

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

С. О. Дмитрієв, О. С. Тугарінов,
В. Г. Докучаєв, М. Ф. Молодцов

ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Навчальний посібник

Київ 2011

МНУ

4.02.2013

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

С. О. Дмитрієв, О. С. Тугарінов,
В. Г. Докучаєв, М. Ф. Молодцов

ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Навчальний посібник

Київ 2011

УДК 629.735.33.083.02/.06(075.8)
ББК 052-082я7
Е 457

Рецензенти:

О. Л. Петрашевський — д-р техн. наук, проф.
(Національний транспортний університет);

С. Ф. Гайдено — начальник управління сертифікації
типу авіаційної техніки
(Державна авіаційна адміністрація);

М. О. Ковешніков — канд. техн. наук, доц.
(Національний авіаційний університет)

*Затверджено методично-редакційною радою Національного
авіаційного університету (протокол № 6/10 від 14.10.2010 р.).*

Експлуатація авіаційної техніки: навч. посіб. / С. О. Дмитрієв,
Е 457 О. С. Тугарінов, В. Г. Докучаєв, М. Ф. Молодцов — К. : НАУ, 2011. —
204 с.

ISBN 978–966–598–710-9

Розглянуто структуру, зміст та організаційні аспекти системи технічної експлуатації повітряних суден, а також умови експлуатації повітряних суден та авіаційних двигунів. Наведено загальні правила технічної експлуатації та технологічні процеси технічного обслуговування повітряних суден, засоби механізації процесів технічного обслуговування.

Викладено питання організації льотної роботи та керування повітряним рухом. Подано систему інженерних розрахунків для здійснення польотів.

Для студентів спеціальності 6.100100 «Виробництво, технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів».

УДК 629.735.33.083.02/.06(075.8)
ББК 052-082я7

© Дмитрієв С. О., Тугарінов О. С.,
Докучаєв В. Г.,
Молодцов М. Ф., 2011
© НАУ, 2011

ISBN 978–966–598–710–9



ЗМІСТ

Список скорочень	7
Вступ	8
Частина I. СИСТЕМА ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН	10
1. Загальна характеристика авіаційної техніки як об'єкта експлуатації.....	10
1.1. Життєвий цикл повітряного судна	10
1.2. Концепція, загальні напрями і критерії проектування повітряних суден нових поколінь	11
1.3. Придатність повітряних суден до польотів.....	12
2. Конструктивно-експлуатаційні властивості повітряних суден	13
2.1. Надійність авіаційної техніки	13
2.2. Безвідмовність авіаційної техніки	16
2.3. Довговічність авіаційної техніки. Загальні поняття	19
2.4. Живучість повітряного судна.....	27
2.5. Експлуатаційна та ремонтна технологічність. Основні поняття і визначення	29
3. Система технічної експлуатації авіаційної техніки	41
3.1. Система технічної експлуатації як складова частина авіаційної транспортної системи	41
3.2. Структура системи технічної експлуатації	43
3.3. Процеси технічної експлуатації повітряних суден	44
3.4. Система технічного обслуговування повітряних суден	46
3.5. Організаційна структура системи технічного обслуговування.....	49
3.6. Система управління технічного обслуговування авіаційної техніки	58
3.7. Забезпечення якості технічного обслуговування і ремонту.....	59

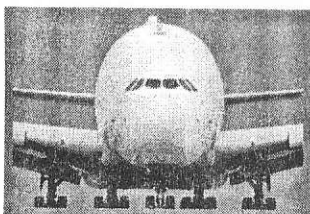
4. Програма технічного обслуговування повітряних суден	64
4.1. Зміст і структура програми технічного обслуговування	64
4.2. Формування комплексної програми технічного обслуговування повітряних суден	69
4.3. Стратегії технічного обслуговування повітряних суден. Класифікація стратегій	72
Частина II. ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ	81
5. Вплив умов експлуатації на зміну технічного стану повітряних суден та авіадвигунів	81
5.1. Загальна характеристика умов експлуатації повітряних суден та авіадвигунів	81
5.2. Класифікація експлуатаційних чинників, які впливають на технічний стан повітряних суден та авіадвигунів	82
5.3. Класифікація пошкоджень і відмов виробів авіаційної техніки за принципом однорідності фізичної суті процесів та характером їх виявлення	84
5.4. Технологічні процеси технічного обслуговування повітряних суден.....	87
6. Загальні правила технічної експлуатації авіаційної техніки	88
6.1. Допуск інженерно-технічного складу до робіт на авіаційній техніці.....	88
6.2. Основні правила технічної експлуатації повітряних суден	92
6.3. Загальні правила технічного обслуговування планера та функціональних систем повітряних суден та авіадвигунів	94
6.4. Дефектація виробів авіаційної техніки.....	95
6.5. Перевіряльно-регулювальні роботи.....	97
7. Загальні види робіт, які виконуються на повітряному судні	98
7.1. Коротка характеристика загальних видів робіт, які виконуються на повітряному судні	98
7.2. Демонтажно-монтажні і підйомно-транспортні роботи.....	99

7.3. Характерні роботи, які виконуються під час підготовки повітряного судна до вильоту	103
7.4. Попередня та передпольотна підготовка екіпажу	106
7.5. Буксирування та руління повітряного судна	108
7.6. Заправлення повітряних суден паливно-мастильними матеріалами, спецрідинами, водою і зарядження газами.....	110
7.7. Підготовка повітряного судна до вильоту в умовах низьких температур зовнішнього повітря	116
8. Засоби механізації процесів технічного обслуговування авіаційної техніки	126
8.1. Загальні вимоги до засобів механізації.....	126
8.2. Характеристика засобів механізації. Заправні машини.....	128
8.3. Розрахунок рівня механізації технічного обслуговування повітряних суден.....	138
8.4. Розрахунок потрібної кількості засобів механізації	140
Частина III. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ У ЦИВІЛЬНІЙ АВІАЦІЇ	142
9. Організація льотної роботи й забезпечення польотів	142
9.1. Аеродроми, аеропорти та повітряні траси	142
9.2. Планування льотної роботи	144
9.3. Організація експлуатації повітряних суден екіпажами	144
9.4. Підготовка льотного складу	147
9.5. Контроль польотів та аналіз льотної роботи	147
10. Види забезпечення польотів та їх коротка характеристика	149
10.1. Штурманське забезпечення	150
10.2. Забезпечення аеронавігаційною інформацією.....	150
10.3. Метеорологічне забезпечення	151
10.4. Інженерно-авіаційне забезпечення	153
10.5. Аеродромне забезпечення	153
10.6. Радіотехнічне забезпечення.....	155
10.7. Світлотехнічне забезпечення	156
10.8. Забезпечення польотів службою організації перевезень	157

10.9. Режимно-охоронне забезпечення	157
10.10. Орнітологічне забезпечення	158
10.11. Медичне забезпечення	158
11. Управління повітряним рухом	158
11.1. Правила польотів повітряних суден	158
11.2. Організація повітряного простору	160
11.3. Планування повітряного руху	161
11.4. Безпосереднє управління повітряним рухом	162
12. Інженерні розрахунки для виконання польотів	164
12.1. Етапи польоту	164
12.2. Критерії та вихідні дані для розрахунку польотів	165
12.3. Розрахунок найвигіднішої висоти польоту і визначення ешелону	167
12.4. Визначення кількості палива, що заправляється	170
12.5. Аналіз зовнішніх чинників, що впливають на довжину розбігу і пробігу літака	171
12.6. Визначення максимально допустимої злітної маси літака	174
12.7. Визначення комерційного навантаження	175
12.8. Визначення центровки повітряного судна	176
12.9. Аналіз чинників, що впливають на дальність і тривалість польоту літаків з газотурбінними двигунами	178
13. Експлуатація функціональних систем і силових установок повітряних суден у польоті	181
13.1. Режими польоту, номенклатура швидкостей і льотні обмеження	181
13.2. Керування системами повітряних суден на різних етапах польоту	184
13.3. Забезпечення безпеки польоту під час посадки	193
13.4. Вибір найвигідніших режимів польоту (політ «по стелях»)	197
13.5. Відмови і несправності силової установки в польоті	198
13.6. Шляхи економії паливно-мастильних матеріалів у польоті	199
Список літератури	202

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АіРЕО	— авіаційне і радіоелектронне обладнання
АО	— авіаційне обладнання
АРЗ	— авіаційний ремонтний завод
АТ	— авіаційна техніка
АТБ	— авіаційно-технічна база
АТЦ	— авіаційно-технічний центр
ВДВ	— виробничо-диспетчерський відділ
ВМТП	— відділ матеріально-технічного постачання
ВТВ	— виробничо-технічний відділ
ВТК	— відділ технічного контролю
ДСУ	— допоміжна силова установка
ЕД	— експлуатаційна документація
ІАЗ	— інженерно-авіаційне забезпечення
ІАС	— інженерно-авіаційна служба
ІПС	— іноземні повітряні судна
ІСУ	— інформаційна система управління
ІТП	— інженерно-технічний персонал
ІТС	— інженерно-технічний склад
КВ	— комплектуючі вироби
КВА	— контрольно-вимірювальна апаратура
МТЗ	— матеріально-технічне забезпечення
НДІ	— науково-дослідний інститут
НТД	— нормативно-технічна документація
ОТО	— організація з технічного обслуговування (авіаційної техніки)
ПДС	— планово-диспетчерська служба
ПММ	— паливно-мастильні матеріали
ППП	— порадник з проведення польотів
ПС	— повітряне судно
ПТЕ	— процес технічної експлуатації
РТО	— регламент технічного обслуговування
СТО	— система технічного обслуговування
ТЕВ	— технічна експлуатація до відмови
ТЕПС	— технічна експлуатація до передвідмовного стану
ТЕР	— технічна експлуатація по ресурсу
ТКБ	— технолого-конструкторське бюро
ТО	— технічне обслуговування
ФУ	— функціональна система



ВСТУП

Запропонований навчальний посібник відповідає навчальній програмі дисципліни «Експлуатація авіаційної техніки», яка тісно пов'язана з дисципліною «Збереження льотної придатності повітряних суден».

У життєвому циклі повітряного судна (ПС), як і іншої машини, починаючи від його побудови і до списання після відпрацювання призначеного ресурсу, значна частина часу відводиться на стадію експлуатації. Тільки на ній ПС виконує функції, для яких воно призначено, проявляє закладені в ньому при створенні потенційні можливості, а також конструктивно-експлуатаційні властивості. Тільки в процесі експлуатації ПС відшкодовуються всі ті витрати, які пов'язані з його створенням. Експлуатація ПС є складним динамічним процесом, який містить низку взаємозв'язаних функціональних процесів, серед яких: процеси льотної, технічної, комерційної, аеродромної експлуатації, управління повітряним рухом та ін.

Технічна експлуатація, будучи складовою частиною експлуатації, повинна забезпечувати збереження льотної придатності повітряних суден, тобто їхню працездатність і справність, своєчасну готовність їх до використання за призначенням при найменших трудових і матеріальних витратах. Вона має такі стадії, як технічне обслуговування, ремонт, зберігання і транспортування.

Під впливом науково-технічного прогресу відбувається безперервне вдосконалення й ускладнення конструкцій ПС. Це позначається на вартості їх розробки і виробництва, а також на витратах для проведення технічного обслуговування. Виникає необхідність постійного вдосконалення процесу технічної експлуатації ПС для підвищення ефективності їх використання і зниження витрат на технічне обслуговування (ТО).

Ефективність процесу технічної експлуатації ПС у загальному випадку визначається великою кількістю чинників, що діють на різних етапах їх створення, випробування та експлуатації. Це перш за все глибина опрацювання і повнота забезпечення вимог з надійності, експлуатаційної технологічності, повнота і якість проведення ресурсних випробувань на надійність, досконалість запропонованої програми ТО, рівень виробничо-технічної бази експлуатаційних і ремонтних підприємств.

З метою підвищення ефективності й економічності експлуатації ПС забезпечується відповідний рівень конструктивно-експлуатаційних властивостей ПС і розробляється програма його ТО на тривалій період експлуатації. Розробка програм ТО на стадіях створення нових типів ПС здійснюється у взаємодії з існуючими програмами забезпечення надійності, експлуатаційної технологічності і контролепридатності. Організація такої взаємодії дозволяє виконувати одночасно і скоординовано весь комплекс робіт щодо забезпечення пристосованості конструкції ПС до найбільш ефективних стратегій ТО, розробку цих стратегій і підготовку експлуатаційних і ремонтних підприємств до їх застосування.

Складні умови і характер завдань технічної експлуатації, висока відповідальність за забезпечення безпеки і регулярності польотів диктують особливі вимоги до інженерно-авіаційної служби, яка забезпечує реалізацію завдань технічної експлуатації ПС. Обсяг завдань цієї служби надзвичайно великий. Вона здійснює комплексну підготовку ПС до польотів, оцінку і прогнозування їхнього технічного стану, пошук і усунення пошкоджень і відмов елементів функціональних систем ПС, організацію і управління процесами технічного обслуговування, управління ефективністю процесу технічної експлуатації, збереження льотно-технічних характеристик ПС відповідно до вимог Норм льотної придатності, розвиток існуючої виробничо-технічної бази та інші функції. Слід відзначити, що за останні 20 років у цивільній авіації України виникли великі структурні та технічні зміни, які на цей час ще не скінчились. Багато проблем ще не вирішено до кінця, а в деяких навіть не окреслено необхідних тенденцій для їх вирішення. Це зумовило викладення в цьому навчальному посібнику низки теоретичних та організаційних питань, які висвітлені у більш теоретичному і менш конкретному аспекті, ніж могло бути.

Автори намагались найбільш повно відобразити усі питання, щоб задовольнити вимоги програми дисципліни «Технічна експлуатація повітряних суден».

Слід відзначити, що в цьому навчальному посібнику використовуються опубліковані праці (наукові дослідження, підручники і навчальні посібники, монографії) вчених та викладачів МІТУГА (Росія) — М. М. Смірнова, Ю. М. Чинючина, А. О. Іцковича, В. Г. Воробйова, В. Д. Константінова та проф. НАУ О. А. Тамаргазіна.

Навчальний посібник буде корисним не тільки студентам авіаційних вищих навчальних закладів, але й слухачам авіаційних коледжів, а також інженерно-технічному складу експлуатаційних авіапідприємств.

СИСТЕМА ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ЯК ОБ'ЄКТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1. Життєвий цикл повітряного судна

Основними завданнями технічного обслуговування і ремонту пасажирських літаків є забезпечення безпечної, регулярної та інтенсивної їх експлуатації з мінімальними витратами праці, часу і матеріальних ресурсів. Реалізація цих завдань здійснюється на стадії експлуатації літака, яка є однією зі стадій його життєвого циклу.

Під життєвим циклом повітряного судна розуміється сукупність взаємопов'язаних станів літака, які послідовно змінюють один одного від початку дослідження і обґрунтування завдання на розробку літака до закінчення терміну його експлуатації. Частина життєвого циклу, яка характеризується певним станом літака конкретного типу, сукупністю видів запланованих робіт та їхніми кінцевими результатами, називається *стадією життєвого циклу*. Виділяють такі стадії: дослідження і обґрунтування розробки; розробка; виробництво; експлуатація; заводський ремонт.

У життєвому циклі ПС, як і іншої машини, починаючи зі створення і до списання після відпрацювання призначеного ресурсу, значна частина часу припадає на стадію експлуатації. Тільки в процесі експлуатації ПС виконує функції, для яких воно створювалося, проявляючи при цьому закладені в нього потенційні можливості, а також конструктивно-експлуатаційні властивості.

Тільки в процесі експлуатації ПС покриває всі ті витрати, які були пов'язані з його створенням.

Стадія експлуатації літака — це стадія життєвого циклу з моменту прийняття його авіакомпанією від літакобудівної фірми або авіаремонтного підприємства (АРП). Ця стадія об'єднує етапи ви-

користання літака за призначенням, його збереження і транспортування. Складовою експлуатації літака є технічна експлуатація, яка містить комплекс робіт, передбачених експлуатаційною і ремонтною документацією, метою яких є підготовка літака до виконання польотного завдання, підтримка його в стані готовності до польотів, а також підтримка в процесі експлуатації заданого рівня надійності.

Технічна експлуатація літака та його комплектуючих елементів передбачає ТО включно зі збереженням та транспортуванням, а також поточний і середній ремонт.

Технічне обслуговування літака полягає у проведенні авіакомпанією робіт відповідно до експлуатаційної документації з підготовки літака до рейсу, підтримки його працездатності або справності, включаючи поточний ремонт, який полягає в усуненні відмов і пошкоджень, у тому числі шляхом заміни або ремонту окремих агрегатів та елементів конструкції.

1.2. Концепція, загальні напрями і критерії проектування повітряних суден нових поколінь

Проектування функціональних систем і конструкції ПС у цілому проводиться з позиції забезпечення вимог щодо їх надійності з урахуванням можливих відмов АТ у заданих умовах експлуатації. Основними документами під час проектування ПС є Норми льотної придатності літаків (НЛПЛ) і Технічне завдання (ТЗ) на ПС.

Під час створення конструкції нового типу ПС проектувальник повинен враховувати такі основні принципи:

- створення конструкцій підвищеної живучості шляхом використання поелементного і загального (тобто всього каналу функціональної системи) резервування;
- збільшення надійності елементів (агрегатів) за рахунок використання нових, але вже апробованих принципів дії і матеріалів;
- захист агрегатів від дії негативних чинників (вібрації, підвищеної температури, вологості, пилу тощо);
- безпечне руйнування конструкцій і безпечну відмову окремих агрегатів шляхом введення різних пристроїв, що обмежують розвиток відмови або пошкодження;
- забезпечення контролепридатності життєво важливих агрегатів, систем і небезпечних зон конструкції планера;

- попередження появи відмов, основане на оцінюванні і прогнозуванні технічного стану;
- технічне обслуговування авіаційної техніки за технічним станом;
- урахування людських можливостей (людського чинника) під час експлуатації АТ.

1.3. Придатність повітряних суден до польотів

Льотна придатність — характеристика ПС, визначена передбаченими і реалізованими в його конструкції і льотних якостях принципами, що дають змогу здійснювати безпечний політ в очікуваних умовах і за встановленими методами експлуатації.

Виокремлюють такі очікувані умови експлуатації:

- параметри стану і чинники дії зовнішнього середовища;
 - експлуатаційні чинники;
 - склад екіпажу;
 - клас і категорія аеродрому, параметри і стан злітно-посадкової смуги (ЗПС);
 - маса і центрування ПС;
 - режими роботи двигунів і тривалість їхньої роботи;
 - можливі конфігурації ПС;
 - особливості застосування ПС;
 - характеристики повітряних ПС;
 - склад і характеристика наземних засобів забезпечення польоту;
 - мінімум погоди при зльоті і посадці;
 - використовувані паливно-мастильні матеріали (ПММ) й інші спецідини і гази;
 - періодичність і види ТО;
 - параметри польоту;
 - поєднання цих параметрів.
- Розрізняють такі елементи системи регулювання ЛП ПС (Дос 9389):
- реєстрація ПС;
 - сертифікація типу ПС;
 - видача посвідчення про придатність до польотів;
 - затвердження організацій з ТО ПС;
 - сертифікація експлуатанта;
 - видача свідоцтв авіаційному персоналу;
 - державний нагляд за льотною придатністю.

Виконання польоту сучасним ПС пов'язане з участю широкого кола авіаційних фахівців різного профілю і рівня підготовки. Авіаційна транспортна система (АТС) виконує функції підготовки, забезпечення і виконання польоту.

Зразки (об'єкти) АТ — це типи ПС (літаків, вертольотів та ін.) в цілому, енергетичні рухові установки (авіадвигуни, допоміжні силові установки, турбохолодильники, обігрівачі, вентилятори та ін.) і окремі комплектуючі вироби (КВ).



Контрольні запитання і завдання

1. Охарактеризуйте стадії життєвого циклу ПС.
2. Назвіть основні принципи, яких слід дотримуватися під час створення конструкції нового типу ПС.
3. Що таке «льотна придатність»?
4. Назвіть очікувані умови експлуатації.
5. Що належить до об'єктів АТ?

2. КОНСТРУКТИВНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

2.1. Надійність авіаційної техніки

Надійність — це властивість об'єкта зберігати в часі в установлених межах значення всіх параметрів, що характеризують спроможність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, ТО, збереження і транспортування.

Надійність узагалі має низку властивостей: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збережаність або певне поєднання цих властивостей.

Процес експлуатації АТ супроводжується безперервною зміною її технічного стану, що зумовлюється дією на конструкцію низки експлуатаційних чинників, серед яких:

- аеродинамічні навантаження;
- динамічні навантаження на шасі при зльоті і посадці;
- вібраційні навантаження від обертових нерівноважених мас;

- надмірний тиск у герметичній кабіні;
- акустичний тиск на конструкцію;
- термічні навантаження на деталі гарячої частини двигунів;
- пульсації тиску в гідравлічних і пневматичних системах;
- зростання маси конструкції при обмерзанні;
- сонячна радіація;
- низькі температури;
- атмосферні опади тощо.

Вплив наведених чинників на ПС спричиняє виникнення невідомих структурних змін у конструкційних матеріалах, знос сполучених деталей, пошкодження захисних покриттів, корозію і, як наслідок, появу пошкоджень, несправностей, відмов, кількість яких з часом зростає. Тому кожен об'єкт, що знаходиться в експлуатації, може перебувати в справному, несправному, працездатному і непрацездатному станах.

Справний стан — стан об'єкта, у якому він відповідає всім вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської (проектної) документації.

У даному стані об'єкт завжди працездатний, але працездатний об'єкт може бути несправний.

Несправний стан — стан об'єкта, у якому він не відповідає хоча б одній з вимог нормативно-технічної і (або) конструкторської (проектної) документації.

У несправний стан об'єкт переходить після певної події — виникнення несправності. Виникнення несправності проявляється у вигляді пошкодження або відмови.

Пошкодження — подія, яка полягає в порушенні справного стану об'єкта при збереженні працездатного стану.

При цьому низка параметрів об'єкта, що визначають його працездатність, знаходиться у встановлених межах, а деякі характеристики об'єкта, що безпосередньо не впливають на його працездатність, не відповідають вимогам (порушення фарбування, корозія, зовнішні подряпини і т. д.).

Відмова — подія, яка полягає в порушенні працездатного стану об'єкта.

Працездатний стан — стан об'єкта, при якому значення всіх його параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської (проектної) документації.

Непрацездатний стан — стан об'єкта, при якому значення принаймні одного параметра, що характеризує здатність виконувати задані функції, не відповідає вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської (проектної) документації.

У непрацездатний стан об'єкт може перейти зі справного і несправного, але ще працездатного стану (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Схема переходу об'єкта зі справного в непрацездатний стан

Проектування функціональних систем і конструкції ПС у цілому проводиться з позицій забезпечення вимог надійності з урахуванням можливих відмов ПС у заданих умовах експлуатації. Основними документами при проектуванні є НЛГС і ТЗ на ПС.

Під час створення конструкції нового типу ПС проектувальник для забезпечення надійності враховує такі основні принципи:

- використання послелементного і загального резервування;
- раціональне проектування системи для зменшення кількості вхідних елементів і агрегатів;
- збільшення надійності елементів (агрегатів) за рахунок використання нових, але вже апробованих принципів дії і матеріалів;
- захист агрегатів від дії негативних чинників (вібрації, підвищеної температури, вологості, пилу тощо);
- введення різних пристроїв, що обмежують розвиток відмови конструкції;
- попередження появи відмов, основане на оцінюванні і прогнозуванні технічного стану.

Усі показники надійності в процесі експлуатації визначаються з використанням статистичних даних з відмов і несправностей за певний період. Їх зазвичай називають оцінками показників надійності.

При аналізі надійності виробів використовуються різні види оцінки статистичної інформації, а саме (зокрема):

— оперативна оцінка надійності (за терміною, щоденною і щомісячною інформацією);

— періодична оцінка надійності (за кварталною, піврічною і річною інформацією).

Обробка інформації під час оперативної оцінки надійності є переважно якісним аналізом, а під час періодичної — кількісним і якісним аналізом. Обробка і аналіз інформації проводиться за агрегатами, системами і ПС у цілому.

Кількісний аналіз інформації про надійність дозволяє визначити фактичний рівень надійності АТ, оцінювання якого проводиться за допомогою показників, що обчислюються за певними математичними залежностями.

2.2. Безвідмовність авіаційної техніки

Безпека і регулярність польотів, економічні показники використання ПС багато в чому визначаються їх безвідмовністю в роботі.

Безвідмовність — властивість об'єкта безперервно зберігати працездатний стан протягом деякого часу або напрацювання в заданих умовах експлуатації.

Безвідмовність — одна з властивостей надійності виробів.

Проблема забезпечення безвідмовності АТ дуже актуальна через велику кількість елементів, блоків і вузлів, збільшення функцій, які вони виконують і ускладнення режимів їх роботи.

На безвідмовність АТ та її властивості впливають різні чинники, визначені умовами проєктування, виробництва та експлуатації.

Аналіз чинників показує, що відмови агрегатів і систем ПС виникають через конструктивні і виробничі недоліки, експлуатаційні пошкодження, недостатню надійність агрегатів і систем ПС та їхніх силових установок, незадовільну контролепридатність ПС, а також недостатність контролю їх технічного стану в процесі обслуговування та перед польотом.

При вирішенні завдань надійності в експлуатації доводиться в основному мати справу з випадковими величинами (оцінками па-

раметрів законів розподілу часу безвідмовної роботи, часу відновлення та ін.). Це пояснюється тим, що відмови і несправності виробів ПС є випадковими подіями, тому неможливо визначити, в який момент вони відбудуться.

Для вивчення випадкових подій і процесів використовується теорія ймовірності, математична статистика, теорія масового обслуговування і теорія відновлення.

Розглядають, як правило, показники безвідмовності для виробів, що ремонтуються і не ремонтуються. Для виробів, що не ремонтуються, використовуються такі вирази:

— імовірність безвідмовної роботи за напрацювання t

$$P^*(t) = \frac{N(t)}{N_0} = 1 - \frac{r(t)}{N_0},$$

де $N(t)$ — кількість виробів, працездатних до моменту часу t ; N_0 — кількість працездатних виробів у початковий момент часу; $r(t) = N_0 - N(t)$ — загальна кількість відмов за напрацювання t ;

— щільність розподілу напрацювання до відмови

$$f^*(t) = \frac{r(t_i + \Delta t_i) - r(t_i)}{N_0 \Delta t_i} = \frac{\Delta r_i}{N_0 \Delta t_i},$$

де t_i — лівий кінець i -го інтервалу напрацювання; Δt_i — довжина i -го інтервалу ($\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$); $r(t_i)$ — кількість виробів, що відмовили до моменту часу t_i ; Δr — кількість відмов в i -му інтервалі напрацювання;

— інтенсивність відмов

$$\lambda^*(t) = \frac{r(t_i + \Delta t_i) - r(t_i)}{N(t_i) \Delta t_i} = \frac{\Delta r_i}{N(t_i) \Delta t_i};$$

— середнє напрацювання до відмови (у разі відмови всіх виробів, які спостерігалися)

$$T_{\text{сєр}}^* = M^*[T] = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} t_i,$$

де t_i — напрацювання i -го виробу до відмови;

$M^*[T]$ — математичне сподівання випадкової величини, яке іноді називають середнім значенням випадкової величини.

Для виробів, що ремонтуються:

— імовірність безвідмовної роботи $P(t_1, t_2)$ в інтервалі t_1, t_2 , де $t_1 < t_2$ (імовірність того, що в межах заданого напрацювання відмова об'єкта не виникає);

— параметр потоку відмов $\omega^*(t)$ у момент t — середня кількість відмов виробу, що ремонтується в одиницю часу. Він дорівнює відношенню математичного сподівання кількості відмов відновлюваного об'єкта за достатньо мале його напрацювання до значення цього напрацювання. У припущенні про миттєвий ремонт (відновлення) виробів, що відмовили, і про безперервність параметра потоку відмов у момент часу t справедливе співвідношення

$$\omega^*(t) = \frac{\Delta r_i}{N_0 \Delta t_i},$$

де $\omega^*(t) = \frac{r(t_2) - r(t_1)}{t_2 - t_1}$ (за ГОСТ 27.002-89); Δr — загальна кількість відмов відновлюваних виробів в i -му інтервалі довжини Δt ; $N_0 \Delta t_i$ — загальне напрацювання усіх виробів в i -му інтервалі;

— середнє напрацювання виробу на відмову T_0 (відношення сумарного напрацювання відновлюваного об'єкта в годинах до математичного сподівання кількості його відмов протягом цього напрацювання):

$$T_0^* = \frac{1}{r(t)} \sum_{i=1}^{N_0} t_i;$$

— середня кількість відмов (несправностей) на 1000 год нальоту

$$K_{1000}^* = \frac{r_{\Sigma}}{T_{\Sigma}} 10^3,$$

де r_{Σ} , T_{Σ} — сумарна кількість відмов і сумарне напрацювання виробів за даний період.

Наведені характеристики виражаються через розподіл напрацювання до відмови. Функція розподілу напрацювання виробу до відмови позначається $F(t)$, а щільність — $f(t)$.

За умови $t > 0$, діють такі співвідношення:

$$F(t) = \int_0^t f(x) dx = 1 - \exp \left\{ - \int_0^t \lambda(x) dx \right\};$$

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = - \frac{dP(t)}{dt};$$

$$P(t) = 1 - F(t) = \exp \left\{ - \int_0^t \lambda(x) dx \right\};$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)};$$

$$T_{\text{сер}} = \int_0^{\infty} P(t) dt;$$

$$\omega(t) = \frac{d\Omega(t)}{dt},$$

де $\Omega(t)$ — середня кількість відмов в інтервалі напрацювання $(0, t)$.

2.3. Довговічність авіаційної техніки. Загальні поняття

Довговічність — властивість об'єкта зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі ТО.

Граничний стан — стан об'єкта, у якому його подальша експлуатація неприпустима або недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливе або недоцільне.

Довговічність залежить від великої кількості чинників, які можна поділити на міцнісні, експлуатаційні й організаційні. У свою чергу довговічність охоплює поняття фізичної, економічної і моральної довговічності.

Фізична довговічність ґрунтується на міцнісних властивостях конструкції і чинниках, що її визначають.

Економічна довговічність визначається рентабельністю ПС, яка багато в чому залежить від комерційного навантаження.

Моральна довговічність обумовлена особливостями протікання науково-технічного прогресу в авіації. Моральна довговічність не піддається розрахунку, це суто соціологічна концепція.

Показники довговічності

Довговічність ПС обмежується граничним станом, який настає внаслідок діючих навантажень і чинників, що погіршують його технічний стан.

