

Літальні апарати: аеродинаміка, силові установки, обладнання та озброєння

УДК 629.73.083.02.008.6

А.П. Корнієнко, О.А. Корочкін, А.Ф. Кудрявцев, А.О. Новіков

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНТРОЛЮ СТАНУ ГЕРМЕТИЧНОСТІ КАБІН ЛЕГКИХ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНИХ ЛІТАКІВ

Обґрунтовано можливість та доцільність виконання пунктів технічного обслуговування та регламентних робіт на літаках типу Ан-24, Ан-26, Ан-30 щодо перевірки стану герметичності гермокабін безпосередньо на аеродромах базування літальних апаратів. Представлено методику визначення економічного ефекту, яка дозволяє прямим розрахунком (відповідно до економічного змісту кількісно-вартісних показників заходів технічного забезпечення бойової підготовки) знайти необхідну величину річної економії коштів від впровадження пріоритетних напрямків проведення робіт з підтримання у справному стані систем ЛА.

Ключові слова: авіація, Повітряні Сили, озброєння і військова техніка, перевірка стану герметичності гермокабін, засоби забезпечення літальних апаратів стиснутим повітрям, технічне обслуговування.

Вступ

Практика експлуатації сучасних літальних апаратів (ЛА) показує, що забезпечення безпеки польотів – найважливіше питання, що стосується як транспортної, так і військової авіації, та вирішується сумісними зусиллями розробників, виробників авіаційної техніки та її експлуатантів. На всіх етапах створення і експлуатації ЛА проблемам забезпечення безпеки польотів приділяється найбільше уваги. Суворе дотримання встановлених термінів технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) для всіх без винятку систем значно зменшує вірогідність появи відмов у повітрі.

Як показує досвід експлуатації та аналіз системи технічного обслуговування і ремонту ЛА транспортної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України [1 – 3], витрати на технічне обслуговування складають 25 – 30% від прямих експлуатаційних витрат, які несуть експлуатуючі організації, а за період всього життєвого циклу ці витрати можуть перевищувати вартість нового літального апарата.

Однією з важливих задач, рішення якої дозволить значно зменшити затрати на технічне обслуговування літаків транспортної авіації типу Ан-24, Ан-26, Ан-30, є оптимізація процедур технічного обслуговування, які пов'язані з перевіркою кабін ЛА на герметичність.

На даний час в Повітряних Силах Збройних Сил України ці роботи проводяться за межами частин базування вказаних літальних апаратів на базі однієї із авіаційних частин. Додаткові витрати, пов'язані з перебазуванням повітряних суден та їх знаходженням на площадці очікування до початку

виконання робіт щодо перевірки кабін на герметичність [4, 5], не є економічно обґрунтованими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогоднішній день із ростом нальоту, збільшенням міжремонтних ресурсів і термінів служби літаків герметичність їх кабін погіршується як через природний процес старіння так і через зношування конструкції. В цих умовах збільшується витік повітря з гермокабіни літака, що в остаточному підсумку може привести до нестійкої роботи системи регулювання тиску повітря, особливо при відмові або відключенні частини джерел наддуву літака. Тому для забезпечення регулярності і безпеки польотів потрібен періодичний контроль технічного стану гермокабін, з точки зору ступеня їхньої герметичності [2, 3].

На ремонтних заводах та в експлуатуючих частинах стан герметичності кабін перевіряється наддувом від наземного джерела подачі стиснутого повітря до величини експлуатаційного перепаду з наступним визначенням часу падіння тиску. Це вимагає додаткових заходів безпеки, а для перевірки літаків великих розмірів ще й потужних наземних засобів забезпечення ЛА стиснутим повітрям, що ускладнює та затримує проведення робіт [6].

Постановка проблеми. Для забезпечення регулярності і безпеки польотів періодичний контроль технічного стану гермокабін, з точки зору ступеня їх герметичності, проводився із застосуванням компресора низького тиску КНД-1.2-2П, які є морально застарілими, ресурс експлуатації на них вичерпано і на даний момент є списаними та не підлягають відновленню.

В зв'язку з відсутністю в розпорядженні авіаційних частин зазначених компресорів виконання регламентних (ремонтних) робіт на літаках типу

Ан-24, Ан-26, Ан-30 в повному обсязі є неможливим, та подальша експлуатація цих ЛА недопустима.

