

Міністерство освіти і науки України
Національний авіаційний університет

А. В. СКРИПЕЦЬ

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
АВІАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ**

Рекомендовано Міністерством освіти і науки
України як навчальний посібник для студентів
вищих навчальних закладів

Київ 2003

УДК 629.735.07: 629.735.022: 528. 71 (075.8)

ББК 056 – 082 я 73-1

С 454

Рецензенти: кафедра забезпечення сервісу на транспорті Національного транспортного університету (завідувач кафедри І. П. Курніков – д-р техн. наук, професор); О. М. Саустенко – віце-президент авіакомпанії “Міжнародні авіалінії України” з питань технічного обслуговування та інженерного забезпечення.

Скрипець А. В.

С454 Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2003. – с.

ISBN 966 – 598 – 066 – 1

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, лист №14/18.2-13.24 від 19.09. 2001 року.

В навчальному посібнику розглядається широке коло питань, пов'язаних з організацією інженерно-авіаційної служби і управлінням процесом технічної експлуатації авіаційного обладнання.

Навчальний посібник призначений для студентів спеціальностей: 8.100107 “Обладнання повітряних суден”, 8.091303 “Авіаційні вимірювально-обчислювальні комплекси” як очної, так і заочної форм навчання.

ISBN 966-598-066-1

ББК 056-082

Я 73-1

© А. В. Скрипець

Серед найважливіших проблем експлуатації авіаційної техніки (АТ) особливе місце займає проблема удосконалення процесів технічної експлуатації повітряних суден (ПС) та їх авіаційного і радіоелектронного обладнання (авіоніки) з метою забезпечення високої ефективності їх використання та безпеки польотів.

Повітряні судна цивільної авіації належать до так званих відновлюваних складних машин. Процес експлуатації ПС супроводжується постійною зміною їхнього технічного стану. Необоротні процеси, які відбуваються в матеріалах, змінюють властивості деталей різних агрегатів, умови їхньої роботи. Тому ймовірність їхньої безвідмовної роботи з часом зменшується, з'являються несправності та відмови.

З року в рік підвищуються вимоги до конструкції чисельних агрегатів і вузлів ПС у зв'язку з підвищенням інтенсивності їхньої роботи, швидкостей переміщення, розширенням інтервалів температури, тиску, підвищенням точності характеристик і т. п. Зростає різноманітність функцій, які виконуються системами ПС, що утруднює забезпечення потрібної надійності.

Останнім часом зростання кількості комплектуючих елементів ПС в деяких випадках випереджає показники безвідмовності цих елементів, що призводить до збільшення часу й коштів на проведення як поточного ремонту, так і профілактичних заходів.

До профілактичних заходів відносяться огляди окремих вузлів, систем і всього ПС в цілому, контроль вихідних параметрів, деякі види ремонту, а також профілактична заміна систем відповідального призначення, які не підлягають ре-

монту. Мова йде про проведення відновлювальних робіт для технічних об'єктів в той час, коли вони ще працюють.

Ускладнення конструкції вимагає збільшення обсягів технічного обслуговування й поточного ремонту, утруднює контроль параметрів через їх різноманітність; ускладнює знаходження й усунення відмов і несправностей, які виникли. Досвід експлуатації сучасного авіаційного і радіоелектронного обладнання свідчить, що в процесі пошуку й усунення причин відмов авіаційний персонал витрачає від 50 до 70 відсотків часу на пошук місця відмови і лише 30-50 відсотків – на усунення причини ушкодження і заміну елемента, який відмовив.

В цілому, в бюджеті часу, що відводиться на підготовку й обслуговування бортового обладнання, операції контролю становлять до 90 відсотків. Це значить, що значні резерви скорочення часу і загальної вартості експлуатації бортового обладнання приховані в автоматизації контролю. Невід'ємною частиною експлуатаційного контролю є конкретизація характеру відмови – локалізація відмови.

Значний вплив на показники безвідмовності і ефективність використання авіаційної техніки мають заходи, які виконуються під час технічної експлуатації ПС і пов'язані з технічним обслуговуванням, ремонтом та підготовкою до польотів.

Комплекс заходів з технічного обслуговування і ремонту ПС умовно можна поділити на дві групи: планові профілактичні роботи, пов'язані в основному з попередженням відмов і несправностей, і роботи по знаходженню й усуненню несправностей і відмов (поточний ремонт).

Між цими групами робіт може бути різний взаємозв'язок – в залежності від прийнятого критерію оптимальності і методу проведення технічного обслуговування. Але в будь-якому випадку основна вимога, яку ставлять до процесу технічної експлуатації в цілому, полягає в тому, щоб при обмежених витратах праці забезпечити найбільшу ймовірність то-

го, що на протязі певного часу ПС буде справним і виконає поставлене завдання.

Таким чином, одна з основних умов ефективної експлуатації авіаційної техніки в цивільній авіації полягає в тому, що повітряне судно повинно перебувати під контролем кваліфікованих фахівців, які слідкували б за технічним станом двигунів, планера, бортових систем та обладнання, а також пасажирських салонів, багажних і технічних відсіків. Причому, оцінка технічного стану вузлів і агрегатів повинна здійснюватись з використанням сучасної діагностичної апаратури і вимірювальних приладів.

Проведення регулярних, передбачених регламентом технічного обслуговування, перевірок – обов'язок, насамперед, інженерно-авіаційної служби авіапідприємства. В цьому складному, взаємопов'язаному процесі контролю за технічним станом повітряного судна приймають участь також спеціалісти заводу-виробника, конструкторських бюро (проектувальники машини), науково-дослідних організацій галузі і авіаційної промисловості. Таким чином, льотна придатність постійно підтримується і відновлюється до нормативного рівня з врахуванням накопиченої в процесі експлуатації інформації.

В процесі “трудового життя” всі типи повітряних суден вдосконалюються, модернізуються. Сучасний лайнер Іл-62М багато в чому відрізняється від свого попередника Іл-62, випущеного на початку сімдесятих років, як відрізняються і численні модифікації середньомагістрального літака Ту-154. В першу чергу це стосується підвищення надійності встановлених на них двигунів і життєво важливих систем і обладнання. Кожне повітряне судно в цивільній авіації весь термін служби “живе своїм життям” під пильним наглядом досвідчених інженерно-технічних працівників.

Сучасні цивільні повітряні судна розраховані на тривалий термін експлуатації (25-30 років) і весь цей період така

складна машина, як повітряне судно, повинна перебувати в цілком справному стані, інакше шлях в небо для неї буде закритий.

1.1. Місце і значення технічної експлуатації в забезпеченні високого рівня ефективності й безпеки польотів в цивільній авіації

Якщо тривалість розробки і виготовлення АТ становить 5-7 років, то термін її експлуатації більший у 5-6 разів.

В той же час, вартість експлуатації АТ в десятки, а то і в сотні разів перевищує вартість її розробки і виготовлення. Причому, найбільш істотний вплив на вартість експлуатації АТ мають простой. Значне скорочення простоїв повітряних суден досягається за рахунок використання прогресивних методів технічної експлуатації, раціональних стратегій, методів та форм організації технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), оптимальних технологій і алгоритмів роботи з бортовим обладнанням, сучасного контрольно-перевірочного і технологічного обладнання.

Встановлено, що календарні і фактичні простой деяких типів літаків становлять 20-30% від загального календарного терміну служби. Календарний простой – це час від посадки літака до закінчення його технічного обслуговування, а фактичний простой – час від початку до кінця обслуговування.

Витрати на технічне обслуговування повітряного судна в два-три рази перевищують його початкову вартість, а в структурі витрат на експлуатацію повітряних суден вони становлять 10-15 % від загальних витрат. Ще вищі витрати, пов'язані з перебуванням повітряних суден в несправному стані на технічному обслуговуванні (від 4 до 17 % календарного часу для кожного повітряного судна). Наприклад, в прямих експлуатаційних витратах для зарубіжних транспортних літаків з малою і середньою дальністю польоту витрати на технічне обслуговування становлять 17%.

Якщо врахувати, що в технічну експлуатацію, крім технічного обслуговування, входять організаційне та інформаційне забезпечення, проведення науково-дослідних робіт, ро-

зробка й впровадження заходів для підвищення ефективності технічної експлуатації, то наведена цифра витрат зростає ще більше.