Граничний стан оцінюється за відповідними ознаками або критеріями, які встановлюються головним конструктором і Нормами льотної придатності. Для різних типів ПС, двигунів, агрегатів, пристроїв вони можуть бути різними і вказуються у відповідній нормативно-технічній документації (НТД). Вимоги НТД є обов'язковими і повинні неухильно виконуватися організаціями-експлуатантами.

Для кількісної оцінки довговічності використовують поняття ресурсу і терміну служби. При цьому ресурс вимірюється в годинах напрацювання, посадках, циклах, а термін служби — календарною тривалістю експлуатації об'єкта.

Стосовно ПС, двигунів, агрегатів і виробів передбачено такі види ресурсів і термінів служби.

Гарантійний ресурс (термін служби) — напрацювання (календарний час), протягом якого підприємство-виробник несе відповідальність за технічний стан об'єкта за умовою виконання інструкції з експлуатації.

Протягом гарантійного ресурсу відмови і пошкодження, що виникають на об'єкті, виробник усуває своїми силами і за свій рахунок.

Ресурс (термін служби) до першого ремонту — напрацювання (календарний час) від початку експлуатації до надходження об'єкта в перший ремонт.

У процесі розробки об'єкта конструктори прагнуть забезпечити максимальне значення ресурсу до першого ремонту, оскільки це пов'язано з ефективністю використання об'єкта за призначенням. При цьому необхідно також виконати вимоги, щоб ресурси до ремонту комплектуючих виробів і агрегатів були відповідно не менші від ресурсів до першого ремонту основного об'єкта (ПС, АД).

Міжремонтний ресурс (термін служби) — напрацювання (календарний час) між двома суміжними ремонтами об'єкта.

Міжремонтні ресурси встановлюються на основі узагальнення досвіду експлуатації і першого ремонту об'єкта. Їхнє значення, як правило, менше від значень до першого ремонту об'єкта. У крайньому випадку вони можуть дорівнювати (бути однаковими).

Гамма-відсотковий ресурс (термін служби) — напрацювання (календарний час), за яке об'єкт не досягне граничного стану з імовірністю γ , вираженою у відсотках. При заданому значенні γ ми маємо цілком певне значення гамма-відсоткового ресурсу T_γ (рис. 2.2).

Призначений ресурс (термін служби) — сумарне напрацювання (календарний час), досягши якого, слід припинити експлуатацію об'єкта незалежно від його технічного стану.

За характером обґрунтування розрізняють такі призначені ресурси (терміни служби): розрахункові і підтверджені (за результатами випробувань).

При експлуатації об'єкта керуються підтвердженими призначеними ресурсами.

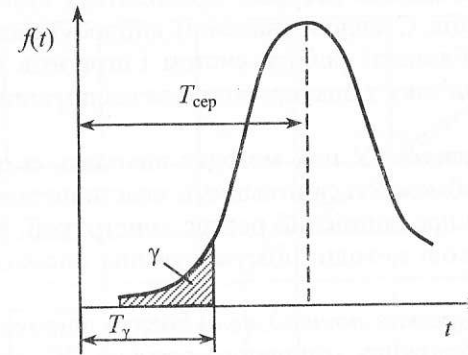


Рис. 2.2. Схема визначення гамма-відсоткового ресурсу

Процес підтвердження ресурсу поетапний. Тому діючий у той або інший проміжок часу експлуатації об'єкта призначений ресурс називається **тимчасовим** призначеним ресурсом (терміном служби).

Середній ресурс (термін служби) — математичне сподівання-ресурсу (терміну служби) об'єкта експлуатації.

Цей показник зазвичай використовують при обробці даних випробувань елементів конструкцій і вузлів до граничного стану, обумовленого, наприклад, утомлювальним руйнуванням, зносом і т. д. Його також використовують у процесі обробки статистичних даних з відмов, які виникають в експлуатації.

Методи визначення ресурсу

Найважливіша проблема при визначенні ресурсу — правильне (об'єктивне) виявлення зв'язку ресурсу і надійності, оскільки значення ресурсу впливає на рівень відмов.

За будь-якої системи встановлення ресурсу мають бути обґрунтовані граничнодопустимі значення напрацювання відповідальних елементів, агрегатів і зон конструкції. Тому первинною основою для оцінки обмежень величини ресурсу є розрахункова довговічність.

Для отримання експериментальних обґрунтувань значень ресурсу проводяться різні види наземних випробувань (статичні, втомлювальні, еквівалентні і т. д.).

Матеріали розрахункової довговічності і результати випробувань слугують основою для підтвердження призначеного ресурсу.

Збільшення міжремонтних ресурсів проводиться етапами за наслідками експлуатації. Стендові (наземні) випробування не повністю виявляють особливості роботи систем і агрегатів в експлуатаційних умовах. У зв'язку з цим проводяться експлуатаційні і льотні випробування.

Розрахункові методи. У цих методах виходять із припущення, що довговічність обмежується втомними властивостями конструкції, отже, мова йде про міцнісний ресурс конструкції. Можна виділити два розрахункові методи: підсумовування пошкоджень і торкання.

Метод підсумовування пошкоджень досить широко використовується під час розрахунку міцнісного ресурсу ПС. При використанні цього та інших розрахункових методів в умовах експлуатації ПС виділяють час активного і пасивного навантаження.

У розрахунку використовується лише час активного навантаження.

Активний час навантаження охоплює цикл зліт — політ — посадка — руління по аеродрому — буксирування.

Час стоянки на ЗПС належить до пасивного навантаження, і часткою, яку воно вносить до активного навантаження, зазвичай нехтують.

Отже, міцнісний ресурс — це сумарний час активного навантаження. Метод підсумовування пошкоджень ґрунтується на гіпотезі, в основі якої лежить припущення, що втомне пошкодження є лінійною функцією кількості циклів навантаження. Умова навантаження:

$$i = \frac{k \sum_{i=1}^k n_i}{N_i},$$

де n_i — кількість діючих циклів навантаження певної амплітуди; k — кількість різних за амплітудою рівнів циклів; N_i — кількість циклів певної амплітуди, необхідна для руйнування.

Звідси витікає, що руйнування відбувається тоді, коли сума всіх питомих (відносних) пошкоджень дорівнюватиме одиниці.

Ймовірність руйнування в загальному випадку

$$Q(t) = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{N_i},$$

а ймовірність неруйнування — $P(t) = 1 - Q(t)$.

Схему підсумовування пошкоджень подано на рис. 2.3.

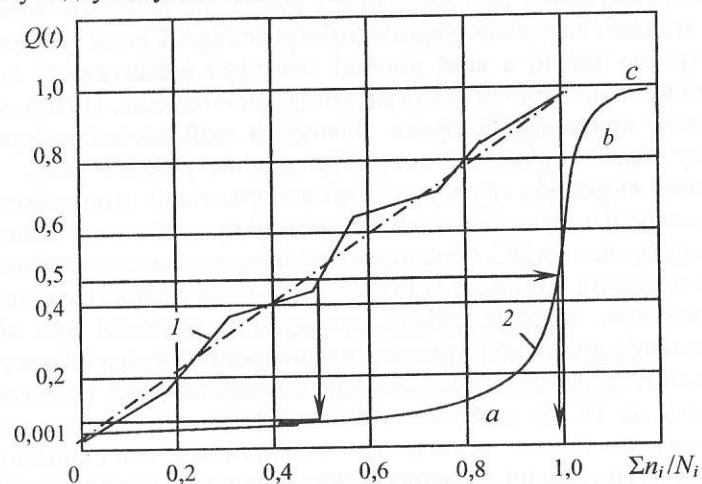


Рис. 2.3. Схema підсумовування пошкоджень:
1 — лінійний закон накопичення втомних пошкоджень;
2 — фактичне накопичення втомних пошкоджень

Ламана лінія 1 означає закон накопичення пошкоджень, що задається при розрахунках. Фактичний процес накопичення втомних пошкоджень у конструкції зображений на рис. 2.3 лінією abc.

З наведених залежностей виходить, що ймовірність неруйнування $P(t) = 0,5$, що задається за законом накопичення пошкоджень (лінія 1), може відповідати дійсній ймовірності неруйнування згідно із законом abc (лінія 2), яка може бути і значно вищою, наприклад, близько 0,999. Проте, враховуючи складність авіаційних конструкцій, а також умови їх навантаження в процесі експлуатації, отримана у такий спосіб ймовірність неруйнування (0,999) є недостатньою для усунення появи тріщин в елементах конструкції.

Виникає необхідність проведення періодичних оглядів для виявлення несправностей, що трапляються в процесі експлуатації, і пошкоджень у всіх функціональних системах і зонах конструкції планера ПС. Можна припустити, що на початку експлуатації частота оглядів може бути невеликою, але зі збільшенням нальотів вона збільшується, відповідно терміни між черговими оглядами зменшуються.

Це твердження підтверджується практикою, проте воно справедливе лише при достатньо високому рівні технології виробницт-

ва ПС. Разом з тим необхідно розраховувати і визначати ймовірність неруйнування тих елементів і вузлів, де неприпустиме утворення тріщин, виходячи з вимог забезпечення безпеки польотів.

Потрібно знати, в якій ділянці амплітуд навантажень відбувається найбільше накопичення втомних пошкоджень. Ця інформація допомагає правильно вибрати ділянку, в якій необхідно провести основну кількість утомних випробувань конструкції літака.

Метод торкання ґрунтується на використанні інтегральної повторюваності навантажень, що виникають у процесі спеціальних льотних випробувань на ПС, обладнаних вимірювальною апаратурою.

Дослідження в області міцності і пошкоджуваності конструкцій ПС зумовили, зокрема, появу методу, що дозволяє при відомій спектральній щільності процесу навантаження оцінити зону пошкоджуваності. Так, під час аналізу повторюваності навантажень, що діють на ПС у турбулентній атмосфері, або під час руху по аеродрому необхідно встановити статистичну відповідність між кривими інтегральної повторюваності силових чинників і інтегральної повторюваності перевантажень у центрі мас ПС.

Ця відповідність допускає розв'язання задачі про оцінку повторюваності навантажень у процесі експлуатації на основі повторюваності перевантажень у центрі мас. Важливо при цьому реєструвати деякі параметри, що характеризують умови польотів, наприклад траси, висоти, конфігурації місцевості, мас і конфігурації ПС та ін.

За відомої інтегральної повторюваності перевантажень M , що отримується в процесі льотних випробувань і фізичних навантажень на елементи конструкції n_p , будується статистична залежність між цими величинами (рис. 2.4). Потім виконується перерахунок кривої $N = f(n_p)$ у $N = f(p)$.

Вони будуються здебільшого з використанням логарифмічної шкали по осі ординат. Це дає змогу апроксимувати їх прямими лініями. Подальше відшукання закону перетворення зводиться до оцінки двох констант, що характеризують зміну кута нахилу і її еквідистантного зміщення. У цілому це спрощує розв'язання задачі.

При методі торкання міцнісний ресурс (або термін служби) конструкції визначається шляхом зіставлення кривої витривалості даної конструкції і кривої інтегральної повторюваності експлуатаційних навантажень (рис. 2.4). Визначення ресурсу проводиться у такий спосіб. Крива інтегральної повторюваності навантажень 1 зміщується праворуч до торкання з кривою витривалості 2 . Абсциса точки дотику A вказує кількість циклів N_2 .

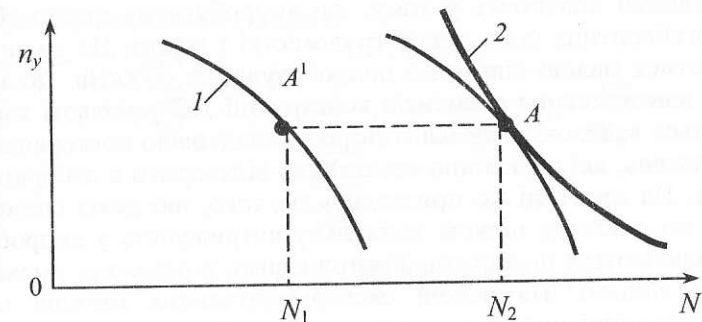


Рис. 2.4. Визначення міцнісного ресурсу (або терміну служби) конструкції методом торкання:
1 — крива інтегральної повторюваності навантажень;
2 — крива витривалості конструкції

Відношення N_2/N_1 характеризує кількість періодів, передбачених при визначенні інтегральної повторюваності навантажень до руйнування конструкції. Ординати точок A' і A одні й ті самі.

Ресурс у цьому випадку визначається як добуток часу, що вимірює тривалість одного періоду, на їх кількість.

Дотепер метод торкання ще не має достатньо обґрунтованих теоретичних пояснень, до того ж він дає вищі (завищені) значення ресурсу, ніж метод підсумовування втомних пошкоджень. Ця обставина дещо обмежує його застосування на практиці.

Обмеження ресурсу за заданою ймовірністю відмови

$Q(t) = \gamma$ (при нормальному розподілі відмов);

$T_c = T_{\text{сер}} - 3\sigma$.

При заданій $\gamma = 0,001$ імовірність відмови $Q(t) = 0,001$, імовірність безвідмовної роботи $P = 0,999$, де γ — відсотковий ресурс, коли задана допустима ймовірність відмови.

Експериментальні методи. Вони ґрунтуються на матеріалах стендових і лабораторних випробувань елементів і вузлів конструкцій ПС. Випробування проводяться для з'ясування характеристик витривалості об'єктів, що випробовуються при різних рівнях навантажень.

Щоб отримати достовірні дані, випробуванням піддаються кілька зразків. Зазвичай випробовують, якщо це можливо, не менше трьох однакових зразків на кожному режимі навантаження.

Труднощі полягають у тому, що випробування цілого ПС або великогабаритних його вузлів трудомісткі і дорогі. Це змушує обмежуватися малою кількістю випробовуваних об'єктів. До того ж умови навантаження елементів конструкції ПС у польоті характеризуються великою різноманітністю і випадковою повторюваністю навантажень, які практично неможливо відтворити в лабораторних умовах. На практиці це призводить до того, що деякі елементи і вузли, які показали цілком задовільну витривалість у випробуваннях, виявляються недостатньо витривалими в реальних умовах роботи в польоті. На основі експериментальних методів можна визначити міцніший ресурс, виявити «слабкі місця» конструкції і характер можливого руйнування, а також оцінити швидкість розвитку тріщин в елементах конструкції.

Визначення ресурсу методом літаків-лідерів (R_n), який ґрунтується на узагальненні досвіду експлуатації літаків-лідерів у реальних умовах:

$$R_n = \frac{T_n}{K_n},$$

де T_n — середній наліт літаків-лідерів; $K_n = 1,8 \dots 2,2$ — емпіричний, дослідний коефіцієнт.

Рейсові літаки літають у зоні малої ймовірності відмов, а літак-лідер весь час потрапляє під «значні» відмови.

Розрахунково-експериментальний метод визначення ресурсу ПС:

$$K = \frac{N_0 - N_i}{T_1} \text{ (циклів/год),}$$

де N_0 — кількість циклів навантаження до граничного стану виробів; N_i — кількість циклів навантаження до граничного стану виробів, що мають напрацювання T_i ;

$$R = \frac{N_0}{K}$$

або з урахуванням коефіцієнта безпеки K_6

$$R = \frac{N_0}{KK_6}.$$

При одному рівні навантаження умовою досягнення виробу граничного стану є

$$M_{mi} = N_i,$$

де M — кількість типових польотів тривалістю t_i .

При M рівнях навантаження:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^m n_i}{N_{i=1}}; \quad M = \frac{1}{\sum_{i=1}^m \frac{n_i}{N_{i=1}}}; \quad R = Mt; \quad R = \frac{Mt}{K_6}.$$

2.4. Живучість повітряного судна

З розвитком і подальшим ускладненням конструкцій ПС і їх систем гостро постало питання про їх живучість. Під живучістю ПС або функціональної системи розуміють їх властивість, що забезпечує нормальне виконання заданих функцій у польоті (польотах) з окремими відмовами або пошкодженнями їх елементів або вузлів. Під час проектування ПС враховуються очікувані умови їх експлуатації, а всі функціональні системи проектуються так, щоб пошкодження, які виникають у процесі експлуатації, або відмови окремих елементів не призводили до виникнення аварійної ситуації в польоті.

Граничний стан конструкції зумовлюється моментом початку зниження її несучої здатності. У зв'язку з цим використовують два основні принципи його визначення:

➤ «безпечного ресурсу», який полягає в прогнозуванні з високою надійністю його виникнення на найгіршому в значенні розсіювання екземплярі ПС;

➤ «безпечного пошкодження», який полягає у своєчасному виявленні цього моменту на будь-якому екземплярі ПС.

У першому випадку надійність забезпечується належним вибором достатньо великого значення коефіцієнта запасу при виборі призначеного ресурсу, а в другому — періодичними оглядами конструкції з такими інтервалами між ними, які забезпечували б практичну ймовірність виникнення пошкодження, що перевищує допустиму величину тріщини.

Для забезпечення експлуатаційної живучості слід дотримуватися таких вимог:

— знати небезпечні зони, де можуть виникнути втомні руйнування до відпрацювання призначеного ресурсу;

– усі небезпечні зони мають бути доступні для періодичного контролю;

– залишкова міцність пошкодженої конструкції, величина (розміри) пошкоджень якої контролюється, має бути не нижче допустимої;

– швидкість розвитку втомних пошкоджень (тріщин) не повинна перевищувати заданих обмежень, які забезпечують безпеку польотів;

– періодичність контролю і ефективність засобів контролю мають забезпечувати ймовірність виявлення допустимих пошкоджень.

На етапі створення для забезпечення живучості ПС передбачається:

- резервування життєво важливих систем і агрегатів;
- забезпечення локалізації пожежі за умови її виникнення;
- широке використання нових матеріалів і технологій у процесі розв'язання проблеми «вага — міцність»;
- забезпечення непотоплюваності літака;
- використання спеціальних конструкцій для захисту від корозії, збільшення кількості елементів у конструкції, конструкцій з розподіленим навантаженням і т. д.

Суть резервування полягає в тому, щоб функціональні системи, відмова яких призводить до аварійної або катастрофічної ситуації, були сконструйовані так, щоб наявний досвід давав змогу вважати відмову практично неймовірною подією або використовуване резервування зберігало після двох послідовних відмов можливість продовження польоту як мінімум у режимі ручного керування.

Для пасажирських ПС за визначальний критерій живучості беруть розміри пошкоджень, при яких зберігається допустима залишкова міцність. Цей критерій є розрахунковим.

Додатковий критерій — швидкість збільшення розмірів пошкоджень — має невизначеність, оскільки невідомий закон розвитку руйнування. За розрахункові пошкодження крила створюваних літаків беруть такі:

- тріщина в стінці лонжерона довжиною піввисоти стінки;
- повне руйнування переднього або заднього поясу лонжерона;
- двопрогінна (дві міжстрингерних відстані) тріщина в будь-якому місці обшивки.

За розрахункові пошкодження фюзеляжу беруть:

- двопрогінну тріщину обшивки в поперечному напрямі зі зруйнованим стрингером посередині тріщини;
- двопрогінну подовжню тріщину обшивки зі зруйнованим шпангоутом.

Контроль за протіканням розвитку тріщини здійснюється здебільшого методами неруйнівного контролю.

Для конструкцій, у яких виникають тріщини, можуть бути обрані такі показники живучості:

- середнє напрацювання до появи тріщини;
- швидкість розвитку тріщини;
- напрацювання (наліт) ПС за наявності допустимої тріщини;
- періодичність контролю розмірів тріщини і швидкості її збільшення.

Для функціональних систем застосовується принцип «безпечного руйнування» («підвищеної живучості»). При цьому основним способом підвищення надійності і забезпечення живучості функціональних систем є резервування систем, окремих ділянок, елементів (систем управління, гідросистем, масляної системи, паливної системи).

Принцип «безпечного руйнування» уперше був застосований під час конструювання літака Б-707 (у середині 70-х років ХХ ст.).

У сучасних ПС принцип «підвищеної живучості» забезпечується також:

- застосуванням складних конструкцій типу «обшивка — дублер» на основі високоміцного клею;
- застосуванням жароміцних, корозійностійких матеріалів і т. д.

Для зменшення ваги зі збереженням необхідної міцності використовують міцні сплави з алюмінію, титану, композиційних матеріалів.

2.5. Експлуатаційна та ремонтна технологічність.

Основні поняття і визначення

Удосконалення процесів ТО і поліпшення техніко-економічних показників діяльності підприємств з експлуатації ПС значно залежить від рівня експлуатаційної технологічності АТ, яка здебільшого визначає обсяг робіт, а отже, і простої ПС на ТО.

Під експлуатаційною технологічністю ПС розуміють сукупність властивостей його конструкції, що характеризують пристосованість до виконання всіх видів робіт з ТО при використанні найбільш економічних технологічних процесів.

Під ремонтною технологічністю літака і комплектуючих, які входять до його складу, мають на увазі пристосованість їхньої конструкції до виконання всього комплексу відновних робіт, включаючи відновлення ресурсу та справного стану у разі відмови або досягнення передвідмовного стану, з необхідною якістю в умовах авіаремонтного підприємства. При цьому допускається, що підвищення рівня експлуатаційної та ремонтної технологічності однозначно веде до зниження часових, трудових і вартісних витрат на ТО при забезпеченні з високою ймовірністю якісного ТО і тим самим — до підвищення ефективності всієї системи ТО.

Експлуатаційна та ремонтна технологічність передбачає пристосованість конструкції до прогресивних стратегій і методів ТО, наприклад до таких, як стратегія ТО за технічним станом і метод агрегатно-вузлового ремонту, пристосованість конструкції до виконання окремих операцій ТО, зокрема операцій з усунення відмов і пошкоджень.

Експлуатаційна та ремонтна технологічність визначаються низкою чинників, які враховуються під час створення ПС залежно від його призначення та умов експлуатації. Вони об'єднуються у взаємопов'язані групи: конструктивно-виробничі; експлуатаційні.

Конструктивно-виробничі чинники визначають властивості самої конструкції і повинні враховуватися при створенні ПС.

Експлуатаційні ж чинники визначають середовище, в якому виявляються властивості конструкції, і повинні враховуватися як при створенні, так і при експлуатації ПС.

До конструктивно-виробничих чинників належать:

- доступність;
- контролепридатність;
- легкознімність;
- взаємозамінність;
- спадкоємність засобів наземного обслуговування і контрольно-вимірювальної апаратури;
- уніфікація систем і агрегатів.

До групи експлуатаційних чинників входять:

- форми організації виконання ТО;

- стан виробничо-технічної бази;
- кваліфікація фахівців;
- повнота укомплектації запасними частинами і матеріалами;
- повнота і якість експлуатаційно-технічної документації.

Не зменшуючи ролі і впливу на рівень експлуатаційної технологічності експлуатаційних чинників, можна сказати, що необхідні властивості конструкції повітряного судна відносно його пристосованості до ТО закладаються і забезпечуються на етапах проектування і виробництва. Саме на цих етапах шляхом відповідних конструктивно-технологічних рішень забезпечуються необхідні експлуатаційні властивості ПС.

Доступність до об'єкта ТО — важливий чинник скорочення часу і трудових витрат під час проведення всіх планових видів ТО, а також у разі визначення місць раптових відмов, пошкоджень та їх усунення.

Під доступністю розуміється придатність об'єкта для виконання цільових операцій з ТО з мінімальними обсягами додаткових робіт або взагалі без них

$$K_d = 1 - \frac{T_{\text{дод}}}{T_{\text{осн}} + T_{\text{дод}}},$$

де $T_{\text{дод}}$ — середня трудомісткість додаткових робіт, людино-год;
 $T_{\text{осн}}$ — середня трудомісткість основної роботи, людино-год.

До додаткових робіт у даному випадку належать зняття й установлення кришок різних люків, панелей, капотів, залізів, теплозвукоізоляції, демонтаж і монтаж поряд встановленого і незнімного устаткування.

До основних робіт належать контрольні, регульовальні, змашувальні, заправні операції, демонтаж і монтаж тих агрегатів і виробів, що підлягають заміні.

Крім того, під доступністю мають на увазі також зручність роботи (позу) виконавця під час виконання основних операцій ($T_{\text{осн}}$) ТО з мінімальним обсягом додаткових робіт ($T_{\text{дод}}$).

Від пози, яку вимушений приймати виконавець під час роботи, залежить продуктивність його праці (в середньому на 100...30 %), а для виконання однієї й тієї ж кількості операцій потрібна різна трудомісткість і тривалість.

Контролепридатність — важливий чинник проведення контролю параметрів систем і комплектуючих виробів ПС різними за-

собами і методами (передусім — засобами технічної діагностики і неруйнівного контролю). Значення проблеми контролепридатності конструкцій ПС, насамперед, визначається вимогами забезпечення їх надійної роботи.

Контролепридатність означає забезпечення пристосованості конструкції до проведення перевірок тими або іншими методами і засобами контролю.

Це неминуче пов'язано з додатковими витратами. Проте вони окупаються за рахунок підвищення надійності, ефективнішого використання ПС і скорочення витрат на проведення ТО.

Контролепридатність справляє вирішальний вплив на впровадження в практику нових, ефективніших методів виконання ТО, зокрема методу обслуговування і заміни виробів за технічним станом.

Коефіцієнт контролепридатності окремих функціональних систем і ПС у цілому визначається як так:

$$K_k = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n T_j K_j}{\sum_{i=1}^n T_i K_i + \sum_{j=1}^n T_j K_j},$$

де T_j — трудомісткість разового контролю j -го виробу, що потребує обов'язкового демонтажу з ПС з урахуванням часу монтажно-демонтажних робіт, людино-год; T_i — трудомісткість разового контролю i -го виробу, що не потребує демонтажу з ПС, людино-год; n_i, n_j — число виробів у системі (на ПС), що потребують і не потребують обов'язкового демонтажу для контролю; K_i, K_j — частота контролю виробів протягом міжремонтного ресурсу, що не потребують і потребують демонтажу відповідно.

Легкознімність не слід плутати з доступністю.

На ПС трапляються такі деталі і вироби, до яких забезпечена легка доступність, але заміна їх під час експлуатації утруднена. А оскільки звичайним способом усунення відмов під час експлуатації ПС є заміна виробу, що відмовив, то вимога легкознімності має важливе значення для скорочення часу простою ПС і підвищення регулярності їх польотів.

Легкознімність означає придатність виробу до заміни з мінімальними витратами часу і праці.

Легкознімність здебільшого обумовлюється:

— способами, які застосовуються для кріплення виробів, що замінюються в експлуатації;

— конструкцією роз'ємів;

— масою і габаритними розмірами знімних елементів.

Коефіцієнт легкознімності виробу або елемента конструкції визначається за формулою

$$K_{л} = 1 - \frac{\Delta T_{дм}}{T_{дм}},$$

де $\Delta T_{дм}$ — відхилення трудомісткості демонтажно-монтажних робіт даного виробу порівняно з базовим показником, людино-год; $T_{дм}$ — середня трудомісткість демонтажно-монтажних робіт даного виробу, людино-год.

Взаємозамінність має велике значення для скорочення витрат праці, матеріалів і простоїв ПС при ТО.

Взаємозамінність комплектуючих виробів і деталей — це властивість, при якій з безлічі однойменних деталей (виробів) можна без вибору узяти будь-яку і без підгонки встановити на ПС (допускається застосування технологічних компенсаторів).

Від взаємозамінності насамперед залежить успішне впровадження агрегатно-вузлового ремонту, методу заміни і ремонту агрегатів за технічним станом.

Залежно від обсягу підгінних робіт установлюється відповідний ступінь взаємозамінності. Чим менше обсяг підгінних робіт при заміні виробів і деталей, тим вище ступінь їх взаємозамінності.

Коефіцієнт взаємозамінності виробу або елемента конструкції ПС:

$$K_{в} = 1 - \frac{T_{підг}}{T_{підг} + T_{дм}},$$

де $T_{підг}$ — середня трудомісткість підгінних та перевірних робіт при заміні виробу, людино-год; $T_{дм}$ — середня трудомісткість демонтажно-монтажних робіт даного виробу, людино-год.

Спадкоємність засобів наземного обслуговування і контрольно-перевірної апаратури значно впливає на організацію робочого місця і зручність роботи обслуговуючого персоналу, терміни і вартість ТО. Під спадкоємністю розуміють можливість використання для обслуговування нового типу ПС уже наявних засобів загально-го призначення.

Чим більша кількість цих засобів задовольнятиме вимоги технічного обслуговування і поточного ремонту нового типу ПС, тим вище його експлуатаційна технологічність. Коефіцієнт спадкоємності визначається за формулою

$$K_{\text{сп}} = 1 - \frac{C_{\text{н.у}}}{C_{\text{н.у}} + C_{\text{с.у}}},$$

де $C_{\text{н.у}}$ — вартість комплексу нового наземного устаткування, призначеного для обслуговування і ремонту ПС тільки певного типу; $C_{\text{с.у}}$ — вартість комплексу устаткування, яке вже експлуатується і виготовляється серійно.

Уніфікація функціональних систем і виробів ПС є досить важливим чинником не тільки для підвищення його експлуатаційної технологічності, але й ефективності експлуатації парку ПС у цілому. Збільшення кількості одних і тих же виробів на різнотипних ПС набагато спрощує і здешевлює ТО, зменшує номенклатуру запасних частин, скорочує кількість видів потрібної контрольно-перевірної апаратури.

Узагальнені показники експлуатаційної технологічності

Для аналізу і оцінки експлуатаційної технологічності необхідні кількісні показники. Вони характеризують конструкцію ПС з погляду експлуатаційної технологічності і повинні задовольняти такі вимоги:

- максимальне урахування чинників, що визначають експлуатаційну технологічність;
- можливість використання показників у розрахунках і завданнях на новостворювані типи ПС, двигунів і їх агрегатів;
- зручність застосування показників на практиці під час оцінки рівня експлуатаційної технологічності на етапах випробувань і експлуатації;
- чутливість до зміни чинників, що впливають на рівень експлуатаційної технологічності.

Повністю врахувати велику кількість чинників, які впливають на експлуатаційну технологічність і оцінити одним показником неможливо. Тому, поряд з одиничними показниками експлуатаційної технологічності, які були наведені раніше, використовуються узагальнені показники, які більш повно характеризують технологічність конструкції в цілому.

При визначенні узагальнених показників експлуатаційної технологічності за вихідні дані про тривалість і трудомісткість виконання форм ТО і операцій з усунення відмов беруть значення так званої оперативної тривалості і трудомісткості. Це означає, що в розрахунках обирають лише витрати часу і праці, які залежать від досконалості конструкції ПС і не зв'язані з організацією проведення ТО.