Виходячи з цього, існує важлива науково-технічна проблема, що пов'язана з розробкою нових технічних засобів перевірки герметичності кабін повітряних суден та їх застосування безпосередньо на місцях базування вказаних повітряних суден.

Метою статті є визначення економічного ефекту від впровадження пріоритетних напрямів проведення робіт з підтримання у справному стані систем висотного обладнання (підтримання необхідного стану герметичності кабін) літаків Ан-24, Ан-26, Ан-30.

Основна частина

На сучасному етапі розвитку Збройних Сил України істотно зросло значення досліджень, спрямованих на ефективне використання оборонних ресурсів, зокрема авіаційної техніки (АТ). В даній статті представлено результати одного із таких досліджень, в якому визначався економічний ефект від впровадження пріоритетних напрямів експлуатації АТ.

Систему експлуатації АТ (як сукупність процесів застосування авіаційної техніки, підтримки й відновлення її якості на всіх етапах її існування) можна умовно розділити на дві підсистеми: льотної та технічної експлуатації, які реалізують технічно грамотне застосування АТ. Льотна експлуатація АТ являє собою сукупність процесів управління ЛА і його системами на всіх етапах польоту, технічна – сукупність процесів підтримки і відновлення справності або тільки працездатності авіаційної техніки, у тому числі й у польоті, комплекс робіт, що їх виконують на АТ на етапах приведення її в установлений ступінь готовності до використання за призначенням, підтримання цього ступеня готовності, зберігання і транспортування. Для виконання робіт під час технічної експлуатації створені система технічного обслуговування (СТО) та військового ремонту (ВР). СТО забезпечує справність авіаційної техніки і готовність ЛА до застосування, а ВР – відновлення справності АТ.

СТО являє собою сукупність об'єктів та органів, які взаємодіють, та відповідної програми технічного обслуговування (ТО). Об'єктами ТО є вироби АТ, що характеризуються необхідністю певних операцій ТО та пристосованістю до виконання цих робіт. Засоби, що при цьому використовуються, включають в себе комплекс необхідного обладнання та апаратуру технічного діагностування.

Аналіз сучасного стану в області ТО і Р авіаційної техніки [1, 7, 8] показує, що можливі стратегії технічного обслуговування повинні бути направлені на забезпечення:

- скорочення витрат на проведення ТО і Р;
- обґрунтування форм ТО;
- максимального нальоту ЛА;

- мінімального простою ЛА та його систем;
- максимального задоволення потреб експлуатації;
- покращення експлуатаційних характеристик ЛА;
- швидкої заміни несправного обладнання;
- чітко розрахованого обмінного фонду;
- підвищення вимог до засобів експлуатаційного контролю.

На що передусім необхідно направити зусилля щодо оптимізації СТО – це скорочення витрат на проведення робіт за рахунок мінімізації простоїв ЛА та їх систем, а також підвищення вимог до засобів експлуатаційного контролю.

При цьому система технічної експлуатації ЛА орієнтується на застосування методів технічної експлуатації, що враховують технічний стан ЛА та його окремих систем. Така стратегія технічної експлуатації повинна враховувати:

- поточне напрацювання ЛА та його систем;
- можливий вихід з ладу АТ, поточну відмову систем, агрегатів і окремих виробів;
- наявність планових профілактичних засобів;
- наявність на борту ЛА вбудованих систем контролю, що контролюють найбільш важливі технічні характеристики;
- поточний рівень достовірності таких бортових вбудованих систем контролю;
- наявність наземних засобів експлуатаційного контролю, що мають досить високі показники достовірності.

До технічних засобів відносяться заходи з організації системи експлуатаційного контролю, яка характеризується достовірністю отриманих результатів та тривалістю операцій контролю [2, 3, 9].

В якості показника ефективності технічної експлуатації пропонується використати інтенсивність експлуатаційних витрат [6, 10]:

$$R(\tau) = \frac{C_A \cdot \bar{F}(t) + C_{II} \cdot \bar{F}(t)}{\int_0^t \bar{F}(t) \cdot dt}, \quad (1)$$

де C_A – середні витрати на аварійне відновлення; C_{II} – середні витрати на профілактичні заходи; $\bar{F}(t)$ – функція розподілу часу до відмови; τ – тривалість експлуатації.

