

УДК 613.693: 351.814.261.2(045)

О.Г. КУЧЕР, О.С. ЯКУШЕНКО, П.О. ВЛАСЕНКО

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

МЕТОДОЛОГІЯ НАГЛЯДУ І КОНТРОЛЮ ЗА ЛЬОТНОЮ ПРИДАТНІСТЮ ПАРКУ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Розглянута система підтримки льотної придатності повітряних суден в Україні. Проаналізовані основні принципи контролю надійності. Розглянуті положення Програми надійності. Проаналізовані системи збору даних, аналізу даних, стандартних робочих характеристик, звітності і відображення даних, введення поправок та регулювання інтервалів між циклами технічного обслуговування. Розглянуті особливості всіх етапів контролю надійності. Запропонована автоматизована система контролю надійності авіаційної техніки, як засіб для нагляду і контролю за льотною придатністю парку повітряних суден України.

Ключові слова: льотна придатність, надійність, контроль, моніторинг, показники надійності.

Вступ

Останнім часом питанням льотної придатності та безпеки польотів приділяється все більше і більше уваги. Це пов'язано із посиленням вимог ІКАО та МАК по проведенню міжнародних авіаперевезень та організації безпечного єдиного авіаційного простору. Обов'язковою вимогою є дотримання встановлених міжнародних вимог всіма країнами, членами ІКАО [2].

Постановка проблеми. В наш час основними цілями державної системи підтримання льотної придатності є:

- забезпечення безпеки польотів не нижче досягнутого світового рівня;
- зниження витрат на експлуатацію повітряних суден;
- забезпечення рівноправної участі авіапідприємств в комерційній діяльності в області авіації на світових ринках авіаційних послуг.

1. Система підтримки льотної придатності повітряних суден в Україні та вимоги до інформаційно-керуючих систем

Сертифікація льотної придатності (ЛП) експлуатаційного парку повітряних суден є обов'язковою складовою частиною системи державного регулювання підтримки льотної придатності. Повітряний кодекс України передбачає державний контроль діяльності в галузі цивільної авіації (ЦА) та державний контроль льотної придатності.

Крім цього, в рамках обов'язкової сертифікації передбачається інспекційний контроль за сертифікаційними об'єктами.

Державний контроль діяльності в галузі ЦА здійснюють інспекторські служби Державіаадміністрації України, а державний контроль за льотною придатністю здійснюють Державіаадміністрація України і Міжнародний авіаційний комітет (МАК). Інспекційний контроль за сертифікаційними об'єктами проводять органи по сертифікації. Всі види контролю пов'язані з забезпеченням підтримки льотної придатності ПС.

Авіаційними правилами встановлені вимоги до проведення обов'язкової сертифікації типової конструкції повітряних суден, авіаційних двигунів, повітряних гвинтів і порядок її проведення.

Безпосередній державний контроль за льотною придатністю цивільних суден здійснюється при обов'язковій сертифікації типової конструкції і кожного екземпляру повітряного судна.

При сертифікації екземпляру ПС держава безпосередньо здійснює контроль за льотною придатністю, який передбачений Повітряним кодексом України.

У теперішній час, відповідно до положення про порядок видачі і продовження терміна дії сертифіката льотної придатності екземпляру повітряного судна цивільної авіації передбачається фактичне виконання державою в особі Органа по сертифікації контроль за підтримкою льотної придатності. З цією метою передбачено:

- підвищення відповідальності експлуатанта при декларуванні їм льотної придатності екземпляра ПС, коли він подає доказову документацію;
- обов'язковий контрольний огляд екземпляра повітряного судна експертами Органа по сертифікації;
- регулярне проведення контрольних обльотів.

Запропоновані процедури сертифікації екземпляра ПС по своїй суті відповідають Повітряному кодексу України і рекомендаціям ІКАО, що викладені в «Керівництві з організації робіт в області льотної придатності. Doc 9389-АТ/919 1983 р.» та «регламенту комісії (ЕС) No 2042/2003 від 20 листопада 2003 року про підтримку льотної придатності повітряних суден та авіаційних продуктів, частин і пристроїв та про затвердження організацій і персоналу, що беруть участь у виконанні цих завдань».

Ціллю інформаційного забезпечення є допомога у формуванні і виробленні керуючих впливів по призначенню і виконанню робіт для підтримки льотної придатності ПС.

З урахуванням сформованого рівня оснащеності підприємств цивільної авіації інформаційне забезпечення підтримки льотної придатності доцільно реалізовувати на трьох горизонтальних рівнях: локальному, галузевому і міжгалузевому.

Збір інформації на локальному рівні – це накопичення в нижчих виробничих ланках інформації про ПС, що знаходяться в експлуатації, проходять ТО або ремонт.

Галузеві інформаційні системи об'єднують локальні системи і забезпечують інформаційні потоки по типам ПС.

Міжгалузеві інформаційні системи дозволяють формувати масштабні задачі керування льотною придатністю на етапах розробки, виробництва й експлуатації використовуваних і перспективних ПС.

Ефективне інформаційне забезпечення підтримки льотної придатності ПС може здійснюватися при центрах технічного обслуговування і ремонту ЦА шляхом створення на їхній базі оперативних інформаційно-керуючих систем (ІКС) по типам ПС.

Основними принципами створення інформаційно-керуючих систем повинні бути:

- інтегрування вихідної інформації;
- створення міжгалузевої системи кодування подій і явищ;
- створення єдиної системи довідково-інформаційної бази;
- створення єдиної системи об'єктивного документованого забезпечення оцінки технічного стану повітряних суден і авіадвигунів.

2. Основні принципи системи підтримки льотної придатності ПС

Основні принципи підтримки льотної придатності повністю відповідають міжнародним принципам ІКАО і стисло полягають у наступному [3 – 5].

Льотна придатність повітряних суден закладається при проектуванні з урахуванням попереднього досвіду експлуатації, вимог авіакомпаній, держав-

них вимог з безпеки польотів. Кожен тип авіатехніки (повітряне судно, авіадвигун і повітряний гвинт) з блоком експлуатаційної документації проходить сертифікацію і одержує Сертифікат типу.

Розробка і серійне виробництво авіатехніки здійснюється сертифікованими підприємствами.

Державний контроль за льотною придатністю повітряних суден на етапах їх розробки і виробництва здійснює Міждержавний авіаційний комітет в рамках діючих федеральних авіаційних правил.

Кожен екземпляр повітряного судна в установленому порядку реєструється в Державному реєстрі і допускається до експлуатації за наявності Сертифікату льотної придатності, підтверджуючого відповідність цього екземпляра ПС вимогам до льотної придатності.