Питома оперативна тривалість ТО (K_t) у годинах простою ПС на ТО на одну годину нальоту характеризує пристосованість ПС до проведення на ньому всіх видів ТО, визначається характеристиками безвідмовності і довговічності

$$K_t = \frac{T_{\text{оп}} + T_{\text{п}} + T_{\text{рем}}}{T_{\text{рес.л}}} + \frac{T_{\text{з.д}} \eta}{T_{\text{рес.д}} (1 - K_{\text{д.з}})},$$

де $T_{\text{оп}}$, $T_{\text{п}}$ — сумарна тривалість виконання всіх форм оперативного і періодичного обслуговування відповідно за міжремонтний ресурс ПС $T_{\text{рес.л}}$, год; $T_{\text{рем}}$ — середня тривалість ремонту ПС, год; $T_{\text{з.д}}$ — середня тривалість заміни двигуна, год; $T_{\text{рес.д}}$ — міжремонтний ресурс двигуна, год; $K_{\text{д.з}}$ — коефіцієнт дострокових заміни двигуна; η — коефіцієнт, що враховує кількість заміни двигунів, які не збігаються за часом з періодичними формами обслуговування.

Питома оперативна трудомісткість ТО ($K_{\text{тр}}$) у людино-годинах на одну годину нальоту характеризує трудомісткість, потрібну для підтримання безвідмовності роботи всіх функціональних систем ПС на заданому рівні, а також для забезпечення справності і працездатності ПС

$$K_{\text{тр}} = \frac{\sum T_o + T_{\text{рем.л}}}{T_{\text{рес.л}}} + \frac{(T_{\text{з.д}} + T_{\text{рем.д}}) n_{\text{д}}}{T_{\text{рес.д}} (1 - K_{\text{д.з}})} + \sum_{i=1}^N \frac{T_{\text{рем.ів}} n_{\text{ів}}}{T_{\text{рес.ів}} (1 - K_{\text{ів}})},$$

де $\sum T_o$ — сумарна трудомісткість усіх форм ТО, включаючи роботи з усунення відмов і несправностей за міжремонтний ресурс ПС $T_{\text{рес.л}}$, людино-год; $T_{\text{рем.л}}$, $T_{\text{рем.д}}$, $T_{\text{рем.ів}}$ — трудомісткість ремонту ПС, двигуна, i -го виробу відповідно, людино-год; $T_{\text{з.д}}$ — трудомісткість заміни двигуна; $T_{\text{рес.д}}$, $T_{\text{рес.ів}}$ — міжремонтні ресурси двигуна та i -го виробу відповідно, год; $K_{\text{д.з}}$, $K_{\text{ів}}$ — коефіцієнти дострокових заміни двигуна та i -го виробу відповідно; $n_{\text{д}}$, $n_{\text{ів}}$ — кількість двигунів і виробів кожного типу на ПС, що замінюються в межах $T_{\text{рес.д}}$ і $T_{\text{рес.ів}}$; N — кількість виробів, що замінюються на ПС у межах $T_{\text{рес.ів}}$.

Питома вартість запчастин і матеріалів (K_3) у грошових одиницях на годину нальоту характеризує частоту змінності комплектуючих виробів на ПС і вартість їх заміни

$$K_3 = \frac{C_0 + C_{\text{рем.л}}}{T_{\text{рес.л}}} + \frac{C_{\text{рем.д}} n_d}{T_{\text{рес.д}}(1 - K_{\text{д.с}})} + \sum_{i=1}^{N_d} \frac{C_{\text{рем.ів}} n_{ів}}{T_{\text{рес.ів}}(1 - K_{ів})},$$

де C_0 — середня сумарна вартість запасних частин при виконанні ТО за міжремонтний ресурс ПС; $C_{\text{рем.л}}$, $C_{\text{рем.д}}$, $C_{\text{рем.ів}}$ — середня вартість запасних частин під час ремонту ПС, двигунів i -го виробу відповідно.

Середній час усунення відмов у процесі оперативних видів ТО:

$$t_y = \sum_{i=1}^k q_i t_{yi},$$

де k — кількість груп виробів на ПС; q_i — умовна ймовірність відмови виробів i -ї групи; t_{yi} — середній час усунення відмови виробу i -ї групи, включаючи час на його виявлення.

Умовна ймовірність відмови виробу i -ї групи в загальному випадку

$$q_i = \frac{\omega}{\sum_{i=1}^k \omega},$$

де ω — параметр потоку відмов виробів i -ї групи.

Інтенсивність усунення відмов (μ) визначається як величина, обернена до середнього часу усунення відмови t_{yi} :

$$\mu = \frac{1}{t_{yi}}.$$

У цьому випадку вважають, що інтенсивність усунення відмови є величиною сталою в часі, а закон розподілу часу усунення відмов — експоненціальний.

Ймовірність виконання непланового поточного ремонту (усунення відмов) $P_y\{t < t_3\}$ у заданий час t_3 визначають залежно від виду розподілу часу поточного ремонту, який визначається в основному обраним методом виявлення виробу, що відмовив, і особливостями конструкції системи ПС. Для систем ПС і виробів модульного типу, ремонт яких здійснюється методом заміни, як правило, характерний експоненціальний розподіл часу поточного ремонту:

$$P_y\{t \leq t_3\} = 1 - e^{-\mu t_3},$$

де μ — інтенсивність усунення відмов (поточного ремонту); t_3 — заданий час простою (ремонту) ПС.

Для інших випадків пошуку й усунення несправностей найчастіше використовують логарифмічно нормальний розподіл часу поточного ремонту

$$P_y\{t \leq t_3\} = \int_0^{t_3} f_y(t) dt,$$

де $f_y(t)$ — щільність імовірності поточного ремонту.

Оцінка рівня експлуатаційної технологічності

Під час проведення якісного аналізу експлуатаційної технологічності дається оцінка пристосованості конструкції до виконання всіх операцій ТО, передбачених технологією, визначається склад і вид вживаного інструменту, контрольно-перевірної апаратури і засобів наземного обслуговування, а також оцінюється повнота і якість експлуатаційно-технічної документації. Оцінювання конструктивних рішень при якісному аналізі ПС здійснюється порівнянням їх з конструктивними рішеннями, досягнутими на кращих зразках ПС подібного класу.

Кількісне оцінювання рівня експлуатаційної технологічності являє собою заключний етап аналізу і проводиться на стадіях проектування, виробництва й експлуатації ПС. За результатами кожного етапу видається вирішальний висновок про експлуатаційну технологічність і рекомендації щодо змін конструктивно-технологічних рішень на оцінюваному типі ПС.

Розробка простих і достовірних способів кількісної оцінки є найважливішим завданням.

Зараз широко використовується диференціальний метод, коли під рівнем експлуатаційної технологічності розуміють відносну характеристику, що ґрунтується на порівнянні сукупності показників експлуатаційної технологічності оцінюваного виробу з відповідною сукупністю базових (еталонних) показників. Як еталонні можуть бути взяті показники реально існуючої (або гіпотетичної) конструкції, аналогічної за призначенням, класом і умовами експлуатації, а еталоном можуть служити вимоги з забезпечення експлуатаційної технологічності ПС.

Оцінювання рівня експлуатаційної технологічності проводиться диференційовано за показником:

$$\beta_i = \frac{K_i}{K_{ie}},$$

де K_i — значення i -го показника ПС, що оцінюється; K_{ie} — значення i -го базового (еталонного) показника.

Позитивна оцінка дається в тих випадках, коли $\beta_i \geq 1$, а негативна, коли $\beta_i < 1$. В останньому випадку слід провести подальші конструктивні удосконалення.

Диференціальний метод оцінювання рівня експлуатаційної технологічності має переваги над іншими методами (комплексним, змішаним, експертним). Він дає змогу оцінити конкретно кожний з показників, що нас цікавлять.

За допомогою диференціального методу оцінюється не тільки рівень, але й конкретний план дій для конструкторів і технологів щодо поліпшення тих показників, за якими отримана негативна оцінка.

Загальні рекомендації щодо забезпечення експлуатаційної та ремонтної технологічності повітряного судна

Забезпечення експлуатаційної та ремонтної технологічності літака пов'язане з вирішенням конструктивно-компонувальних завдань. Практично неможливо розробити конкретні рішення щодо забезпечення експлуатаційної та ремонтної технологічності, які б задовольняли усі умови експлуатації. Тому нижче наводяться загальні рекомендації, диференційовані за окремими видами робіт, які виконуються при ТО.

1. Конструктивне виконання і розміщення агрегатів (вузлів, блоків) на борту літака повинне забезпечувати можливість безпомилкового здійснення на ньому відповідно до прийнятої технології усіх робіт, передбачених експлуатаційною документацією, з мінімальними витратами праці та часу. Чим частіше обслуговується, оглядається, контролюється, змашується, замінюється агрегат (вузол, блок) під час експлуатації, тим краще мають бути його доступність і зручність виконання робіт.

2. Компонування комплектуючих агрегатів, вузлів і елементів конструкції літака повинне забезпечувати можливість поєднання максимальної кількості робіт з ТО, які виконуються різними фахівцями, за мінімальної кількості міжопераційних переходів. З цієї

метою перевагу при конструюванні слід надавати зонному методу компонування, формуванню спеціалізованих за системами технічних відсіків.

3. Конструктивне виконання агрегатів, блоків обладнання, елементів конструкції та їхнього кріплення в поєднанні з маркуванням повинне унеможливити неправильний монтаж виробів і неправильне підключення комунікацій.

4. Забезпечення доступу до агрегатів і блоків обладнання для виконання профілактичних, оглядових і контрольних робіт (змашування, заміни фільтрів, перевірки тарувальної зтяжки болтів кріплення, підключення засобів контролю) не повинне супроводжуватися демонтажем поряд розміщених елементів конструкції, агрегатів, блоків.

5. При розміщенні зовнішніх точок оперативного технічного і комерційного обслуговування слід забезпечувати одночасне (відповідно до технологічного графіка) підключення всіх засобів наземного обслуговування і контролю, виконання робіт при підготовці літака до польоту, посадки-висадки пасажирів, завантаження і вивантаження багажу, а також інших робіт зі спорядження літака.

6. Доступ до всіх точок планового оперативного ТО (особливо при передпольотному та міжпольотному ТО) має бути «із землі» (без застосування сходиць, драбин, підставок або інших засобів).

7. Для підключення наземних засобів обслуговування і контролю варто використовувати стандартизовані та уніфіковані роз'єми, штуцери і вузли, які усувають необхідність застосування додаткових перехідних пристроїв.

8. Знімати агрегати, блоки, вузли конструкції з борту літака та розбирати їх у лабораторії для контролю ТС і профілактичного обслуговування слід лише при ремонтних формах та формах ТО великої періодичності.

9. Кількість спеціального інструменту і пристроїв, які використовуються при ТО, повинна бути мінімальною.

10. Агрегати, блоки обладнання, вузли конструкції літака мають бути захищені від попадання робочих рідин, атмосферних осадів, бруду, сторонніх предметів, інструменту.

11. Елементи конструкції, які зазнають впливу корозійних процесів, повинні мати надійний антикорозійний захист.

12. Деталі з неметалевих матеріалів не повинні викликати корозію металевих деталей, які контактують з ними, а також не повинні зазнавати впливу мікроорганізмів і комах.

13. Підходи до ділянок і елементів конструкції, які зазнають корозії, повинні допускати застосування інструментального контролю за їхнім станом в експлуатації.

14. Форма елементів та компоновання вузлів конструкції мають унеможлилювати попадання і накопичення в них вологи, створення застійних зон. Слід унеможливити також накопичення вологи у нижній частині фюзеляжу. У тих місцях, де ймовірно таке накопичення, треба забезпечити можливість її видалення.

15. Особливу увагу варто приділити захисту конструкції в місцях установлення акумуляторів, розміщення буфетів, кухні, туалетів.

На основі загальних рекомендацій із забезпечення експлуатаційної та ремонтної технологічності розробляються рекомендації з окремих видів вузлів та обладнання пасажирських літаків.



Контрольні запитання і завдання

1. Перелічіть конструктивно-експлуатаційні властивості ПС.
2. Охарактеризуйте надійність, безвідмовність, довговічність, живучість, експлуатаційну технологічність.
3. Назвіть та опишіть стани, в яких може знаходитися об'єкт АТ.
4. Розкажіть про показники надійності АТ.
5. Поясніть причини відмов і несправностей агрегатів і систем ПС.
6. Охарактеризуйте показники безвідмовності для виробів, що ремонтуються і не ремонтуються.
7. Що слід розуміти під фізичною, економічною і моральною довговічністю?
8. Визначте поняття видів ресурсів і їх фізичний зміст.
9. Які методи застосовуються для визначення ресурсів АТ і в чому полягає їх фізичний зміст?
10. Чому на сучасних ПС особливого значення набуває проблема забезпечення високого рівня живучості їх конструкцій?
11. Якими конструктивно-технологічними засобами забезпечується живучість планера і функціональних систем ПС?
12. Як оцінюється живучість конструкції ПС і ступінь її впливу на безпеку польотів?
13. Якими одиничними властивостями характеризуються пристосованість АТ до ТО і які експлуатаційні чинники впливають на них?
14. Якими показниками оцінюються одиничні властивості експлуатаційної технологічності?

15. Наведіть розрахункові формули для узагальненої оцінки експлуатаційної технологічності АТ на етапі експлуатації.

16. У чому полягає суть диференціального методу оцінки рівня експлуатаційної технологічності?

17. Опишіть методи забезпечення експлуатаційної та ремонтної технологічності ПС.

3. СИСТЕМА ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

3.1. Система технічної експлуатації як складова частина авіаційної транспортної системи

Цивільну авіацію, призначену для здійснення повітряних перевезень та іншої льотної роботи, можна подати у вигляді авіаційної транспортної системи. Мінімальною організаційною структурною одиницею цивільної авіації, що зберігає всі основні властивості і функції галузі в цілому, є експлуатаційне авіапідприємство (авіакомпанія, організація з ТО, ремонтний завод).

Авіаційна транспортна система є сукупністю спільно діючих ПС, комплексу наземних засобів з підготовки і забезпечення польотів, особового складу, зайнятого експлуатацією і ремонтом ПС та наземних засобів, і системи управління процесом експлуатації. Вона має всі особливості, властиві складним технічним системам, а саме: наявність єдиної мети, керованість системи, взаємозв'язок елементів, ієрархічна структура. Авіаційна транспортна система повинна задовольняти вимоги, сукупність яких направлена на виконання в повному обсязі завдань, покладених на дану систему. До цих вимог відносять забезпечення високої безпеки і регулярності польотів та економічної ефективності експлуатації ПС.

Сукупність властивостей авіаційної транспортної системи, що визначають її придатність задовольняти потреби народного господарства в повітряних перевезеннях і забезпечувати виконання названих вище вимог, характеризує якість системи. Вона у свою чергу визначається сукупністю і складним взаємозв'язком якості ПС, наземних засобів і особового складу, зайнятого їх експлуатацією.

Авіаційну транспортну систему можна поділити на низку функціональних самостійних систем (рис. 3.1): льотну експлуатацію; технічну експлуатацію; управління повітряним рухом; комерційну експлуатацію; аеродромну експлуатацію.



Рис. 3.1. Структура авіаційної транспортної системи

Кожній з цих систем відповідає свій процес функціонування (рис. 3.2): авіаційній транспортній системі — процес експлуатації (ПЕ); системі льотної експлуатації — процес льотної експлуатації (ПЛЕ); системі технічної експлуатації — процес технічної експлуатації (ПТЕ); системі комерційної експлуатації — процес комерційної експлуатації (ПКЕ); системі управління повітряним рухом — процес управління повітряним рухом (ПУПР); системі аеродромної експлуатації — процес аеродромної експлуатації (ПАЕ).

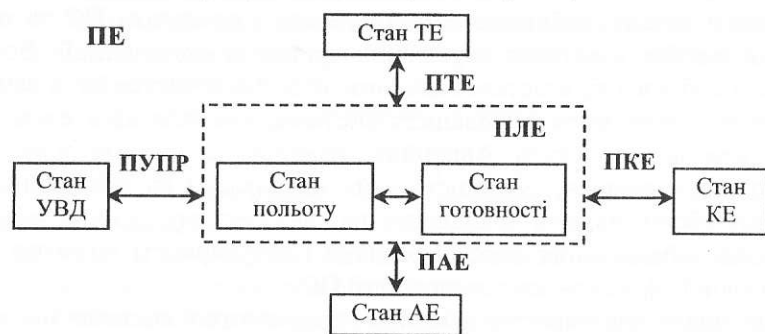


Рис. 3.2. Схема авіаційної транспортної системи

Взаємозв'язок цих процесів визначається загальною метою і наявністю одного об'єкта експлуатації — ПС, який у кожній з названих функціональних систем характеризується певною сукупністю своїх властивостей.

3.2. Структура системи технічної експлуатації

Особливе місце в авіаційній транспортній системі займає система технічної експлуатації. Вона є сукупністю об'єктів технічної експлуатації, льотного і інженерно-технічного складу, системи управління процесом технічної експлуатації, які взаємодіють між собою з метою підтримки і відновлення справності або працездатності і забезпечення льотної придатності ПС.

За допомогою заходів, що проводяться в процесі технічної експлуатації, забезпечуються безпека і регулярність польотів, надійність і справність ПС, підготовка їх до польотів, правильна льотна експлуатація. Технічна експлуатація направлена на збереження характеристик ПС, їх функціональних систем і виробів упродовж установлених ресурсів і термінів служби в тих допусках, які вимагають норми льотної придатності. Технічна експлуатація забезпечує також ефективне використання ПС за умови економних витрат трудових, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів.

Технічна експлуатація є складним динамічним процесом, який містить: підготовку ПС до польотів; управління роботою функціональних систем; вибір і підтримку найвигідніших режимів роботи двигунів у польоті; технічне обслуговування і ремонт; зберігання і транспортування.

Система технічної експлуатації ПС на сьогодні є за своєю суттю планово-запобіжною і будується на основі таких принципів: дотримання строгої плановості у разі проведення форм ТО; своєчасне попередження відмов функціональних систем і їх найбільш важливих виробів; забезпечення економічності технічної експлуатації.

Під принципом плановості розуміють дотримання перш за все встановленої періодичності відходу ПС на ту або іншу форму ТО, а також обсягу частини стандартних регламентних операцій і операцій з технічного діагностування і дефектації об'єктів ТО.

Попереджувальний характер системи технічної експлуатації забезпечується за рахунок організації постійного спостереження під час експлуатації за рівнями надійності, а у багатьох випадках і за технічним станом функціональних систем та окремих виробів для своєчасного виявлення стану передвідмови останніх з подальшою заміною виробів або регулюванням їх параметрів. Висока економічна ефективність системи технічної експлуатації досягається за рахунок якнайповнішого використання індивідуальних можливостей кожного конкретного виробу відносно його працездатності.

Показники, за якими повинна оцінюватись якість технічної експлуатації, тісно пов'язані з основними показниками авіаційної транспортної системи, зокрема безпекою, регулярністю та економічністю польотів. Так, безпека польотів ПС здебільшого визначається безвідмовністю роботи функціональних систем і виробів ПС, регулярність — показниками справності і готовності ПС до польотів, економічність експлуатації — витратами, необхідними для проведення ТО ПС. Економічність тісно пов'язана з безпекою і регулярністю, які потребують для свого забезпечення певних витрат, що зростають з ускладненням конструкції ПС.

Основними завданнями ТЕ АТ є забезпечення:

- безпеки і регулярності польотів парку експлуатованих ПС;
- підтримання льотної придатності ПС у процесі їх експлуатації;
- найбільш ефективного використання АТ при економічно доцільних витратах трудових, фінансових, матеріальних, енергетичних, інформаційних та інших ресурсів.

3.3. Процеси технічної експлуатації повітряних суден

Функціонуюча система технічної експлуатації ПС є процесом, який зручно зобразити як послідовну в часі зміну різних станів експлуатації.

Залежно від поставлених завдань дослідження процес технічної експлуатації ПС можна подати великою кількістю станів.

Стан польоту. Час, який проводить ПС у польоті за маршрутом, визначається характеристиками повітряної траси (її протяжністю, топологією, радіозабезпеченням, метеоумовами та ін.), аеропортів вильоту і посадки (розкладом польотів, пропускнуою спроможністю та ін.), ПС (режимом польоту, величиною комерційного завантаження, запасом палива та ін.).

Стан очікування початку обслуговування. Простої ПС у стані очікування початку технічного обслуговування пояснюються багатьма причинами, зокрема відсутністю вільних обслуговувальних бригад, недоліками в організації робіт, змінами планів повітряного руху тощо. У цьому випадку щойно прибуле ПС стає в чергу на обслуговування.

Стан оперативного обслуговування. Під оперативним технічним обслуговуванням розуміють обслуговування передполітне, післяполітне і в разі короткочасної стоянки. У стані оперативного обслуговування ПС перебуває найчастіше.

Час обслуговування, відлічуваний між моментами початку і закінчення обслуговування, містить постійну і змінну складові. Постійна складова визначається об'ємами стандартних регламентних робіт, що виконуються на кожному ПС, змінна — об'ємами робіт з пошуку й усунення пошкоджень і відмов елементів систем ПС, що виникли в польоті. Зазвичай змінна складова характеризується помітною непостійністю обсягів робіт, а через це і тривалістю їх виконання на тому або іншому ПС.

Стан періодичного обслуговування. Під час періодичного обслуговування на ПС виконується комплекс обов'язкових робіт, пов'язаних з дефектацією елементів конструкції планера, силових установок і шасі, а також з оглядом і визначенням працездатності функціональних систем і виробів. Крім того, на ПС виконуються роботи з пошуку й усунення виявлених відмов і пошкоджень виробів і елементів конструкції. Тут так само, як і при оперативному обслуговуванні, виділяють дві складові обсягу робіт — постійну і змінну. Але, на відміну від оперативного обслуговування, частка змінної складової в загальному обсязі періодичного обслуговування помітно зменшується. Постійна складова визначається переліком обов'язкових регламентних робіт, що виконуються при тій або іншій формі обслуговування, оснащенням АТ засобами механізації, організацією виконання робіт, кваліфікацією персоналу.

Стан ремонту. Капітальний ремонт або ремонтні форми характеризуються ще більшим, ніж при періодичному обслуговуванні, проникненням робіт у конструкцію і системи ПС. Усі роботи, починаючи з обов'язкового демонтажу значної частини устаткування, виконуються за стандартними технологіями. При цьому питома вага робіт, що виконуються з дефектації, порівняно з періодичним обслуговуванням істотно зменшується.

Стан готовності до польотів. Після виконання оперативного обслуговування ПС відповідно до матриці переходів переводиться в стан польоту, або готовності.

У стан готовності переводяться, як правило, всі ПС, на яких виконувалося періодичне обслуговування або ремонт.

До станів технічної експлуатації, через які проходить ПС, належать: використання за призначенням (політ); різні види і форми ТО; діагностування; готовність до польотів; транспортування; зберігання й очікування надходження ПС у кожен з виділених станів експлуатації.

Усі можливі стани, в яких перебуває ПС, показані у вигляді графа на рис. 3.3.

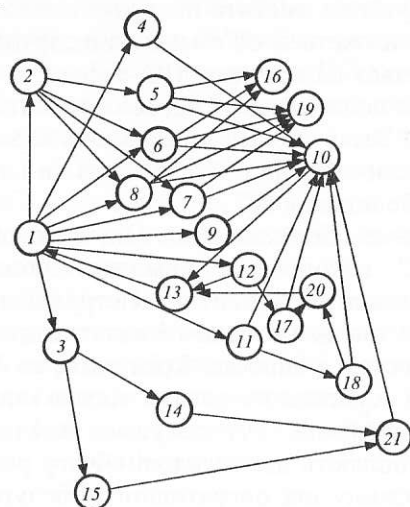


Рис. 3.3. Граф станів і переходів процесу ТЕ ПС:

- 1 — політ; 2 — очікування періодичного обслуговування;
- 3 — очікування ремонту; 4, 5, 6, 7, 8 — періодичне обслуговування за різними формами; 9 — заміна двигунів; 10, 11, 12 — оперативне обслуговування перед вильотом, після прильоту, транзитне;
- 13 — забезпечення вильоту; 14, 15 — ремонтні форми; 16 — доробки за бюлетенями; 17 — усунення несправностей; 18 — очікування запасних частин; 19, 20, 21 — готовність після періодичного обслуговування, оперативного обслуговування і ремонтних форм відповідно

3.4. Система технічного обслуговування повітряних суден

Необхідним елементом ТЕ складних об'єктів АТ, до яких безперечно слід віднести як ПС, так і більшість його складових частин (комплектуючих), є потреба у виконанні робіт з ТО. Це викликано наявністю процесів деградації технічного стану АТ при її експлуатації. Зазначені процеси мають неоднорідну природу (знос, старіння, втомленість, корозію та ін.). Швидкість їх протікання за календарним часом обумовлюється особливостями конструктивно-експлуатаційних властивостей об'єктів АТ і залежить від умов експлуатації. Для керування цими процесами з метою підтримання льотної придатності ПС і їх безпечної експлуатації необхідна адекватна система ТО, яка є однією із важливих складових частин системи технічної експлуатації.

Технічне обслуговування — це комплекс операцій з підтримки працездатності, забезпечення справності і готовності до польотів ПС.

Система ТО є сукупністю взаємодіючих об'єктів і засобів ТО, виконавців, відповідних програм і документації (рис. 3.4).

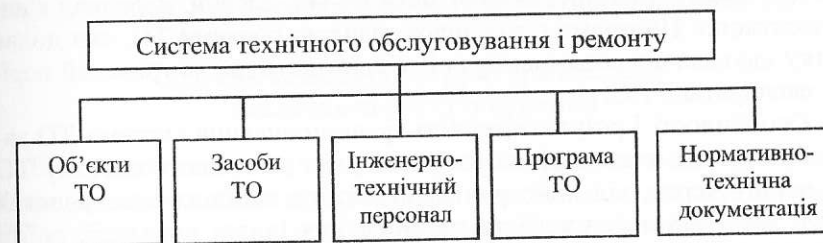


Рис. 3.4. Структура системи технічного обслуговування і ремонту

Об'єктом ТО є АТ, що характеризується не тільки рівнем надійності, але й рівнем експлуатаційної та ремонтної технологічності, які показують її пристосованість до виконання передбачених експлуатаційною та ремонтною документацією робіт в умовах експлуатації. Ця пристосованість обумовлюється, зокрема, прийнятими Під час проектування схемно-конструктивними і компоновальними рішеннями.

Інженерно-технічний персонал характеризується номенклатурою спеціальностей, кваліфікацією фахівців і кількістю виконавців кожної спеціальності та кожного кваліфікаційного рівня.

Засоби ТО, до яких належать засоби наземного обслуговування загального та спеціального застосування, засоби контролю, експлуатаційного ремонту та інструмент, характеризуються номенклатурою, потужністю або продуктивністю, потрібною кількістю і зручністю застосування. Останній чинник (якісний) часто є одним з найважливіших, який визначає практичну можливість застосування засобу.

Нормативно-технічна документація характеризується повнотою змісту, який значною мірою визначає ефективність і якість робіт з ТО, що залежить також від якості викладу, оформлення та зручності використання документації в процесі обслуговування.

Під програмою ТО в загальному випадку мають на увазі документ, який містить сукупність основних принципів і ухвалених рішень із застосуванням найбільш ефективних методів і режимів ТО, реалізованих у конструкції об'єктів під час їх проектування та ви-

готовлення і експлуатаційно-технічної документації з урахуванням заданих вимог та умов експлуатації. Даний документ повинен відображати обрану для того або іншого об'єкта експлуатації стратегію (концепцію) ТО і виконувати роль матеріалу, який сполучає воедино для досягнення поставленої мети об'єкт, засоби, персонал і документацію. Програма є важливою ланкою системи ТО, яка додає чітку ідеологічну спрямованість і конкретність дій на тривалий період експлуатації ПС.

Особливості і результативність функціонування системи ТО залежать як від властивостей елементів, що утворюють систему ТО (у першу чергу, від конструктивно-експлуатаційних властивостей ПС), так і від організації та забезпечення їхньої взаємодії, тобто керування процесами її функціонування.

У багатьох випадках характеристики однієї складової частини системи ТО визначають рівень характеристик інших складових частин системи і навіть усієї системи в цілому.

Мета системи ТО — управління технічним станом виробів протягом терміну їх служби або ресурсу до списання, що дозволяє забезпечити: заданий рівень готовності виробів до використання за призначенням і їх працездатність у процесі використання; мінімальні витрати часу, праці і засобів на виконання ТО виробів.

До основних завдань системи належать:

- установлення вимог до програм ТО конкретних видів техніки;
- забезпечення обслуговування і ремонту виробів із заданою якістю за умови мінімальних витрат часу, праці і засобів;
- підготовка і реалізація технологічних процесів обслуговування і ремонту виробів із заданою якістю;
- забезпечення умов для виконання ТО, зокрема створення й оснащення підрозділів необхідними засобами;
- підготовка необхідних трудових ресурсів;
- оптимізація розміщення виробничих баз і матеріальних ресурсів.

Ефективність системи ТО визначається ступенем її пристосованості до виконання функцій з управління надійністю і технічним станом ПС у процесі технічної експлуатації.

Правильно побудована, система ТО сприяє зменшенню потоку відмов і пошкоджень, збільшує довговічність ПС. Проте на проведення профілактичних заходів і поточного ремонту витрачається певний час, протягом якого ПС могли б використовувати за призначенням.

І чим він триваліший, тим гірші показники справності і використання ПС. Крім того, для виконання профілактики сучасних ПС потрібен великий штат фахівців, дороге устаткування і контрольна-перевірна апаратура, що у свою чергу збільшує експлуатаційні витрати. Усе це слід враховувати при розробці системи ТО.

3.5. Організаційна структура системи технічного обслуговування

Вітчизняна цивільна авіація нині перебуває у складному періоді розвитку. Існує значна кількість авіакомпаній, які є експлуатантами ПС і серед яких лише деякі досить великі, що мають власні бази для високоякісного технічного обслуговування і ремонту.

Парк повітряних суден здебільшого застарів фізично і морально і містить ПС як вітчизняного, так і іноземного виробництва різних поколінь і віку. Ця особливість накладає свій відбиток на організаційну структуру системи ТО, яка до цього часу ще не стабілізувалась і перебуває у стадії розвитку, як і вся цивільна авіація країни.

Тому говорити про цю структуру як про стабільне явище, занадто передчасно. Зупинимось на можливих тенденціях розвитку організаційної структури системи ТО, спираючись на минулий вітчизняний і теперішній іноземний досвід.

Система ТО ПС у кожній країні спирається на інженерно-авіаційну службу (ІАС), яка покликана здійснювати інженерно-авіаційне обслуговування льотної роботи експлуатантів авіаційної техніки цивільної авіації.

Основний зміст інженерно-авіаційного забезпечення — це вирішення великого комплексу завдань ТО ПС, спрямованих на забезпечення високої надійності і безпеки польотів, заданого рівня справності і готовності до польотів, мінімум собівартості ТО.

Структура системи ТО дворівнева:

I рівень — міністерський;

II рівень — рівень експлуатантів.

Підрозділом Міністерства транспорту України з питань цивільної авіації є Державна авіаційна адміністрація (Державіаадміністрація), головним підрозділом якої є управління підтримання льотної придатності, що займається вирішенням питань з ТО.