Середні експлуатаційні витрати, що пов'язані з технічним обслуговуванням повітряних суден визначені в роботі [11]:

$$V = \sum_{n=0}^{\infty} \int_{t_n}^{t_{k+1}} \left[C_{kp} \cdot t_{kp} \cdot (k+1) + Q(t_{n+1}) - \xi \right] dF(\xi) + C_B \cdot t_B, \quad (2)$$

де C_{kp} та C_B – середні витрати на контроль працездатності та відновлення ЛА і їх систем за одиницю часу; ξ – моменти відмов; t – момент проведення контролю працездатності.

Крім зазначених показників, для комплексної оцінки ефективності ТО ЛА можна застосовувати коефіцієнт технічного використання, як відношення математичного очікування інтервалів часу перебування об'єкта в працездатному стані за деякий період експлуатації до суми математичних очікувань інтервалів часу перебування об'єкта в працездатному стані і простоїв на ТО і Р за той же період експлуатації:

$$K_{т.в.} = \frac{T_p}{T_p + T_{п}}, \quad (3)$$

де T_p – річний наліт; $T_{п}$ – простої на ТО і Р.

На основі аналізу приведених вище показників ефективності технічного обслуговування можна зробити висновок, що найбільш ефективним з економічної точки зору є виконання пунктів регламентних та перевірочних робіт щодо перевірки кабін на герметичність, а також перевірки працездатності висотних систем літаків типу Ан-24, Ан-26 і Ан-30 не на базі однієї експлуатуючої частини, а в місцях базування ЛА: м. Бориспіль, м. Вінниця, м. Чугуїв, м. Феодосія, м. Мелітополь.

Економічний ефект від проведення робіт з підтримання у справному стані системи висотного обладнання (контролю герметичності) літаків виражатиметься в економії коштів, які витрачаються на переліт літаків від місця базування до місця проведення вказаних робіт. Вартість перельоту літака включає наступні витрати: часову витрату льотної ресурсу, палива і технічних рідин у відповідності з обраним маршрутом польоту, а також витрати на технічну експлуатацію ЛА з розрахунку на одну льотну годину.

Під економією коштів розуміється вартість льотної години, яку необхідно витратити, щоб доставити вказаний літак до місця перевірки.

Під вартістю льотної години авіаційної техніки з економічних позицій розуміється затратність її експлуатації з метою безпосереднього використання за призначенням. Собівартість льотної години відображає поточні витрати на експлуатацію авіаційної техніки.

Вищенаведені ЛА відносяться до одного типу, тому доцільно прийняти за основу літак Ан-26, і відносно його характеристик надалі проводити необхідні розрахунки.

При визначенні економічного ефекту від виконання робіт щодо перевірки стану герметичності кабін ЛА в місцях їх базування використовувався нормативно-калькуляційний метод визначення вартості льотної години літака, який дозволяє прямим розрахунком, відповідно до економічного змісту кількісно-вартісних показників заходів інженерно-авіаційного забезпечення бойової підготовки, знайти необхідну величину.

Величина вартості однієї години нальоту обчислюється за виразом:

$$C_{лч} = C_{ам.ла} + C_{пмм} + \frac{C_{те}}{R_{ла}}, \quad (4)$$

де $C_{ам.ла}$ – годинна реновація ЛА з урахуванням кількості капітальних ремонтів, у.о./год.; $C_{пмм}$ – витрати на авіаційні паливно-мастильні матеріали на годину нальоту, у.о./год.; $C_{те}$ – витрати на технічну експлуатацію за цикл льотної експлуатації, у.о./год.; $R_{ла}$ – льотний ресурс ЛА, год.

Алгоритм розрахунку вартості льотної години відповідних типів літаків було визначено раніше в рамках розробки методик визначення вартості льотної години бойового ЛА і проведення розрахунків фінансових витрат на виконання основних заходів бойової підготовки авіаційних частин Повітряних Сил Збройних Сил України [12, 13].