Підтримка льотної придатності кожного екземпляра ПС при експлуатації забезпечується тим, що експлуатант зобов'язаний дотримувати встановлені правила льотної експлуатації, технічного обслуговування і ремонту ПС. При порушенні експлуатантом вимог до підтримки льотної придатності повітряних судів, а також виявленні їх небезпечного стану вводяться обмеження на їх експлуатацію або експлуатація повітряних суден припиняється.

Технічне обслуговування і ремонт здійснюють сертифіковані Організації з техобслуговування і ремонту. Запасні частини поступають від сертифікованих організацій.

Всі види робіт з підтримки льотної придатності повітряних суден виконує авіаційний персонал, що пройшов атестацію. Підготовку і підвищення кваліфікації авіаційного персоналу здійснюють сертифіковані освітні установи.

Основною складовою методології нагляду і контролю за льотною придатністю парку повітряних суден є Програма надійності.

Програма надійності є основною частиною Програми підтримки льотної придатності ПС. Програма надійності дозволяє оцінювати ефективність обслуговування ПС, порівнюючи фактичні дані попереднього періоду експлуатації з поточними даними.

Є чотири загальні категорії експлуатаційної програми підтримки надійності:

- системи / компоненти;
- енергоустановки / компоненти;
- перевірки літальних апаратів/двигунів та їх огляд;
- структурний огляд / ретельне вивчення.

Всі ці чотири категорії можуть контролюватися загальною Програмою контролю надійності, або ж кожна з них може контролюватися індивідуально. Програма може контролювати вибрану групу елементів категорії без впливу на контроль інших еле-

ментів тієї ж категорії. Наприклад, основний двигун може підтримуватися програмою, яка не включає підтримку його допоміжного обладнання. Його підтримка могла б бути в іншій програмі або відбуватися згідно з традиційним контролем технічних умов.

3. Принципи контролю надійності

Типовими системами, що використовуються в контролі надійності, є:

- збір даних;
- аналіз даних;
- коригування;
- експлуатаційний показник;
- відображення даних та звіт;
- коректування інтервалу технічного огляду і зміна процесу;
- перевірка програми надійності.

1. Система збору даних

Ця система повинна включити специфічні інформаційні потоки, достовірні джерела та процедури передачі даних, включаючи використання різних паперових та машинних форм, машинну обробку, і т.і. В експлуатаційній організації повинні бути чітко прописані процедури та кожен крок інформаційної структури по збору і обробці даних. Типові джерела експлуатаційних даних вказано нижче. Проте, це не значить, що всі ці джерела мають бути включені в програму, так само як і не забороняється використання інших джерел інформації, що не входять у цей список:

- звіти пілота;
- технічні дані про двигун, що реєструються в польоті;
- зупинки/затримки з технічних причин;
- відключення двигуна;
- незаплановані заміни ПС;
- відмови, що повторюються;
- результати функціональних перевірок;
- лабораторні перевірки;
- дані про виконання трудомістких форм ТО;
- вибіркового контролю;
- фіксація та записи перевірок;
- звіти про експлуатаційні відмови.

2. Система аналізу даних

Аналіз даних - це процес оцінювання експлуатаційних даних для визначення особливостей, що вказують на потребу корегування програми надійності, перегляду практики технічного огляду, модифікації, і т.і. Початковий крок аналізу - це порівняння отриманих даних зі стандартом. Програма базується на статистичних експлуатаційних показниках надійності які використовуються для аналізу надій-

ності [5], такі, як, наприклад, кількість затримок рейсів з причини відмови компонентів систем літального апарату на 100 польотів. Розраховані показники порівнюються зі стандартними значеннями, які визначають прийнятні експлуатаційні якості. При цьому визначаються тенденції зміни показників і моменти перевищення прийнятного рівня. Експлуатаційні дані системи включають інформацію про підтвердження або непідтвердження відмови/несправності. Програма такого типу може успішно застосовуватися в процесі контролю ТС.

Задачею аналізу даних є

- визнання необхідності коригувальних дій;
- визначення номенклатури необхідних дій;
- визначення ефективності виконання дій.

3. Система коригувальних дій

Список необхідних дій формується у процесі проведення аналізу експлуатаційної інформації. Він повинен бути достатньо точним для ефективного відновлення експлуатаційних якостей до допустимого рівня за невеликий період часу і повинний включати пояснення до частини організації, яка відповідає за виконання цих дій. Система надійності повинна забезпечувати періодичний зворотний зв'язок до того часу, доки експлуатаційні якості не досягли прийнятного рівня. Механізм системи коригувальних дій зазвичай містить у собі методи, які створені для всієї програми технічного огляду. Такими методами є, наприклад, робочі форми, процедури спеціальних перевірок, інженерні інструкції, технічні стандарти, і т.і. Для критичних відмов повинні включатися спеціальні положення. До таких відмов відносяться відмови, при яких спостерігається втрата функцій або ефект повторюваності, що призводить до зниження льотної придатності ПС в цілому.

4. Експлуатаційні показники та статистична система стандартів експлуатаційних якостей

Вимір експлуатаційних характеристик, чисельно виражений в відмовах компонентів та елементів систем ПС, звітах екіпажу, затримках або інших подіях, які служать основою для стандарту. Розробка меж регулювання або аварійних значень зазвичай заснована на загальноприйнятих статистичних методах та критеріях. Такими методами є, наприклад, побудова меж на основі середньоквадратичного відхилення або розподілу Пуассона. Проте, деякі прикладні програми використовують метод середніх величин або базовий лінійний метод. Стандарт повинен регулюватися з врахуванням досвіду експлуатанта і повинен враховувати сезонні і екологічні чинники. Програма повинна включати процедури для періодичного огляду. Вона повинна також включати процедури контролю нового літака протягом періо-

ду накопичення достатнього досвіду експлуатації, необхідного для обчислення стандартів експлуатаційних характеристик.

5. Відображення даних та система звітності

Експлуатанти повинні готувати щомісячні звіти. Звіт повинен охоплювати всі авіаційні системи, контрольовані програмою, щоб дати змогу користувачам звіту, достатньо глибоко оцінити ефективність всієї програми технічного обслуговування. Це надає змогу виявляти системи, які перевищили встановлені норми, та визначити необхідні заходи. В звіті мають міститися пояснення змін в програмі технічного обслуговування літака, які були зроблені, або ще плануються, включаючи пояснення до змін в інтервалах технічного огляду і перевірок, та заміну одного процесу технічного обслуговування на інший. Там має міститися, при необхідності, також аналіз причин продовження перевищення встановлених нормативів для показників, та звіти про виконання та результати коригувальних дій, визначених раніше.