Значні витрати пов'язані з виконанням як планових, так і непланових ремонтів авіаційної техніки. Наприклад, на ремонт лише одного з чотирьох авіаційних двигунів, встановлених на літаку Іл-76, витрачається чотири мільйони російських рублів. Тому однією з проблем, яку вирішує інженерно-авіаційна служба (ІАС) цивільної авіації, є збільшення ресурсів і термінів служби (в тому числі і міжремонтних) двигунів. Тільки за останні 25 років життя деяких авіаційних двигунів продовжено у 2-3 рази.

Проведені розрахунки і зарубіжна практика показують, що лише при впровадженні стратегії технічного обслуговування і ремонту авіаційної техніки за станом можна скоротити витрати на її технічну експлуатацію і ремонт до 30% [14].

Забезпечення високого рівня ефективності експлуатації авіаційної техніки є задачею не тільки експлуатаційників. Цією проблемою займаються вже на ранніх етапах проектування – авіаційна техніка повинна бути пристосованою до проведення на ній широкого кола робіт з технічного обслуговування й ремонту. Іншими словами, застосування нових, більш ефективних методів і стратегій технічного обслуговування й ремонту можливо лише за умови вдосконалення конструкцій повітряних суден, їхніх бортових функціональних систем, авіаційних двигунів та надання їм високого рівня експлуатаційної технологічності і надійності. Це викликає необхідність спільних і узгоджених дій всіх організацій і підприємств, які створюють, експлуатують, обслуговують і ремонтують авіаційну техніку. Спільні інтереси цих організацій і підприємств повинні бути підпорядковані вимогам експлуатації, а оцінка їх діяльності в кінцевому підсумку повин-

на здійснюватися за єдиною шкалою ефективності експлуатації.

При створенні авіатехніки, як відомо, використовують два основних принципа підвищення надійності: принцип безпечного ресурсу і принцип безпечної пошкодженості [14].

Принцип безпечного ресурсу передбачає встановлення для певного агрегату, блока чи системи такого ресурсу до ремонту, протягом якого в них не виникнуть несправності чи відмови.

Принцип безпечної пошкодженості допускає виникнення окремих руйнувань, несправностей або відмов об'єктів авіаційної техніки без зниження рівня безпеки польотів повітряного судна до чергового оперативного чи періодичного технічного обслуговування. Іншими словами, вже на етапі проектування в авіаційну техніку закладається таке конструктивно-технологічне рішення, яке, навіть при появі першого ушкодження, забезпечує можливість безпечного виконання одного чи декількох польотів до моменту усунення відмови чи несправності. Ця властивість об'єктів АТ, яка полягає в можливості продовження функціонування протягом деякого часу з неусуненою відмовою, може бути використана для планування виконання технічного обслуговування або ремонту в зручний час і в зручному місці. Це, в свою чергу, дозволяє значно скоротити простої АТ, пов'язані з виконанням технічного обслуговування й ремонту, а значить – підвищити ефективність її використання.

Від рівня і якості технічної експлуатації АТ багато в чому залежить безпека польотів, – головна характеристика цивільної авіації, яка визначає її здатність виконувати польоти без загрози для життя і здоров'я людей.

Практика свідчить, що 80...90% усіх авіаційних пригод пов'язані з людською помилкою в тій чи іншій формі, тобто виникають вони з вини так званого людського чинника, яким вважають сукупну діяльність людей, що забезпечує ефектив-

ну й безпечну експлуатацію повітряного судна. За даними вітчизняних досліджень, 25...35% авіаційних пригод та інцидентів в цивільній авіації відбувається з вини інженерно-авіаційної служби (в основному – через низьку якість технічного обслуговування й ремонту) [12].

Слід зазначити, що спроби враховувати людський чинник традиційно стосувались роботи екіпажу і меншою мірою – роботи диспетчерів керування повітряним рухом [19]. В наявній літературі мало приділено уваги тим аспектам людського чинника, які можуть впливати на авіаційний персонал, що здійснює технічне обслуговування повітряних суден. Це – значний недолік, оскільки зрозуміло, що помилка людини при технічному обслуговуванні повітряного судна так само впливає на безпеку польоту, як і помилка пілота або диспетчера керування повітряним рухом.

Функціональні обов'язки, пов'язані з технічним обслуговуванням ПС і його бортового обладнання, можуть бути досить складними, а появу помилок можуть спричинити несприятливі обставини. Авіаційний персонал часто обслуговує парк старіючих повітряних суден, термін служби яких становить 25-30 років. Часто ці повітряні судна потребують інтенсивного технічного обслуговування. Їхні планери вимагають більш ретельної перевірки на наявність ознак втоми, корозії та зношення. Це може створювати складні виробничі ситуації, оскільки вимагатиме додаткового технічного обслуговування. Крім того, такі ситуації можуть спричинити серйозні наслідки, якщо ознаки старіння, часто непомітні, залишаться невиявленими.

В той час, коли продовжується льотна експлуатація старіючих повітряних суден, парк багатьох авіатранспортних компаній світу поповнився повітряними суднами, які відповідають сучасному рівню розвитку техніки. В нових ПС втілені такі передові досягнення науки і техніки, як елементи з композитних матеріалів, прозорі кабіни, високоавтоматизо-

вані системи, вбудоване діагностичне і перевірочне обладнання. Найближчим часом бортове високоавтоматизоване обладнання створюватиметься на основі апаратурної інтеграції, розвинутої системи забезпечення безпеки польотів, виконання вимог ергономіки для зменшення питомої ваги людського чинника в причинах аварій і катастроф, впровадження експертної системи “Помічник екіпажу в небезпечних ситуаціях” і нових технологій експлуатації. Необхідність одночасно обслуговувати парк нових і старих повітряних суден вимагає від спеціалістів, які виконують технічне обслуговування, високої кваліфікації і постійного вдосконалення професійної майстерності.

І ще одне. У зв’язку зі специфічними особливостями помилка людини при технічному обслуговуванні відрізняється від помилки льотного екіпажу або диспетчера керування повітряним рухом. При допущенні помилки членом екіпажу або диспетчером її наслідки виявляються ще до того, як повітряне судно закінчить свій політ. На відміну від цього, помилка при технічному обслуговуванні може залишитись непоміченою. Можуть бути випадки, коли технік, який обслуговує повітряне судно, ніколи не знає про допущену помилку, оскільки вона може виявитись через декілька днів, місяців і навіть років.

Наведемо приклади помилок, які були допущені під час технічного обслуговування авіаційної техніки.

Так, 31 серпня 1997 року при наборі висоти літаком Ан-24 після зльоту в аеропорту Київ виникла відмова анероїдно-мембранних приладів лівої половини приладної дошки. Здійснена посадка на аеродром вильоту. Причина відмови – від’єднання дюриту статичної проводки в місці приєднання його до колектора за лівою приладною дошкою. Це сталося через незадовільне виконання робіт (13 жовтня 1992 року згідно з бюлетенем Б 1266 ГУД на авіаційному ремонтному заводі) по встановленню футоміра ВЭМ-72 ФГ і незадовільний контроль з боку експлуатанта – авіакомпанії “Урга” –

за виконанням доробок бригадами авіаремонтного заводу і виконанням форми Ф-5 22 лютого 1997 року.

Ще один приклад. Під час виконання рейсу за маршрутом Бориспіль-Франкфурт через 15 хвилин після зльоту на висоті 9390 м відбулося розтріскування лобового скла другого пілота літака Боїнг-737. Літак посадили в аеропорту вильоту Бориспіль. Встановлено, що розтріскування скла сталося внаслідок його місцевого перегрівання в результаті короткого замикання в електричному колі нагрівального елемента через неякісний ремонт літака 19 лютого 1996 року на авіаційному ремонтному заводі.

Помилки людини при технічному обслуговуванні можуть бути двох основних видів. Прикладом помилки першого виду може бути ситуація, коли конкретна несправність авіаційної техніки, якої не було до проведення технічного обслуговування, з'явилася внаслідок неправильних дій обслуговуючого персоналу. Так, наприклад, 11 вересня 1991 року літак Ембраєр-120 авіакомпанії “Континентал експрес”, який виконував рейс Ларедо, Техас – Хьюстон, зазнав катастрофи.

Розслідуванням було встановлено, що особлива ситуація в польоті виникла внаслідок того, що кріпильні гвинти на верхній поверхні лівої сторони передньої крайки горизонтального стабілізатора були відгвинчені і не поставлені на місце, в результаті чого протиобліднювальний агрегат передньої крайки був закріплений на стабілізаторі лише нижніми кріпильними гвинтами. Це призвело в польоті до раптового відриву майже не закріпленої передньої крайки, і внаслідок цього, до різкої зміни кута тангажу на пікірування і руйнування повітряного судна.