Для розрахунку вартості льотної години обраного типу літака використовувались дані, що наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку вартості одного часу польоту для літака Ан-26

Параметри	Ан-26
Вартість нового літака, млн. у.о.	10
Вартість нового двигуна, у.о.	85000
Вага порожнього літака, кг	16000
Середня тривалість польоту, год.	2
Середня кількість вильотів за льотний день	2
Призначений ресурс ЛА, років / год.	25 / 20000
Міжремонтний ресурс ЛА, років / год.	9 / 4000
Призначений ресурс АД, год.	12000
Міжремонтний ресурс АД, років / год.	15 / 2500
Годинна витрата палива, кг/год.	1300
Ціна авіаційного палива, у.о./тонну	188
Ціна авіаційного масла, у.о./кг	5
Працевтрати на регламентні роботи, люд.-год.:	
– 18 місячні;	700
– 36 місячні;	700
– 72 місячні	1300
Працевтрати на роботи по заміні АД, люд.-год.	110
Працевтрати на підготовки, люд.-год.:	
– попередню;	10
– передпольотну;	4
– до повторного вильоту;	3
– післяпольотну;	3
– в парковий день	15

Інформація стосовно цін на витратні матеріали, працевтрат на регламентні роботи, та на види підготовки є орієнтовною.

За допомогою методики були отримані наступні дані (згідно з виразом (4)):

$$C_{\text{ПММ}} = 527 \text{ у.о./год.};$$

$$C_{\text{ам.ла}} = A + B = 1075 + 32 = 1107 \text{ у.о./год.};$$

$$\frac{C_{\text{те}}}{R_{\text{ла}}} = 658 \text{ у.о./год.};$$

$$C_{\text{лч}} = C_{\text{ПММ}} + C_{\text{ам.ла}} + \frac{C_{\text{те}}}{R_{\text{ла}}} = 2292 \text{ у.о./год.}$$

Для розрахунку економічного ефекту від необхідно знати час польоту літаків між аеродромами. Під часом польоту у нашому випадку розуміється час від початку руху літака при зльоті з аеродрому вильоту до моменту звільнення злітно-посадкової смуги на аеродромі прильоту туди і в зворотному напрямку (табл. 2).

Таблиця 2

Відстань і час польоту між аеродромами України по повітряним трасам туди і у зворотному напрямку

Характеристики \ Місце базування	Вінниця	Феодосія	Мелітополь	Чугуїв
Відстань до аеродрому Бориспіль, км	458	1476	1114	834
Час перельоту до аеродрому Бориспіль, год. хв.	1,30	4,00	3,10	2,20
Загальний льотний час всіх літаків (25 од.), год. хв.	31,30			
Вартість перельоту всіх літаків, тис. у.о.	72,2			

З урахуванням відомої вартості льотної години і загального льотного часу розраховується сума коштів, яка необхідна для перельоту даної кількості літаків. Отже за умови періодичності виконання перевірки герметичності кабін при проведенні регламентних робіт – один раз у шість років, річна економія засобів виражатиметься як $72,2 / 6 = 12,03$ тис.у.о., яка розраховується з урахуванням вимог [5].

Зазначена сума (за вирахуванням коштів, що необхідні для створення умов для існуючого обладнання або установок для перевірки системи висотного обладнання в місцях дислокації літаків) показує річну економію засобів, іншими словами складає величину річного економічного ефекту від впровадження пріоритетних напрямків проведення робіт з підтримання у справному стані систем висотного обладнання.

Висновки

Для вирішення зазначеної проблеми, на основі узагальнення проведених теоретичних досліджень щодо можливості вдосконалення процесу контролю технічного стану (герметичності) гермокабін літаків пропонується та з метою економії фінансових і ма-

теріальних ресурсів, виконання пунктів технічного обслуговування та регламентних робіт на літаках щодо перевірки стану герметичності їх кабін доцільно проводити на місцях базування ЛА.

Дослідження фінансово-економічних аспектів застосування пропонованих заходів показали, що річний економічний ефект, для Повітряних Сил ЗС України, складатиме близько 12 тис.у.о.