До його функцій, поряд з іншими, належать такі:

– організація розробки, удосконалення та введення в дію нормативної бази з питань реєстрації ПС, установлення та підтримання льотної придатності екземплярів ПС, організації та проведення інспектувань ПС, порядку видачі та вилучення бортових документів, сертифікації організацій з технічного обслуговування, технічної експлуатації авіаційної техніки, сертифікації інженерно-технічного персоналу та навчальних закладів з їх підготовки;

– ведення Державного реєстру цивільних ПС (ЦПС) України, підготовка відповідних документів;

– ведення бази даних з льотної придатності екземплярів ЦПС України;

– організація проведення робіт із сертифікації організацій з технічного обслуговування та інших суб'єктів авіаційної діяльності;

– узагальнення та обробка інформації про відмови, дефекти та несправності АТ, на основі яких проводиться аналіз надійності АТ, пропонуються заходи з усунення виявлених недоліків, готуються вказівки з одноразових оглядів АТ;

– узгодження рішень розробників АТ про випуск бюлетенів щодо доробок АТ;

– узгодження експлуатаційної документації за необхідності введення в дію типової ЕД та змін до неї;

– забезпечення нормативно-методичного керівництва та супроводження робіт з питань установлення (зміни) ресурсів екземплярів АТ;

– підготовка рішень та наказів щодо списання АТ;

– здійснення методичної допомоги з питань організації метрологічного забезпечення діяльності авіаційного транспорту;

– підготовка пропозицій щодо взаємодії з Міжнародною організацією цивільної авіації (ІСАО) та іншими міжнародними та іноземними організаціями в галузі сертифікації організацій з ТО та інших суб'єктів авіаційної діяльності.

Експлуатант — це організація, підприємство, юридична особа, що займається експлуатацією ПС, або пропонує свої послуги в цій галузі і має сертифікат (ліцензію) Державіаадміністрації. Для експлуатантів з ТО існує узагальнена назва «Організація з ТО», експлуатанти з льотної придатності ПС — це авіакомпанії.

Основними завданнями ІАС є:

1. Організація і виконання ТО АТ відповідно до вимог експлуатаційної і ремонтної документації, вдосконалення організаційних форм і методів ТО АТ на основі досягнень науково-технічного прогресу.

2. Розробка і проведення заходів щодо забезпечення безпеки польотів, попередження відмов і несправностей АТ, які досягаються високим рівнем якості виконуваних планових робіт ТО АТ, глибоким аналізом причин відмов і несправностей, розробкою ефективних профілактичних заходів, високим рівнем професійної підготовки авіаційного персоналу.

3. Організація і проведення технічного навчання і контролю за рівнем технічної підготовки інженерно-технічного складу.

4. Ведення обліку і звітності про стан парку ПС і обслуговуваних двигунів, справність АТ, витрати і залишки ресурсу, виконання доопрацьовувань по бюлетенях, витрати агрегатів, запасних частин і матеріалів, відмови і несправності.

5. Організація нормування трудомісткості різних видів технічного обслуговування ПС, витрат технічного майна, уточнення переліків одиночних і групових комплектів наземного устаткування.

6. Організація матеріально-технічного забезпечення ОТО.

7. Забезпечення високо рівня трудової і виробничої дисципліни ІТС і робітників.

Згідно з вимогами ІСАО всі експлуатанти повинні здійснювати заходи для того, щоб:

- кожне експлуатоване ПС підтримувалось у придатному для виконання польотів стані;

- експлуатаційне і аварійне обладнання, необхідне для запланованого польоту, було справним;

- сертифікат (посвідчення) про придатність до польотів кожного експлуатованого ПС був дійсним;

- експлуатанту було заборонено експлуатувати ПС, якщо його ТО не виконане і відповідне свідоцтво про допуск до експлуатації не оформлене організацією, яка має на це Сертифікат відповідності, виданий державною авіаційною владою тієї держави, де зареєстровано ПС;

- експлуатант наймав на роботу наказом по авіакомпанії групу осіб, які забезпечують проведення всіх робіт з ТО згідно з Порадником з регулювання ТО, що оформляються експлуатантом;

- експлуатант забезпечував проведення ТО і ніс відповідальність за додержання Правил льотної експлуатації і ТО тих ПС, які передбачені експлуатаційною документацією ПС цього типу і забезпечують підтримання їх льотної придатності.

— оперативний контроль технічного стану ПС і АД, виявлення відмов на ранній стадії їх розвитку методами і засобами діагностики і неруйнівного контролю;

— організацію обробки інформації про несправності АТ, її облік і зберігання;

— розробку оперативних і довгочасних рекомендацій з експлуатації АТ на основі проведення аналізу виявлених у процесі діагностування несправностей ПС і АД.

5. Цех ремонту наземного обладнання.

6. Цехи спецавтотранспорту, оперативного і періодичного обслуговування інтер'єрів кабін ПС.

Крім згаданих цехів, до виробничої частини великих ОТО належить низка технічних груп:

1. Група технологічного забезпечення виробництва, яка здійснює:

— технологічне забезпечення виробничих процесів ТО ПС засобами наземного обслуговування, зокрема з використанням спецавтотранспорту, засобів механізації та іншої наземної техніки;

— технологічне забезпечення виробничих процесів обслуговування ПС у будовах і спорудах ОТО, підтримку і вдосконалення технічної підготовки виробництва;

— розробку організаційно-розпорядчих документів з комплексного і перспективного розвитку виробничої бази ОТО.

2. Група надійності авіаційної техніки забезпечує:

— організацію процесу збирання, обліку і зберігання інформації про несправності і відмови, формування статистичних і аналітичних звітів;

— передачу необхідної статистики про відмови і несправності АТ в інші підрозділи, структури, керівні органи і органи контролю.

3. Група організації авіаційно-технічної підготовки здійснює:

— організацію авіаційно-технічної підготовки інженерно-технічного персоналу;

— організацію практичного освоєння регламентних робіт на АТ фахівцями ОТО, які пройшли теоретичне навчання;

— організацію роботи місцевих кваліфікаційних комісій для атестації і підвищення кваліфікаційного рівня інженерно-технічного персоналу ОТО;

— ведення облікової документації з вивчення авіаційно-технічним персоналом авіаційної техніки і наявності допусків до самостійного ТО АТ.

Структура системи забезпечення ТО ОТО (рис. 3.6) містить такі блоки:

1. Блок управління якістю ТО, до складу якого входять:

— відділ технічного контролю (ВТК), який забезпечує виконання функцій з контролю якості ТО АТ і проведення профілактичних заходів для підтримки справності ПС, їх працездатності і забезпечення потрібного рівня безпеки польотів;

— відділ сертифікації (ВС), який здійснює підготовку документів для сертифікації ОТО і підтримки чинних сертифікатів; проведення перевірки (аудитів) постачальників і супідрядників для перевірки діяльності на предмет відповідності вимогам нормативних документів; аналіз діяльності постачальників на підставі даних, одержаних унаслідок проведених перевірок; моніторинг нормативних документів авіаційної влади з питань сертифікації діяльності ОТО; участь у розробці заходів з уведення в дію відповідно до діяльності підрозділів ОТО;

— група аудиту, аналізу і перспектив розвитку систем якості забезпечує внутрішні аудити структурних одиниць ОТО і розробку рекомендацій для проведення процесів і процедур відповідно до установлених вимог; покращення оперативного керування; уточнення виробничо-управлінських процесів; оптимальне використання наявних ресурсів.

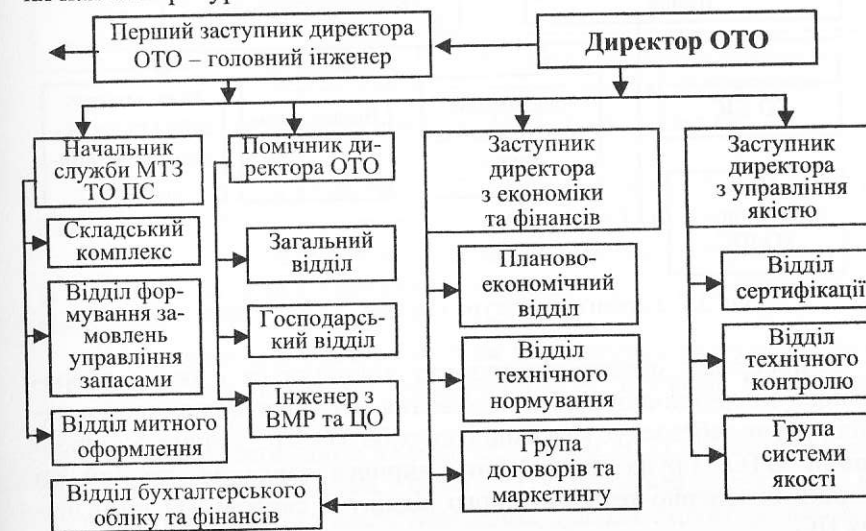


Рис. 3.6. Структура системи забезпечення ТО ОТО

2. Служба матеріально-технічного забезпечення ТО АТ, що містить складський комплекс, відділ формування замовлень і управління запасами, відділ митного оформлення.

Служба забезпечує процес ТО АТ необхідним авіаційним технічним майном та іншими товарно-матеріальними цінностями, що застосовуються у разі обслуговування і ремонту ПС; проведення вхідного контролю авіаційного технічного майна і товарно-матеріальних цінностей; удосконалення складського зберігання і обліку; реалізацію системи обліку і контролю за рухом, цільовим використанням товарно-матеріальних цінностей.

3. Блок господарського і кадрового управління ОТО, що містить загальний і господарський відділи та посаду інженера з військово-мобілізаційної роботи і цивільної оборони.

4. До блоку економіки і фінансів входять відділи планово-економічного і технічного нормування, бухгалтерія, група договорів і маркетингу.

Структура організації ТО іноземних повітряних суден (ІПС)

Один з варіантів розвинутої структури служби ТО іноземних літаків подано на рис. 3.7.



Рис. 3.7. Варіант структури служби ТО іноземних ПС

Безпосереднє обслуговування тут виконується в цехах оперативного і періодичного обслуговування ІПС. Інженерно-координаційна група забезпечує взаємодію служби ТО ІПС з іншими підрозділами ОТО. Група інжинірингу вирішує завдання, подібні до завдань інженерно-технологічного відділу в системі ТО вітчизняних ПС.

Другий варіант структури ОТО для компанії, яка не має свого парку комерційних ПС, подано на рис. 3.8.



Рис. 3.8. Варіант структури служби ТО іноземних ПС

Основою центру технічного обслуговування такої компанії є велика базова ОТО, за структурою подібна до АТЦ.

Тут за договорами з такими компаніями забезпечується ТО їх вітчизняних літаків і одержаних по лізингу літаків іноземного виробництва.

Як впливає зі структурних схем розглянутих видів організацій з ТО, завдання, які ними вирішуються, не залежать від варіанта структури ОТО.

Слід відзначити, що в Україні структура ОТО наявних авіакомпаній досить різноманітна і деякі з ОТО за своєю структурою можуть відрізнятися від вище наведених зразків структур, що пояснюється відсутністю усталених нормативів.

3.6. Система управління технічного обслуговування авіаційної техніки

Удосконалення систем ТО АТ ґрунтується на створенні єдиної державної автоматизованої системи управління технічним обслуговуванням авіаційної техніки (АСУ ТО АТ), технічною базою якої є інформаційні системи авіакомпаній. У функції цієї системи входить оцінювання і прогнозування технічного стану АТ, розроблення і впровадження в практику авіакомпаній сучасних методів ТО і ремонту літаків.

Основними передумовами для створення АСУ ТО АТ є:

- необхідність накопичення, узгодження і підтримання первинної інформації з експлуатації кожного типу АТ;
- необхідність різкого скорочення годин і трудовитрат на початкове заповнення БД системи для кожного типу АТ та для конкретного екземпляра АТ;
- зростання зацікавленості підприємств ЦА в обміні інформацією з досвіду експлуатації тих або інших типів АТ;
- необхідність створення нормативно-правової основи використання електронних технологій для інформаційного забезпечення технічної експлуатації і скасування чинних норм, які закріплюють пріоритет інформаційних форм над паперовими носіями на підприємствах ЦА.

Основними завданнями, які повинна вирішувати АСУ ТО АТ, є:

- впровадження системи ТЕ за станом, за винятком капітального ремонту, що забезпечує можливість безпечного виробітку «запасів» довговічності конструкції;
- інтеграція (організаційна, виробничо-технологічна, інформаційна) процесів ТЕ на основі стратегії ТЕ за станом;
- впровадження в завдання управління ТЕ нової інформаційної технології, яка повинна замінити традиційні паперові технології;
- підвищення якості розслідування відмов і авіаційних подій, своєчасне впровадження заходів з їхнього попередження;
- поліпшення профілактичних заходів для попередження відмов і несправностей.

Створення АСУ ТО АТ є однією з найважливіших економічних проблем, спрямованих на:

- впровадження ефективної системи контролю, яка дає змогу забезпечити рівень надійності АТ при збільшенні допустимого напруження;

- скорочення оборотного фонду АТ, агрегатів, вузлів за рахунок зменшення кількості комплектуючих літака, які знаходяться на непродуктивних етапах процесу ТЕ;

- зменшення кількості капітальних ремонтів за рахунок уведення локальних форм ремонту;

- скорочення обсягу робіт з ТО за рахунок упровадження автоматизованих систем контролю ТО АТ і їх комплектуючих.

Створення АСУ ТО АТ повинне ґрунтуватися на принципах побудови сучасних ІС, які дають змогу забезпечити користувачів системи повною і достовірною інформацією з метою проведення робіт, спрямованих на запобігання відмовам АТ у польоті і/або зменшення їх негативних наслідків, скорочення тривалості простоїв літаків через несправність, економію ресурсів різних видів.

Така система є основним джерелом інформації для вирішення завдань галузевого рівня із запобігання небезпечним відмовам і розробці заходів, спрямованих на підвищення надійності АТ.

Стратегічна мета АСУ ТО АТ — забезпечення оптимального рівня надійності АТ і прогнозування її ТС. За ознаками властивостей надійності в АСУ ТО АТ ставляться завдання забезпечення безвідмовності, довговічності, ремонтопридатності, збережуваності літаків та їх комплектуючих.

3.7. Забезпечення якості технічного обслуговування і ремонту

Від якості технічного обслуговування і ремонту ПС безпосередньо залежить безпека і регулярність польотів. Найважливішим завданням інженерно-технічного складу авіапідприємств і організацій з ТО є забезпечення максимально високої якості ТО.

Якість ТО АТ — це сукупність властивостей робіт з підтримання льотної придатності АТ щодо забезпечення їх безпеки і регулярності польотів і максимальної ефективності їх використання. Забезпечення якості ТО АТ — це сукупність заходів з ТО, спрямованих на виконання цих вимог.

Основними чинниками, що визначають якість ТО, є:

- кваліфікація інженерно-технічного персоналу;
- якість організації ТО;
- технічна оснащеність виробництва (ангари, транспорт, виробниче устаткування, енергозабезпечення і т. д.);

- повнота і своєчасність забезпечення процесу ТО запасними частинами, витратними матеріалами, інструментом;
- якість технолого-конструкторського, метрологічного та інформаційного забезпечення;
- методи оцінки якості ТО, що застосовуються в авіапідприємстві (організації) з ТО;
- система оплати праці, матеріального і морального заохочення за високу якість виконаних робіт і покарання робітників за помилки і брак у роботі;
- стан трудової дисципліни;
- рівень соціальних умов для трудового колективу підприємства.

Методи забезпечення високої якості ТО в кожному підприємстві (організації з ТО) застосовуються свої, але незалежно від статусу, відомчої підпорядкованості і форми власності підприємства, в кожному з них створюється система керування і забезпечення якості ТО (скорочено «Система якості ТО»).

Це сукупність організаційної і виробничої структури організації з ТО, де розподілені повноваження і відповідальність у галузі забезпечення потрібного рівня якості ТО, а також процесів і ресурсів, необхідних для здійснення політики організації в галузі якості ТО АТ.

Головні умови дії системи забезпечення якості ТО:

- ✓ повна відповідальність безпосередніх виконавців за якість праці;
- ✓ відповідальність керівників підприємства за забезпечення умов для якісної бездефектної праці авіаційних спеціалістів, підкріплена ефективним контролем якості.

Система якості ТО АТ охоплює всі стадії виробничого процесу ТО:

- матеріально-технічне забезпечення;
- розробка виробничих процесів;
- виконання всіх технологічних операцій;
- контроль стану АТ і якості її ТО;
- метрологічне забезпечення;
- забезпечення і аналіз надійності АТ;
- здачу АТ у ремонт і прийом її від ремонтних підприємств;
- освоєння нової техніки;
- розміщення, зберігання, транспортування і охорону АТ.

Основні принципи забезпечення якості показані на рис. 3.9.



Рис. 3.9. Принципи системи забезпечення якості ТО

Загальне керівництво системою якості ТО здійснює начальник організації з ТО, який:

- визначає політику в галузі якості ТО АТ і погоджує її з іншими напрямками діяльності авіапідприємства;
- розподіляє фінансові, матеріальні та інші ресурси підприємства;
- визначає відповідальність і повноваження підрозділів організації і службових осіб у галузі якості АТ;
- особисто бере участь у періодичних перевірках якості ТО в усіх підрозділах організації.

Заступником начальника з якості є начальник відділу технічного контролю (ВТК). У деяких організаціях ТО може бути організовано службу управління якістю, до складу якої входять і ВТК. У цьому випадку заступником начальника з якості є директор управління якістю.

Заступник начальника з якості забезпечує:

- загальне керівництво з якості ТО;

- збір, узагальнення й аналіз інформації про якість ТО АТ;
- розробку заходів з підвищення якості;
- розробку коригувальних впливів за умови відхилень від заданих норм і контроль за їх виконанням;
- підготовку системи якості ТО до сертифікації організації з технічного обслуговування.

При цьому він організує і контролює:

- доведення політики організації в галузі якості ТО до кожного працівника;
- розробку, впровадження і контроль за функціонуванням системи якості ТО, що забезпечує реалізацію політики з якості;
- перевірку, аналіз ефективності системи якості та її удосконалення;
- діяльність підрозділів організації в галузі якості ТО АТ;
- рекламацийно-претензійну роботу і взаємозв'язок з поставальниками з питань стабільного забезпечення якісним устаткуванням і авіаційно-технічним майном;
- роботу з аналізу витрат і економії якості ТО АТ.

Виняткове право скасовувати рішення заступника начальника з якості надається тільки начальнику організації. Заступник начальника з якості є членом Ради з безпеки польотів і має право контролювати якість матеріалів і якість роботи підрозділів авіапідприємства, що не входять у структуру організації з ТО, якщо ці роботи впливають на якість ТО АТ і безпеку польотів, а також надавати пропозиції керівництву з питань якості ТО.

У процесі ТО кожен виконавець здійснює самоконтроль якості своєї роботи. Подальшими рівнями є контроль його роботи бригадиром, начальником зміни, контролерами ВТК, інспекторами. Контролю підлягають технології і повнота виконаних робіт, якість використовуваних інструментів і матеріалів, дотримання правил техніки безпеки, рівень практичних навичок виконавців.

Забезпечується і контролюється також якість ПММ, інструментів, матеріалів, виробів АТ, інформаційної бази.

Під час оцінки якості ТО враховують:

- повноту виконання правил експлуатації;
- застосування засобів вимірювання і наземного обладнання, інструменту і пристроїв;
- дотримання правил утримання робочого місця;
- дотримання виробничої і технічної дисципліни;

- відношення до виконання службового обов'язку;
- прагнення виконати роботу в строк і з високою якістю;
- виконання норм виробітку і продуктивності праці;
- виконання вимог з економії паливно-енергетичних ресурсів, матеріалів і коштів.

Для кількісної оцінки якості ТО можна використати такі показники якості:

1. Відсоток якості робіт з першого подання, тобто без доробок зауважень контролерів:

$$K_n = \frac{N_1}{N_0} 100\%,$$

де N_1 — кількість робіт, зданих з першого подання; N_0 — загальна кількість поданих робіт.

2. Відсоток ПС (K_R), випущених у рейс без затримок через якість ТО:

$$K_R = \frac{R_1}{R} 100\%,$$

де R_1 — кількість рейсів без затримання через ТО; R — загальна кількість рейсів ПС.

3. Відсоток нальоту парку ПС (K_H) без затримок через якість технічного обслуговування:

$$K_H = \frac{H_1}{H} 100\%,$$

де H_1 — наліт парку ПС без затримок рейсів з причин ТО; H — загальний наліт парку ПС за період, що розглядається.

Система якості організації з ТО АТ регулярно підлягає перевіркам і за наслідками перевірок розробляється (за необхідності) план заходів з удосконалення системи якості ТО АТ.



Контрольні запитання і завдання

1. Поясніть, у чому полягає призначення і суть авіаційної транспортної системи.
2. Розкрийте структуру авіаційної транспортної системи.
3. У чому полягають завдання і принципи системи технічної експлуатації ПС?
4. Назвіть стани процесу технічної експлуатації.

5. Розкрийте суть кожного зі станів процесу технічної експлуатації.
6. З'ясуйте поняття «система технічного обслуговування ПС».
7. Назвіть і коротко поясніть складові частини системи технічного обслуговування і ремонту.
8. Яка мета і основні завдання системи ТО?
9. Охарактеризуйте особливості структури системи ТО на сучасному етапі існування цивільної авіації.
10. Коротко поясніть рівні структури системи ТО.
11. Назвіть функції управління підтримання льотної придатності Державіаадміністрації.
12. Назвіть основні завдання інженерно-авіаційної служби.
13. З'ясуйте обов'язки експлуатантів відносно участі в експлуатації ПС.
14. Поясніть структурні блоки типової організації з ТО.
15. Який склад і функції структурних блоків типової організації з ТО та основні функції їх підрозділів?
16. Розкрийте структуру системи забезпечення ТО організації з ТО і основні функції її підрозділів.
17. Коротко поясніть особливості структури служби ТО іноземних ПС.
18. Яка суть і мета створення автоматизованої системи управління ТО АТ?
19. Якими передумовами пояснюється необхідність створення АСУ ТО АТ?
20. З'ясуйте основні завдання, які повинна вирішувати АСУ ТО АТ.
21. Які переваги має створення АСУ ТО АТ?
22. Назвіть чинники, що визначають якість ТО.
23. Назвіть принципи і їх складові системи забезпечення якості ТО.
24. Укажіть функції заступника начальника з якості.
25. Назвіть показники оцінки якості.

4. ПРОГРАМА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

4.1. Зміст і структура програми технічного обслуговування

Програма технічного обслуговування типу ПС — це документ, який надається розробником ПС, авіадвигунів під час сертифікації типу ПС, який встановлює план, умови і засоби технічного обслуговування, план заходів щодо забезпечення і вдосконалення технічного обслуговування певного типу ПС з початку експлуатації до списання.

Ефективність використання АТ багато в чому залежить від досконалості програм експлуатації. В умовах безперервного збільшення обсягів авіаційних перевезень, ускладнення конструкцій повітряних суден, підвищення вимог до інтенсивності їхнього використання вплив на ефективність експлуатації використовуваних програм є все більш помітним і відчутним.

Структура програми експлуатації ПС визначається відповідно до ієрархічної структури авіаційно-транспортної системи. Цілі програми кожного з рівнів визначаються за принципом ієрархії, який відображає внутрішні взаємозв'язки і супідрядності у вигляді ярусів цілей. Вищому ярусу підпорядковані цілі першого ярусу. Першому ярусу — цілі другого і т.д.

Програма ТО — складова частина програми технічної експлуатації, яка у свою чергу є частиною програми експлуатації ПС. При формуванні програми ТО конкретного типу ПС враховуються як цілі і наявні ресурси на вищих рівнях, так і безпосередні цільові завдання технічної експлуатації, частина з яких реалізується системою ТО.

З упровадженням нових, більш досконалих програм ТО, підвищується надійність роботи ПС, регулярність їх польотів при одночасному істотному скороченні витрат на ТО.

Досконалість програми ТО визначається тим, наскільки повно вона забезпечує відповідність процесу технічної експлуатації об'єктивно існуючому процесу зміни технічного стану зразка АТ.

Успішна розробка таких програм залежить від узгоджених дій усіх організацій і підприємств, що створюють, експлуатують і ремонтують зразки АТ на всіх етапах її життєвого циклу. Роботу щодо забезпечення пристосованості конструкції кожного нового типу літака до прогресивних стратегій ТО і розробку самих стратегій рекомендується виконувати одночасно за єдиними вимогами, єдиним планом у рамках відповідних взаємопов'язаних програм. Ними повинні бути програма забезпечення безпеки польотів, програма надійності (безвідмовності), програма експлуатаційної технологічності і програма ТО літака.

Програма ТО — це документ, що встановлює стратегії, кількісні і якісні характеристики видів і методів ТО, порядок їх коригування в процесі експлуатації.

Програма ТО літака в процесі свого формування складається з кількох етапів:

• *технічне завдання* — документ, який містить вимоги до основних технічних, тактико-технічних і економічних характеристик АТ. Вимоги можуть носити як кількісний, так і якісний характер. Вимоги до системи ТО складають зміст одного з розділів технічного завдання на розробку літака;

• *технічна пропозиція* — сукупність конструкторських документів, які містять матеріали з технічного і техніко-економічного обґрунтування доцільності розробки документації на конкретний тип АТ та її серійне (або тільки дослідне) виробництво на основі аналізу технічного завдання та різних варіантів можливих рішень, порівняльної оцінки рішень з урахуванням конструктивних і експлуатаційних особливостей нового та існуючих типів АТ, а також патентних матеріалів. Аналізу можливих варіантів або обґрунтуванню запропонованих варіантів програми ТО нового літака частіше всього присвячується один із розділів технічної пропозиції;

• *ескізний проект* — сукупність конструкторських документів, які містять принципові схемно-конструктивні рішення, які дають загальне уявлення про устрій і принципи роботи АТ, а також дані, які визначають призначення, основні параметри та габаритні розміри. Відомості про програму ТО викладають в окремій частині ескізного проекту літака;

• *технічний проект* — сукупність конструкторських документів, які повинні містити остаточні технічні рішення, які дають повне уявлення про устрій і характеристики АТ, та вхідні дані для розробки робочої документації;

• *розробка робочої документації* — розробка сукупності документів, призначених для забезпечення виробництва АТ на дослідному або серійному заводі.

На практиці часто об'єднують технічний проект і розробку робочої документації в одну стадію. Це означає завершення розробки необхідної експлуатаційної документації (Програми ТО, Регламенту ТО, Керівництва з експлуатації), а також інших документів, які забезпечують ефективну експлуатацію виробу, до початку етапу державних випробувань.

До стадій розробки належать також стадії випробувань дослідних зразків. Основними з них є заводські та державні випробування.

Заводські випробування — це різновид натурних випробувань, які мають за мету доведення об'єкта випробувань до стану, який

забезпечує безпечне проведення випробувань і визначення характеристик АТ в умовах, що були задані у технічному завданні.

Програма заводських випробувань, яка проводиться конструкторським бюро, передбачає визначення всіх основних характеристик системи ТО, заданих у технічному завданні на розробку літака.

Державні випробування — натурні випробування, метою яких є оцінювання відповідності характеристик об'єкта випробувань вимогам технічного завдання на розробку, в тому числі характеристик програми ТО.

Програма ТО ПС у цілому розглядається як сукупність програм нижчого рівня:

а) залежно від стратегій, які використовуються:

- програми ТО за напрацюванням;
- програми ТО за станом з контролем параметрів;
- програми ТО за станом з контролем рівня надійності;

б) залежно від видів (режимів) ТО:

- програми ТО з оперативних форм;
- програми ТО з періодичних форм;
- програми ТО з ремонтних форм;

в) залежно від конструктивних особливостей ПС:

- програми ТО планера;
- програми авіаційних двигунів;
- програми ТО функціональних систем (гідролічна, паливна, управління та ін.).

Виділяють єдину програму ТО для даного типу ПС, яку розробляють усі відповідальні організації і підприємства, і конкретну програму експлуатанта, яка пристосована до особливостей його організаційного, технічного, матеріального і штатного забезпечення процесу ТО.

Програма ТО експлуатанта розробляється експлуатантом та є комплексним документом, який установлює порядок виконання робіт і заходів з ТО, збереження льотної придатності парку ПС експлуатанта, регламентує організацію, стратегії і методи ТО, які прийняті експлуатантом, відповідальність і взаємовідношення підрозділів експлуатанта, підприємств з ТО та інших організацій, які забезпечують ТО парку ПС експлуатанта за договорами.

Програма ТО експлуатанта містить:

— опис організаційної структури ІАС експлуатанта, функцій, відповідальності і взаємодії підрозділів, які забезпечують збереження льотної придатності ПС експлуатанта;

- умови експлуатації парку ПС експлуатанта;
- льотно-технічні характеристики парку ПС експлуатанта як об'єкта технічної експлуатації;
- план ТО, який регламентує правила призначення і виконання видів і форм ТО, методи і стратегії ТО, які застосовуються, склад і періодичність робіт з ТО і ресурсні обмеження ПС, авіадвигунів і комплектуючих виробів;
- перелік відмов і мінімально допустимого обладнання, з яким дозволений виліт;
- опис системи інформаційного забезпечення ТО, ведення і розповсюдження еталонної експлуатаційної документації;
- опис системи обліку відпрацювання ресурсів ПС, авіадвигунів і комплектуючих виробів та обліку виконання робіт з ТО і директив льотної придатності;
- опис системи договірних взаємовідношень з ТО і матеріально-технічного забезпечення;
- опис системи збору, обробки й аналізу даних про відмови і пошкодження ПС, авіадвигунів і комплектуючих виробів, про випадки порушень льотної придатності і експлуатаційні перешкоди, про обмін інформацією з Державіаадміністрацією і виробником (розробником).

Програма ТО експлуатанта розробляється ІАС експлуатанта відповідно до Авіаційних правил країни, загальної і типової нормативно-технічної документації виробника (розробника). У разі використання як компонентів Програми ТО експлуатанта типової експлуатаційної документації виробника (розробника) вказується посилення на цю документацію і прийняті експлуатантом відмінності від цієї документації.

Програма технічного обслуговування експлуатанта подається до Державіаадміністрації для затвердження за умови:

- оформлення поданої заявки на сертифікацію експлуатанта;
- оформлення поданої заявки на включення в сертифікат експлуатанта нових типів ПС;
- оформлення заявки на подовження строку дії сертифіката експлуатанта;
- внесення за ініціативою експлуатанта змін у погоджену раніше Програму ТО.

4.2. Формування комплексної програми технічного обслуговування повітряних суден

Найсучасніша програма ТО, якою б досконалою вона не була, ще не може забезпечити підвищення ефективності експлуатації зразка АТ. Разом з цією програмою необхідна програма організаційно-технічного забезпечення ТО. При об'єднанні ці дві програми утворюють так звану комплексну програму ТО ПС.