Типова помилка другого виду – невиявлення небажаного або небезпечного стану під час виконання технічного обслуговування, мета якого і є знаходження такого стану. Так, при розслідуванні попередньої катастрофи літака Ембраєр-120 з'ясувалось, що інспектор якості, перебуваючи на верхній

поверхні горизонтального стабілізатора, куди він піднявся, щоб допомогти встановити і перевірити магістралі протиобліднювального захисту на правій секції горизонтального стабілізатора не помітив (як він пізніше пояснив, – через погану освітленість ангара), що на лівій передній крайці стабілізатора гвинти відсутні.

Часто авіаційні пригоди та інциденти спричиняють знакозмінні навантаження на з'єднувальні проводи, тому при виконанні технічного обслуговування слід особливу увагу приділяти саме таким місцям. Так, 19 червня 1998 року на літаку Як-42 при заході на посадку в аеропорту Салехард (Росія) після випуску шасі не спрацювала сигналізація випущеного положення лівої опори шасі, причому, спрацювала сигналізація: “Випусти шасі”, “До посадки не готовий” і “Небезпечно – Земля”. Екіпаж, прийнявши рішення йти на друге коло, застосував повторне прибирання й випуск шасі від основної і ава-рійної гідросистем. Сигнальна лампочка випущеного положення лівої опори шасі не загорілася. Впевнившись у випущеному положенні лівої опори шасі за механічним покажчиком і отримавши підтвердження з землі після контрольного прольоту над смугою, екіпаж прийняв рішення на посадку. Посадку було здійснено благополучно. При перевірці на землі цілісності електропроводки від колодки на підкосі до захисного гофрованого чохла з демонтажем загальної для електроджута ізоляції було виявлено обрив проводу СШ-22 на відстані 90 мм від колодки, що і й спричинило неспрацювання сигналізації випущеного положення лівої опори шасі.

Комісія, яка розслідувала інцидент, встановила, що обрив проводу виник через невдале його розміщення на літаку: провід знаходився в зоні впливу на нього знакозмінних згинальних навантажень, а також попадання води, снігу, льоду з-під колес шасі.

Подібні помилки можуть бути викликані і такими зохваними чинниками, як недостатня професійна підготовка, слабка мотивація або втома виконавця, дефіцит часу, недостача запасних частин для поточного ремонту тощо. До цих причин можна також віднести погану конструкцію інструменту, недосконалість експлуатаційної документації тощо.

На цей час накопичені певні статистичні дані щодо характеру помилкових дій, яких припускається особовий склад інженерно-авіаційної служби під час виконання технічного обслуговування. Найхарактерніші групи помилкових дій обслуговуючого персоналу та їх відсоток від загальної кількості помилок такі [13]:

– переплутування при під'єднанні ідентичних, близько розміщених штепсельних рознімів, окремих проводів та високочастотних рознімів.....2 8%;

– ненавмисне пошкодження обладнання і елементів бортової електричної мережі.....22%;

– переплутування при під'єднанні близько розміщених штуцерів систем:

- повітряної3,4%;
- гідравлічної.....3,1%;
- паливної2,8%;
- приймачів повітряного тиску2,0%;
- кисневої0,3%;

– несвоєчасне виконання або недодержання послідовності дій, передбачених експлуатаційною документацією.....11%;

– встановлення з розворотом, переплутування місцями блоків, агрегатів, деталей з'єднувальних елементів 9,3%;

– пере – або недозатягування гайок болтових з'єднань через відсутність тарирувального інструменту, ушкодження різьби, відсутність контрування різьбових з'єднань5,2%;

–неправильне вимірювання параметрів, неправильне зчитування показань приладів, незручні умови для контролю...4,6%;

– неправильні вихідні дані на виробах авіаційного обладнання

.....3,4%;

– неправильне регулювання виробів.....2,6%;

– неправильне положення кришок заправних горловин.....1,7%;

– несвоєчасне знімання заглушок і чохлаів 0,6%.

Таким чином, найбільшу кількість помилок обслуговуючий персонал припускає внаслідок переплутування при під'єднанні штепсельних рознімів через ідентичність контактних елементів, їх близького взаємного розташування. Основними причинами помилок є неувважність при виконанні робіт, а також відсутність додаткових допоміжних позначок на контактних елементах, які б виключили подібні помилки. Так, в Красноярському управлінні цивільної авіації на літаку Ту-154 перемикач ППГ-15к аварійного випуску шасі був змонтований на авіаційно-технічній базі (АТБ) в зворотному положенні, що 27 червня 1989 року привело до вимушеної посадки.

Друге місце за кількістю помилок займають випадки ненавмисного пошкодження обладнання та елементів бортової електричної мережі через недбале або неувважне ставлення до своїх обов'язків, а також грубі порушення вимог експлуатаційної документації. Так, в Далекосхідному управлінні цивільної авіації 18 березня 1989 року літак Іл-62 був ушкоджений в польоті неприбраним на місце тросом заземлення. Літак зробив вимушену посадку.

Експлуатаційна документація передбачає застосування тарировального інструменту для виконання операції загвинчування але, на жаль, бувають випадки, коли замість тарировального інструменту застосовують інший, не пристосований для цього, інструмент. Так, 3 серпня 1998 року на літаку Як-40 при виконанні рейсу Ташкент – Сари – Ассія після зльоту екіпаж виявив витікання палива з-під кришок лючків під-

ходу до паливомірів в кореневій частині лівої площини крила. Екіпаж зробив вимушену посадку в аеропорту вильоту. Встановлено, що під час виконання технічного обслуговування за формою № 4 з 27 липня по 1 серпня 1998 року в Ташкентській АТБ під час демонтажу датчиків паливомірів для відгвинчування пригорілих гвинтів був використаний слюсарний інструмент – кернер і молоток. Ударні навантаження призвели до часткового ушкодження герметизації анкерних гайок чашок паливомірів, що в подальшому призвело до підтікання палива з отворів анкерних гайок кріплення кришок лючків підходу до паливомірів. Через наявність гумових кілець під головками гвинтів кріплення кришок дефект на землі не виявився, проте перед вильотом в рейс 3 серпня 1998 року екіпаж зробив запис в карті-наряді про підтікання палива біля паливомірів кореневої частини лівої площини. При врахуванні цього зауваження екіпажу інженерно-технічний склад обмежився заміною гумових кілець і підтягуванням гвинтів, що було недостатнім для повного відновлення герметизації, як передбачено технологічною картою № 25 (випуску № 26) технологічних вказівок для ремонту літака Як-40.

Сприяючими чинниками в таких випадках часто бувають не зовсім зручний підхід до окремих блоків для проведення демонтажно-монтажних і оглядових робіт на повітряному судні, недостатнє освітлення елементів, які регулюють, або місць, які оглядають. Крім того, трапляються і випадки падіння на землю знятих блоків і контрольно-перевірочної апаратури внаслідок транспортування їх з порушенням вимог до експлуатації.

Однією з поширених помилок, яких припускається інженерно-технічний склад під час технічного обслуговування АТ, є переплутування штуцерів систем: повітряної, гідравлічної, паливної, кисневої та системи приймачів повітряного тиску.

Ці помилки належать до найнебезпечніших і можуть призвести до тяжких авіаційних пригод. Найчастіше вони відбуваються через неуважність обслуговуючого персоналу під час проведення монтажних робіт. До недоліків, які сприяють таким помилковим діям, можна віднести ідентичне конструктивне виконання елементів, які стикаються (з метою підвищення такого показника експлуатаційної технологічності, як коефіцієнт спадкоємності обладнання), розміщення їх на невеликій відстані, яка може спричинити переплутування, відсутність чітко виражених ознак приналежності до різних систем, недостатня зручність підходу тощо. Крім того, в експлуатаційній документації не завжди приділяється належна увага особливостям монтажних робіт в таких місцях.

При недостатній підготовці інженерно-технічного складу все це може призвести до помилкових дій. Так, екіпажі літака Як-42 державної авіакомпанії “Донбас-Східні авіалінії України” 7 травня і 31 липня 1999 року примусово вимкнули в польоті двигун, оскільки виявили витікання мастила з маслосистеми. Причиною небезпечних інцидентів в обох випадках стало порушення технології виконання монтажно-демонтажних робіт в маслосистемі двигунів персоналом інженерно-авіаційної служби Донецької АТБ.