Список літератури

1. Смирнов Н.Н. *Научные основы построения системы технического обслуживания и ремонта самолетов гражданской авиации* / Н.Н. Смирнов. – М.: МГТУ ГА, 2000. – 345 с.
2. *Анализ инспектирования гражданской авиации Украины // Проблемы безопасности полетов. – 2002. – № 3. – 34 с.*
3. Ицкович А.А. *Особенности организации технического обслуживания и ремонта самолетов иностранного производства в Российских авиакомпаниях* / А.А. Ицкович, В.А. Разин // *Эксплуатация воздушного транспорта и ремонт авиационной техники: научный вестник МГТУ ГА "Безопасность Полетов"*. – М.: МГТУ ГА, 2002. – С. 50-54.
4. *Единый регламент технической эксплуатации самолетов Ан-24, Ан-26, Ан-30* / [издание 4-е, выпуск 6439]. – Х.: типография МО, 1991. – Ч. I: Планер и силовые установки. – 176 с.
5. *Самолеты Ан-24, Ан-26, Ан-30: технология выполнения всех видов подготовок и регламентных работ.* – М.: Воениздат МО СССР, 1977. – Гл. 4: Самолет и двигатели. – 805 с.
6. *Техническая эксплуатация летательных аппаратов: учебн. для вузов* / [Н.Н. Смирнов, Н.И. Владимиров, Ж.С. Черненко и др.]; под ред. Н.Н. Смирнова – М.: Транспорт, 1990. – 423 с.
7. *Система технического обслуживания и ремонту авиационной техники. Основные положения: ДСТУ 3421-96 [чинний від 1998-01-01].* – К.: Держстандарт України, 1998. – III, 27 с.
8. *Авиационная безпека* / [В.П. Харченко, Г.Ф. Коханович та ін.]; під ред. В.П. Бабака. – К.: Транспорт, 2004. – 584 с.
9. *Волков Л.И. Управление эксплуатацией летательных комплексов* / Л.И. Волков. – М.: Высшая школа, 1982. – 231 с.
10. *Методика РДМКО 15 МТ 163-01: обоснование плана ТО функциональных систем самолетов "Ан" АНТК им. О.К. Антонова.* – К.: АНТК им. О.К. Антонова, 2002. – 180 с.
11. *Капитанов В.А. Оптимальные задачи технического обслуживания* / В.А. Капитанов. – М.: Знание, 1981. – 67 с.
12. *Кудрявцев А.Ф. Методика проведения экономического анализа заходів бойової підготовки частин ВПС ЗС України // Збірник наукових праць ХВУ.* – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 2(49). – С. 26-33.
13. *Кудрявцев А.Ф. Підхід до проблемі оцінки вартості підготовки курсантів льотної профілю у Харківському інституті ВПС / А.Ф. Кудрявцев, О.В. Никифоров, Є.В. Юхимчик // Збірник наукових праць.* – Х.: ХВУ, 2001. – Вип. 2(32). – С. 89-92.

Надійшла до редколегії 5.01.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Х.В. Раковський, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КАБИН
ЛЕГКИХ ВОЕННО-ТРАНСПОРТНЫХ САМОЛЕТОВ**

А.П. Корниенко, А.А. Корочкин, А.Ф. Кудрявцев, А.А. Новиков

Обоснована возможность и целесообразность выполнения пунктов технического обслуживания и регламентных работ на самолетах типа Ан-24, Ан-26, Ан-30 по проверке состояния герметичности гермокабин непосредственно на аэродромах базирования летательных аппаратов. Представлена методика определения экономического эффекта, которая позволяет прямым расчетом (в соответствии с экономическим содержанием количественно-стоимостных показателей мероприятий технического обеспечения боевой подготовки) найти необходимую величину годовой экономии средства от внедрения приоритетных направлений проведения работ по поддержанию в исправном состоянии систем ЛА.

Ключевые слова: авиация, Воздушные Силы, вооружение и военная техника, проверка состояния герметичности гермокабин, средства обеспечения летательных аппаратов сжатым воздухом, техническое обслуживание.

**IMPROVEMENT OF THE PROCESS CONDITION MONITORING PRESSURIZED CABIN
LIGHT MILITARY TRANSPORT AIRCRAFT**

A.P. Kornienko, A.A. Korochkin, A.F. Kudryavtsev, A.A. Novikov

The possibility and appropriateness of the items of maintenance and routine maintenance on the aircraft An-24, An-26, An-30 to verify the status of the pressurized cabin leak directly on the ground-based aircraft. A method for determining the economic effect, which allows direct calculation (according to the economic substance of quantitative and cost indicators of activities of technical support military training) to find the necessary amount of annual savings from the introduction of the priority areas of work to maintain a good working system of the aircraft.

Keywords: aviation, Air Force, weapons and military equipment, verify the status of the pressurized cabin, means of compressed air aircraft, maintenance.