4. Програма надійності експлуатанта

Організаційна структура Програми надійності експлуатанта складається з наступних посадових осіб та підрозділів [9, 10]:

- директор – голова ради директорів компанії;
- заступник директора з ТО;
- заступник директора з проектування (конструювання);
- заступник директора, відповідального за ТС;
- підрозділ з конструкторської (проектної) підтримки;
- підрозділ з ТО;
- підрозділ з підтримки льотної придатності.

Начальники відділів зустрічаються один раз на місяць та у будь-який час, коли директор вважає необхідним терміново розглянути вплив будь-якого виробу на стан льотної придатності, безпеку польоту та економічну ефективність.

Начальник з ТО затверджує всі зміни до Програми надійності; оцінює ефективність Програми ТО; контролює проведення аналізу ситуацій, коли параметрами контролю надійності зафіксоване перевищення допустимої межі; розглядає пропозицію підрозділу з конструкторської (проектної) підтримки щодо внесення змін в Програму ТО та будь-які інші коригувальні дії.

Підрозділ з підтримки льотної придатності несе відповідальність за повсякденне виконання Програми надійності; проводить збір даних, необхідних для складання періодичних звітів; складає звіти зі статистичними даними по надійності; проводить деталізований аналіз статистики згідно Програми надійно-

сті; проводить попередній аналіз того, що необхідно робити для перевірки аварійного стану; забезпечує необхідною статистичною інформацією для зміни значень граничних меж компонентів і проведення ТО; готує і поширює звіти за Програмою надійності; проводить аналіз причин відмов згідно представлених звітів з ремонту; оцінює ефективність проведення коригувальних дій.

Підрозділ з конструкторської (проектної) підтримки проводить дослідження аварійних станів; розробляє пропозиції з ліквідації аварійних станів; розробляє пропозиції зі зміни об'єму, термінів і доробок при проведенні ТО.

Підрозділ з логістики забезпечує звітними даними із необхідних закупівель матеріалів та компонентів ПС.

Виробничий відділ реєструє дані для всіх позапланових заміन компонентів, затримок з технічних причин, переривання ТО і виконаних робіт; забезпечує експертизу техніки під час досліджень для корегування часу ТО, планових змін в Програмі ТО або аварійних станів; проводить відповідні термінові заходи для ліквідації небезпечних тенденцій.

Підрозділ з технічного контролю проводить дослідження з питань чи є причиною ремонту професійна підготовка співробітників, процедури ТО або експлуатації, або ж відмова компоненту відбулася в результаті помилок при його розробці або виготовленні.

Програма надійності складається з:

- системи збору даних;
- системи аналізу даних;
- системи стандартних робочих характеристик;
- відображення даних і системи звітності;
- системи введення поправок;
- системи регулювання інтервалів між циклами технічного обслуговування.

Система збору даних базується на інформації, яка береться з журналу обліку польотів/технічного обслуговування літака (дані, зареєстровані в польоті або на землі екіпажем (PIREP), дані зареєстровані на землі при технічному обслуговуванні (MAREP), дані випробування заходу на посадку з малої висоти, польотні дані двигуна, дані про зупинки двигуна у польоті, дані по незапланованим замінам агрегатів, дані експлуатаційної перевірки та інспекції); карти нештатних ситуацій (MAREP, дані по незапланованим замінам агрегатів, дані експлуатаційної перевірки і інспекції); звіт по затримці/відміні польоту (дані по зміні в розкладі технічного обслуговування); звіт одержаних даних з ремонтного цеху (стендове випробування і технічна перевірка в ремонтному цеху).

Даними, на основі яких проводиться аналіз стану надійності АТ слугують:

- реєстраційний номер ПС;
- ідентифікаційні дані агрегатів;
- місцеположення агрегату відповідно до АТА100 (АТА – Американська асоціація повітряного транспорту);
- дата зняття агрегату;
- точна причина зняття;
- прийняті корегувальні дії;
- причина відмови або несправності;
- напрацювання агрегату в годинах/циклах до ремонту/після ремонту/ після капітального ремонту/ калібрування(регулювання) в годинах, посадках або за календарем (місяцями).

Система аналізу даних дозволяє оцінити технічні характеристики АТ для перегляду технології технічного обслуговування ПС та проведення їх модифікації. В місячних звітах з надійності АТ при досягненні параметром надійності критичної величини – верхньої контрольної межі (ВКМ) або при виявленні тенденції погіршення рівня надійності зазначається:

- "небезпека" ("червоний") – коли середня величина за три місяці перевищує ВКМ;
- "небезпека" ("жовтий") – коли середня величина за два місяці перевищує ВКМ в той час, як середня величина за три місяці нижча ВКМ;
- "залишається в небезпеці" – коли місячна середня величина зменшується в той час, як за квартал залишається вище ВКМ;
- "поліпшення" – коли місячна середня величина поліпшується після вживання корегувальних заходів по відношенню до первинної небезпеки;
- "норма" – робочий стан показує нормальний показник надійності.

У системі стандартних робочих характеристик проводиться вимірювання експлуатаційних характеристик, які виражаються в цифровому вигляді при відмові системи або поломці агрегату, в звітах пілота, затримках рейсів тощо.

Прийняті стандарти для авіакомпанії:

а) верхня контрольна межа (ВКМ) системи/агрегату, яка вимірюється за наступним принципом:

- в період перших 6 місяців експлуатації керівник технічного відділу проводить спостереження за роботою ПС, для того, щоб визначити недоліки, ґрунтуючись на даних схожих моделей або досвіді інших експлуатантів;

- через 6 місяців експлуатації розраховується тимчасова ВКМ для кожного параметру на основі даних за останні 6 місяців; ці дані ВКМ використовуються до того часу, поки не будуть одержані результати за 12 місяців експлуатації;

- після 12 місяців експлуатації розраховується ВКМ на основі даних за попередній рік.

ВКМ для нових агрегатів розраховується таким чином.

На час перших 12 місяців експлуатації нових агрегатів для проведення перевірки їхньої роботи розраховується штучний ВКМ:

$$\text{Штучний ВКМ} = (0,5 * 1000) / (QPA * FH),$$

де QPA – кількість відмов за період;

FH – наробіток парку за період.

Після 12 місяців експлуатації розраховується ВКМ на основі останніх даних.

б) рівень надійності системи заходу на посадку з малої висоти. Для авіакомпанії 85% від загальної кількості проведених випробувальних польотів повинні бути успішними.

в) ВКМ кількості вимикань двигуна у польоті для ETOPS (польоти підвищеної дальності повітряних суден з двома двигунами):

- 0,05/1000 г експлуатації двигуна до 2 годин;

- 0,03/1000 г експлуатації двигуна до 3 годин.

г) ВКМ для висотного запуску ДСУ для ETOPS. Для авіакомпанії 85% від загальної кількості проведених запусків ДСУ повинні бути успішними.