Несвоєчасне виконання або недодержання послідовності дій під час технічного обслуговування може відбуватись внаслідок недостатньої ретельності й відповідальності спеціалістів, через дефіцит часу, недосконалість технологічної документації або недбале внесення в Регламент технічного обслуговування і в Технологічні вказівки введених в дію змін і доробок. Так, перевірка в 1999 році стану організації технічної експлуатації літаків Іл-76 МД, які були передані в цивільну авіацію з військових повітряних сил України, показала, що:

– експлуатаційна документація цих літаків, яка була для

експлуатації у військових повітряних силах, не враховує вимог цивільної авіації;

– доповнення і зміни до експлуатаційної документації літаків Іл-76 МД з 1994 року не надходять до установ і підрозділів цивільної авіації і не доводяться до відомих експлуатантів;

– більша частина літаків Іл-76 МД, допущених до експлуатації в цивільній авіації в 1993-1994 роках, не відповідає сучасним вимогам (експлуатанти не мають переліку обов'язкових бюлетенів, що впливають на надійність і забезпечення льотної придатності кожного примірника літака, не визначено порядок супроводження експлуатації цих літаків з боку розробника);

– помилки, пов'язані з неправильним розташуванням (монтажом) блоків, агрегатів, деталей та різних з'єднувальних елементів, зумовлені тим, що частина блоків має однаковий вигляд, форму, габаритні розміри та посадкові місця, що інколи призводить до плутанини. Особливо небезпечні наслідки можуть мати випадки неправильного монтажу блоків і агрегатів, які виконують роль датчиків й виконавчих елементів в системах керування повітряним судном, двигуном або в системах навігації.

При технічному обслуговуванні АТ бувають помилки, які пов'язані з перезатягненням або, навпаки, – з недозатягненням гайок болтових з'єднань, з пошкодженням різьби. Прикладом грубого порушення правил технічного обслуговування повітряного судна може бути подія, яка сталась в аеропорту Іжевськ (Росія) з літаком Ан-24 в січні 1994 року [13].

Причиною події стала відмова системи керування рулем висоти, яка виникла внаслідок роз'єднання проводки керування через самовільне роз'єднання тяги з качалкою і випадення болта.

Самовільне відгвинчування гайки сталося через відсутність контрвального шплінта, передбаченого нормативно-технічною документацією (шплінт не був встановлений під час капітального ремонту на заводі № 403 цивільної авіації в м. Іркутську) і неякісне виконання технічного обслуговування літака на АТБ Іжевського авіапідприємства за формою 6, яка передбачає контроль технічного стану болтового з'єднання.

Щоб зрозуміти, чому при технічному обслуговуванні людина припускається помилок, важливо досконало знати специфіку роботи технічного персоналу, що обслуговує повітряні судна та їх бортове обладнання, в яких умовах він працює. Безперечно, умови роботи мають значний вплив на якість обслуговування, на остаточний його результат. І хоча бажано мати ідеальні умови роботи, зокрема, добре освітлений зручний ангар для технічного обслуговування ПС, проте, це навряд чи можливо забезпечити в кожному аеропорту через високу вартість виробничих приміщень і великі витрати на їхню експлуатацію. Внаслідок цього значна кількість робіт з технічного обслуговування ПС виконується в далеко не ідеальних умовах – під відкритим небом, вночі, в негоду [19].

Одним з найважливіших факторів, які впливають на якість технічного обслуговування, є освітленість. Дуже важко забезпечити потрібну освітленість при виконанні усіх операцій технічного обслуговування, включаючи перевірку якості проведених робіт. При розслідуванні авіаційних пригод погану освітленість робочих поверхонь зовнішнім розсіяним світлом зазначають як значний недолік. Так, у пригоді яка відбулася 11 вересня 1991 року з літаком Ембраер-120 авіакомпанії “Континентал експрес”, як вже зазначалося раніше, однією з причин катастрофи стало те, що при недостатній освітленості інженер з якості не помітив відсутність верхніх кріпильних гвинтів на лівій передній крайці стабілізатора.

При виконанні спеціальних робіт під час технічного обслуговування і ремонту авіаційної техніки часто використовують переносні лампи і ручні ліхтарі. Їх перевага полягає в тому, що їх легко переносити з місця на місце, вони не потребують часу для встановлення. До їхніх недоліків слід віднести слабку яскравість, а також те, що вони позбавляють можливості працювати обома руками, примушуючи виконувати технічне обслуговування або перевірку за допомогою однієї вільної руки.

При виконанні операцій технічного обслуговування і перевірок під фюзеляжем повітряного судна або в тісних відсіках також виникає проблема з освітленням: елементи конструкції затіняють місце проведення робіт від освітлювальних приладів, а для тісних відсіків зовнішнього світла з ангара недостатньо.

Часто робоча зона ангара освітлюється стельовими світильниками. До них важко дістатись, вони часто покриті пилом і фарбою, а перегорілі лампи іноді не замінюють протягом тривалого часу. Крім того, кількість і розміщення таких світильників часто не дозволяє забезпечити належну освітленість виробничої площі.

Особливої уваги до освітленості потребують роботи з технічного обслуговування, які виконуються під відкритим небом в нічний час, а саме в таких умовах і виконується великий обсяг робіт, пов'язаних з технічним обслуговуванням ПС. На жаль, існує тенденція виконувати їх з використанням ручних ліхтарів або освітлення через відчинені двері ангара, переносних освітлювальних приладів або немає, або їх отримання і встановлення потребуватиме значного часу.

Слід зазначити, що технічне обслуговування часто виконується не тільки при недостатній освітленості, але й в нестандартних умовах, наприклад, уночі. Психологічно і фізично людина знаходиться в найбільш активному стані в денні часи і вважає за краще відпочивати й спати в нічні часи. Коли

професійна діяльність вимагає порушення цього стереотипу, це може призвести до зниження працездатності людини, до виникнення у неї передчасної втоми. Не має сумніву, що при технічному обслуговуванні повітряних суден, де безпека безпосередньо пов'язана з безпомилковою роботою технічного персоналу, ця обставина, безперечно, має дуже велике значення і являє собою серйозну проблему. В багатьох випадках, які пов'язані з авіаційними пригодами з вини обслуговуючого персоналу, технічне обслуговування здійснювалося в нічні зміни. Так, 28 вересня 1997 року, вночі, в умовах інтенсивного дощу, під час виконання рейсу Алеппо (Сірія) – Одеса на літаку Ту-154 екіпаж авіакомпанії “Одеські авіалінії” змушений був призупинити зліт в процесі розбігу через відсутність індикації швидкості на приладах.

Встановлено, що підготовка літака до вильоту в аеропорту Алеппо проводилася в складних метеорологічних умовах, пов'язаних з грозою і дощем. Зважаючи на це, бортінженер встановив заглушки на приймачі повного і статичного тиску, про що не попередив членів екіпажу. Огляд літака перед вильотом бортінженер виконав формально, внаслідок чого заглушки зняті не були.

Після заняття робочого місця і під час виконання карти контрольних перевірок бортінженер двічі доповів командирю екіпажу про те, що заглушки зняті, але через низький рівень взаємоконтролю в екіпажі їх наявність на приймачах повного і статичного тиску не була помічена. В процесі розбігу штурман виявив відсутність індикації швидкості на приладах, про що доповів командирю екіпажу.

За командою командира екіпажу на швидкості 160-180 км/год був встановлений малий газ, включено реверс, використано гальмування коліс, і зліт був призупинений.

Після зарулювання на стоянку екіпаж з'ясував, що причиною відсутності індикації швидкості стали заглушки на

приймачах повного і статичного тиску, які не були зняті перед вильотом.

При плануванні і організації технічного обслуговування повітряних суден та їх бортового обладнання треба враховувати, що фізично важкі завдання не повинні містити монотонну роботу, яка вимагає зосередження уваги.

Помилки під час виконання робіт з технічного обслуговування можуть бути також пов'язані і з використанням деяких видів бортового обладнання. Застаріле контрольно-перевірочне обладнання значною мірою розраховано на майстерність фахівців, які працюють з ним, на вміння правильно зчитувати й тлумачити неоднозначні, а часом і суперечливі показання приладів. Як тільки до цих труднощів додається ще й втома технічного персоналу, ймовірність помилок різко збільшується. Тому працівникам, які контролюють результати технічного обслуговування, необхідно бути особливо уважними для того, щоб завчасно помітити втому обслуговуючого персоналу і ретельно контролювати правильність виконання завдань, щоб виявити помилки, які викликані втомою. Контроль в денні часи якості технічного обслуговування, яке виконувалося вночі, – ще один шлях зниження ймовірності появи помилок при технічному обслуговуванні авіаційної техніки.

