (1)	0,85	1,11	1,66	1,74	1,39	1,52
Ексцес (1)	0,61	0,04	0,10	-0,72	0,34	1,98
x^2 (1)	4,67	1,81	1,12	6,00	0,55	1,98
Середнє (2)	70,31	70,25	45,40	45,91	19,31	19,01
СКО (2)	1,49	1,19	1,94	1,82	1,56	1,60
Ексцес (2)	0,72	0,99	3,5	2,17	-0,27	1,93
x^2 (2)	5,50	1,50	1,50	3,80	4,80	6,50
Середнє (3)	70,51	70,65	46,01	46,54	19,07	18,78
СКО (3)	1,49	1,01	1,49	1,92	1,56	1,35
Ексцес (3)	-1,15	-0,02	0,59	-0,95	-0,80	-0,44
x^2 (3)	1,50	3,50	4,80	4,80	6,50	6,60
Середнє (4)	70,63	70,62	46,27	46,76	18,96	18,91
СКО (4)	1,65	1,18	1,39	1,56	1,65	1,26
Ексцес (4)	-1,21	-1,00	-0,61	-0,75	-0,69	-0,68
x^2 (4)	4,50	5,50	0,55	7,80	6,60	6,60
Середнє (5)	70,49	70,65	47,57	47,22	18,43	18,47
СКО (5)	0,97	1,21	1,37	1,40	1,34	1,48
Ексцес (5)	1,15	-0,68	0,05	1,90	-0,73	-0,58
x^2 (5)	7,03	2,53	3,78	1,69	7,03	3,50

З результатів розрахунку випливає, що гіпотеза про нормальний закон розподілу параметрів нівелювання по всіх контрольних перетинах лівого й правого напівкрил з рівнем значущості $\alpha = 0,05$ правомочна, ексцес при цьому не дорівнює нулю, спостерігається як гостровершинність ($0 < E \leq 3,51$), так і плосковершинність ($0 > E \geq -1,15$).

Аналіз результатів вимірювань нівелювань літака Ан-24 показав, що зі збільшенням нальоту відбувається збільшення кута встановлення у центроплана й у середньої частини напівкрила, причому у лівого й правого однакове, зменшення кута встановлення на краях лівого й правого напівкрил, зміна кручення лівого й правого напівкрил. Тенденція зміни кручення лівого й правого напівкрил різна.

Для розрахунку ступеня впливу виявлених відхилень нівелювань на льотно-технічних характеристиках повітряних суден необхідно подальше дослідження з використанням математичної моделі руху літака чутливої до малих збурень.

Список літератури

1. *Техническое руководство по летной годности.* – ICAO, DOC 9051-AN/896.
2. *Ищенко С.А., Давидов А.Р.* Разработка методов контроля и диагностики аэродинамического состояния воздушных судов ГА. – К.: Знание, 1990. – 43 с.

Стаття надійшла до редакції 10.04.01.