д) критерії надійності

Для систем ПС контролюються:

- кількість відмов, виявлених пілотом за 100 посадок;

- кількість відмов, виявлених при ТО за 100 посадок;

- кількість затримок і відмін рейсів за 100 польотів.

Для агрегатів контролюються:

- кількість випадків зняття агрегатів за 1000 годин;

- середній час роботи між позаплановими ремонтами / середній час роботи між відмовами;

Для двигуна контролюються:

- показник зупинки двигуна у польоті за 1000 годин роботи двигуна (для ETOPS – розраховуються ковзне середнє за 12 місяців);

- показник кількості запланованих та незапланованих випадків зняття двигуна з експлуатації за 1000 годин роботи двигуна.

Відображення даних і система звітності. Звіти, згідно Програми надійності, готуються за попередній місяць, 6 місяців і рік експлуатації АТ. За допомогою звітів керівництво компанії отримує інформацію про стан надійності парку ПС.

До статистичних даних по парку ПС відносяться список ПС; період експлуатації; загальний наліт (у годинах); коефіцієнт використання; середня тривалість польоту; затримки/відміни рейсу; стан надійності; авіаційні події.

У звіті про затримки та відміни рейсів зазначаються технічні несправності в системі ПС, через які

рейс був затриманий більш, ніж на 15 хвилин або відмінений.

За звітами пілотів розраховується показник кількості відмов, виявлених в польоті, на 100 посадок, а за звітами про ТО – кількість відмов, виявлених при ТО на 100 посадок [6].

Експлуатаційний звіт категорії II / III відображає загальну кількість посадок; загальну кількість задовільних посадок; загальну кількість незадовільних посадок; причини незадовільних посадок перераховані відповідно до певної категорії (низькі показники роботи системи, неполадки/поломки бортового устаткування, проблеми з наземними засобами, недоліки захисту особливо важливих зон і інші); незаплановане зняття деталей авіаційної електронної системи.

Звіт про ВКМ висотного запуску ДСУ включає інформацію про загальну кількість спроб запуску ДСУ; загальну кількість задовільних спроб запуску ДСУ; загальну кількість незадовільних спроб запуску ДСУ; причини незадовільних спроб запуску ДСУ.

Короткий звіт про надійність систем АТА 21-80

включає детальну інформацію щодо повторних дефектів, досягнення встановленого рівня надійності, а також містить рекомендації по зміні програми ТО.

5. Автоматизована система контролю надійності

Методологія нагляду і контролю за станом надійності і льотної придатності авіаційної техніки реалізована в автоматизованій системі контролю надійності повітряних суден авіакомпанії [1]. На рис. 1 наведена картка обліку несправностей авіаційної техніки (КОН АТ), яка використовується для внесення даних з надійності авіаційної техніки, зібраної в експлуатації. В КОН АТ вноситься порядковий номер відмови, назва авіакомпанії, тип та номер борту ПС, дата виявлення відмови, система/підсистема, в якій виявлено відмову, шифр, заводський номер та місцезнаходження агрегату, що відмовив. Вказується вид технічного обслуговування, під час якого було виявлено відмову, етап експлуатації, підтвердження, наслідки та спосіб усунення відмови

Рис. 1. Картка обліку несправностей АТ

Приводиться детальний опис відмови та причини її виникнення. При виявленні відмови радіоелектронного обладнання відмічаються блок, підблок та вузол елемента РЕО. Описуються заходи, які були вжиті після зняття несправного агрегату. Залежно від того, до якого основного виробу належить агрегат – планера, двигуна

чи ДСУ – в КОН АТ вносяться дані щодо агрегату та основного виробу: завод-виробник; дата виготовлення; напрацювання в годинах та циклах; напрацювання після ремонту в годинах і циклах; кількість ремонтів; завод та дата останнього ремонту. Для агрегату, який входить до складу двигуна, додатково заносяться відомості про тип,

модифікацію, заводський номер та дату останнього встановлення на ПС. Також в КОН АТ містяться дані про час та трудомісткість пошуку та усунення несправності відповідно в годинах та людиногодинах.

В автоматизованій системі контролю надійності система аналізу даних програми надійності реалізована шляхом формування звітів з оцінки, моніторингу, контролю та аналізу стану надійності агрегатів, систем, видів обладнання повітряних суден та літака в цілому [8]. На рис. 2. наведений графік моніторингу показника надійності K1000 (кількість відмов на 1000 годин напрацювання) за видами обладнання. На основі наведеного графіка відслідковується зміна стану надійності за певний проміжок часу.

Результати моніторингу використовуються для формування доказової інформації на проведення заходів для підвищення стану надійності та льотної придатності ПС та внесення змін до Програми надійності.

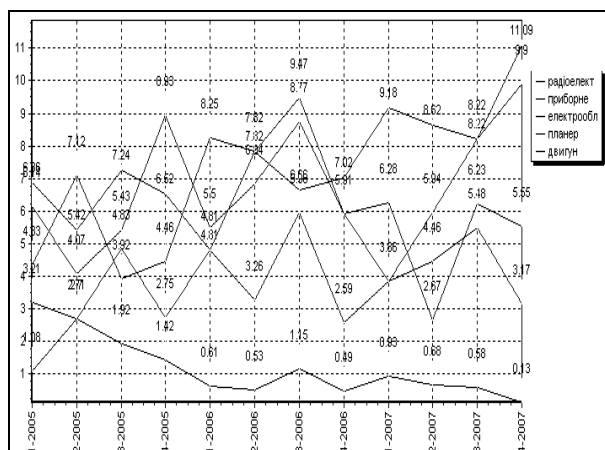


Рис. 2. Моніторинг надійності (K1000) за видами обладнання ПС Як-40 за 2005–2007 роки

На основі даних з надійності проводиться контроль надійності та льотної придатності АТ на локальному, галузевому та міжгалузевому рівнях. На локальному рівні на основі показника надійності K1000 проводиться контроль надійності за системами (рис. 3), видами обладнання (рис. 4) та літаком в цілому. Фактичні значення показника надійності порівнюються зі значенням ВКМ. Якщо фактичне значення показника надійності перевищує значення ВКМ, то проводиться детальний аналіз на виявлення причин зниження стану надійності і льотної придатності ПС та розробляються заходи з їх усунення.

На галузевому рівні контроль надійності направлений на оцінку роботи авіакомпаній з питань експлуатації та проведення робіт з технічного обслуговування. Порівнюється кількість відмов кожної системи ПС, виявлених в польоті з загальною кількістю відмов відповідної системи в експлуатації. Якщо частка відмов в польоті низька, або її динаміка має тенденцію до зменшення, то можна говорити про високу якість проведення робіт з ТО (рис. 5).