Іншим важливим чинником, що впливає на процес технічного обслуговування, є шум, який створюють запуск і гонка двигунів, перевірка працездатності електромеханізмів та ін. Шум може стати причиною передчасної втоми й порушення слуху обслуговуючого персоналу. Не почуте або неправильно зрозуміле (через шум або погіршення слуху) повідомлення може мати серйозні наслідки. До заходів, які може здійснити авіакомпанія для боротьби з шумами, належать: екранування джерел шуму за допомогою кожухів і шумопоглинаючих пристроїв; відокремлення місць проведення шумних робіт, щоб менше людей наражалося на вплив шуму;

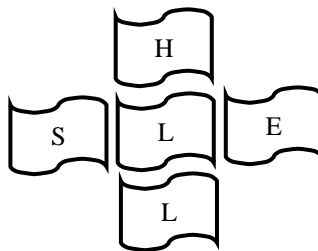
надання обслуговуючому персоналу засобів індивідуального захисту; зведення до прийняттого мінімуму часу запуску й гонки двигунів, а також вимірювання рівня шуму в робочих зонах. Треба зазначити, що час впливу шуму, рівень якого понад 110 дБ, не повинен перевищувати 12 хвилин протягом 8-годинного періоду, а неперервний вплив шуму інтенсивністю 85 дБ вимагає застосування індивідуальних засобів захисту.

З появою більш складних в технічному відношенні повітряних суден, в конструкції яких використовуються композитні матеріали, серед яких є небезпечні, а також інші небезпечні речовини (герметики паливних баків, хімічні речовини для з'єднання елементів тощо), при технічному обслуговуванні почали застосовувати токсичні матеріали. Деякі неруйнівні методи контролю, наприклад, з використанням рентгенівського випромінювання, також являють потенціальну не-безпеку. Обслуговуючий персонал повинен бути поінформований про небезпеку роботи з токсичними речовинами і мати практичні навички роботи з ними. Він також повинен бути забезпечений захисними пристосуваннями – захисним одягом, гумовими рукавичками та захисними окулярами [19].

Є й інші небезпечні чинники, пов'язані з технічним обслуговуванням повітряних суден. Один з них – це робота на технологічних риштуваннях або інших робочих платформах, включаючи пересувні телескопічні підйомники. Оскільки відстань конструктивних елементів великих транспортних повітряних суден від землі досить значна, то ймовірність отримати травму, впавши з робочої платформи, теж немала. В жодному разі не можна використовувати підручні засоби як технологічні риштування або недбало встановлені драбини на слизькій підлозі ангару. Застосування належним чином сконструйованих допоміжних засобів для роботи завжди є виправданим, оскільки це запобігає помилкам і травмам.

Безперечно, що у спеціаліста інженерно-авіаційної служби, професійні якості якого знижені через слабе здоров'я або недостатні заходи забезпечення особистої безпеки, більше шансів припустити помилку, яка могла б вплинути на загальну безпеку польотів повітряного судна. Ця проблема вимагає особливої уваги, оскільки наслідки помилок, які припущені при технічному обслуговуванні, можуть виявлятися на великій відстані в часі і в просторі.

Більш поглибленому розумінню ролі людського чинни-



ка в авіації сприяє розроблена в 1972 році професором Е.Едварсом, а в 1975 році дещо змінена й доповнена командиром повітряного судна Франком Хоукінсом, концептуальна модель “SHEL” (рис.1.1). Абревіатура цієї назви утворена з початкових букв англійських слів: Software, Hardware, Environment, Liveware, що означає: S-установки (процедури, документація, символи тощо); H – об’єкт (машина, обладнання); E – середовище (умови, в яких повинні взаємодіяти людина з машиною); L – суб’єкт (людина).

Рис. 1.1. Модель людського чинника “SHEL”

В моделі збіжність чи незбіжність меж блоків (інтерфейсів) так само важлива, як і характеристики самих блоків тому, що незбіжність меж може бути джерелом людських помилок. Модель не відображає усіх взаємозв’язків між компо-

нентами, особливо тих, які виходять за межі людського чинника (об'єкт-об'єкт, об'єкт-середовище, установки-об'єкт), і є лише основою для розуміння сутності людського чинника в авіації.

Модель "SHEL" широко використовується в Міжнародній організації цивільної авіації (ІСАО) для упорядкованого систематизованого підходу до розуміння проблем, пов'язаних з впливом людського чинника. Вона ілюструє взаємозв'язки між елементами, які є основними в авіаційній галузі, і, крім того, може використовуватися для визначення місць, де можуть виникати невідповідності й помилки. Поява невідповідності у будь-якій лінії взаємодії або взаємозв'язку може призвести до збоїв в роботі системи, внаслідок чого може зрости ймовірність формування несприятливих умов діяльності. Розуміння взаємозв'язків означає пізнання сутності людського чинника, дозволяє своєчасно виявити можливі невідповідності і розпочати дії, які б перешкодили їхньому розвитку.

Яскравим прикладом, який демонструє порушення інтерфейсу (L-L), є інцидент з літаком МД-80 авіакомпанії "Alaska Airlines" (США) в аеропорту Южно-Сахалінськ (Росія) 4 червня 1998 року. При виконанні рейсу за маршрутом Южно-Сахалінськ-П. Камчатський-Анкоридж на літаку МД-80 на етапі зльоту в аеропорту Южно-Сахалінськ виник помпак правого двигуна, екіпаж призупинив зліт і зарулив на стоянку.

В цей день в аеропорту Южно-Сахалінськ виконували роботи по відновленню герметичності швів на ШЗПС (злітно-посадочна смуга з штучним покриттям) з використанням нагрітого до 160⁰ С бітумно-полімерного герметика БПГ-75. Спочатку планували виконувати роботи на торці ЗПС-01" 700 м з півдня на північ, курс посадки 12⁰".

Потім, з урахуванням метео- і повітряної обстановки, було визначене місце робіт на торці ЗПС-19, курс посадки 192⁰. Керівник польотів аеропорту (КПА) на інструктажі нової зміни керування повітряним рухом (КПР) недостатньо проаналізував характер і особливості виконуваних на ШЗПС

робіт, не уточнив порядок і час можливого використання ділянки виконання робіт для польотів повітряних суден і прийняв рішення використовувати всю ділянку, а роботи проводити під час перерв між польотами.

У зв'язку з заходом на посадку літака МД-80 КПА дав вказівку тимчасово припинити роботи по заливанню швів, а після посадки і зарулювання літака на перон дозволив продовжити роботи, які були виконані на ділянці 300 м від торця ЗПС-19 на південь. Потім, з урахуванням повітряної обстановки, КПА прийняв рішення про перехід на курс посадки 192^0 , про що поінформував диспетчерів, проте, порушивши вказівки нормативно-технічних документів, не отримав інформацію від аеродромної служби про закінчення робіт і особисто не проконтролював стан і готовність ШЗПС до випуску літака. Зміна робочого курсу стала несподіванкою для персоналу аеродромної служби. Рішення про зліт з курсом посадки 192^0 КПА прийняв для виходу літака з району аеродрому по найближчій відстані при відсутності обмежень по використанню ШЗПС.

Для забезпечення випуску літака МД-80 диспетчер дав вказівку майстру аеродромної служби про збільшення ШЗПС, не попередивши його про зміну курсу. Після збільшення ШЗПС диспетчер виключив відповідну сигналізацію “ЗПС зайнята”.

В процесі підготовки до польоту екіпаж літака МД-80 не був поінформований про роботи по заливанню швів на ШЗПС і готувався до зльоту з курсом 12^0 з урахуванням північно-східного вітру 60^0 .

Після запуску двигунів екіпаж отримав команду диспетчера КПП про курс зльоту 192^0 і розпочав рулювання по свіжозалитому герметику в розширену частину ШЗПС для розвороту. В процесі рулювання по ШЗПС на виконавчий старт літак змістився праворуч на 7 м від осьової лінії і правим віз-

ком потрапив на поздовжній шов герметика, який став налипати на авіашину.

В цей час інженер аеродромної служби, який знаходився поблизу ШЗПС, почав подавати екіпажу руками застережні знаки про неприпустимість подальшого рулювання, але екіпаж сприйняв це як вітання.

Після доповіді про готовність екіпаж розпочав зліт з курсом 192⁰. На швидкості 148 км/год виник помпаж правого двигуна, який супроводжувався спалахами й викидом полум'я внаслідок попадання до газоповітряного тракту фрагментів герметика з колес правого візка основного шасі.