Комплексна програма ТО — це документ, що містить розгорнений виклад прийнятих стратегій і відповідних ним видів (режимів), методів, форм організації ТО ПС у цілому, його функціональних систем, АД і обладнання, що реалізується в конструкції і експлуатаційній документації з урахуванням заданих умов експлуатації. Комплексний характер програми визначається раціональним поєднанням різних стратегій ТО елементів функціональних систем (за напрацюванням, за станом з контролем параметрів, з контролем рівня надійності), а також уведенням широкого кола питань організаційно-технічного забезпечення розробки і впровадження програми стосовно етапів створення, експлуатації і ремонту ПС.

Формування комплексної програми — це багаторівневий процес прийняття рішень, що проходить у часі і пов'язаний з етапами життєвого циклу ПС. При цьому використовується програмно-цільовий підхід. На кожному з етапів формування програми застосовується свій локальний критерій, який не заперечує глобального (загального) критерію на найвищому рівні. Механізм формування комплексної програми ТО полягає в такому. Виходячи з вимог забезпечення заданих значень показників ефективності процесу ТО ПС відносно надійності, регулярності польотів, ефективності використання і економічності, замовник на стадії розробки технічного завдання на проектування нового типу ПС формує вимоги до надійності, експлуатаційної технологічності і комплексної програми ТО. Вимоги до надійності, експлуатаційної технологічності і програми ТО забезпечуються промисловістю на етапах конструювання і побудови ПС, а до програми забезпечення ТО — підприємствами ЦА на етапах підготовки до освоєння експлуатації нового типу ПС.

Розробка програми ТО ПС відповідно до вимог замовника починається в конструкторських бюро на ранніх етапах проектування ПС одночасно з конструюванням планера і функціональних систем.

Робота над програмою ТО проводиться одночасно з розробкою і забезпеченням програм надійності і експлуатаційної технологічності ПС. Взаємодію вказаних програм на стадії створення ПС забезпечує отримання заданого рівня ефективності процесу технічної експлуатації за рахунок раціонального поєднання конструктивно-технологічних рішень, спрямованих на підвищення надійності і експлуатаційної технологічності, з розробкою прогресивних стратегій і видів (режимів) ТО планера, авіадвигунів, функціональних систем і в цілому ПС.

Комплексна програма ТО розробляється відповідно до чинних загальних вимог до програми. Вони визначають призначення, структуру і зміст програми, а також порядок її розробки, оцінювання і коригування на різних етапах створення, випробувань і експлуатації ПС. Відповідно до загальних вимог програма розробляється для конкретного типу ПС і є вихідним нормативним документом для формування і вдосконалення системи ТО, експлуатаційної і ремонтної документації.

Програма ТО відповідно до вимог має низку розділів (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Структура і зміст вимог до комплексної програми ТО ПС

У загальних положеннях програми містяться: підстава для розробки; мета і призначення програми; етапи і терміни розробки і коригування.

Задані умови експлуатації і обмеження, прийняті у процесі розробки програм, містять: умови застосування ПС з урахуванням сезонної потреби і відповідні для них значення середньої тривалості рейсу, кількості посадок, річного і добового нальоту; умови зовнішнього середовища при виконанні ТО; допустимі значення показників безвідмовності і регулярності польотів, надійності АТ, встановлених у технічному завданні і нормативних документах на етапах проектування, випробувань і експлуатації.

Характеристика повітряного судна як об'єкта технічного обслуговування повинна містити: відомості про конструкторсько-компонувальні особливості (доступність, легкоснімність, взаємозамінність, контролепридатність); схеми розміщення зарядно-заправних пристроїв і основних експлуатаційних люків, експлуатаційних роз'ємів основних елементів планера; ресурси (строки служби) зразків АТ; пристосованість конструкції функціональних систем і агрегатів до прогресивних стратегій і методів ТО.

Важливе місце в програмі займає план ТО, який встановлює основні принципи побудови і організації стратегій і видів (режимів) ТО. План складається для об'єктів, які підлягають ТО в процесі експлуатації, і містить такі матеріали:

- типову структуру (номенклатуру і періодичність) видів ТО протягом усього строку служби для характерних умов експлуатації;
- стратегії ТО зразків АТ;
- призначений ресурс (термін служби);
- періодичність і тривалість виконання основних робіт;
- норми витрати запчастин і матеріалів;
- ресурс до першого ремонту і міжремонтний ресурс (для виробів, ТО яких виконується за напрацюванням);
- параметри, які визначають технічний стан об'єкта і значення цих параметрів, значення попереджувальних допусків;
- перелік засобів і методів контролю (для виробів, які обслуговуються за станом з контролем параметрів);
- відомості про роботи, які підлягають виконанню при зберіганні ПС і спеціальні види ТО (сезонне, після особливих випадків польоту і посадки та ін.);

- типові технологічні графіки технічного обслуговування ПС;
- рекомендації із застосування нових методів відновлення деталей під час ТО.

У розділі програми «*Організація і засоби ТО*» викладаються основні питання організаційно-технічного забезпечення, серед яких:

— вимоги до оснащення стоянок, лабораторій, цехів, зокрема переліки засобів наземного обслуговування загального і спеціального застосування, контрольно-перевірної апаратури, засобів діагностування і неруйнівного контролю;

— вимоги до інженерно-технічного складу (перелік спеціальностей і спеціалізацій, чисельність і кваліфікація виконавців); рекомендації з використання методів організації ТО (разовий, поетапний, блочний, агрегатно-вузловий, стендовий і т.д.); вимоги до інформаційного забезпечення ТО (склад і обсяг інформації, частота і форма подання).

Програма містить також розділ «*Показники ефективності ТО*», в якому (для різних етапів життєвого циклу ПС) наводяться значення показників: питома сумарна вартість, трудомісткість і тривалість ТО; середній час і ймовірність відновлення, середня тривалість транзитного обслуговування, середня тривалість і трудомісткість кожного виду ТО, вартість запчастин і матеріалів на 100 год нальоту.

У додатках до програми ТО наводяться матеріали з обґрунтування окремих розділів програми, серед яких: перелік доказової документації; перелік нормативно-технічних документів, які використовуються при розробці програми; мінімальний склад справно-го обладнання і агрегатів, необхідних для відправки ПС у рейс; перелік пошкоджень, при яких ПС підлягає відновленню, перелік заходів з удосконалення системи ТО; план дослідження технічного стану ПС.

4.3. Стратегії технічного обслуговування повітряних суден. Класифікація стратегій

Стратегія — це сукупність прийнятих принципів, правил і керівних дій, що визначають комплексний розвиток експлуатаційних властивостей конструкції АТ, методів організації і виробничо-технічної бази її ТО.

Виділяють такі стратегії:

➤ технічного обслуговування за напрацюванням, за якої перелік і періодичність виконання операцій обумовлюються значенням напрацювання виробу з початку експлуатації або після капітального (середнього) ремонту;

➤ технічного обслуговування за станом, за якої перелік і періодичність виконання операцій визначаються фактичним станом виробу в момент початку технічного обслуговування;

➤ ремонту за напрацюванням, за якої обсяг робіт з розбирання виробу і дефектації його складових частин призначається єдиним для парку однотипних виробів залежно від напрацювання з початку експлуатації і (або) після капітального (середнього) ремонту, а перелік операцій відновлення визначається з урахуванням результатів дефектації складових частин виробу;

➤ ремонту за технічним станом, за якої перелік операцій, зокрема розбирання, визначається за результатами діагностування виробу в момент початку ремонту, а також за даними про надійність цього виробу і однотипних виробів.

Залежно від існуючих можливостей визначення граничного стану працездатності виробів у процесі експлуатації і від прийнятого критерію для встановлення строків їх заміни на ПС відрізняють такі стратегії експлуатації (використання):

— до виробітку ресурсу (строку служби);

— до відмови;

— до передвідмовного стану.

Стратегії обслуговування і ремонту пов'язані зі стратегіями експлуатації (використання) виробів АТ. Для кожної зі стратегій експлуатації можна вибрати цілком визначені, найбільш ефективні стратегії ТО.

Для стратегії експлуатації виробів до виробітку ресурсу (строку служби) найбільш ефективною стратегією технічного обслуговування буде стратегія за напрацюванням. У разі ремонту виробів можливі стратегії за напрацюванням і за технічним станом, що залежить від вигляду виробів і рівня їх контролепридатності при ремонті.

Якщо для виробу обрано стратегію експлуатації до передвідмовного стану, тоді необхідною і обов'язковою умовою її здійснення на практиці є прийняття стратегії обслуговування даного виробу за станом з контролем параметрів і стратегії ремонту за технічним станом. Якщо, навпаки, той або інший виріб обслуговується і ремонтується з контролем параметрів, тоді найбільш ефективною

стратегією експлуатації (використання) такого виробу є стратегія до передвідмовного стану.

Відповідно для виробів, які експлуатуються за стратегією до відмови, найбільш ефективними стратегіями ТО будуть: під час обслуговування — стратегія за станом з контролем рівня надійності, у разі ремонту — можливі стратегії за напрацюванням і технічним станом. Звідси витікає, що окремі вироби, встановлені на сучасних літаках, можна експлуатувати, обслуговувати і ремонтувати, як правило, тільки за однією з указаних стратегій. Для функціональних систем і літака в цілому найбільш імовірно застосування усіх стратегій експлуатації або так званої змішаної стратегії.

Стратегія технічного обслуговування за напрацюванням

При стратегії ТО за напрацюванням виконання профілактичних робіт, спрямованих на попередження відмов і несправностей, здійснюється через суворо визначене напрацювання, незалежно від сумарного напрацювання виробів і їх технічного стану.

Позитивним у такій системі ТО є те, що завчасно відомі обсяги робіт і періодичність їх виконання. Це дає змогу чітко планувати роботи, забезпечувати рівномірне завантаження обслуговуючого персоналу, завчасно комплектувати запасні частини, агрегати, обладнання і витратні матеріали.

Однак система жорстко регламентованого методу виконання профілактик має низку суттєвих недоліків, унаслідок яких значна частина робіт виконується передчасно і багато виробів при цьому не відпрацьовує свого індивідуального ресурсу.

Крім того, простої літаків при ТО також значні, внаслідок чого знижується ефективність використання літаків.

Аналіз технічного стану різних виробів авіаційної техніки показує, що він унаслідок низки чинників не може бути однакоим при одній і тій же кількості годин нальоту. Зміна технічного стану виробів значною мірою обумовлюється їх початковим станом, який закладається при виробництві, а також умовами експлуатації.

До виробничих або технологічних чинників, які впливають на зміну технічного стану виробів в експлуатації, можна віднести: неоднакову якість конструкційних матеріалів, монтаж сполучених пар з різними зазорами в межах поля допусків та ін. До експлуатаційних чинників належать, передусім, розбіжна протяжність авіаліній, кліматичні умови, стан злітно-посадкових смуг, якість паливно-мастильних матеріалів та ін.

Тому призначення фіксованого терміну і обсягу виконання профілактик при ТО і заміні виробів є неефективним методом підтримки даного рівня надійності. Крім того, через невикористання індивідуальних можливостей виробів стають відносно високими витрати на обслуговування і ремонт. Основна маса профілактичних робіт при ТО виконується передчасно. Водночас для частини виробів такі роботи виконуються із запізненням, що призводить до їх відмови в польоті. Недостатнє використання при цьому засобів діагностування і методів прогнозування зміни технічного стану не дає змоги в багатьох випадках своєчасно виявляти відхилення у зміні технічного стану виробів і спричинює їх відмову в польоті.

Стратегія технічного обслуговування за станом з контролем параметрів

Стратегія ТО за станом з контролем параметрів є сукупністю правил з визначення режимів і регламенту діагностування виробів та ухвалення рішень про необхідність їх обслуговування, заміни або ремонту на основі інформації про фактичний технічний стан. За такої стратегії ТО виробу і системи літака експлуатуються (використовуються) до передвідмовного стану.

Для виявлення передвідмовного стану виробів може використовуватися принцип призначення попереджувальних допусків на діагностичні параметри. При цьому під попереджувальним допуском розуміють сукупність значень параметрів, що містяться між граничним η_2 і передвідмовним η_1 рівнями параметра. Вихід параметра за граничний рівень означає відмову. Досягнення передвідмовного рівня означає необхідність виконання профілактичних робіт або заміни виробів (рис. 4.2).

Реалізація стратегії ТО за станом з контролем параметрів потребує встановлення кількісних зв'язків між значеннями попереджувальних допусків $\Delta\eta = \eta_2 - \eta_1$ на кожен з контрольованих параметрів виробу і періодичністю їх перевірок $\Delta t = t_2 - t_1$. Вочевидь, що при заданому випадковому процесі $\eta(t)$, граничному рівні η_2 і допустимій імовірності відмови кожному фіксованому значенню попереджувального допуску $\Delta\eta$ відповідає конкретна величина періодичності перевірок Δt . При цьому чим більші ці величини, тим менші витрати на перевірки (рідші перевірки) і більші витрати на заміну і ремонт (частіші заміни), і навпаки. Оптимальний варіант обирається за умови забезпечення мінімальних сумарних питомих витрат C_{\min} на перевірку, заміну і ремонт виробу.

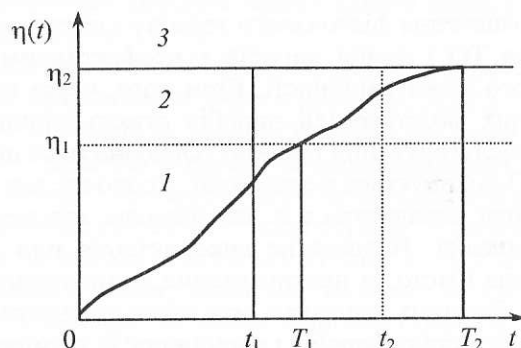


Рис. 4.2. Принцип призначення попереджувальних допусків:
1 — область справного і працездатного стану; 2 — область несправного стану; 3 — область несправного і непрацездатного стану;
 t_1 і t_2 — моменти першої і другої перевірок; T_1 і T_2 — моменти перетину реалізацією випадкового процесу $\eta(t)$ рівнів η_1 і η_2

Для кожного з виробів знаходяться функції виду $C = f(\Delta t)$, які використовуються під час розв'язання задачі групування операцій ТО, зокрема операцій діагностування, в оптимальні форми регламенту для ПС у цілому. Сферу застосування стратегії обслуговування і ремонту з контролем параметрів доцільно обмежити системами і виробами, які з міркувань безпеки польотів не можна допустити до експлуатації до відмови, а за економічними міркуваннями — до експлуатації за виробітком установленого міжремонтного ресурсу. До них належать дорогі системи і вироби з високою функціональною значущістю, які мають недостатню міру резервування і які водночас мають високий рівень експлуатаційної технологічності і контролепридатності.

Оперативний контроль технічного стану повинен забезпечувати: сигналізацію про наявність відмови, працездатний стан, необхідність проведення попереджувальних робіт для забезпечення екстремуму вибраного критерію якості; короткострокове прогнозування працездатності на заданий інтервал часу в разі сигналізації про необхідність проведення попереджувальних робіт; пошук знімного функціонального елемента, який підлягає заміні; оцінку технічного стану виробів для збору інформації про їх поведінку.

Традиційний і найбільш поширений підхід до визначення технічного стану полягає в тому, що вибирається деяка сукупність параметрів, проводяться вимірювання, результати яких порівнюються

із заданими межами області працездатності. За умови належності кожного з параметрів заданій для нього області приймається рішення про працездатність виробу. Якщо хоча б для одного з параметрів ця умова не виконується, об'єкт визнається непрацездатним.

Характерна особливість даної стратегії ТО — відсутність міжремонтних ресурсів виробів.

Рішення про продовження експлуатації до наступної перевірки або про необхідність заміни (регулювання) виробу приймається за результатами безперервного (рис. 4.3) або періодичного (рис. 4.4) контролю параметрів, які визначають технічний стан.

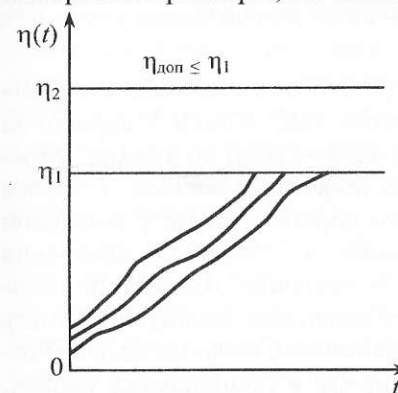


Рис. 4.3. Взаємозв'язок стратегій обслуговування за станом з безперервним контролем параметрів з допусками на діагностичні параметри η_1 і η_2 ($\eta_{\text{доп}}$ — допустиме значення параметра)

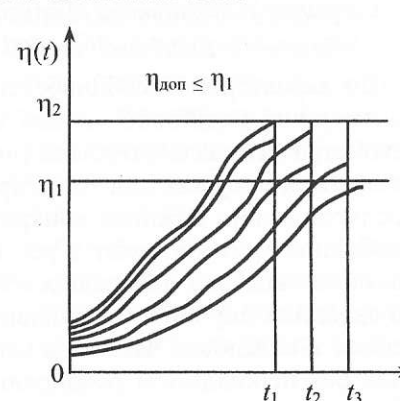


Рис. 4.4. Взаємозв'язок стратегій обслуговування за станом з періодичним контролем параметрів з допусками на діагностичні параметри η_1 і η_2 ($\eta_{\text{доп}}$ — допустиме значення параметра; t_1, t_2, t_3 — моменти перевірок)

Необхідні умови для застосування стратегії ТО за станом з контролем параметрів витікають з вимог безпеки польотів, регулярності відправлень та економічності експлуатації.

Безпека польотів досягається в результаті забезпечення заданого рівня безвідмовності конструкцій підвищеної живучості, оцінки і прогнозування рівня працездатності при експлуатації, виявлення відмов і несправностей на ранніх стадіях їх розвитку, індикації відмов і передвідмовних станів, використання методів і засобів технічного діагностування.

Регулярність відправлень досягається за рахунок швидкого виявлення виниклих відмов і несправностей, створення потрібних рівнів експлуатаційної технологічності (контролепридатності, доступності, легкознімності, взаємозамінюваності), що дають змогу оперативно відновити працездатність системи або виробу.

Економічна ефективність експлуатації досягається вибором оптимальної стратегії ТО, що забезпечує екстремальні значення цільової функції (мінімум питомої вартості ТО і максимум коефіцієнта використання літака) при заданому рівні надійності функціональних систем і виробів.

Стратегія технічного обслуговування за станом з контролем рівня надійності

До характерних особливостей стратегії обслуговування з контролем рівня надійності можна віднести такі. Кожен з виробів за такої стратегії експлуатується (використовується) до відмови. Міжремонтних ресурсів для цих виробів не встановлюється. Технічне обслуговування кожного конкретного виробу полягає у виконанні необхідного обсягу робіт з регулювання, калібрування, виявлення виниклих відмов і несправностей та їх усунення. Для конструктивно складних виробів може виявитися доцільним виконувати заміну деяких зі складових частин за напрацюванням, якщо ця заміна можлива без необхідності розбирання виробу в стаціонарних умовах. Стосовно всього парку однотипних виробів здійснюється контроль рівня надійності. У разі, коли фактичний рівень надійності того або іншого типу виробів нижчий за нормативний, проводиться ретельний аналіз причин відхилення і здійснюються заходи щодо його підвищення.

Упровадження технічного обслуговування виробів з контролем рівня надійності передбачає вирішення низки організаційних і технічних завдань, серед яких: організація оперативного збору і обробки інформації про надійність, що дає змогу визначати фактичні рівні надійності експлуатованих типів виробів; розробка методу встановлення нормативних значень рівнів надійності для кожного типу виробів; організація оперативного порівняння фактичного рівня надійності з нормативним і виконання аналізу можливих наслідків; створення комісії для ухвалення рішень про можливість продовження експлуатації виробів того або іншого типу до відмови і розробки заходів щодо підтримки рівня їх надійності. Серед таких

заходів: призначення додаткових робіт з ТО; зміна періодичності контролю надійності; зміна умов або режимів експлуатації; виконання конструкторських доопрацювань; перехід на стратегію ТО за напрацюванням.

Сферу застосування даної стратегії обслуговування доцільно обмежити виробами: 1) відмови яких не впливають на безпеку польоту, що встановлюється на підставі аналізу надійності систем при виборі і призначенні стратегій технічного обслуговування; 2) для яких існує експоненційний розподіл імовірності безвідмовної роботи; 3) надійність яких дозволяє забезпечити виконання вимог з регулярності польотів і економічної ефективності процесу технічної експлуатації літака; 4) які мають високу експлуатаційну технологічність, у тому числі легкознімність, доступність, взаємозамінність; 5) витрати на експлуатацію яких повністю (при обслуговуванні з контролем рівня надійності) не перевищують витрат на планово-профілактичне технічне обслуговування; 6) які мають індикацію відмов бортовими або наземними засобами контролю з мінімальними трудовими витратами в заданий час.

Стратегія технічного обслуговування за станом з контролем рівня надійності найбільш поширена для виробів функціональних систем літаків, зокрема для систем кондиціонування повітря і регулювання тиску, протиобмерзальної, гідравлічної і паливної систем, агрегатів силової установки.

Контроль рівня надійності сукупності однотипних виробів здійснюється статистичними методами. Даним видом контролю охоплюються, як правило, більшість агрегатів і вузлів незалежно від вживаної для них стратегії ТО. Однак лише для стратегії технічного обслуговування з контролем рівня надійності цей вид контролю є основним механізмом в управлінні надійністю виробів.

За такої стратегії обслуговування критерієм технічного стану сукупності однотипних виробів систем літаків є рівень надійності, що виражається відповідним показником. Такий показник повинен нести максимум інформації про технічний стан виробів, бути зручним для проведення оперативного порівняльного аналізу, а також бути критичним до змін процесу технічної експлуатації парку літаків (зміни умов експлуатації, рівня відновлення функціональних систем). Найповніше цим вимогам в умовах експлуатації АТ відповідають такі показники: параметр потоку відмов ω і кількість відмов виробів, що припадає на 1000 год нальоту K_{1000} .

Особливе місце при вживанні стратегії технічного обслуговування з контролем рівня надійності займає вибір і призначення нормативного (допустимого) рівня надійності $R_{\text{доп}}$, який встановлюється для кожного типу виробу з урахуванням вартісних витрат на технічне обслуговування та ремонт і залежить від парку контрольованих літаків (обсягу вибірки). Завдання визначення $R_{\text{доп}}$ розв'язується з урахуванням забезпечення ефективності використання авіаційної техніки за критерієм мінімальних витрат $C = f(R_{\text{доп}})$.



Контрольні запитання і завдання

1. Розкрийте суть поняття «програма ТО».
2. Охарактеризуйте етапи формування програми ТО.
3. Назвіть та поясніть складові частини програми ТО експлуатанта і принципи її створення.
4. Що розуміють під комплексною програмою ТО?
5. Розкрийте механізм формування комплексної програми ТО.
6. Охарактеризуйте структуру і зміст вимог до комплексної програми ТО.
7. Які матеріали містить план ТО?
8. Дайте визначення поняття «стратегія ТО».
9. Назвіть види стратегій ТО.
10. Охарактеризуйте суть стратегій ТО за напрацюванням.
11. У чому полягають недоліки стратегії ТО за напрацюванням?
12. З'ясуйте суть стратегії ТО за станом з контролем параметрів.
13. Поясніть принципи призначення попереджувальних допусків.
14. Охарактеризуйте сферу застосування стратегії ТО з контролем параметрів.
15. Поясніть взаємозв'язок стратегій обслуговування за станом з безперервним і періодичним контролем параметрів.
16. Охарактеризуйте суть стратегії ТО за станом з контролем рівня надійності.
17. Яка сфера застосування стратегії ТО за станом з контролем рівня надійності?
18. Назвіть організаційні і технічні заходи для впровадження стратегії ТО за станом з контролем рівня надійності.
19. З'ясуйте критерії технічного стану при використанні стратегії ТО за станом з контролем рівня надійності.

Частина II

ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

5. ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ЗМІНУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ТА АВІАДВИГУНІВ

5.1. Загальна характеристика умов експлуатації повітряних суден та авіадвигунів

У процесі експлуатації ПС їхні вузли, агрегати і деталі зазнають постійного впливу низки чинників, що по-різному впливають на їхній технічний стан, а отже, і на експлуатаційну надійність і працездатність. Усю сукупність чинників, які характеризують реальні умови експлуатації та здійснюють вплив на технічний стан ПС, можна поділити на об'єктивні та суб'єктивні.

До об'єктивних належать: вплив навколишнього середовища, механічні та інші зовнішні впливи на елементи конструкції та комплектуючі вироби функціональних систем.

До суб'єктивних належать такі, які тією чи іншою мірою залежать від людини. Сюди можна віднести вибір схеми конструктивного вирішення під час проектування; вибір матеріалів і конструкції елементів; режими нормальної експлуатації; стратегію, методи і режими технічного обслуговування та ін. Як правило, ці чинники спричиняють виникнення раптових відмов.

З іншого боку, чинники, що впливають на зміну технічного стану ПС, можна поділити на конструктивно-виробничі, які визначають початкову якість об'єктів, і експлуатаційні, що відбивають зміну технічного стану в процесі експлуатації.

До конструктивно-виробничих чинників належать:

- вибір схемних і конструктивних рішень, елементів і матеріалів;
- технологія виготовлення деталей і вузлів, складання й випробування об'єктів;

- якість виробництва;
- характеристики поточного і вихідного контролю.

Вирішальну роль у зміні технічного стану і надійності ПС відіграють експлуатаційні чинники. Саме в процесі експлуатації і виявляється рівень цієї надійності.

Повітряні судна експлуатуються у специфічних умовах, які значно відрізняються від роботи наземних видів транспорту. Ця специфічність полягає в такому:

- значне ускладнення умов роботи, тобто підвищення кількості діючих навантажень і їх абсолютних величин (температури, тиску, вібрації та ін.);
- швидка зміна в часі і просторі діючих на ПС чинників (напруги, температури);
- широкий діапазон зміни цих чинників (аеродинамічні навантаження, перевантаження, температури та ін.).

5.2. Класифікація експлуатаційних чинників, які впливають на технічний стан повітряних суден та авіадвигунів

Експлуатаційні чинники можна поділити на кілька груп.

Групи навантажувальних (об'єктивних) чинників, пов'язаних з особливостями застосування ПС і умовами його льотної експлуатації:

1. Зовнішні навантаження: аеродинамічні навантаження, перевантаження, тиски, вібрації, акустичні навантаження, аеродинамічне нагрівання, нагрівання від працюючої силової установки, електричні навантаження.

2. Режими роботи авіаційних двигунів і функціональних систем.

Групи чинників, що характеризують зовнішні умови:

1. Кліматичні умови: температура, тиск і вологість атмосферного повітря, їх добове і річне коливання, зміни і перепади по висоті і довжині траси, опади (дощ, сніг, лід, туман), насиченість повітря агресивними речовинами (солі, луги й ін.).

2. Умови, що характеризують стан аеродромів: запорошеність атмосфери, якість покриття злітно-посадкових смуг і рулильних доріжок (РД), ступінь їхньої чистоти, наявність на них опадів і т. д.

3. Біологічні чинники: цвіль, комахи, гризуни, птахи. Цвіль викликає гниття матеріалів органічного походження. Гризуни і комахи засмічують системи й агрегати, поїдають ізоляцію, деталі обробки і т. д. Птахи попадають у двигун, пошкоджують скло й обшивку.

Групи людських чинників:

1. Умови льотної експлуатації, якість роботи льотного складу: кількість зльотів і посадок, використання режимів польоту і режимів роботи двигунів, уміння правильно діяти в особливих випадках і особливих умовах польоту, уміння правильно готуватися до польоту і правильно його розраховувати тощо.

Ці чинники залежать від ступеня навченості і тренованості льотного складу.

2. Якість технічного обслуговування: організація експлуатації, кваліфікація інженерно-технічного складу, якість і своєчасність виконання робіт з обслуговування і ремонту, особливості транспортування і збереження.

У процесі виконання робіт з технічного обслуговування, з одного боку, поліпшується стан систем, агрегатів і вузлів ПС і попереджаються несправності (уведення мастил, регулювання параметрів і т. п.), з іншого боку, внаслідок неякісного виконання роботи може погіршитись їх технічний стан і навіть з'явитися несправність.

Залежно від характеру впливу на технічний стан агрегатів і систем можна виділити ще дві окремі групи чинників.

1. Якість застосованих матеріалів (паливно-мастильних та ін.): ступінь їх окиснення і старіння, забруднення сторонніми частинками, наявність вологи і т. д.

2. Часові чинники. Це в першу чергу процес старіння, тобто процес повільної зміни фізико-хімічних властивостей матеріалів. Швидкість процесу старіння може змінюватись під впливом зовнішніх чинників: тепла, вібрації, кисню, озону, вологи і т. д.

Для багатьох матеріалів процес старіння протікає без видимих ознак погіршення властивостей матеріалів. Ці зміни накопичуються і в окремих випадках можуть призвести до раптового стрибка — руйнування. Найбільшою мірою процесу старіння піддаються матеріали органічного походження.

У кожному з трьох станів, у яких може знаходитися ПС (у польоті, на землі, при технічному обслуговуванні), на його системи і агрегати діє специфічна для даного стану група чинників, причому ступінь їх впливу різний.

Так, у польоті на системи, агрегати і деталі ПС діють експлуатаційні чинники, пов'язані з особливостями застосування й умовами його льотної експлуатації, кліматичні і пов'язані з роботою льотного складу чинники, якість ПММ.

До чинників, що діють на ПС на землі, належать кліматичні, біологічні, часові, стан аеродромів і т. д.

Вплив експлуатаційних чинників на технічний стан об'єктів виявляється у вигляді відхилень від номіналу їхніх параметрів унаслідок зношення, старіння деталей і розрегулювання агрегатів. Ці чинники спричиняють виникнення поступових відмов.

5.3. Класифікація пошкоджень і відмов виробів авіаційної техніки за принципом однорідності фізичної суті процесів та характером їх виявлення

Перераховані вище експлуатаційні чинники зумовлюють протікання різних процесів, які змінюють технічний стан об'єктів і призводять до повної або часткової втрати працездатності. Виділяють три основних види процесів, які погіршують працездатність пристроїв: швидкоплинні, середньої швидкості та повільноплинні.

Швидкоплинним процесам властиві періодичність зміни, яка вимірюється зазвичай частками секунд. Ці процеси закінчуються в межах циклу машини і знову виникають у наступному циклі. До них можна віднести вібрацію вузлів, зміну сил тертя в рухомих з'єднаннях, коливання робочих навантажень та інші процеси, які впливають на взаємоположення вузлів у кожний момент часу і порушують цикл роботи машини.