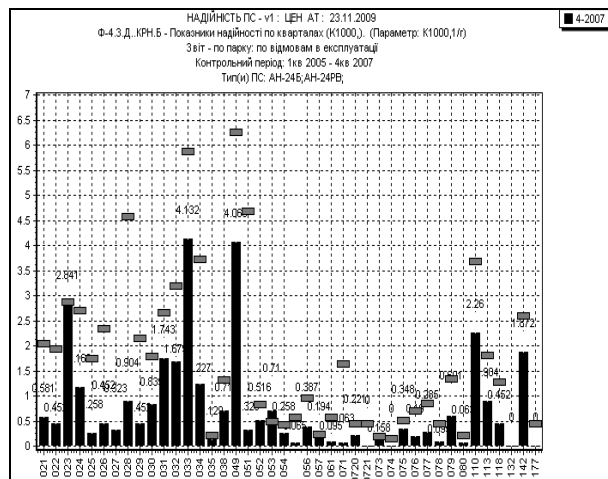


Рис. 3. Контроль надійності систем парку ПС типу Ан – 24 за 4 квартал 2007 року

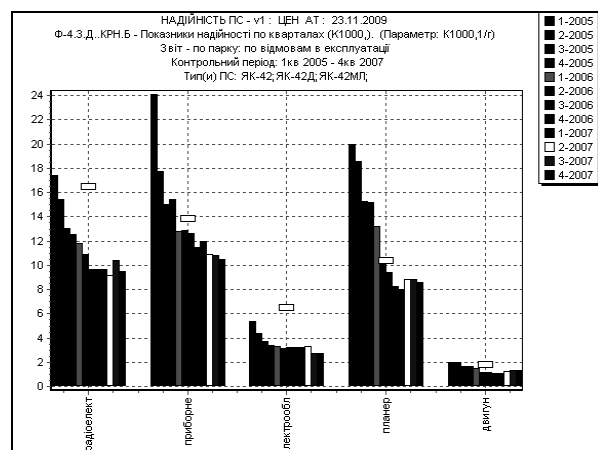


Рис. 4. Контроль динаміки надійності видів обладнання ПС Як-42

Для оцінки роботи експлуатантів проводиться порівняння стану надійності типів ПС між авіакомпаніями (рис. 6).

На міжгалузевому рівні основна увага приділяється контролю надійності всього парку повітряних суден, що експлуатуються в Україні. Проводиться порівняння значення $K1000$ зі значенням ВКМ для відповідного типу ПС (рис 7).

Для аналізу стану надійності та ефективності парку ПС України проводиться порівняння значень середнього числа ПС, що експлуатуються, числа відмов, напрацювання в годинах та польотних циклах, напрацювання на відмову в годинах, $K1000$ в годинах та циклах, добового нальоту на одне ПС, за типами ПС (рис. 8)

Для реалізації системи стандартних робочих характеристик Програми надійності, а саме контролю експлуатаційних характеристик агрегатів відповідно до прийнятих для авіакомпанії стандартів, в автоматизованій системі контролю надійності ПС авіакомпанії передбачене формування спеціальних звітів.

НАДІЙНІСТЬ ПС - v1 : ЦЕН АТ : 14.04.2008
 Ф-10.1.Г - Відмови по експлуатантам Параметр: відм.всього/відм.в польоті. Контрольний період: 1 кв 2005 - 4 кв 2007
 Експл.: 7,8,15,20,24,35,61,68,70,87. Тип(и) ПС: АН-24Б; АН-24РВ;

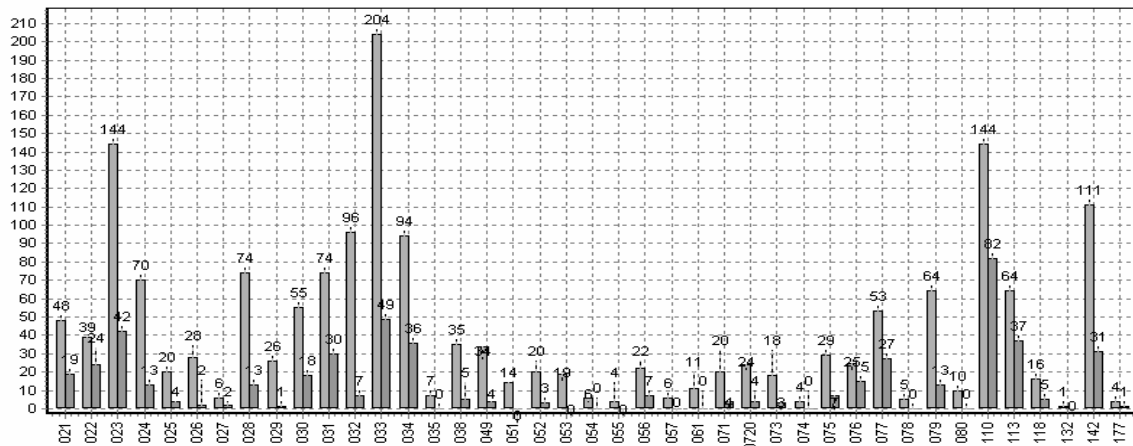


Рис. 5. Порівняльний аналіз числа відмов для систем ПС, що зареєстровані в експлуатації та в польоті для типу ПС АН-24 за 2005-2007 роки