21 серпня 1998 року при виконанні рейсу за маршрутом Челябінськ-Домодедово на літаку Ту-154Б-2 після зльоту при підготовці до прибирання закрилків екіпаж виявив відмінність в показаннях показчиків швидкості командира повітряного судна і другого пілота. Другий пілот, який здійснював активне пілотування при зльоті, на швидкості 330 км/год за своїм приладом дав команду на прибирання закрилків, яка була відмінена командиром ПС (інтерфейс L-L), оскільки його показчик швидкості показував в цей час швидкість 290 км/год (інтерфейс L-H). Порівнявши показання показчиків швидкості, висоти і варіометрів, екіпаж виявив невідповідність показань приладів командира повітряного судна фактичним параметрам польоту. Після переключення основної статистики командира ПС на резервну показання приладів не змінилися. Визначивши несправність як таку, що не загрожує безпеці, екіпаж прийняв рішення на продовження польоту і благополучно здійснив посадку в аеропорту призначення.

При перевірці функціонування статичної системи була виявлена негерметичність.

Встановлено, що 18 серпня 1998 року на літаку виконувалися роботи по заміні приладу УВИД-15фк командира по-вітряного судна у зв'язку з відпрацюванням ресурсу. Після установки корпусу приладу авіатехнік не приєднав дюрит

трубопроводу системи статика до штуцера і не перевірів функціонування анероїдно-мембранних приладів ПС, що є порушенням технології (інтерфейс L-S).

Змінний інженер з авіаційного і радіоелектронного обладнання (А і РЕО) не перевірів монтаж приладу і трубопроводів за приладною дошкою командира ПС і не пересвідчився у герметичності і функціонуванні анероїдно-мембранних приладів після заміни приладу УВИД-15фк (знову порушення інтерфейсу L-S), внаслідок чого негерметичність лінії статика командира ПС виявлена не була. При зльоті на висоті близько 200 м екіпаж виявив невідповідність показань показчиків швидкості у командира ПС і у другого пілота (показання приладу командира ПС були нижчі, ніж показання приладу другого пілота). Таким чином, відбулось порушення інтерфейсу L-N при льотній експлуатації в польоті.

Ще декілька прикладів.

10 червня 1990 року літак ВАС-1-11 вилетів з Бірмінгемського аеропорту в Малагу (Іспанія) з 81 пасажиром на борту, чотирма бортпроводниками і двома членами екіпажу. Зліт виконав другий пілот, і після переходу до набору висоти командир повітряного судна, згідно з прийнятими в авіакомпанії правилами, взяв керування літаком на себе. В цей час обидва пілоти відстібнули плечові прив'язні ремені, а командир – і накидний ремінь. При наборі висоти 5200 м почувся різкий звуковий удар і кабіна наповнилась густим туманом, що відбувається при швидкій розгерметизації. Лобове скло в кабіні екіпажу вилетіло назовні, а командира повітряного судна втягнуло в отвір лобового скла, де він застряв. Двері в кабіну екіпажу раптово відчинилися усередину і ударили по пульту керування і контролю радіотехнічним і навігаційним обладнанням. Другий пілот негайно знову взяв керування літаком на себе і почав екстрене зниження. Бортпроводники намагалися втягнути командира назад в кабіну, але перепад тиску не дозволив їм це зробити. Вони утримували його в такому

положенні за коліна доти, доки літак не приземлився. Розслідування інциденту показало, що його причиною була та обставина, що при заміні лобове скло було закріплено не тими болтами, які передбачені нормативно-технічною документацією (порушення інтерфейсу L-S).

4 жовтня 1997 року (аеропорт Бориспіль) при наборі висоти на літаку Ту-134 на висоті 600 м загорілось табло “Стружка в маслі” правого двигуна. Двигун було зупинено і здійснена посадка на аеродромі вильоту. Причина неправильного спрацювання сигналізації – замикання обірваного проводу в кабельній частині ШР-2РТТ12 фільтра-сигналізатора ЦВО-ФС-30 на корпус ШР внаслідок порушення технології виконання регламентних робіт в АТБ Бориспіль (порушення інтерфейсу L-S).

1 травня 1997 року літак Іл-76 здійснив вимушену посадку в аеропорту Баку через зупинку четвертого двигуна, яку спричинило пониження тиску масла. Причина – роз’єднання маслопроводу на корпусі маслобака через обрив електропроводу і самовільне відгвинчування гайки внаслідок неякісної підготовки повітряного судна до польоту (порушення інтерфейсу L-S).

10 серпня 1998 року при виконанні рейсу за маршрутом Одеса-Внуково в процесі зниження для заходу на посадку в аеропорту Внуково не випустились середні інтерцептори. Посадка була проведена благополучно. Причина відмови – замерзання кінематики керування в польоті після усунення обмерзання внаслідок неякісної підготовки і перевірки органів керування персоналом інженерно-авіаційної служби аеропорту Одеса (порушення інтерфейсу L-S).

Нині повітряні судна стали більш автоматизованими і складними. Літаки типу Боїнг-747-400, Ербас-А340, Ту-204, Іл-96, Ан-70 мають подвійне або потрійне дублювання системи керування польотом. Це, можливо, зменшує навантаження на льотний екіпаж, але підвищує вимоги до персоналу, який

обслуговує повітряні судна та їх бортове обладнання. Можна припустити, що це викликано тим, що не забезпечена правильна взаємодія між елементами “суб`єкт-об`єкт” (L-N) і “суб`єкт-програмні установки” (L-S) моделі SHELL [19].

Завершуючи цей розділ, слід зазначити, що авіаційний персонал, який обслуговує сучасні повітряні судна та їх бортове авіаційне й радіоелектронне обладнання, повинен мати і глибокі знання з теорії побудови систем, вміти виконувати складні перевірки і правильно тлумачити їх результати, належним чином ставитись до чутливих електронних і автоматичних систем, при роботі з якими неправильне виконання самої простої операції може призвести до їх ушкодження і обернутися великими збитками. І ще одне. Спеціаліст з технічної експлуатації авіаційної техніки неодмінно повинен бути обізнаним з комп`ютерною технікою, оскільки, як показує тенденція, в майбутньому при технічному обслуговуванні будуть широко застосовуватись обчислювальні і автоматизовані системи.

1.2. Загальні відомості і основні визначення

Цивільна авіація, призначена для забезпечення потреб народного господарства й населення у повітряних перевезеннях, тому її уявити у вигляді авіаційної транспортної системи.

Авіаційна транспортна система являє собою сукупність взаємодіючих повітряних суден; комплексу наземних засобів з підготовки і забезпечення польотів; особового складу, зайнятого льотною і технічною експлуатацією і ремонтом ПС і наземних засобів; системам керування процесом експлуатації.

До авіаційної транспортної системи ставлять вимоги забезпечення повної безпеки, високої регулярності польотів і економічної експлуатації авіаційної техніки.

Особливе місце в авіаційній транспортній системі займає **система технічної експлуатації**. Це – сукупність об'єктів і засобів технічної експлуатації, льотного та інженерно-технічного складу, системи керування процесом технічної експлуатації, що взаємодіють з метою підтримки й відновлення справності або працездатності і забезпечення льотної придатності повітряних суден.

Важливою складовою частиною системи технічної експлуатації авіаційної техніки є **система технічного обслуговування і ремонту**. Вона являє собою сукупність взаємодіючих об'єктів і засобів технічного обслуговування і ремонту, а також інженерно-технічного складу (рис.1.2).

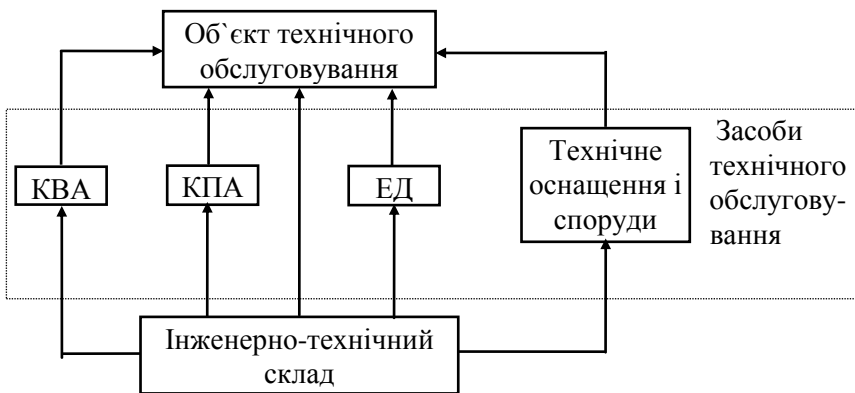


Рис. 1.2 Структурна схема системи технічного обслуговування і ремонту авіатехніки

Об'єктом технічного обслуговування й ремонту є виробы авіаційної техніки, які мають потребу в певних роботах (операціях) технічного обслуговування й ремонту і пристосовані до виконання цих робіт (операцій).