Виникнення швидкоплинних процесів зумовлюється складними фізичними взаємодіями, які виникають під час роботи механізмів, у разі тертя в напрямних елементах тощо.

На ПС до швидкоплинних процесів можна віднести вібрації, викликані нерівноваженістю мас двигунів і обертових агрегатів; вібрації трубопроводів, обумовлені як механічними коливаннями, так і параметричним збудженням; зміни сил тертя в підшипниках, рухомих елементах агрегатів, наприклад, насосів; пульсації тиску робочої рідини внаслідок нерівномірного подання її насосом; акустичні коливання, спричинені вихлопним струменем газу.

Процеси середньої швидкості проходять під час безперервної роботи машини, їх тривалість вимірюється зазвичай у хвилинах або годинах. Вони призводять до одноманітної зміни початкових параметрів машини. Цим самим зумовлюється виникнення параметричних або повільних несправностей і відмов.

Як приклади можна навести зміни температури навколишнього середовища і робочої рідини в системах у польоті; зміну температури робочих вузлів двигунів і корпусу; зміну тиску повітря усередині і поза герметичними кабінами. Всі ці зміни належать до оборотних процесів.

З необоротних процесів даного типу можна назвати процес зміни фізичних властивостей робочої рідини, хід якого прискорюється при підвищенні температури; зміну фізичних властивостей органічних матеріалів, гуми та інші процеси.

Повільні процеси проходять упродовж усього періоду експлуатації машини. До таких процесів належать систематичний знос усіх робочих елементів, які зазнають тертя; знос підшипників; елементи конструкції планера, агрегатів, трубопроводів, з'єднань; корозія; старіння гумових виробів, пластмас та ін.

Ці процеси впливають на втомлювальну міцність матеріалів, точність роботи агрегатів, механізмів, зміну ККД двигунів, насосів та інших виробів.

Однак усі ці зміни відбуваються відносно повільно. Усі зазначені процеси характеризуються випадковими функціями, для яких характерне розсіювання значень відповідних параметрів. Тому для їх вивчення й аналізу використовують математичний апарат теорії ймовірності, математичної статистики і теорії випадкових функцій.

Отже, зміна параметрів і характеристик елементів у часі є наслідком фізико-хімічних процесів, що відбуваються в них. Процес виникнення відмови являє собою, як правило, деякий часовий процес, внутрішній механізм і швидкість якого визначаються властивостями матеріалу, напружками, впливом кліматичних та інших чинників.

Розмаїття і стохастичний характер впливу експлуатаційних чинників на об'єкти авіаційної техніки призводить до того, що за одного й того ж напруження або тривалості експлуатації об'єкти мають різний фактичний технічний стан, що, повинно враховуватися при розробці стратегій технічного обслуговування і ремонту цих об'єктів.

Залежно від діючих навантажень і фізичної сутності процесів, що протікають, типові відмови і пошкодження виробів АТ можна класифікувати за такими групами:

1. Тріщини, деформації і руйнування, викликані дією багаторазово повторюваних в експлуатації навантажень. Ці відмови і пош-

кодження поширені у вигляді втомлювальних тріщин. Вони виникають в обшивці і елементах внутрішнього силового набору. Дуже небезпечні тріщини на силових панелях крила в ділянці впливу зосереджених навантажень (наприклад, вузли навішування шасі і закрилків), а також у місцях концентрації напруг (наприклад, зміни товщини у лонжеронах).

У загальному випадку розвиток тріщин має характер, аналогічний зносу, із трьома вираженими зонами інтенсивності їхнього розвитку (рис. 5.1).

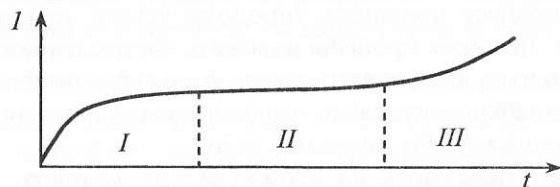


Рис. 5.1. Типовий характер розвитку розміру втомлювальної тріщини в обшивці планера:
 l — розмір тріщини; t — напрацювання

Перша зона характеризується спочатку високою, а потім поступово спадною швидкістю; *друга* зона — період сталого розвитку тріщини; *третья* зона — катастрофічне збільшення тріщини, що закінчується руйнуванням елемента.

В експлуатації на основі ретельного аналізу надійності і живучості конструкції встановлюються граничнодопустимі розміри тріщин.

2. Пошкодження у вигляді тріщин, деформацій і руйнувань, викликані випадками надмірного навантаження ПС в експлуатації. Вони є нелокальними, а загальними залишковими пошкодженнями основних частин планера. Надмірні перевантаження можуть виникнути в результаті грубих посадок, влучення в зону грозової діяльності та турбулентної атмосфери, неприпустимих маневрених перевантажень та ін.

3. Корозійні пошкодження і руйнування лакофарбових та інших видів захисних покриттів.

4. Різні види механічного зносу, що виникають від тривалого впливу змінних експлуатаційних навантажень, наприклад, люфти рухливих з'єднань і заклепувальних швів, потертості елементів конструкції та ін.

5. Несправності, що виникають унаслідок старіння деталей, виготовлених з органічних матеріалів (скла, гуми, пластмас та ін.). Процесу старіння сприяють кліматичні чинники (опаді, температура і її зміни, сонячна радіація, вологість та ін.), чинники навколишнього середовища (насиченість атмосфери солями, пил, бруд та ін.). Цей процес відбувається приховано і найчастіше виявляється у вигляді пошкоджень раптово.

6. Різні механічні пошкодження обшивки, підлог та інших елементів, викликані недбалістю при технічному і комерційному обслуговуванні, під час ремонту та ін.

Перераховані несправності і пошкодження впливають на довговічність виробів АТ і лімітують міжремонтні і призначені ресурси.

5.4. Технологічні процеси технічного обслуговування повітряних суден

У процесі експлуатації АТ виконується комплекс робіт, пов'язаних з підтримкою і відновленням за необхідності і можливості її справного та працездатного стану. Залежно від призначення роботи з технічного обслуговування можна поділити на такі види:

1. Роботи з контролю технічного стану:
 - візуальна дефектація;
 - дефектація із застосуванням фізичних методів неруйнівного контролю;
 - перевірка параметрів стану об'єктів;
 - перевірка функціонування і робочих параметрів об'єктів.
2. Відновлювальні роботи:
 - ремонтні;
 - регулювальні;
 - роботи з кріплення;
 - заміна виробів шляхом демонтажу-монтажу.
3. Заправно-змащувально-підготовчі роботи:
 - заміна і відновлення мастила;
 - заправка і дозаправка ПММ, спецрідинами та газами;
 - кондиціонування кабін;
 - консервація виробів.
4. Очищувальні роботи:
 - видалення забруднення на поверхні;
 - очищення і промивання виробів (наприклад, фільтрів);

- очищення обмерзання;
- очищення корозії;
- видалення скупчення вологи;
- розконсервація виробів.

5. Допоміжні роботи:

- забезпечення доступу до об'єктів обслуговування;
- демонтажно-монтажні роботи для проведення ТО;
- очищення виробів перед початком обслуговування;
- піднімання та «вивішування» літака;
- підготовка і прибирання робочого місця та інструменту.

6. Підготовчі роботи перед вильотом.

Більшість робіт повторюються майже на всіх експлуатованих типах ПС та виконуються відповідно до установленого для кожного типу ПС регламенту. Вони є типовими. Роботи, які виконуються лише на окремих типах ПС, у міру особливостей їх конструкції або умов експлуатації, належать до нетипових. Наявність переліку типових робіт полегшує процес формування базової програми технічного обслуговування новостворюваних типів ПС.

6. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

6.1. Допуск інженерно-технічного складу до робіт на авіаційній техніці

У зв'язку з високими вимогами до безпеки польотів до виконання робіт з технічного обслуговування допускається авіаційний персонал, який має відповідну професійну, авіаційно-технічну підготовку до певних видів робіт з ТО конкретного типу повітряного судна, відповідне посвідчення, видане або визнане Державною авіаційною адміністрацією (Державіаадміністрацією).

Авіаційному персоналу відповідно до спеціальностей та кваліфікацій оформлюють допуск до виконання:

- регламентних робіт з оперативного та періодичного ТО типу ПС;
- робіт з ТО окремих систем, комплексів, зон ПС, видів авіаційного та радіоелектронного обладнання (АіРЕО), лабораторних перевірок і ремонту АіРЕО;

- запуску та випробування двигунів;
- буксирування ПС;
- технічного обслуговування ПС на транзитних аеродромах;
- окремих ремонтних робіт;
- вантажопідйомних робіт;
- метрологічної перевірки засобів вимірювання та експертизи документації;
- інших постійних та разових робіт, визначених керівництвом підприємств ТО.

Посвідчення авіаційного спеціаліста з ТО видається Державіаадміністрацією та існує трьох видів:

— посвідчення 1-ї категорії (С) дає авіаційному спеціалісту право інспектувати ПС, засвідчувати придатність до польотів ПС (його компонентів) та якість робіт з ТО;

— посвідчення 2-ї категорії (В) дає авіаційному спеціалісту право самостійно виконувати роботи з оперативного, періодичного видів ТО та окремих видів ремонту й обслуговування ПС в обсязі, передбаченому допусками, внесеними в посвідчення, та засвідчувати придатність до польотів ПС та його компонентів після ТО й усунення несправностей;

— посвідчення 3-ї категорії (А) дає авіаційному спеціалісту право виконувати роботи з ТО під керівництвом фахівців, які мають посвідчення 1-ї або 2-ї категорії та засвідчувати відповідність виконаної роботи вимогам нормативно-технічної документації (НТД).

Допуски на конкретні види робіт вносяться у посвідчення наказом керівництва експлуатанта, підприємств ТО на основі існуючої документації відповідно до вимог чинних правил у встановленому порядку.

Для отримання посвідчення авіаційний персонал повинен мати відповідну професійну, авіаційно-технічну підготовку та стаж практичної роботи, які передбачені авіаційними правилами України для відповідної категорії Сертифікату.

Професійна підготовка авіаційного персоналу з технічної експлуатації ПС проводиться у вищих, середніх та спеціальних навчальних закладах відповідного профілю та засвідчується дипломом.

Авіаційно-технічна підготовка авіаційного персоналу з технічної експлуатації авіаційної техніки (АТ) охоплює:

- спеціальну авіаційно-технічну підготовку;
- підготовку до експлуатації в сезонних умовах;
- технічну підготовку;
- самостійну підготовку;
- стажування (освоєння практичних навичок та технологічних прийомів роботи на авіаційній техніці).

Спеціальна авіаційно-технічна підготовка проводиться у вищих та середніх навчальних закладах, навчальних центрах та інших організаціях, які мають відповідний сертифікат, виданий або признаний Державіаадміністрацією.

Спеціальна авіаційно-технічна підготовка охоплює:

- первинне вивчення конкретних типів ПС, авіаційних двигунів та комплектувальних виробів (КВ);
- вивчення модифікацій типів ПС, авіадвигунів та інших КВ;
- вивчення методів та засобів контролю стану та діагностування ПС, АД та КВ;
- вивчення технологічних процесів ТО та управління якістю технічного обслуговування;
- вивчення методів аналізу та оцінки показників надійності КВ та складних систем ПС;
- вивчення автоматизованих інформаційно-керувальних систем;
- вивчення авіаційних правил України.

Мінімальні програми з визначенням періодичності та тривалості кожного виду спеціальної авіаційно-технічної підготовки затверджуються Державіаадміністрацією.

Після закінчення спеціальної авіаційно-технічної підготовки авіаційний персонал отримує посвідчення.

Підготовка авіаційного персоналу до експлуатації ПС у сезонних умовах (весняно-літнього та осінньо-зимового періодів) проводиться в інженерно-авіаційній службі (ІАС) експлуатантів, аеропортів та підприємств ТО за програмами підприємств, розроблених на основі типових програм.

До поточної технічної підготовки належать:

- вивчення експлуатаційної документації, яка регламентує роботу ІАС та технічну експлуатацію ПС;
- вивчення інформації з надійності АТ у випадках порушення льотної придатності та при експлуатаційних перешкодах, методів виявлення, усунення та попередження відмов і несправностей;

- повторне вивчення конструкції та експлуатаційної документації систем і виробів ПС, експлуатація яких потребує підвищеної уваги;

- придбання навичок за новими видами робіт.

Поточна підготовка проводиться безпосередньо в ІАС експлуатантів, аеропортів та підприємств ТО згідно з типовими програмами, затвердженими Державіаадміністрацією, з додатками, зумовленими особливостями конкретного підприємства.

Допуск до стажування та стажування авіаційного спеціаліста виконують на основі документа про закінчення спеціальної авіаційно-технічної підготовки в обсязі оформленого завдання, яке видане кожному спеціалісту за встановленою формою. Стажування спеціалістів дозволяється проводити на базі експлуатантів або підприємств ТО, які мають сертифікат на проведення ТО відповідного типу ПС та досвід з його експлуатації. Після закінчення стажування спеціалісту видають висновок про підсумки стажування, який підписує керівник підприємства ТО (ІАС), де виконувалося стажування.

Самостійна підготовка авіаційного спеціаліста проводиться за темами або дисциплінами згідно з індивідуальними завданнями, які видаються безпосередньо керівниками. Перевірка знань за вивченими темами виконується під час проведення заліків у період підготовки до експлуатації АТ у сезонних умовах, а також на заняттях з технічної підготовки.

До керівництва підрозділів ІАС (підприємств ТО), які безпосередньо виконують роботи з ТО, допускаються найбільш підготовлені спеціалісти, які мають необхідну кваліфікацію, досвід роботи на відповідних типах ПС, АД та комплектуючих виробів, допуск до робіт, що виконуються підрозділом, а також ті спеціалісти, які можуть організувати роботу підлеглого персоналу.

При переході авіаційного спеціаліста на інше підприємство допуск, який він мав, зберігає силу. У разі перерв у роботі спеціаліста на даному типі ПС або його системах на певних роботах більше року допуск до ТО втрачає силу. Його відновлюють після повторного стажування та заліків.

Авіаційний спеціаліст може бути позбавлений допуску до виконання робіт з ТО повністю або частково в установленому порядку за умови порушення правил ТО, які виявлені під час інспектування, контролю якості ТО або які призвели до відмов ПС, АД та комплектуючих виробів.

Відповідальність за відповідність авіаційного спеціаліста сертифікаційним вимогам та допуск його до робіт з ТО у межах, дозволених даному спеціалісту особовим сертифікатом, покладається на керівників ІАС експлуатантів, аеропортів, підприємств ТО і служб управління якістю.

Порядок відповідності сертифікаційних документів, виданих в інших державах, визначає Державна авіаційна адміністрація.

6.2. Основні правила технічної експлуатації повітряних суден

Технічна експлуатація повітряних суден виконується згідно з основними правилами, виконання яких обов'язкове для керівного інженерно-технічного та льотного складу, робітників інших служб авіаційних підприємств. Під час технічної експлуатації ПС слід виконувати такі основні правила:

- дотримуватися експлуатаційних обмежень, установлених нормативними документами для ПС, двигунів та комплектуючих виробів;
- у польоті та під час перевірки працездатності і правильності функціонування систем та обладнання на землі використовувати тільки встановлені експлуатаційною документацією режими роботи;
- своєчасно, у повному обсязі та високоякісно виконувати роботи при технічному обслуговуванні і зберіганні;
- використовувати при ТО такі засоби контролю і наземного обслуговування, устаткування і маркований інструмент, які передбачені експлуатаційною документацією та пройшли метрологічні перевірки;
- використовувати паливно-мастильні матеріали (ПММ), спецрідини, гази, витратні матеріали, передбачені експлуатаційною документацією для даного типу ПС;
- виконувати правила контрування, запобігаючи відкриванню, відкручуванню та випаданню деталей;
- запобігати механічним пошкодженням під час запуску та опробування двигунів, демонтажно-монтажних та інших робіт;
- використовувати для зльоту та посадки, руління та стоянки ПС тільки передбачені та якісні штучні та ґрунтові смуги, доріжки, майданчики;
- утримувати у справному стані та готовності до використання за призначенням комплекти аварійно-пошукового обладнання;

○ після закінчення робіт на ПС виконавці перевіряють відсутність на місці виконання робіт (у відсіках, люках, повітрозабірних пристроях, у кабіні) інструменту, сторонніх предметів;

○ для технічного обслуговування ПС необхідно використовувати тільки справний інструмент, спецмашини, засоби наземного обслуговування (ЗНО), які передбачені для даного типу повітряного судна;

○ контролювати використання ЗНО загального використання, задіяні у технічному обслуговуванні ПС;

○ не допускати до виконання технічного обслуговування ПС спецмашин, які не обладнані засобами заземлення та пожежного рятування;

○ вживати оперативних заходів з ліквідації можливих аварійних ситуацій, пов'язаних з роботою засобів наземного обслуговування.

У разі стоянки ПС тривалістю більше 2 год, а також під час дощу, снігу, пилової бурі (незалежно від тривалості стоянки) на входних пристроях, приймальних системах повного та статичного тиску, інших системах ПС встановлюють захисні пристрої, що передбачені експлуатаційною документацією.

Для попередження вильоту ПС із захисними пристроями вони повинні бути пофарбовані у червоний колір та мати червоні м'які вимпели. На ПС, де місця встановлення захисних пристроїв пофарбовані в червоний колір, попереджувальні пристрої виготовляють чорного кольору.

Технічне обслуговування елементів планера, силової установки, авіаційного та радіоелектронного обладнання (АіРЕО), які входять до однієї функціональної системи ПС, виконують відповідні спеціалісти авіапідприємства.

Під час виконання на ПС демонтажних та монтажних робіт з АіРЕО, при оглядах та перевірках розподільних пристроїв, пошуку та усуненні несправностей в електричних ланцюгах, у разі виконання робіт на ПС з використанням пожежонебезпечних матеріалів бортове живлення вимикають.

У кабіні екіпажу біля вимикачів аеродромного та аварійного електроживлення, а також біля роз'єднань підключення наземних джерел електроенергії встановлюють попереджувальні вимпели «Під струм не вмикати! Виконуються роботи».

Попереджувальні вимпели з текстом «Не вмикати! Виконуються роботи» встановлюють також на органах керування ПС та його систем, коли в даній системі знято комплектуючі вироби або виконуються роботи з їх демонтажу-монтажу, регулювання. Знімати вимпел має право виконавець, який його встановив, а при передачі ПС з незакінченим ТО іншій зміні — спеціаліст, який відповідає за продовження робіт.

6.3. Загальні правила технічного обслуговування планера та функціональних систем повітряних суден та авіадвигунів

Для збереження аеродинамічних якостей планера необхідно:

- слідкувати за дотриманням вимог до елементів поверхні керування, крила, дверей, люків;
- своєчасно усувати ослаблення заклепок та кріплення деталей на поверхнях, деформації, тріщини на силових елементах та обшивці;
- зберігати у справному стані лакофарбові покриття обшивки;
- своєчасно очищати поверхні планера від забруднення;
- не допускати ходіння у грубому та брудному взутті по крилу, фюзеляжу, не розмішувати на них виробів, інструменту та обладнання без м'яких підкладок.

Для запобігання корозії деталей та вузлів ПС у зонах розміщення акумуляторних батарей, санвузлів, буфетів, у місцях накопичення конденсату, води, ПММ, спецрідин, хімікатів, забруднення, контакту різнорідних матеріалів та металу з гігроскопічними матеріалами проводять їх протикорозійну обробку та інші роботи, передбачені експлуатаційною документацією.

З метою попередження порушення працездатності бортових систем унаслідок впливу на них вологи та спецрідин слід контролювати герметичність з'єднань планера та систем, які мають рідини, своєчасно закривати двері, кришки люків, перевіряти справність дренажних приладів, усувати вологу з місць її накопичення.

Під час ТО систем ПС необхідно:

- контролювати надійність кріплення виробів, вузлів та деталей, відборткування трубопроводів систем та проводів АіРЕО;
- слідкувати за герметичністю трубопроводів, шлангів та їх з'єднань у паливній, масляній, гідравлічній, повітряній, кисневій системах, а також у системах кондиціонування повітря, водопоста-

чання та знищення відходів, за чистотою патрубків дренажних трубопроводів;

- виконувати заправку систем паливом, маслом та спецрідинами, зарядку газами згідно з затвердженими технологіями та правилами;
- перед заправкою та зарядженням систем у встановленому порядку перевіряти якість нафтопродуктів та газів, їх відповідність даному типу ПС;
- забезпечувати справність, працездатність та правильність функціонування систем та виробів;
- контролювати стан поверхонь деталей та вузлів, які зазнають тертя, відчищати їх від бруду, своєчасно змащувати.

Крім того, є ще низка додаткових вимог, які слід виконувати під час технічного обслуговування АіРЕО.

6.4. Дефектація виробів авіаційної техніки

Дефектація призначена для виявлення зовнішніх та внутрішніх дефектів агрегатів літака, двигунів та спеціального обладнання.

До зовнішніх дефектів належать: пошкодження оздоблення, послаблення кріплення деталей, пошкодження деталей, протікання рідини, забоїни, ум'ятини та ін.

Невідповідність регулювання, руйнування та знос агрегатів відносять до внутрішніх дефектів.

Дефекти можуть виникнути внаслідок:

- зносу, який з'являється у разі порушення вимог змащення та неправильної льотної експлуатації;
- недоліків конструкції, неточності розрахунків або невдалого вибору конструктивної форми, місця розміщення та ін.;
- недоліків виробництва та ремонту, які є результатом порушення технології виготовлення матеріальної частини, неправильного використання матеріалів та ін.;
- порушення регламенту технічного обслуговування.

Залежно від обраного методу ТО дефектація виконується одночасно з технічним обслуговуванням або перед обслуговуванням. При закріпленому методі ТО літак дефектується одночасно з обслуговуванням і дефектацію виконують ті ж техніки, які виконують роботи з обслуговування літака.

При відкріпленому методі ТО літак, як правило, дефектується до початку технічного обслуговування спеціальними окремими фахівцями або техніками-бригадирами спеціалізованих бригад.

Попередня дефектація виконується з метою визначення можливих несправностей. Після зупинки двигуна визначають місця можливого протікання палива, масла та інших рідин.

Дефектація літаків виконується візуальним і фізичним методами та методом порівняння. Найчастіше використовується візуальний метод, який полягає в огляді літака.

При візуальному огляді використовують дзеркало, луну, оптико-освітлювальні пристрої.

Фізичні методи дефектації застосовують для визначення дефектів як на поверхні, так і всередині металу. Фізичні методи дефектації використовують переносні магнітні дефектоскопи, рентгенівські апарати, ультразвукові пристрої. До фізичних методів належить також метод «фарб».

Магнітний метод ґрунтується на властивостях магнітного поля поділятися нерівномірно у неоднорідному середовищі.

Магнітний дефектоскоп дає змогу виявляти дефекти з феромагнітних сплавів.

Ультразвуковий метод використовують у випадках, коли треба виявити дефект при глибокому заляганні його в деталі та коли інші методи не дозволяють цього зробити.

Ультразвуковий метод базується на властивостях ультразвуку поширюватися у твердих матеріалах на значну глибину і відбиватися від поверхні розподілу. Використовується цей метод для виявлення корозії паливних баків, листів обшивки, тріщин силових деталей і т. д.

Рентгенівський метод дефектоскопії ґрунтується на властивостях рентгенівських променів, їх великій проникній можливості. Застосовується цей метод для виявлення несправностей запальних свічок, недоліків тросів, корозії обшивки, паливних баків і т. д.

Метод «фарб», або «кольоровий» метод, базується на проникних властивостях фарб у найдрібніші пошкодження поверхні деталей. Використовується цей метод для виявлення тріщин у сталевих деталях, а також деталях з алюмінієвих, магнієвих та мідних сплавів.

Метод порівняння ґрунтується на порівнянні результатів випробувань агрегатів, систем, двигунів з технічними вимогами.

6.5. Перевірно-регулювальні роботи

У політ випускаються тільки справні ПС, які відповідають технічним вимогам, підготовлені та перевірені у встановленому порядку.

Перевірні роботи працездатності систем ПС, відповідності параметрів роботи систем, авіаційних двигунів технічним вимогам виконуються під час технічного обслуговування (оперативного та періодичного). У разі невідповідності технічним вимогам параметрів систем ПС, авіаційних двигунів або втрати їх працездатності проводяться регулювальні роботи відповідних систем ПС, авіаційних двигунів. Порядок, зміст та періодичність проведення перевірок та регулювальних робіт виконується відповідно до вимог керівної документації, регламенту технічного обслуговування, інструкції або керівництва з наземного обслуговування, льотної експлуатації, технологічних вказівок.

Регулювальні роботи на авіаційній техніці полягають у тому, щоб на будь-яких режимах польоту ПС роботи двигунів утримувались такі параметри процесу, які забезпечували б їх найвигідніші характеристики. Розглянемо приклад виконання регулювальних робіт на авіаційних двигунах.

Найбільш важливим завданням регулювання двигунів є забезпечення мінімальних витрат палива та довговічної роботи двигунів.

Режими роботи двигунів за умов механічної та теплової міцності, а також стійкості роботи обмежуються допустимою областю. Так, для газотурбінних двигунів допустимими областями роботи є:

- максимально допустима кількість обертів;
- максимально допустима потужність;
- максимально допустима температура газів перед турбіною;
- зона стійкої роботи компресора;
- зона стійкого горіння палива у камері згорання залежно від складу суміші;
- зона критичних обертів.

Зона безпечної роботи забезпечується характеристиками відповідних автоматів та регуляторів силової установки.

Настроювання вищезазначених автоматів та регуляторів силової установки здійснюється при доведенні двигунів та агрегатів.

Слід відзначити, що у процесі експлуатації може бути відхилення у настроюванні регуляторів і автоматів, що може призвести до роботи двигунів за межами безпечної області.

Регулювання двигунів виконується у разі невідповідності параметрів зазначеним технічним вимогам. Наприклад, тиск мастила у мастильній системі одного з типів двигуна показує за пристроєм на робочих обертах двигуна 4 кг/см^2 , а за технічними вимогами для забезпечення надійного змащування потрібен тиск $5\text{--}5,5 \text{ кг/см}^2$. У даному випадку слід виконати регулювання.

Регулювання агрегатів двигуна в експлуатації виконується так: спочатку виконується замір відповідного параметра за технічними умовами, а потім визначається величина необхідного регулювання агрегату.

У наведеному прикладі невідповідність тиску мастила з визначеними технічними умовами становить близько $1,25 \text{ кг/см}^2$, а оборот гвинта редукційного клапана мастилонасоса на виток змінює тиск мастила на $0,5 \text{ кг/см}^2$. Отже, необхідно збільшити затяжку пружини редукційного клапана оборотом гвинта на 2,5 витка. Перед регулюванням агрегатів перевіряють правильність показань контролюючих приладів. Результат регулювальних робіт необхідно перевіряти на працюючому двигуні.

7. ЗАГАЛЬНІ ВИДИ РОБІТ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬСЯ НА ПОВІТРЯНОМУ СУДНІ

7.1. Коротка характеристика загальних видів робіт, які виконуються на повітряному судні

Регламентами передбачається виконання на ПС оперативних та періодичних форм обслуговування, а також технічне обслуговування за календарними строками, роботи при збереженні, сезонні та спеціальні. Оперативне ТО містить роботи з зустрічі літака, забезпечення стоянки, огляду та обслуговування, забезпечення вильоту.

Кожна форма періодичного ТО складається з попередніх робіт (підготовка робочих місць, відкриття люків, підключення живлення та інші), робіт з огляду та обслуговування, заключних робіт (закриття люків, відсіків, заправлення ПММ, перевірка положення важелів, кранів, вимикачів у кабіні екіпажу та ін.).

Періодичне технічне обслуговування за календарними строками виконується у випадках, коли за відповідний календарний період

літак не налітав 50 % кількості годин, потрібних для виконання періодичного обслуговування за нальотом.

Технічне обслуговування при збереженні ПС виконується залежно від термінів збереження і передбачає роботи:

- з підготовки літака до збереження;
- які виконуються на літаку через кожні 15 та 30 днів збереження;
- з підготовки літака до польотів після збереження.

Сезонне технічне обслуговування виконується на літаку при підготовці до експлуатації в осінньо-зимових та весняно-літніх умовах, які по можливості виконуються разом з формами періодичного технічного обслуговування.

Спеціальне технічне обслуговування виконується після польоту літака в інтенсивній турбулентній атмосфері та в зоні грозової діяльності (при перевищенні дозволених експлуатаційних переважань), після грубої посадки та в інших нестандартних випадках. В останніх (особливих) випадках обсяг та зміст робіт з технічного обслуговування визначається за рішенням комісії.

7.2. Демонтажно-монтажні і підйомно-транспортні роботи

Демонтажно-монтажні роботи

Демонтаж та монтаж агрегатів, вузлів ПС (рознімних частин планера та крила, авіадвигунів, допоміжних силових установок, повітряних та несучих гвинтів, втулок гвинтів, редукторів тощо) характеризується підвищеною трудомісткістю, складністю виконання, необхідністю участі значної кількості виконавців, підвищеною увагою до техніки безпеки праці. Це пов'язано як з великою масою конструктивних вузлів, які демонтуються (монтуються), так і з використанням робіт різного виду вантажопідйомних механізмів.

Демонтаж агрегатів, конструктивних частин ПС, вузлів виконується у разі відпрацювання ними ресурсу або при виявленні несправностей, які неможливо усунути без їх зняття з ПС.

Під час виконання демонтажно-монтажних робіт слід забезпечувати:

- виконання вимог технологічних вказівок;
- унеможливлення потрапляння води, пилу, забруднень, дрібних деталей та інших сторонніх предметів у відкриті порожнини і

роз'ємні з'єднання агрегатів та трубопроводів систем планера, двигунів, авіаційного та радіоелектронного обладнання;

- збереження знімних дрібних деталей у призначених для цього сортовиках (ящиках, сумках);

- надійне закріплення агрегатів, контровки, металізації, надійну герметизацію з'єднань;

- перевірку працездатності та правильності функціонування змонтованих вузлів, агрегатів, функціональних систем;

- монтаж на ПС таких деталей, агрегатів, обладнання, які відповідають зазначеному типу (серії) і мають необхідну супроводжувальну документацію або маркування, перевірені і підготовлені до монтажу;

- унеможливлення застосування деталей одноразового використання (прокладки, шплінти, контровки і т. п.);

- підтримання визначеного фарбування і маркування деталей, трубопроводів, шлангів, балонів, баків систем планера і силової установки згідно з вимогами стандартів;

- використання під час виконання робіт інструментів, оснащення, обладнання, засобів контролю та діагностики технічного стану АТ і засобів наземного обслуговування, які передбачені експлуатаційною документацією типу ПС;

- контроль якості виконаних робіт відповідальними посадовими особами, які зазначені в експлуатаційній документації.