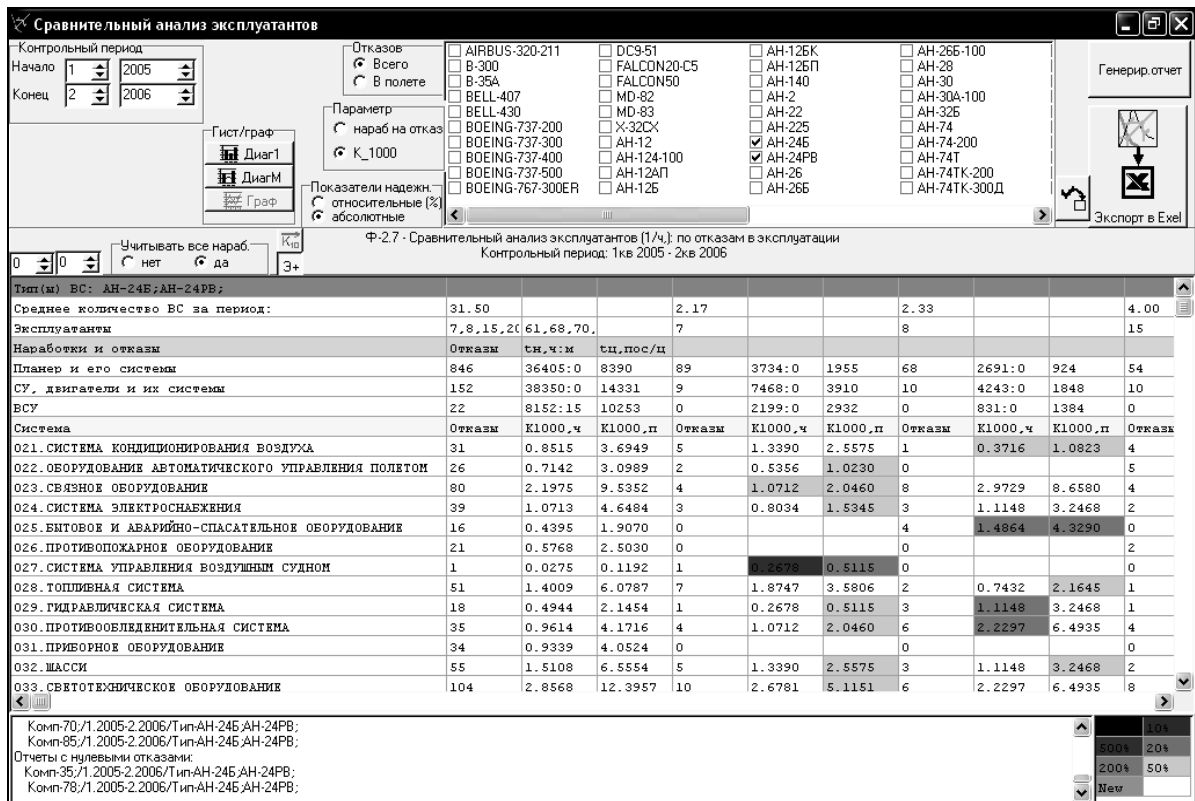


Рис. 6. Фрагмент таблиці для порівняльного аналізу надійності систем ПС АН-24 для різних експлуатантів за 2005-2006 роки

НАДІЙНІСТЬ ПС - v1 : ЦЕН АТ : 05.12.2008
 Ф-7.1 - Узагальнені показники за період.
 Звіт - в цілому: по відмовам в експлуатації
 Контрольний період: 1 кв 2005 - 4 кв 2007
 Параметр: К1000, 1/г

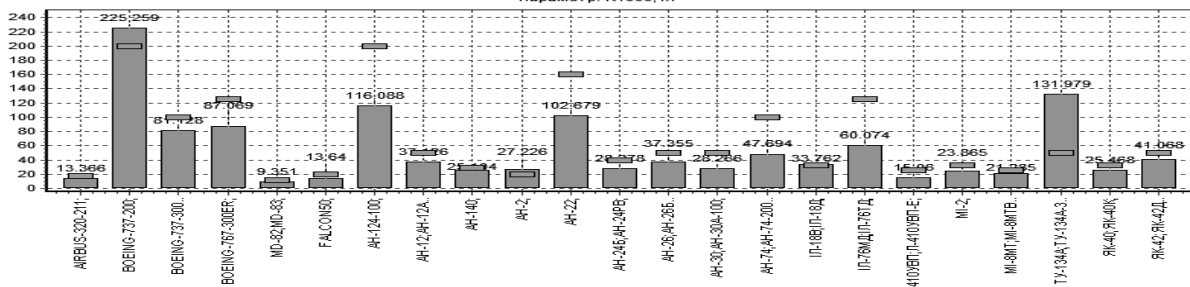


Рис. 7. Контроль надійності за показником K1000, 1/г основної частини парку ПС за 2005–2007 роки

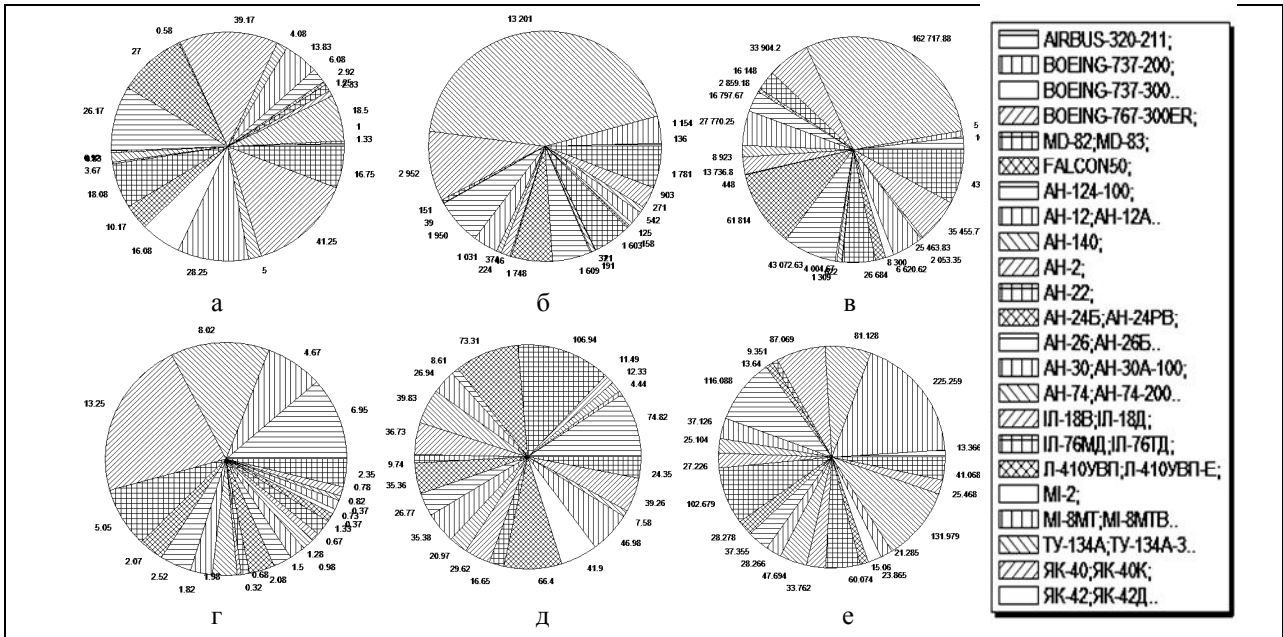


Рис. 8. Кількісні дані і показники надійності та ефективності основної частини парку ПС за 2005–2007 роки: а – середнє число ПС; б – число відмов; в – напрацювання в годинах; г – добовий наліт на одне ПС; д – напрацювання на відмову в годинах; е – K_{1000} в годинах; ж – легенда рисунків

На рис. 9 зображено звіт з моніторингу показників надійності 72, 73 і 74 систем двигуна CFM-56 та двигуна в цілому за 2003-2009 роки. На графіках відображаються дані по відмовам в польоті за місяць, згладжені значення відмов в польоті за квартал та рік. Для кожного року експлуатації двигуна позначається ВКМ, яка розраховується на основі даних за попередній рік експлуатації та ВКМ, яка закладена при проектуванні. При досягненні згладженого за квартал значення числа відмов ВКМ фіксується стан "небезпека" ("червоний"). Коли значення згладженого за місяць показника числа відмов досягає значення ВКМ, фіксується стан "залишається в небезпеці".