Засоби технічного обслуговування й ремонту включають до свого складу експлуатаційну документацію (ЕД), ком-

плекс засобів технічного діагностування (контрольно-вимірювальну апаратуру (КВА), контрольно-перевірочну апаратуру (КПА) а також наземні споруди і засоби технологічного оснащення. Експлуатаційній документації в навчальному посібнику буде присвячено окремий розділ, тут ми лише зазначимо, що до неї входить *програма технічного обслуговування* і ремонту, яка являє собою документ, що містить сукупність основних принципів і використання найбільш ефективних методів і режимів технічного обслуговування й ремонту, які реалізовані в конструкції об'єктів при проектуванні, виготовленні і в експлуатаційній документації з урахуванням заданих вимог і умов експлуатації.

Авіаційна техніка, як і інші технічні об'єкти, створюється для того, щоб її використовували за призначенням, причому, екіпаж здійснює пілотування й навігацію, застосовуючи складний комплекс авіоніки. Цю роботу екіпаж виконує у взаємодії зі службою керування повітряним рухом (КПР). Для безпосереднього обслуговування пасажирів, і створення комфортних умов польоту застосовується спеціальний комплекс бортового обладнання.

В процесі експлуатації планер, авіаційні двигуни, їхні системи та агрегати знаходяться під впливом багатьох експлуатаційних факторів, які призводять до зниження надійності. Насамперед, це навантаження, які виникають в польоті, при посадці, рулінні і зльоті залежать від умов польоту і базування. На надійність авіаційної техніки впливають також: режим роботи, вібрації, перепади температури, акустичні навантаження, кліматичні умови, кваліфікація льотно-го та ін-женерно-технічного складу тощо. Під впливом цих та багатьох інших факторів, наприклад, пошкодження, з часом погіршуються показники надійності елементів конструкції планера, авіадвигунів, функціональних систем та агрегатів. В певний випадковий момент часу процес такого зниження

надій-ності може призвести до переходу об'єкта авіаційної техніки з працездатного стану в інший – стан відмови.

Справний стан (справність) – стан об'єкта, при якому він відповідає всім вимогам нормативно-технічної або конструкторської документації.

Працездатний стан (працездатність) – стан об'єкта, при якому значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської документації [1].

Як впливає із визначень, працездатний об'єкт, на відміну від справного, повинен задовольняти лише тим вимогам нормативно-технічної документації, які забезпечують його використання за призначенням. Отже, працездатний об'єкт може бути несправним, якщо він не задовольняє другорядним вимогам, безпосередню не пов'язаним з виконанням основних функцій.

Пошкодження – подія, яка пов'язана з порушенням справного стану об'єкта при збереженні працездатного стану.

Відмова – подія, яка пов'язана з порушенням працездатного стану об'єкта.

З метою попередження виникнення пошкоджень та відмов інженерно-технічний склад виконує великий обсяг профілактичних і відновлювальних робіт як на борту повітряного судна, так і в цехах і лабораторіях на знятому з нього обладнанні. Періодично виникає необхідність в проведенні капітального ремонту повітряних суден, авіаційних двигунів та їх обладнання, а також в направленні їх на зберігання.

Для реалізації цього комплексу робіт необхідно забезпечити оптимальну організацію, оформлення спеціальної експлуатаційної документації, а також керування особовим складом експлуатаційного підприємства.

Сукупність всіх фаз функціонування об'єктів: підготовка до використання, використання за призначенням, про-

ведення різних видів технічного обслуговування й ремонту, зберігання, транспортування, процеси керування льотним та інженерно-технічним складом визначається терміном *експлуатація авіаційної техніки* [].

Таким чином, складові частини складові частини експлуатації авіаційної техніки:

- льотна експлуатація;
- технічна експлуатація;
- ремонт на АТ заводах.

Льотна експлуатація – це система дій екіпажу з безпосереднім використанням авіаційної техніки в польоті.

Технічна експлуатація авіаційної техніки – це виробнича діяльність авіапідприємств, організацій, авіакомпаній і працівників цивільної авіації з інженерно-авіаційного забезпечення польотів для досягнення: високої якості і своєчасності підготовки авіатехніки до польотів; правильної експлуатації її на землі і в польоті; збереження заданих Нормами льотної придатності характеристик авіатехніки протягом встановлених ресурсів і термінів служби; безпеки і регулярності польотів повітряних мінімальних суден, високої надійності і справності авіатехніки; найбільш ефективного використання повітряних суден при економічних витратах трудових, матеріальних та паливно-енергетичних ресурсів.

Технічна експлуатація – це широке поняття, яке включає до свого складу: технічне обслуговування, авіатехніки, організаційне забезпечення технічного обслуговування та інші роботи; науково-дослідні роботи з проблем технічної експлуатації; розробку і проведення заходів з підвищення ефективності технічної експлуатації тощо.

Технічне обслуговування авіаційної техніки – це комплекс робіт (операцій), які виконуються інженерно-технічним складом, для підтримки працездатності і справності виробу під час підготовки до використання його за призначенням, після польотів, при чеканні, зберіганні та транспорту-

ванні. Це роботи, передбачені регламентом технічного обслуговування відповідно повітряного судна конкретного типу: усунення несправностей, виявлених в польоті чи в процесі технічного обслуговування і зберігання; виконання доробок згідно з бюлетенями заводу-виробника і спеціальних оглядів; заміна несправних не відновлюваних агрегатів та агрегатів, які відпрацювали встановлені ресурси чи терміни служби; роботи по забезпеченню зберігання і транспортування.

Раніше зазначалось, що повітряні судна цивільної авіації і більшість об'єктів бортової авіоніки належать до відновлюваних складних машин, тобто після виникнення відмов і несправностей їх не списують, а відновлюють.

Відновлення працездатного стану – комплекс робіт (операцій), пов'язаних з визначенням і усуненням відмови об'єкта. При відновленні об'єкта знаходять, відмову відновлюються (ремонтують) або замінюють об'єкт, що відмовив, і виконують операції регулювання, настроювання і контролю працездатності об'єкта в цілому.

Ремонт – комплекс робіт (операцій) по відновленню справності або працездатності виробів або їхніх складових частин.

При ремонті виконується повне або часткове розбирання об'єкта, його діагностування, відновлення або заміна окремих елементів і наступне складання з контролем працездатності об'єкта в цілому. Після ремонту завод гарантує його працездатність протягом певного періоду часу або певного наробітку (міжремонтного терміну служби або ресурсу).

В процесі експлуатації АТ виникають несправності і відмови, які усуваються авіаційним персоналом експлуатаційних підприємств. Такий процес відновлення працездатності і справності АТ називається *поточним ремонт*.

В залежності від властивостей і умов експлуатації всі об'єкти поділяють на обслуговувані і не обслуговувані, відновлювані і не відновлювані, такі, що поділяють ремонту-ремонтпридатності і відповідно-ремонтнепридатні [].

Обслуговуваним, або ремонтпридатним об'єктом називається об'єкт, для якого технічне обслуговування або ремонт передбачені нормативно-технічною документацією.

Не обслуговуваними, не відновлюваними (ремонтнепридатними) є деякі комплектуючі вироби (конденсатори, реле, резистори, тощо).

Той самий об'єкт може бути відновлювальним або не відновлюваним в залежності від умов експлуатації. Так, практично все бортове обладнання повітряних суден під час польоту слід вважати не відновлюваним, а під час стоянки на землі воно переходить в розряд обслуговуваних, відновлюваних і ремонтпридатних об'єктів.

1.3 Класифікація повітряних суден, ресурсів та термінів служби авіаційної техніки

Класифікація повітряних суден Літаки й вертольоти цивільної авіації, які пройшли державні й експлуатаційні випробування і допущені до експлуатації, в залежності від максимальної злітної маси поділяють на чотири класи (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Класифікація повітряних суден за злітною масою

Клас повітряних суден	Максимальна злітна маса, м	
	літака	вертольоту
I	75 і більше	10 і більше
II	від 30 до 75	від 5 до 10
III	від 10 до 30	від 2 до 5
IV	до 10	до 2

Літаки також класифікують в залежності від дальності польоту в кілометрах:

дальні магістральні... 6000 і більше
середні магістральні... від 2500 до 6000
ближні магістральні..... від 1000 до 2500

літаки місцевих
повітряних ліній (МПЛ)..... до 1000

Ресурси і терміни служби авіатехніки

Ресурс – наробіток об'єкта в годинах, посадках, циклах або в інших одиницях.