У разі підготовки до виконання монтажних-демонтажних робіт начальник цеху (зміни) визначає склад бригади виконавців, порядок і строки їх виконання. Керівником робіт призначається інженер зі спеціальності (бригадир), який проводить інструктаж виконавців з техніки безпеки праці, вивчає з ними технологію виконання операцій, організовує відбір та підготовку необхідних пристроїв, оснащення, інструменту, засобів контролю і наземного обладнання.

Операції з демонтажу-монтажу виконуються відповідно до типових технологій, які визначені в експлуатаційній документації або розроблені в авіапідприємстві. Після демонтажу частин планера ПС (силової установки) ретельно перевіряється технічний стан тих силових вузлів і деталей, їх кріплення, контроль яких можливий лише після демонтажу елементів конструкції.

Демонтажно-монтажні роботи можуть проводитись як у закритих приміщеннях (ангарах), так і на відкритих площадках у місцях стоянки ПС.

Під час робіт в ангарі, як правило, використовуються стаціонарні вантажопідйомні механізми, до яких належать лебідки, талі, кранбалки з електроприводом та електричні тельфери, які переміщуються у двох напрямках практично над усією площиною ангару.

Під час робіт на відкритих площадках використовуються пересувні (несамохідні) та самохідні автоматичні підйомні крани.

Підйомно-транспортні роботи

Ефективність процесу технічної експлуатації безпосередньо пов'язана з організацією та рівнем механізації підйомно-транспортних процесів.

Низка засобів, необхідних для проведення підйомно-транспортних робіт, постачається заводами-виробниками ПС. Вони складають комплекти обладнання для обслуговування одиночного ПС або групи ПС. До цих комплектів входять засоби для буксирування та швартування (води́ла, троси, швартувальні засоби, колодки), підйому ПС (гідропідйомники, домкрати, страхові козла та ложементи), демонтажу і монтажу агрегатів (драбини, монтажні візки, лебідки, стропи, траверси), обслуговування окремих систем ПС (засоби для зарядження амортизаторів шасі, пневматиків коліс, консервації двигунів, різноманітні перехідники та редуктори), зберігання ПС на стоянках (чохла, мати, заглушки, струбцини).

Вантажопідйомні крани, які використовуються в ЦА, класифікують за типом управління робочими органами (з ручним механічним приводом та з механізованим гідравлічним або електричним приводом); за конструкцією (крани на базі шасі автомобіля або пересувні несамохідні); за вантажопідйомністю (легкі — до 300 кг, середні — від 300 до 800 кг, важкі — більше 800 кг).

Широке використання мають несамохідні крани типу ППК-48 вантажопідйомністю до 150 кг з ручним приводом вантажної лебідки і стріли, які мають добру маневреність, а також змінний виліт стріли.

Для демонтажу і монтажу важких і високо розташованих вузлів і частин ПС, крім підйомно-транспортних механізмів, використовуються спеціальні такелажні засоби: траверси, стропи, канати та ін. Основною технічною характеристикою такелажного обладнання є його вантажопідйомність.

Для кожного типу ПС визначено комплект спеціальних такелажних засобів, які мають використовуватись при їх технічному

обслуговуванні. Наприклад, у комплект такелажних засобів, призначених для ТО планера одного з сучасних літаків, входять траверси для демонтажу-монтажу від'ємних частин крила, рулів висоти, секцій руля напряму польоту, кіля, стабілізатора, а також стропи для закріпків і передкрипків.

Усі вантажопідйомні механізми підлягають періодичному технічному огляду не рідше одного разу на рік, а стропи, канати, ланцюги оглядаються через кожні 10 днів.

Роботи, які пов'язані з підйомом та опусканням габаритних частин ПС, закріпленням частин ПС до силових вузлів планера або їх роз'єднанням, виконуються авіаперсоналом, що має допуск до проведення стропальних робіт. При цьому всі роботи виконуються за командою керівника робіт.

«Вивішування» ПС виконується під час його нівелювання, перевірки робіт систем прибирання та випуску шасі, заміни стояків шасі, під час повного демонтажу та монтажу коліс, а також у разі використання ложементів для розвантаження поверхні крила у випадку відкриття панелей баків-кесонів.

Залежно від конструкції підйомного пристрою підйомники літака, які входять до групового комплекту засобів наземного обслуговування спеціального призначення, поділяються на механічні та гідравлічні, а залежно від місця установа — на крилові, носові та хвостові. Зазвичай комплект засобів механізації для «вивішування» ПС складається з трьох підйомників: двох крилових та одного носового або хвостового. Крім цього, гідравлічні підйомники можуть бути з ручним приводом та з електроприводом. Досвід експлуатації показав, що їх використання значно полегшує ручну працю та скорочує час робіт.

Вантажопідйомність підйомників та схема їх установа визначаються масою ПС та розміщенням його центру ваги. Вантажопідйомна сила крилових гідропідйомників досягає 750 кН, хвостового — 200 кН та носового — 150 кН.

У разі заміни коліс тільки на одному зі стояків шасі немає необхідності «вивішувати» на підйомниках увесь літак. Для зменшення витрат при заміні коліс доцільно використовувати домкрати та спеціальні пристрої, які входять до групових комплектів засобів механізації.

Досвід експлуатації сучасних літаків показав, що підйом візків передніх опор шасі при заміні коліс ПС з використанням гідродом-

кратів з ручним приводом потребує значних витрат ручної праці та часу. Тому на великих авіапідприємствах ЦА гідродомкрати з ручним приводом були замінені на гідропідйомники з електроприводом.

У разі вимушеної посадки ПС з прибраними або зруйнованими шасі для його підйому використовують аварійні пневмотканинні підйомники, а також спеціальні автокрани. Після цього ПС транспортують зі злітно-посадкової смуги або ґрунту тягачами за допомогою водила, тросових пристроїв «носом» або «хвостом» уперед відповідно.

Аварійні пневмотканинні підйомники передбачені для підйому літака або його частин (крила, фюзеляжу). Використовуються два типи підйомників: АПТП-10 вантажопідйомністю 100 кН або АПТП-25 вантажопідйомністю 250 кН. Перші передбачені для підйому літаків масою до 100 т. Комплект аварійних пневмотканинних підйомників типу АПТП-10 має 14, а комплект АПТП-25 — 32 окремі підйомники-секції. Кожна окрема підйомна секція виготовлена з гумової тканини, а з внутрішнього боку має вентиль з клапаном для з'єднання з повітряним шлангом та випуску повітря. Основними вимогами техніки безпеки є контроль за одночасним підйомом усіх секцій підйомників без перекосів ПС.

7.3. Характерні роботи, які виконуються під час підготовки повітряного судна до вильоту

У підготовці ПС до польотів беруть участь спеціалісти різних служб, які забезпечують польоти, а саме: інженерно-авіаційної, аеродромної, штурманської, комерційної, управління повітряним рухом та інших, що визначаються необхідністю проведення комплексу робіт на ПС. Регламентним при цьому є розклад польотів та конкретне завдання на політ, яке призначається екіпажу. Чітка діяльність усіх служб забезпечує дотримання регулярності польотів та відсутність затримки з вини служб.

Комплексна підготовка ПС до польоту містить технічну підготовку ПС та підготовку екіпажу. Технічна підготовка виконується ІАС, яка несе відповідальність за інженерно-авіаційне забезпечення польотів та має право контролю за діяльністю усіх інших служб авіапідприємства. Підготовка, яка виконується ІАС, містить такі основні роботи:

- виконання чергового ТО відповідно до регламенту;

- усунення несправностей та відмов систем, виявлених у попередніх польотах та під час чергової форми ТО;
- заправку паливом, рідинами, газами;
- прибирання салону ПС;
- усунення снігу та льоду в зимовий період з поверхні ПС;
- кондиціонування повітря в кабінах; підігрівання двигунів та систем (за необхідності);
- огляд та прийом ПС екіпажем;
- оформлення документації.

Бригадир-авіатехнік, відповідальний за виконання робіт із забезпечення вильоту, в першу чергу несе відповідальність за підготовку ПС до польоту. Перед початком виконання робіт із забезпечення вильоту бригадир-авіатехнік зобов'язаний перевірити карту-наряд на оперативне ТО, яке до того часу повинне повністю закінчитись, переглянути бортовий журнал та переконатись особисто, що документація на обслуговування ПС оформлена правильно і підписана посадовими особами, відповідальними за виконання робіт.

Роботи із забезпечення кожного вильоту виконуються у строгій відповідності з регламентом технічного обслуговування. Якщо при цьому виконавці виявляють окремі, не помічені раніше пошкодження, або несправності, або які-небудь відхилення від технічних вимог, то бригадир зобов'язаний доповісти про це інженеру зміни, який визначає порядок усунення помічених відхилень технічного стану від норми та час закінчення усіх робіт. Своє рішення інженер доповідає начальнику зміни.

Дуже часто, крім робіт із забезпечення вильоту, вказаних у регламенті, виникає необхідність виконати деякі додаткові роботи, наприклад, дозаправку ПММ, спецрідинами, водою, дозарядку систем газами, усунення снігу, інею, льоду з поверхні ПС, кондиціонування повітря в кабінах (узимку — підігрів, літом — охолодження), підігрів двигунів та виробів, буксирування ПС на перон або на площадку для запуску та опробування двигунів.

Перераховані завдання ІАС при експлуатації сучасних пасажирських ПС є складними процесами взаємодії різних спеціалістів ПС та наземної техніки. Тому найбільш актуальною проблемою у загальному комплексі завдань, які виконує ІАС, є проблема механізації та автоматизації процесів ТО ПС. Її рішення дозволяє не тільки скоротити витрати праці та збільшити працездатність, а також

знизити простої ПС при підготовці до вильоту, збільшити інтенсивність його використання, забезпечити регулярність та безпеку польотів.

Повітряне судно вважається підготовленим до польотів тільки після того, як:

- воно повністю укомплектоване та має достатній ресурс планера, двигунів та обладнання для виконання запланованого польоту;
- виконані у повному обсязі встановлені регламентом роботи;
- усунені записані екіпажем у бортовому журналі відмови, а також виявлені при технічному обслуговуванні несправності та відмови;
- виконана заправка паливом, мастилом, спеціальними рідинами та зарядження газами;
- фахівцями інженерно-технічного складу оглянуто ПС та визнано його справним, що підтверджується підписами у карті-наряді на технічне обслуговування;
- виконано огляд ПС, перевірено та прийнято екіпажем від інженерно-технічного складу, є підписи бортмеханіка, командира екіпажу, пілота в карті-наряді на технічне обслуговування;
- оформлена в установленому порядку технічна документація.

При цьому такі роботи, як прибирання тросу заземлення та упорних колодок з-під коліс, забезпечення запуску двигунів, вимкнення наземного живлення, заключний огляд ПС та забезпечення вирулювання, інженерно-технічний склад (ІТС) виконує у процесі ТО та після здачі ПС екіпажу. Після цього інженер або бригадир у карті-наряді підписує висновок щодо підготовки ПС до польоту та дозволяє виліт.

Перед підписуванням карти-наряду посадова особа зобов'язана переконатися у наявності підписів виконавців та контролюючих спеціалістів у карті-наряді, що підтверджують виконання робіт з огляду, обслуговування та інших додаткових робіт; підписи інженера або бригадира з авіаційного та радіоелектронного обладнання, інженера з експлуатації або техника-бригадира, які підтверджують справність ПС; підписи виконавців, відповідальних за виконання робіт із забезпечення вильоту, контролюючих осіб. Посадові особи повинні також особисто перевірити виконання усіх робіт щодо забезпечення вильоту, контроль яких виконує інженер.

У багатьох авіапідприємствах та навчальних закладах використовується закріплений метод ТО. У цьому випадку дозвіл на виліт

надає інженер або бригадир, а при поодинокому базуванні на тимчасовому аеродромі — авіатехнік, за яким закріплене ПС.

Після виконання всього обсягу робіт екіпаж інформує про це та передає оформлену карту-наряд на оперативне ТО, бортовий журнал, бланк довідки щодо роботи ПС у рейсі, судову документацію та ключі від ПС.

Подальший огляд ПС виконується членами екіпажу, а технічний склад у цей час знімає чохли, заглушки, струбцини, штирі, інші тимчасово встановлені пристрої, які знімаються та передаються бортінженеру або бортмеханіку.

Якщо члени екіпажу в процесі свого огляду знайдуть які-небудь несправності, то бригадир, відповідальний за забезпечення вильоту, в той же час виконує заходи щодо їх усунення.

Керівництво з льотної експлуатації конкретних ПС передбачає можливість вильоту з окремими несправностями. Перелік таких несправностей є в Керівництві з льотної експлуатації. Дозвіл на виліт у подібних випадках видає начальник зміни або інженер. При цьому робиться відповідний запис у бортовому журналі про характер несправності. Такий же запис робиться в карті-наряді на оперативне ТО та інформується про це командир екіпажу.

Бувають випадки, коли на аеродромі вильоту немає спеціаліста з інженерно-авіаційної служби, який має допуск до ТО визначеного типу ПС. Рішення про виліт з несправностями та пошкодженнями в цьому випадку приймає командир екіпажу за узгодженням з головним інженером та робить відповідний запис у бортовому журналі. Командир екіпажу як особа, яка відповідає за виконання польоту, має право приймати рішення в усіх випадках на виліт з несправностями з урахуванням вимог запланованого польоту, обладнання аеродромів зльоту та посадки та інших вимог, які впливають на безпеку польотів.

7.4. Попередня та передпольотна підготовка екіпажу

Кожному польоту повинна передувати ретельна підготовка екіпажу, всі члени якого зобов'язані в повному обсязі та якісно виконувати підготовку до польоту незалежно від його тривалості та призначення.

Підготовка до польоту поділяється на попередню та передпольотну.

Зміст попередньої і передпольотної підготовки всіх членів екіпажу (командира, другого пілота, штурмана, бортрадиста та бортінженера або бортмеханіка) та їхні обов'язки визначені Порадником виконання польотів (ПВП) ЦА.

Основним видом підготовки до польотів є попередня підготовка, яка виконується у повному складі екіпажу під керівництвом командира льотного підрозділу або його заступника з участю необхідних спеціалістів:

- перед першим самостійним польотом командира на даному типі ПС;
- перед першим польотом командира ПС по даній трасі, маршруту, району виконання авіаційних робіт;
- перед польотом за спеціальним завданням;
- перед виконанням нового виду авіаційних робіт;
- періодично при систематичних польотах по даним трасам або видам авіаційних робіт в особливих умовах.

Попередня підготовка екіпажу до польотів передбачає:

- уточнення завдання запланованого вильоту або польотів;
- підготовку документації, необхідної для виконання польоту;
- вивчення особливостей техніки пілотування, експлуатації авіаційної техніки і порядку взаємодії членів екіпажу в нормальних умовах та в особливих випадках польоту.

Після завершення попередньої підготовки проводиться контроль готовності екіпажу до виконання польоту.

Передпольотну підготовку екіпажу організує та проводить командир ПС перед кожним польотом. Вона проводиться з урахуванням конкретних аеронавігаційних обставин та метеовимог. Відповідно до порадики виконання польотів ЦА екіпаж повинен почати виконання передпольотної підготовки не пізніше ніж за одну годину до визначеного часу вильоту, а в проміжних аеропортах при короткочасній стоянці — з моменту явки екіпажу в АДП.

Командир екіпажу зобов'язаний:

— доповісти диспетчеру АДП про готовність екіпажу до проходження передпольотної підготовки;

— отримати інформацію про технічний стан ПС, аеродромів вильоту та призначення, а також запасних аеродромів.

Крім того, командир зобов'язаний вивчити та визначити конкретні дії екіпажу в разі виникнення аварійної ситуації, зокрема екстреної посадки після зльоту.

Другий пілот серед інших обов'язків, передбачених ПВП ЦА, зобов'язаний:

- розрахувати максимально дозволена злітна маса ПС та злітні характеристики залежно від окремих вимог зльоту;
- оглянути пасажирський салон, багажні приміщення;
- виконати роботи, передбачені Керівництвом з льотної експлуатації (КЛЕ) перед вильотом;
- доповісти командирі про готовність до вильоту.

До складу екіпажу можуть входити й інші спеціалісти для виконання конкретного завдання на політ. У період передпольотної підготовки ПС вони зобов'язані виконати всі операції, передбачені КЛЕ.

Якщо всі необхідні операції з підготовки виконано, то командир повинен прийняти рішення про виліт, у тому числі і за наявності окремих несправностей ПС, визначених у КЛЕ.

Це рішення приймається після повідомлення кожному члену екіпажу про готовність ПС до вильоту та виконання робіт, передбачених КЛЕ перед вильотом.

7.5. Буксирування та руління повітряного судна

Переміщення ПС по аеродрому виконується рулінням та буксируванням. Заміна руління на буксирування дає досить чутливу економію палива, тому переміщення шляхом руління слід виконувати тільки в надзвичайних випадках.

Руління може виконувати командир ПС або за його вказівкою другий пілот. Буксирування потрібне для переміщення ПС по аеродрому до перону, на місця стоянок, межу запуску двигунів (попередній старт), в ангар, на спеціальні стоянки для виконання періодичних форм ТО.

Буксирування ПС виконується тільки з дозволу диспетчера служби руху, оскільки воно може становити загрозу безпеки для інших ПС. У цьому випадку особа, яка виконує буксирування, за допомогою бортової радіостанції підтримує постійний зв'язок з диспетчером. Саме буксирування виконується у строгой відповідності з інструкцією щодо буксирування та схеми руху ПС та транспорту на даному аеродромі. Рішення про буксирування може приймати інженер або начальник зміни, який призначає відповідного авіатехніка та підпорядкований йому склад бригади, що виконує це

буксирування. Ці фахівці повинні пройти спеціальний інструктаж і мати допуск до такого виду робіт.

Буксирувати ПС дозволяється по штучному покриттю та ґрунту, який відповідає вимогам з твердості для даного типу ПС. Потрібне тягове зусилля для буксирування залежить від маси ПС та коефіцієнта тертя коліс. Коефіцієнт тертя залежить від виду та стану покриття аеродрому і становить: для сухого бетону — 0,01; для мокроґо — 0,012; для твердого ґрунту — 0,04.

Тягу тягача для буксирування вибирають відповідно до типу та маси ПС. Для ПС масою до 50 т використовують буксир з тяговим зусиллям до 10 т. У цьому випадку можна використовувати звичайні вантажні автомобілі. Для ПС масою більше ніж 50 т використовують більш потужні тягачі.

Аналіз авіаційних подій у цивільній авіації показує, що значна їх кількість трапляється під час буксирування ПС по аеродрому. Трапляються пошкодження та поломки ПС, які потребують потім відновлювальних робіт. З урахуванням цього на багатьох авіа підприємствах з інтенсивним рухом у складі змін оперативного ТО організовують буксирвальні бригади.

Спеціалісти, які входять до них, проходять спеціальну підготовку, стажування і тільки після складання заліків отримують допуск до роботи. Основний вид буксирування — «носом уперед». В окремих випадках, наприклад, для розміщення ПС в ангар, може допускатися буксирування «хвостом уперед».

Швидкість буксирування ПС встановлюється інструкцією з буксирування даного типу ПС. Буксирування ПС на прямих, вільних від перешкод частинах аеродрому, дозволяється зі швидкістю до 15 км/г, а при маневруванні на місцях стоянок та поворотах — до 5 км/г. Якщо поблизу місця буксирування є перешкоди, то швидкість не повинна перевищувати швидкості повільної ходи людини. При цьому необхідно слідкувати, щоб відстань будь-якої частини ПС від перешкоди була не менше 2 м.

Перед початком буксирування інженер або начальник зміни проводить інструктаж технічного складу бригади, призначеної для буксирування. Указуються особливості виконання робіт відповідно до місцевих умов та погоди, розміщення інших ПС на аеродромі та перешкод на запропонованому маршруті буксирування. Перевіряється стан буксирвальних засобів, готовність членів бригади до роботи. Виконання вимог безпеки унеможливорює пошкодження людей та авіаційної техніки при зустрічі, рулюванні та буксируванні ПС.

Будь-яке переміщення ПС та спеціального транспорту по аеродрому суворо регламентується нормативними документами, які забезпечують техніку безпеки. Основні вимоги: у кабіні ПС, яке буксирується, повинен знаходитись пілот або бортмеханік, допущений до польотів на даному типі ПС, або особа з інженерно-технічного складу, допущена наказом начальника авіапідприємства до виконання буксирування. Зв'язок водія тягача з кабіною виконується за допомогою рації або переговорного пристрою ПС.

Відповідальний за буксирування ПС повинен перед початком роботи ознайомити усіх спеціалістів з маршрутом, правилами техніки безпеки та контролювати їх виконання. У процесі буксирування слід виконувати команди, встановлені керівними документами. У зоні буксирування неприпустимо перебування сторонніх осіб.

Швидкість рулювання вибирається командиром ПС залежно від стану рульової доріжки, злітно-посадкової смуги (ЗПС), ґрунту, наявності пошкоджень та вимог видимості. Особливі вимоги висуваються до перетинання, рулювання та буксирування по ЗПС. Для цього потрібен дозвіл служби руху та постійний зв'язок з нею по рації.

7.6. Заправлення повітряних суден паливно-мастильними матеріалами, спецрідинами, водою і зарядження газами

Заправлення систем літака є відповідальною операцією, від якості виконання якої залежить працездатність систем, безпека польоту.

Роботи щодо заправлення ПС ПММ, спеціальними рідинами та газами виконуються відповідно до вимог керівних документів ЦА (інструкцій та положень з організації та забезпечення заправлення, щодо використання та контролю якості ПММ та ін.).

На працездатність і надійність роботи функціональних систем ПС та його збереження значно впливає якість заправлення ПММ. До процесу заправлення висувають низку специфічних експлуатаційних вимог:

— забезпечення відповідності кількості та якості ПММ установленим нормам або розрахункам при підготовці ПС до вильоту;

— забезпечення відповідності ПММ за фізико-хімічними властивостями, вказаними в паспорті, вимогам галузевих стандартів та інструкцій з експлуатації даного типу ПС;

— відсутність механічних домішок (забруднення, вологи, кристалів льоду та ін.) у ПММ;

— запобігання попаданню механічних домішок, води в ПММ у процесі заправлення;

— якісне виконання своїх посадових обов'язків (відповідно до керівних документів) усіх фахівців (заправник, авіатехнік, бортінженер) щодо виконання правил заправки, пожежної безпеки (наявність засобів пожежної безпеки, заземлення ПС, засобів заправки, металізації виробів паливної системи ПС та ін.);

— сучасний контроль якості ПММ, зливу відстою та ін.;

— у разі переливання паливо не повинно попадати на агрегати ПС;

— система закритої (централізованої) заправки має забезпечувати заправлення, до заправлення паливної системи ПС у цілому та будь-якої групи баків;

— закрита система заправки повинна забезпечувати надійність контролю заправки кожної групи баків та запобігати їх переповненню;

— штуцери на ПС для заправки повинні міститися в зручному для роботи місці, а трубопроводи та штуцери для заправки — забезпечені пристроєм швидкого відкачування палива після заправки;

— забезпечення герметичності паливної системи ПС та системи заправки, що унеможливує спалахування палива під час заправлення від розрядів статичного струму, при ушкодженні електроагрегатів або порушенні правил заправки. Відкрита заправка забороняється при сильному вітрі з пилом, дощем, а при газових розрядах забороняється взагалі як відкрита, так і закрита заправка ПС паливом.

Заправляти паливом ПС можна за допомогою паливозаправників та централізованої заправної системи (ЦЗС).

За ємністю паливозаправники поділяються на такі: паливозаправники малої (до 5 м³), середньої (6—12 м³), великої (13—25 м³) та особливо великої (більше ніж 25 м³) місткості. За транспортними засобами паливозаправники поділяються на автомобільні, причіпні, напівпричіпні та комбіновані. Основною перевагою систем ЦЗС порівняно з пересувними паливозаправниками є:

◆ значне зменшення часу заправки ПС;

◆ збільшення рівня механізації та автоматизації процесу заправлення;

◆ зменшення трудомісткості виробничого процесу та скорочення обслуговуючого персоналу;

- ♦ зниження (в середньому в чотири рази) вартості доставки палива від витратного складу ПММ до баків ПС;

- ♦ унеможливлення засмічування палива механічними домішками та водою при транспортуванні від резервуарів до ПС;

- ♦ покращення умов обслуговування ПС унаслідок скорочення кількості пересувних засобів механізації;

- ♦ збільшення протипожежної безпеки при заправці.

Витрати на капітальне будівництво систем ЦЗС швидко окупуються за рахунок скорочення експлуатаційних витрат.

Паливна, масляна, гідравлічна та водяна системи літаків мають автоматизовані системи закритої централізованої заправки знизу під тиском, що при забезпеченні чистоти елементів заправки практично унеможливорює попадання механічних домішок та води і дозволяє прискорити процес заповнення баків. Але при централізованій заправці баки повністю не заповнюються, тому що заправні крани закриваються значно раніше.

Якщо за вимогами польоту вимагається повна розрахункова заправка паливом, то баки або групи баків дозаправляються зверху через заливні горловини. Крім того, деякі літаки застарілої конструкції, які продовжують експлуатуватися, узагалі не мають систем централізованої заправки знизу під тиском і заправляються зверху через горловини баків. При цьому баки необхідно заповнювати так, щоб залишався незаповнений об'єм для можливого температурного розширення палива, а рівень масла контролюється за мірними лінійками баків або за приладами в кабіні екіпажу. Після заправлення відкритим способом необхідно ретельно закривати пробки горловин.

Недоліком цього способу є небезпека пошкодження поверхні крила, травмування оператора, необхідність мати достатні навички, можливість потрапляння в баки пилу, піску, вологи через заправні горловини.

Процес заправлення паливом важких літаків, які мають більші ємності паливних систем (до 100 т і більше), при існуючих заправних засобах потребує значних витрат часу. Час, який витрачається на виконання оглядових та інших робіт при оперативному ТО, становить незначну частку від часу, який витрачається на заправлення. Якщо врахувати, що багато робіт під час заправки виконувати не можна, то загальний час на підготовку літака до польоту складається з часу на заправлення та часу на виконання цих робіт.

При заправленні ПС паливом необхідно виконувати такі заходи з охорони праці та пожежної безпеки:

- групи баків заповнювати паливом у визначеній послідовності, інакше може статися зміна центрування настільки, що літак з носовим стояком шасі опуститься на хвостову частину, що призведе до поломки;

- не допускати проливання палива на лакові і фарбовані покриття та гумові вироби, що може призвести до швидкого руйнування та пожежі;

- забороняється підігрів двигунів, агрегатів, систем, а також повітря у кабінах;

- не вмикати або вимикати джерело живлення до ПС;

- не розміщати проводи електроживлення на шляху руху засобів наземного обслуговування;

- не починати заправлення паливом у разі розлитого палива на стоянці, облитих паливом окремих частин ПС або при виявленні парів палива у кабінах ПС;

- якщо при заправці паливом трапилось переповнення баків та розлиття палива, слід перемістити ПС з цього місця та вжити протипожежних заходів;

- не допускати попадання палива на шкіру людини, що може призвести до опіку, а паливо, яке має рідину «І» — до отруєння.

Під час перекачування палива на стінках гнучкого шланга виникають електростатичні заряди, які можуть викликати електричну іскру в паливній ємності та пожежу. У процесі заправлення паливом між пристроєм для заправки та горловиною також може виникнути іскра та виникнути пожежа.

Для запобігання цьому слід дотримуватись таких вимог:

- надійне заземлення ПС та паливозаправника;

- справна металізація засобів заправки;

- заборона перевірки у нічний час рівня палива в баках освітленням відкритим вогнем.

Виокремлюють такі підготовчі роботи перед заправкою:

- перевірка наявності і справності засобів пожежогасіння на стоянці;

- перевірка відсутності і проведення будь-яких інших робіт на повітряному судні;

- очищення стоянки від стороннього обладнання;

- виклик і розміщення заправника на стоянці;

- заземлення заправника і ПС;
- перевірка контрольного талона і паспорта на паливо або масло щодо його придатності до заправки (відповідність сорту ПММ даному типу ПС, дата, наявність домішок, наявність відповідних підписів посадових осіб);
- перевірка справності і чистоти фільтрувальних та роздавальних пристроїв, приладів контролю, наявності пломб на заправному агрегаті;
- через 15 хв після прибуття заправника злиття з відстійників у прозорий скляний посуд 1—2 л відстою ПММ і візуальна його перевірка на відсутність механічних домішок, води, кристалів льоду (снігу);
- підключення пристроїв до бортових заправних штуцерів і їхнє заземлення між собою;
- увімкнення насосів заправника і ПС (на каналі заправки).

Контроль процесу і результатів заправки ПС здійснюється:

- за приладами і сигнальними установками на панелі заправки;
- за приладами заправника;
- за приладами у кабіні екіпажу ПС;
- за мірними лінійками.

Чистота палива (масла) перевіряється:

- у наземних ємностях шляхом лабораторного аналізу працівниками служби ПММ;
- після заповнення ПММ заправників начальником (інженером) зміни;
- після прибуття заправника на стоянку бортмеханіком або авіатехніком-бригадиром;
- через 15 хв після заправки ПС, для чого зливається відстій палива (масла) з усіх зливних місць баків.

Перевірка наявності механічних домішок і води в ПММ виконується візуально при збовтуванні прозорого скляного посуду з відстоєм або за допомогою приладу контролю забруднень (ПКЗ), через фільтрувальну перегородку якого пропускається фаза палива (масла) і пляма, що з'явилася з осадом механічних домішок і води, порівнюється з еталонами.

Крім того, наявність води перевіряється шляхом опускання в прозору ємність з відстоєм лакмусового папірця або марганцево-кислого калію.

Якщо буде виявлена вода чи механічні домішки в недопустимій кількості, слід негайно вжити заходів для видалення їх з баків аж до повної заміни палива (масла) у баках ПС і визначення джерел їх забруднення.

Заправлення маслосистем ПС також виконується відкритим та закритим способами за допомогою маслозаправників. Маслозаправники можуть виконувати ті ж операції, що й паливозаправники. Але, крім цього, вони можуть забезпечити циркуляцію мастила по замкнутому контуру, підігрівати масло у своїй ємності і заправляти підігрітим маслом. Якщо маса палива, що заправляється, розраховується виходячи з умов виконання конкретного рейсу, то маса масла, що заправляється, нормується для маслосистеми двигуна кожного конкретного типу ПС.

Переповнення системи маслом, а також проливання його при заправленні у відсік двигуна призводить до попадання великої кількості диму в кабіну та салон разом з повітрям кондиціонування. Усунення наслідків проливання масла у відсік двигуна дуже трудомістка робота. У процесі підготовки ПС до вильоту виконується також заправлення (зарядження) спеціальними рідинами, водою і газами, які використовуються в системах ПС як робоче тіло, до потрібного об'єму (маси), тиску згідно з технічною документацією даного типу ПС.