Ці два стани свідчать про негайну необхідність прийняття мір по підвищенню стану надійності АТ.

На рис. 10 наведений контроль за проведенням висотних запусків допоміжної силової установки (ДСУ) та випробувань системи автоматичної посадки, що відбувається один раз на місяць. В якості контрольованих параметрів виступають кількість висотних запусків ДСУ; кількість успішних стартів; кількість неуспішних стартів; відсоток успішних стартів; кількість включень системи автоматичної посадки; кількість успішних включень; кількість неуспішних включень; відсоток успішних включень [7].

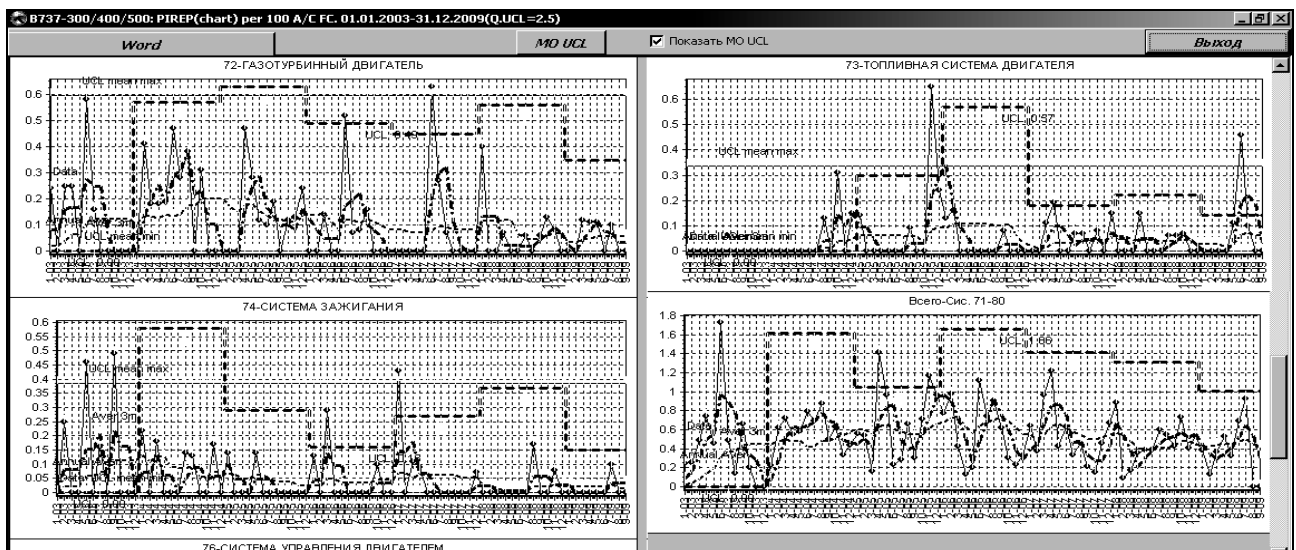


Рис. 9. Моніторинг показників надійності систем двигунів CFM-56 ПС В737-300/400/500 по відмовах в польоті за 2003-07.2009 рр.

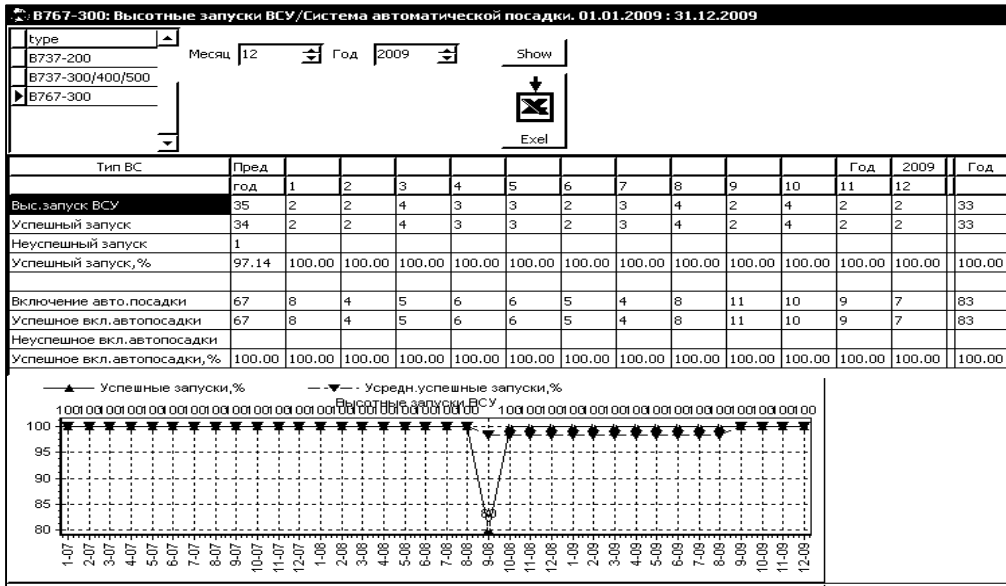


Рис. 10. Контроль за проведенням випробувань ДСУ при висотному старті та використанні системи автоматичної посадки

В автоматизованій системі контролю надійності відображення даних і система звітності реалізовані шляхом автоматичного формування кварталних звітів, які подаються до Центру експлуатаційної надійності авіаційної техніки. На рис. 11 наведений фрагмент звіту з напрацювання ПС. Для кожного типу ПС вносяться дані про кількість бортів, що літали в зазначений період, значення напрацювань

планера в годинах і посадках, двигуна в годинах та циклах, допоміжної силової установки в газогодинах та власних запусках. На рис. 12 наведений фрагмент скороченого звіту про відмови ПС по системам. Для кожної системи вноситься кількість відмов, виявлених в польоті і загальна кількість відмов, виявлених в експлуатації та шифри агрегатів, що відмовили.