На надійність авіаційної техніки впливає не тільки наліт, кількість посадок тощо, але й тривалість її експлуатації і зберігання. В зв'язку з цим при встановленні ресурсів авіаційної техніки встановлюють також і календарні терміни служби.

Термін служби – календарна тривалість експлуатації об'єкта в годинах.

В цивільній авіації розрізняють такі ресурси і терміни служби АТ.

Гарантійний ресурс (гарантійний наробіток T_T) – наробіток об'єкта, в межах якого виготовлювач гарантує безвідмовну його роботу, за умови дотримання споживачем (експлуатантом) правил експлуатації, в тому числі правил зберігання і транспортування.

Гарантійний термін служби (термін гарантії) – календарний період, протягом якого виготовлювач гарантує нормальну роботу відновленого виробу умови дотримання правил експлуатації, зберігання та транспортування.

Кожному виробу авіаційної техніки встановлюються гарантійні ресурс і термін служби. Після закінчення хоча б одного з них гарантія виготовлювача припиняється. Так, наприклад: виробу авіаційної техніки встановлені гарантійний ресурс 5000 годин і гарантійний термін 5 років. Якщо виріб напрацював 5000 годин за 4,5 роки або за 5 років напрацював 4600 годин, то в обох випадках гарантія на виріб закінчилась.

Міжремонтний ресурс (T_{MP}) – наробіток авіаційної техніки між двома послідовними ремонтами. В межах міжремонтного ресурсу безвідмовну роботу гарантує ремонтний завод цивільної авіації. Тривалість цього ресурсу встановлюється на

підставі комплексу досліджень і узагальнення досвіду експлуатації авіаційної техніки даного типу.

Для нового виробу встановлюється *ресурс до першого капітального ресурсу* (T_P).

Міжремонтний термін служби – календарна тривалість експлуатації виробу між двома послідовними плановими капітальними ремонтами.

Призначений ресурс ($T_{приз}$) – сумарний наробіток об'єкта, після досягнення якого експлуатація повинна бути припинена незалежно від його стану.

Загальний термін служби – сумарна календарна тривалість експлуатації виробу авіаційної техніки до граничного стану, при якому його ремонт технічно неможливий або економічно недоцільний. Так, загальний термін служби літака Ан-140 становить 25 років.

Призначений ресурс (так само, як і загальний термін служби) може складатись з декількох міжремонтних ресурсів (міжремонтних термінів служби) (рис 1.3).

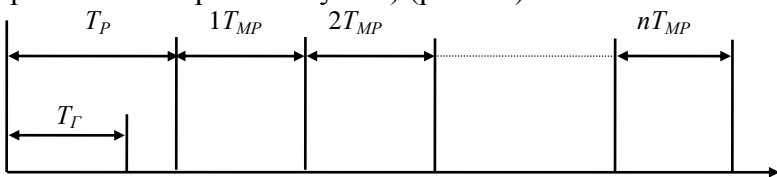


Рис. 1.3. Графічне зображення ресурсів авіаційної техніки

В процесі експлуатації здійснюється облік витрати ресурсів авіаційної техніки:

– для літаків – це наліт в годинах і кількість посадок. Так, наприклад, для літака Ан-140 призначений ресурс становить 50000 годин польоту і 50000 посадок;

– для вертольотів – це наліт годин і 20% частини часу роботи їхніх несучих гвинтів і трансмісії й на землі;

– для авіаційних двигунів – це час польоту і 20% часу їхньої роботи на землі;

– для приладів, агрегатів, блоків авіоніки, для яких не ведеться спеціальний облік їхнього наробітку, наробіток приймається таким, що дорівнює часу нальоту літака.

Які ж повітряні судна допускаються до польотів?

До польотів допускаються лише справні повітряні судна, які відповідають технічним умовам і пройшли перевірку й підготовку згідно з Авіаційними правилами України.

Справним називається повітряне судно, для якого виконуються такі умови:

– планер, двигуни та їхнє обладнання мають залишок ресурсу і терміну служби і повністю укомплектовані відповідно до технічних умов;

– на повітряному судні виконані всі роботи в обсязі, передбаченому Регламентом технічного обслуговування;

– усунені всі несправності, які записані в бортовому журналі повітряного судна, і виявлені в процесі підготовки до польоту;

– оформлена відповідна експлуатаційна документація.

Готовим до польоту вважається справне повітряне судно, яке повністю укомплектоване всією необхідною документацією, оглянуте і прийняте екіпажем, про що є підпис командира повітряного судна (бортінженера, бортмеханіка) в карті-наряді на оперативне технічне обслуговування і представника інженерно-технічної служби експлуатаційного підприємства в бортовому журналі.

В деяких випадках повітряне судно може бути готовим до польоту і за наявності в його системах несправностей, відмов, але таких, які не знижують рівень безпеки польотів. Для кожного типу повітряних суден в Керівництві з льотної експлуатації встановлений перелік допустимих несправностей для вильоту з небазового аеропорту.

Методичні вказівки

Особливе місце в авіаційній транспортній системі займає система технічної експлуатації, яка являє собою сукупність об'єктів і засобів технічної експлуатації, льотного та інженерно-технічного складу і системи керування процесом технічної експлуатації, які взаємодіють з метою підтримання й відновлення справності і працездатності повітряних суден.

Важливою складовою частиною системи технічної експлуатації авіаційної техніки є система технічного обслуговування і ремонту, яка являє собою сукупність взаємодіючих об'єктів і засобів технічного обслуговування й ремонту, інженерно-технічного складу і відповідної програми.

Технічне обслуговування авіатехніки відіграє важливу роль в забезпеченні високого рівня ефективності й безпеки польотів в цивільній авіації.

Час скорочення простоїв ПС досягається завдяки використанню прогресивних методів технічної експлуатації, раціональних стратегій, методів та форм організації технічного обслуговування й ремонту, оптимальних технологій і алгоритмів роботи з обладнанням повітряних суден, сучасного контрольно-перевірочного та технологічного обладнання.

Донедавна врахування людського чинника традиційно відносилось до роботи льотного екіпажу і меншою мірою – до роботи диспетчерів керування повітряним рухом. В літературі недостатньо розглянуті ті аспекти людського чинника, які можуть впливати на авіаційний персонал, що здійснює технічне обслуговування ПС, авіадвигунів та їх обладнання. Проте, помилка людини під час ТО і Р авіатехніки так само впливає на безпеку польотів, як і помилка членів екіпажу або диспетчера керування повітряним рухом.

Несправність повітряного судна, якої не було раніше, може з'явитись і в результаті неправильних дій авіаційного персоналу під час проведення ТО і Р. Наприклад, неправиль-

не встановлення змінних блоків, переплутування проводів, демонтаж справного блока електронного обладнання замість несправного через неправильно встановлену причину несправності і т.п.

При самостійному вивченні матеріалу цієї теми необхідно ознайомитися зі змістом процесу експлуатації авіатехніки, з класифікацією ПС в залежності від злітної маси й дальності польоту, поняттям ресурсів і термінів служби авіатехніки, їх класифікацією. Слід також звернути увагу на те, яким чином здійснюється урахування витрат ресурсу для літаків, вертольотів, авіадвигунів та виробів авіоніки, а також на зміст понять “справні” і “готові” до польоту повітряні судна.

Запитання для самоперевірки

1. Який зміст мають поняття “технічна експлуатація”, “технічне обслуговування”, “ремонт” авіатехніки?
2. Що являє собою система технічної експлуатації і що – програма технічного обслуговування і ремонту авіатехніки?
3. Яке значення має технічна експлуатація у підвищенні ефективності використання авіатехніки та безпеки польотів в цивільній авіації?
4. Наведіть класифікацію повітряних суден в залежності від злітної маси й дальності польоту.
5. В чому різниця між поняттями “ресурс” і “термін служби” авіатехніки?
6. Які ви знаєте ресурси й терміни служби авіатехніки?
7. В яких одиницях ведуть облік витрат ресурсу літаків, вертольотів, авіадвигунів та авіаційного обладнання?
8. Чим відрізняються поняття справного і готового до польоту повітряного судна?
9. Чи може бути готовим до польоту повітряне судно при наявності в його системах несправностей? Якщо так, в яких випадках?