Тип	Дата	К. Борт	Плр.ч.м.	Плр.пос.	СУ ч.м.	СУ цикл	ВСУ ч.м.	ВСУ с.з.	Прим.
ІЛ-76МД	01.01.2006	5	501.00	125	2004.00	500	140.15	187	
ІЛ-76Т Д	01.01.2006	6	845.00	211	3380.00	844	237.00	316	
ІЛ-78	01.06.2006								
АН-12БК	01.01.2006	1	76.00	30	304.00	120	33.45	45	
АН-26Б	01.01.2006	2	93.00	62	186.00	124	69.45	93	
МІ-8МТ	01.01.2006	1	75.00						
МІ-8МТВ	01.01.2006	2	169.00						
ТУ-154Б-2	01.01.2006	1	15.00						

Рис. 11. Фрагмент звіту про напрацювання ПС

Код	Название системы	Всего	В полете	Прим.
021	А КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	8	4	5377Т(2); МПК-13А5; 5412Т; МПК-13БТ
022	ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГ	1		ПУ САУ;
023	СВЯЗНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	15	3	АА-3; П2Т(2); ПАМ-П-200; АА-1(3); П3-2Т
024	СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	8	3	БРН-208(2); БПП-76; ГТ-60ПЧ6А(2); А3Т
025	БЫТОВОЕ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛ	1		ПУЛ-300;
026	ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ОБОРУДОВАН	2		ДПС-1АГ; БИ-2;
027	СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫ	1		КАУ-11А-2;
028	ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА	2	1	БПСР-4; МПК-13А-5;
029	ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА	3	1	ГА-184У;
030	ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНАЯ СИСТ			
031	ПРИБОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	2		ДС-10; ЗУП-53;
032	ШАССИ	4		ЧА-54; ННШ; КТ-158(2);
033	СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАН	2		ЛФСМ-28-600-80(2);
034	ПРИБОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТ	12	6	СНП-1(2); БВП-76; АГБ-ЭК; ЦГВ-10П; ИИ
035	КИСЛОРОДНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	3		КП-24(3);
036	ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА			
038	СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ И УДАЛ			
049	БОРТОВАЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ СИЛ	3		ИТА-6М; ПТА-6А; РППО;
051	КОНСТРУКЦИЯ ПЛАНЕРА			
052	ДВЕРИ, ЛЮКИ, СТВОРКИ			
053	ФЮЗЕЛЯЖ			
054	ГОНДОЛЫ ДВИГАТЕЛЕЙ, ПИЛЛОНЫ			
055	ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ И ВЕРТИКАЛЬНО			

Рис. 12. Фрагмент звіту про відмови

Висновки

Для забезпечення вимог ІСАО з надійності та льотної придатності ПС в Україні діє система підтримки льотної придатності ПС на державному рівні, яка проводить сертифікацію типової конструкції повітряних суден, авіаційних двигунів, повітряних гвинтів та екземпляра ПС на основі методології нагляду і контролю за льотною придатністю парку повітряних суден. Основною складовою методології нагляду і контролю за льотною придатністю парку повітряних суден є Програма надійності. В статі запропоновано автоматизовану систему контролю надійності ПС, яка оптимізує процес виконання Програми надійності, прискорює і полегшує виконання вимог з надійності і льотної придатності ПС на державному рівні, знижує витрати на експлуата-

цію повітряних суден, підвищує конкурентноздатність авіакомпанії.

Література

1. Автоматизированная система контроля надежности парка воздушных судов авиакомпании "АЭРОСВИТ". Руководство пользователя / Научн. рук. Кучер А.Г., отв. исп. Якушенко А.С., исп. Власенко П.А., Сухоруков А.Ю. и др. – К: НАУ, 2008. – 167 с.

2. Безпека авіації / В.П. Бабак, В.П. Марченко, В.О. Максимов, О.Г. Кучер та ін.; за ред. В.П. Бабака. – К.: Техніка, 2004. – 585 с.

3. Документ ІКАО (Дос 9051–AN/896) „Техническое руководство по летной годности”.

4. Документ ІКАО (Дос 9642–AN/941) „Руководство по сохранению летной годности”.

5. Документ ІКАО (Дос 9760–AN/967) „Руководство по летной годности”.

6. Кучер О.Г., Порівняльний аналіз показників надійності і ефективності іноземної та вітчизняної техніки / О.Г. Кучер, П.О. Власенко // Науковий журнал. – 2009. – № 2. – С. 9-17.

7. Кучер О.Г. Управління надійністю парку повітряних суден авіакомпанії / О.Г. Кучер, П.О. Власенко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 4 (61). – С. 88-94.

8. Кучер О.Г. Управління надійністю парку повітряних суден України / О.Г. Кучер, П.О. Власенко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2008. – № 7 (54). – С. 125-132.

9. Руководство по производству. Книга 10. Управление техническим обслуживанием ВС (МОЕ). Утверждено приказом Авиакомпании от 05.09.2007 № 572. Введено в действие с 19.09.2007.

10. Technical procedures manual. Reliability control program. 23-Jul-97. Timely Reaction on Unscheduled System Troubles. XXX Reliability Control Program Document. Apr – 05.

Надійшла до редакції 17.05.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. технології аеропортів О.А. Тамаргазін, Національний авіаційний університет, Київ.

МЕТОДОЛОГИЯ НАДЗОРА И КОНТРОЛЯ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ПАРКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

А.Г. Кучер, А.С. Якушенко, П.А. Власенко

Рассмотрена система поддержки летной годности воздушных судов в Украине. Проанализированы основные принципы контроля надежности. Рассмотрены положения Программы надежности. Проанализированы системы сбора данных, анализа данных, стандартных рабочих характеристик, отчетности и отображения данных, введение поправок и регулирование интервалов между циклами технического обслуживания. Рассмотрены особенности всех этапов контроля надежности. Предложена автоматизированная система контроля надежности авиационной техники, как средство для надзора и контроля летной годности парка воздушных судов Украины.

Ключевые слова: летная годность, надежность, контроль, мониторинг, показатели надежности.

THE METHODOLOGY OF AIRCRAFT AIRWORTHINESS INSPECTION AND CONTROL

A.G. Kucher, A.S. Yakushenko, P.A. Vlasenko

The Ukrainian system of airplane airworthiness control was considered. The main principles of reliability control were analyzed. The thesis of Reliability Program was considered. The data collection system, the data analysis system, the statistical performance standards system, the data display and report system, the maintenance interval adjustment and process change system and the program revision system were analyzed. Main principles of reliability control process were considered. Automated system for reliability control of aviation technique was proposed. It could be used as instrument for airworthiness inspection and control of Ukrainian airplane fleet.

Keywords: airworthiness, reliability, control, monitoring, reliability parameters.

Кучер Олексій Григорович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри авіаційних двигунів Національного авіаційного університету, Київ, Україна.

Якушенко Олександр Сергійович – канд. техн. наук, старший науковий співробітник кафедри авіаційних двигунів Національного авіаційного університету, Київ, Україна.

Власенко Павліна Олександрівна – аспірантка кафедри авіаційних двигунів Національного авіаційного університету, Київ, Україна.