Дозаправлення баків гідравлічної системи сучасних ПС здійснюється чистою, профільтрованою рідиною, як правило, закритим способом від спеціальних установок. Перед заправкою і дозаправкою гідробаків потрібно скинути тиск повітря в системі наддуву до поля. Об'єм рідини в баках гідравлічних систем нормується для кожного типу ПС і контролюється при ТО з урахуванням температури зовнішнього повітря і наявності (або відсутності) тиску в системі.

На спецрідини, дистильовану воду і газу, які подаються для заправлення (зарядження) систем ПС, відповідні служби підприємства подають контрольний талон (паспорт) із записом про проведений контроль і відповідність галузевому стандарту. Також перевіряється документація (формуляри, контрольні талони) на засоби заправки, де зазначаються дати заповнення засобів рідиною (газом) і контрольного огляду засобів. Ємності з рідинами (газами) повинні бути пофарбовані у стандартний для даної рідини (газу) колір, мати відповідне маркування і надпис, найменування рідини (газу). Зарядження ємностей і систем газами повинно проводитись через спеціальні пристосування з редуктором і манометром.

Заправляючи ПС ПММ, спеціальними рідинами та газами, слід ураховувати, що частина з них тією або іншою мірою отруйні, і тому треба виконувати необхідні заходи безпеки під час роботи з ними. Так, повітря є безпечним для здоров'я тільки у випадках, коли концентрація парів у ньому не перевищує 0,3 мл/л. При більш високих концентраціях парів палива може наступити отруєння.

Отруєння може відбутися і при вдиханні масляного туману з частинками 1...100 мкм. Питання екології, тобто вплив ПММ на навколишнє середовище і людину під час заправки ПС ПММ, слід вирішувати з позиції недопущення розпилювання або проливання ПММ та спеціальних рідин на ґрунт, у водойми. Це стосується усіх робіт щодо заправки, зливу палива та зливу відстою.

Виходячи з екологічних вимог, слід додержуватись гранично допустимої концентрації палива в повітрі робочих зон, житлових масивів, водойм та регламентації відносно складу вихлопних газів, тому що в них міститься більше 200 різноманітних сполук, частина з яких токсична.

Відпрацьовані нафтопродукти (наприклад, мастила, рідина гідравлічної системи, відстій палива) необхідно збирати у спеціальні ємності для подальшого перероблення та використання. Це дає змогу забезпечити значну економію ПММ. У деяких аеропортах з більшою інтенсивністю польотів утворюються централізовані системи не тільки для заправки, але й для збирання палива, яке зливається.

7.7. Підготовка повітряного судна до вильоту в умовах низьких температур зовнішнього повітря

Сучасні ПС проектуються та виготовляються з урахуванням можливостей їх використання в будь-яких кліматичних умовах експлуатації. Але низькі температури зовнішнього повітря, наявність снігу та льоду, а також штормовий вітер, снігові бурі призводять до ускладнення умов технічної експлуатації ПС, викликають необхідність враховувати їх при підготовці ПС до польотів.

Метрологічна служба аеропорту забезпечує контроль цих умов та своєчасно оповіщає про них усі служби для прийняття конкретних заходів. Керівництво авіаційного підприємства в разі отримання відповідного попередження може тимчасово призупинити обслуговування ПС та вжити відповідних заходів з попередження для безпеки людей і збереження авіаційної техніки.

Якщо обслуговування не призупиняється, то виконавці робіт повинні унеможливити попадання води, снігу у відкриті порожнинні систем та демонтованих виробів, усередину паливних баків, кабінні, відсіки, інші місця, де накопичування води та снігу небезпечне.

Низькі температури зовнішнього повітря можуть спричинити обмерзання поверхні ПС, вхідних пристроїв і обертових деталей двигунів, зміну експлуатаційних властивостей палива і мастил, міцнісних характеристик виробів, виготовлених з металів і особливо неметалевих матеріалів (гуми, пластмаси), корозію деталей, виготовлених з металів та їх сплавів, утруднюють запуск двигунів.

Відмови та несправності можуть трапитися в разі попадання снігу та утворення льоду у вузлах кріплення агрегатів, повітрязбірниках, тунелях маслорадіаторів, забірниках дренажної системи паливних і масляних баків. Зі зниженням температури зменшується еластичність ущільнювальних матеріалів (гуми, пластиків), що спричинює порушення герметичності виробів паливної і мастильної систем, виникнення протікання палива і масла в ущільнювальних вузлах насосів, з'єднаннях трубопроводів і шлангів, у дюритових з'єднаннях.

За температури нижче мінус 10 °С для багатьох з'єднань рекомендується спочатку підігріти зону витоку рідини і після цього ліквідувати негерметичність підтягуванням з'єднання або заміною ущільнювального елемента.

Конденсація і замерзання вологи в системах силової установки може призвести до закупорювання трубопроводів і відмови агрегатів, що особливо небезпечно для паливних систем. Для зменшення конденсації вологи і утворення інею та льоду, необхідно при зберіганні ПС утримувати баки повністю заправленими паливом. Поряд з цим при обслуговуванні паливної системи при низьких температурах зовнішнього повітря потрібен ретельний контроль якості палива і запобігання утворенню льоду в паливі, особливо на паливних фільтрах, що може припинити подачу палива у двигуни.

Для запобігання утворенню кристалів льоду застосовують низку способів вилучення води з палива як у наземних ємностях, так і в баках літаків. В ємностях здійснюють вимороження палива, відстоювання у спеціальних відстійниках або із застосуванням центрифуг, зневоднення палива електричним полем спільно з відцентровим способом, масообмін при контакті палива з повітрям (азотом) за певної температури і тиску в надпаливному просторі

ємностей (барботажне продування повітря); фільтрацію із застосуванням спеціальних пористих перегородок і т.д.

Для запобігання утворенню льоду в паливних системах ПС найбільш поширені два способи: додання в паливо антиобмерзальних присадок (типу рідини «І» або «ПГФ») і підігрівання паливних фільтрів або інших ділянок, в яких кристали льоду можуть спричинити відмову паливної системи. Додання присадок у паливо знижує температуру замерзання і цим запобігає утворенню кристалів льоду в паливі. Зазвичай у паливо вводять 0,1—0,3 % присадок, що забезпечує відсутність кристалоутворення в діапазоні експлуатаційних температур.

Для забезпечення надійної роботи ПС при низьких температурах зовнішнього повітря щорічно в осінній період проводять підготовку особистого складу й авіаційної техніки (сезонне обслуговування) до зимової експлуатації, організовуючи технічне навчання і перевірку знань льотного та інженерно-технічного складу особливостей експлуатації і технічного обслуговування ПС у зимовий період. Сезонне обслуговування ПС зазвичай об'єднують з періодичним технічним обслуговуванням, а готовність до зимової експлуатації перевіряє комісія підприємства.

Заходи, які слід виконати за умови низьких температур зовнішнього повітря спеціалістам інженерно-авіаційної служби, визначені чинними керівними документами та експлуатаційною документацією конкретного типу ПС. Так, запуск авіаційних двигунів виконується тільки після їх попереднього підігріву відповідно до вимог Керівництва льотної експлуатації ПС. Також забороняється обертати повітряні гвинти (ротори) не підігрітого двигуна з метою запобігання полумкам деталей.

Слід зауважити, що обмерзання вхідного каналу авіаційного двигуна небезпечно, тому що може призвести до механічного пошкодження елементів компресора двигуна частинками льоду, а також до порушення поля швидкостей повітря, що у свою чергу викликає трясіння двигуна та порушення режиму його стійкої роботи. Тому перед запуском двигуна необхідно ретельно оглянути вхідний канал компресора на предмет відсутності його обмерзання та за необхідності підігріти двигун теплим повітрям.

Гумові вироби (шланги, дюрити, амортизатори, пневматики) потребують ретельного контролю. Крім цього, низькі температури

потребують використання відповідних мастил, спецрідин та витратних матеріалів, які дозволено використовувати спеціальними інструкціями для конкретних типів ПС.

Підігрів авіаційних двигунів перед запуском

Низькі температури зовнішнього повітря утруднюють процес запуску двигунів. До чинників, які ускладнюють процес запуску двигуна при негативних температурах, слід віднести підвищений момент опору тертя при прокручуванні вала двигуна за рахунок збільшення в'язкості мастила і зменшення зазору в підшипниках. Особливо сильно це виявляється під час запуску поршневого двигуна, який працює на мастилах підвищеної в'язкості і має велику кількість пар, що труться.

Тому для усунення чинників, що утруднюють запуск двигуна при низьких температурах (замерзання), двигун разом з маслобаками і маслорадіаторами підігрівають гарячим повітрям за допомогою наземних пересувних або стаціонарних підігрівачів.

Температура, за якої обов'язково потрібно виконувати підігрів двигунів перед запуском, вибирається з урахуванням властивостей мастила, яке використовується, та особливостей конструкції двигуна.

Поршневі двигуни, для змащування яких застосовують мастило підвищеної в'язкості, потрібно підігрівати при температурі зовнішнього повітря нижче +5 °С, турбогвинтові — нижче -15 °С, а турбореактивні — нижче -25 °С, оскільки для їх змащування застосовують мастило малої в'язкості, до того ж ці двигуни практично не мають з'єднань, які працюють при терті ковзання.

Для підігріву двигунів найчастіше застосовують пересувні і самохідні підігрівачі, які є установками, де створюється потік нагрітого повітря або його суміш з продуктами згоряння рідинного палива. У діючих паливних підігрівачах як джерело тепла використовується теплова енергія, що утворюється при спалюванні палива (авіаційного гасу). За способом передавання тепла повітря, яке йде до об'єкта, що обігрівается, паливні підігрівачі поділяються на калориферні і некалориферні.

У калориферних підігрівачах продукти згоряння палива передають своє тепло чистому повітря через тонкі стінки калорифера. Повітря, що надходить до рукавів підігрівача, при цьому не забруднене, але значна частина тепла втрачається разом з продуктами згоряння палива, що викидається. Іншим недоліком є малий ресурс калорифера (1—2 тис. год).

У некалориферних обігрівачах продукти згорання разом з чистим повітрям надходять до рукавів підігрівача. При цьому підвищується ККД і збільшується загальний ресурс, але використовувати такий підігрівач для обігрівання людей не можна. До загальних недоліків паливних підігрівачів відносять їх важкий запуск при низьких температурах навколишнього повітря ($-40\text{ }^{\circ}\text{C}$), небезпека забруднення зовнішнього середовища продуктами згорання і складність контролю за процесом горіння.

Оскільки основним завданням є підігрів мастила до температури $+20\dots+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, то гаряче повітря або газоповітряна суміш підводиться до таких зон двигуна, в яких зосереджена основна маса мастила. Наприклад, на ТВД — це лобовий картер, мастильний бак і мастильний радіатор, на ТРД — коробка приводу моторних агрегатів (КПМА) і агрегати запуску.

Підігрівання ТРД можна здійснювати також шляхом уведення гарячого повітря у тракт двигуна через реактивні сопла або вхідні спорядження, при цьому трохи збільшується час підігріву мастила. Для забезпечення циркуляції повітря через двигун заглушки вихідного спорядження повинні бути трохи відкриті.

Підготовку ГТД до підігріву виконують у такому порядку:

- установлюють заглушки на вихлопні труби і вхідне спорядження;
- знімають заглушки з повітрязабірників маслорадіаторів і відкривають стулки маслорадіаторів;
- надягають зимові чохла на мотогондоли;
- приєднують до люків підводу гарячого повітря перехідники рукавів підігрівачів;
- запускають підігрівачі і регулюють дозуючими приладами температуру повітря, що виходить із підігрівача, за температури $+85\dots+90\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- приєднують рукави до підігрівачів і підігривають, орієнтуючись на температуру мастила на вході в двигун.

Потрібний час для цього залежить від температури зовнішнього повітря та швидкості вітру і в середньому дорівнює: за температури $-30\dots-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ не менше 1 год 30 хв, за температури нижче $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ — не менше 2 год.

У разі сильного вітру час підігріву збільшується. Щоб зменшити витоки теплового повітря і прискорити підігрів, необхідно в цих умовах ретельно зачохлити силові установки.

У кінці підігріву, коли температура мастила становить близько $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$, одним рукавом через відкриті стулки протягом 2–3 хв слід підігріти маслорадіатори.

На ТВД після досягнення температури мастила $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ рекомендується повернути повітряний гвинт на 3–4 оберти, щоб уже підігріте мастило надійшло до опор ротора і підшипників приводів, а також до регулятора обертів і втулки повітряного гвинта. За температури мастила на вході в двигун нижче $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ повітряний гвинт повертати забороняється, оскільки внаслідок підвищеної в'язкості мастила можуть бути пошкоджені насоси.

Якщо двигуни одразу після підігріву не запускаються, то необхідно після вимкнення підігрівачів від'єднати рукави, закрити люки і капоти, стулки маслорадіаторів і установити заглушки на їх повітрязабірники, застібнути чохла. У такому стані можна зберігати двигуни без додаткового підігріву і запускати їх, якщо температура мастила на вході в двигун зменшилась до $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

За особливо низьких температур і відсутності засобів підігріву дозволяється підтримувати двигун у розігрітому стані шляхом повторних запусків і роботи на режимі малого газу до температури мастила $+70\dots+80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Якщо за таких умов передбачається тривала стоянка, доцільно злити масло з баків, радіаторів і масляних систем двигунів. Перед наступним запуском необхідно залити в маслобаки підігріте до $+70\dots+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ масло і зробити холодне прокручування двигуна для прокачування масла через двигун та заповнення маслорадіатора.

В усіх випадках під час підігріву двигунів слід добиватись найменших витрат тепла, для чого необхідно забезпечити щільну посадку перехідних рукавів у люках капотів і надійно вкрити їх чохлами. Рукави повинні бути справні і щільно з'єднані з патрубками підігрівачів. Причиною багатьох відмов силової установки є попадання снігу і утворення льоду у вузлах кріплення, органах керування, повітрязабірниках, тунелях маслорадіаторів та ін. Для їх попередження в тунелі повітрязабірників, маслорадіаторів, реактивних сопел негайно після прильоту установлюються заглушки. Перед запуском треба обов'язково повернути вал двигуна для того, щоб переконатися у відсутності примерзання елементів ротора двигуна.

Засніженість і обмерзання ПС, місць стоянок і РД викликають потрапляння відламків льоду в повітрязабірники двигунів, особливо при вмиканні реверсу і знятті з гвинтів з упору на пробігу.

Наземне обмерзання літака та заходи з його усунення

У зимовий період у зв'язку з наявністю в атмосфері водяної пари та води, поверхня літака може обмерзати. При цьому лід утворюється переважно на верхніх поверхнях крила, оперення та фюзеляжу.

Наземне обмерзання відрізняється від обмерзання в польоті. Якщо в польоті лід утворюється, як правило, лише на лобових частинах літака, то на землі він покриває більшу частину літака — зазвичай усю верхню частину крила й оперення, а також поверхню фюзеляжу. При цьому часто розподіл льоду по площі є нерівномірним і залежить від сили і напрямку вітру.

Лід, що утворився на поверхні літака, спотворює форму профілю крила й оперення, з'являються нерівності, внаслідок чого збільшується лобовий опір, знижується максимальне значення коефіцієнта піднімальної сили й аеродинамічна якість крила, що особливо небезпечно при зльоті.

Якщо за якихось причин при досягненні нормальної швидкості відриву коефіцієнт піднімальної сили C_y не досягне величини $C_{y\text{ відр}}$ і піднімальна сила буде менше ваги літака, збільшити її можна у два способи: подальше підвищення швидкості за рахунок продовження розбігу чи збільшення коефіцієнта C_y шляхом переходу на більший кут атаки. Обидва ці способи небезпечні: у першому випадку для розбігу може не вистачити довжини ВПП, у другому — можна досягти критичного кута атаки, що загрожує зривом потоку з крила.

Навіть якщо обмерзлий літак відірветься від землі, це ще не гарантує, що наступні стадії зльоту і набору висоти будуть вдалимими. Небезпека зриву потоку зберігається, наприклад, при розворотах у наборі висоти на малій швидкості, коли потрібно збільшити піднімальну силу, а також у разі зміни режиму роботи поршневих і турбогвинтових двигунів, коли при частковому забиранні газу зменшується додаткове обдування крила повітряним потоком від гвинтів, що знижує піднімальну силу. Крім небезпеки зриву повітряного потоку, серйозне значення має також зниження ефективності всіх органів керування обмерзлого літака. Зокрема, обмерзання крила на тих ділянках, де розташовані елерони, а також обмерзання самих елеронів може спричинити різке погіршення поперечної керованості літака.

Засоби захисту від наземного обмерзання повинні задовольняти такі вимоги: бути досить ефективними, тобто не тільки цілком ви-

даляти лід і сніг, але й запобігати подальшому їх відкладенню, не бути занадто дорогими, трудомісткими та корозійно-небезпечними.

Одним з найефективніших способів запобігання обмерзанням літаків є збереження (базування) їх в укритих стоянках (ангарах). Однак цей спосіб занадто дорогий, тому літаки і вертольоти базуються на відкритих стоянках, що зумовлює необхідність використання інших способів і засобів запобігання обмерзанням в наземних умовах.

Для запобігання обмерзанням ПС може застосовуватися фізико-хімічний спосіб, який полягає в усуненні можливості осідання вологи на поверхнях або у зменшенні до нуля сили зчеплення між льодом, що утворився, і захищальною поверхнею.

Створені спеціальні протиобмерзальні рідини з низькою температурою замерзання, які розпорошуються на поверхні ПС. У результаті утворюється захисна плівка на обшивці літака, яка видаляє лід, що утворився, і перешкоджає повторному обмерзанням оброблених поверхонь ПС.

У цивільній авіації країн СНД нині широко застосовується протиобмерзальна рідина «Арктика-200».

Для видалення крижаних відкладень при температурах зовнішнього повітря до мінус 30 °С до рідини додається 70 % води за об'ємом. З метою економії рідини «Арктика-200» при температурах зовнішнього повітря не нижче мінус 5 °С допускається робити видалення крижаних відкладень нагрітою водою з подальшим негайним обприскуванням поверхні літака нерозбавленою рідиною «Арктика-200». Для нанесення її на поверхню ПС зазвичай використовується спеціальна машина, яка забезпечує якісну і швидку обробку досить великих площ поверхні сучасних ПС.

Спосіб видалення льоду рідкими теплоносіями полягає в обробці поверхні ПС водою, підігрітою до 50...60 °С. Для видалення з ПС крижаних відкладень використовується насос, який під тиском 1,5...2 кг/см² подає теплу воду по шлангу на обмерзлу поверхню. Потім оброблені поверхні протирають сухим і м'яким ганчір'ям чи замшею. Крижані відкладення виводяться спочатку з фюзеляжу, потім із крила і хвостового оперення.

Застосування газоподібного теплоносія принципово не відрізняється від розглянутого вище. Тепле повітря подається по рукавах на відкриту поверхню льоду чи закритий чохлам простір від спеці-

альних підігрівачів з температурою 50...60 °С. Джерелом теплого повітря служать моторні підігрівачі. Після зменшення зчеплення льоду з поверхнею ПС лід швидко зчищають волосяними щітками.

Широке застосування в експлуатації ПС знайшов спосіб, заснований на видаленні льоду, який утворився на поверхні ПС, підігрітою сумішшю води і рідини, що знижує температуру замерзання води. Видалення льоду гарячою водою — дуже ефективний спосіб, однак основним його недоліком є те, що при температурі повітря нижче -5 °С і особливо за наявності вітру вода на поверхні ПС швидко замерзає, і на обшивці корпусу ПС знову утворюється шар льоду. При цьому вода може потрапляти і замерзати у вузлах підвіскі рулів, елеронів, закрилків і т. д. Тому застосовують водяні розчини рідин, що мають низьку температуру замерзання: етиловий та ізопропіловий спирти, етиленгліколь, гліцерин та ін. Попередньо їх підігрівачі до 50...60 °С, що забезпечує видалення льоду і запобігає подальшому замерзанню води на поверхні ПС.

За наявності на літаку сухого снігу, який має слабку силу зчеплення з поверхнею, видалення його в умовах відсутності наземного обмерзання доцільно проводити механічним шляхом за допомогою щіток і теплових обдувних машин. У разі, коли наземне обмерзання ще продовжується, тепла обдувна машина не може забезпечити необхідного захисту, тому що після її застосування за час руління літака безпосередньо в період зльоту поверхня його піддається повторному обмерзанню. Усі зацікавлені особи повинні постійно враховувати в умовах осінньої, зимової і весняної експлуатації можливість виникнення наземного обмерзання і вчасно вживати необхідних заходів запобігання його виникненню на поверхнях ПС.

Наземне кондиціонування повітря в кабінах

Одним з елементів комфортабельного обслуговування пасажирів є штучна зміна температури повітря в пасажирській кабіні перед посадкою. Температура змінюється кондиціонерами: при низьких температурах зовнішнього повітря — для підігрівання пасажирської кабіни, а при високих — для її охолодження. Кондиціонер вмикається за 30—40 хв до посадки пасажирів. Кондиціонери бувають бортові і наземні. У свою чергу наземні кондиціонери можуть бути стаціонарними і пересувними.

Перевагою бортових кондиціонерів є можливість працювати під час руху літаків по землі, адже продуктивність їх нижча від назем-

них кондиціонерів. У польоті бортовий кондиціонер виконує функції або основного, або допоміжного обладнання для охолодження повітря. За принципом охолодження повітря аеродромні кондиціонери поділяються на такі: кондиціонери з компресійними (випарувальними) і кондиціонери з повітряними холодильними машинами.

У схему кондиціонера, що працює за повітряним тиском, уведено агрегати для охолодження повітря — турбохолодильник і повітряний радіатор, а для підігріву використовується компресор або бензиновий підігрівач. Кондиціонер випробувального типу (компресійного) має випарувач, компресор, конденсатор, регулювальний вентиль для охолодження повітря за допомогою холодоагенту, а також підігрівач повітря, який працює на рідкому паливі.

Для підігріву повітря використовують також калориферні підігрівачі, які дають на виході чисте підігріте повітря.

Підігрівачі повітря за температури зовнішнього повітря -5 °С. З цією метою рукави підігрівачів приєднують до спеціальних люків, передбачених у конструкції кабіни, а якщо їх нема — через вхідні двері. При цьому всі двері і багажні люки повинні бути закриті, а двері і кватирки кабіни пілотів відчинені, щоб забезпечити циркуляцію повітря. Повітря від підігрівачів подається з температурою не більше +80 °С доти, доки температура в кабіні не підвищиться до +15 °С. Повітря має надходити через рукави, виготовлені з брезенту або спеціальної тканини. Заборонено при роботі застосовувати рукави, покриті всередині склотканиною, тому що в цьому випадку в кабіну разом з повітрям заносяться волокна склотканини, що неприпустимо.

Засоби, які застосовуються для підігріву кабіни, повинні давати чисте повітря без запаху продуктів згоряння. Один раз на місяць перевіряють уміст у повітряному потоці окису вуглецю, який не повинен перевищувати 0,02...0,03 мг/л. За умови появи в кабіні запаху продуктів згоряння або диму слід негайно вимкнути підігрівач, від'єднати рукави від фланців люків літака, відкрити всі двері і провітрити літак, після чого з'ясувати та усунути причину забрудненості повітря або застосувати для підігріву інші справні засоби.

При підігріві кабіни, як і при підігріві двигунів біля підігрівача повинен знаходитись авіатехнік, який стежить за роботою підігрівача і має під руками справні засоби пожежогашіння. Необхідно слідкувати, щоб рукави підігрівача не лежали на землі (на снігу), не були скручені і зім'яті. Кабіни охолоджують при температурі повітря в них вище +25 °С. Повітря охолоджують до тих пір, доки

його температура буде на 5—8 °С нижчою від температури зовнішнього повітря, але не нижче +20 °С. Як підігрівання, так і охолодження повітря в пасажирських кабінах слід закінчити за 1—2 хв до посадки пасажирів.

8. ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

8.1. Загальні вимоги до засобів механізації

Проблема механізації й автоматизації процесів технічного обслуговування ПС є однією з найбільш актуальних у загальному комплексі задач, які вирішує ІАС. Це пояснюється збільшенням обсягів авіаційних перевезень і робіт із застосуванням авіації в народному господарстві, ускладненням нової авіаційної техніки, яка надходить в експлуатацію, збільшенням обсягу робіт з технічного обслуговування і підготовки ПС до польоту. Основними і найбільш загальними вимогами, які висувуються до засобів механізації технічного обслуговування, є:

- ◆ забезпечення мінімально можливого часу технічного обслуговування ПС;
- ◆ простота устрою і зручність експлуатації;
- ◆ тривалий термін служби й економічність;
- ◆ надійність роботи і можливість ефективного використання в широкому діапазоні зміни кліматичних і метеорологічних умов;
- ◆ мінімальна кількість обслуговуючого персоналу і його безпечні і нешкідливі умови роботи.

Крім загальних, кожен вид засобів механізації повинен задовольняти також низку специфічних вимог, що впливають із його функціонального призначення.

Чинниками, що впливають на продуктивність праці при виконанні технічного обслуговування ПС, є механізація й автоматизація виробничих процесів. У наш час при виконанні технічного обслуговування ПС використовується велика кількість різноманітних машин, механізмів і обладнання. Процеси технічного обслуговування і, відповідно, засоби механізації за своїм призначенням можна поділити на вісім груп (рис. 8.1).

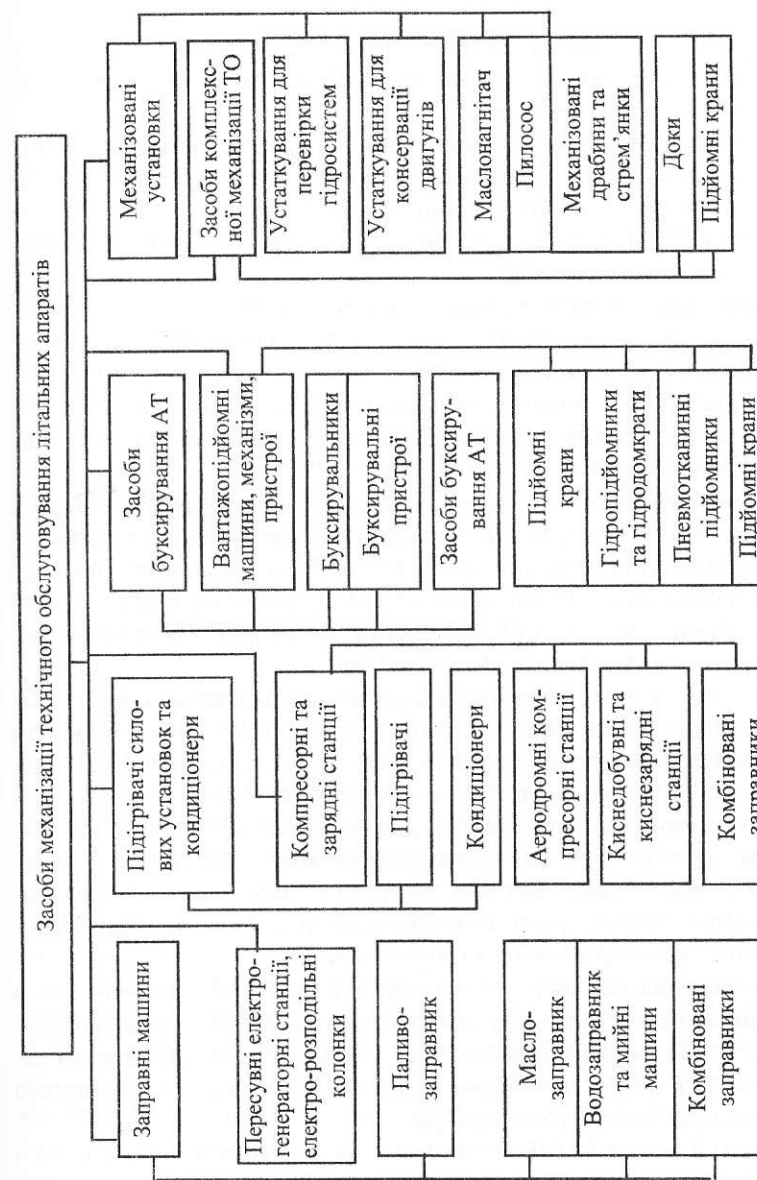


Рис. 8.1. Засоби механізації технічного обслуговування літальних апаратів

8.2. Характеристика засобів механізації.

Заправні машини

До першої групи належать заправні машини, до яких відносять паливозаправники, маслозаправники, водозаправники, мийні машини і комбіновані заправники.

Заправними називаються машини і пристрої, призначені для заправки ПС паливом, мастилами, водою та іншими рідинами. Ці машини мають ємності для розміщення відповідних рідин, насоси, системи трубопроводів та перекирних кранів, вимірювальні прилади і роздавальні пристрої.

Заправні машини частіше за все виконуються самохідними, і їхнє спеціальне обладнання монтується на шасі автомобілів, які лише незначно відрізняються від серійних зразків. Проте існують і такі машини, цистерни і заправне обладнання, які змонтовані на несамохідних шасі і транспортуються спеціальними тягачами або звичайними транспортними автомобілями.

Паливозаправники призначені для транспортування палива, його фільтрування і механізованої заправки в баки ПС. Крім цього, їхнє спеціальне устаткування дає змогу робити наповнення власної цистерни з будь-якого резервуара, перемішування палива в цистерні і відкачування палива з роздавальних шлангів. Вони можуть використовуватися як перекачувальні станції.

Вибір того чи іншого типу паливозаправника визначається ємністю паливних баків ПС і з таким розрахунком, щоб відкрите заправлення продовжувалося не більше 10 хв, а заправка під тиском при продуктивності насосів не менше 1500 л/хв.

Маслозаправники призначені для заправки ПС холодним або підігрітим маслом. Для ПС із газотурбінними двигунами, у яких ємність масляних баків і витрата масла невелика, маслозаправники повною мірою забезпечують потреби в маслі за будь-якої інтенсивності роботи експлуатаційних підприємств.

Дозаправлення маслом (у тому числі й АМГ-10) проводиться з використанням пристроїв, що монтуються на деяких типах паливозаправників або несамохідних візків. Ємність баків для кожної рідини становить 30–50 л. Подача рідин здійснюється за допомогою подачі в ємність стиснутого повітря.

Водозаправники і мийні машини мають цистерни для води і баки для мийної емульсії, розміщені на шасі автомобілів. Ці маши-

ни призначені для заправки водою систем санітарного і побутового обладнання, а також миття ПС.

Забруднене ПС унаслідок погіршення його аеродинамічної якості витрачає додатково до 100 кг палива за 1 год польоту (наприклад, Ту-154). Періодичне миття літаків — один із найбільш трудомістких процесів обслуговування, що майже не піддається механізації через складність геометричної форми літака. Широко застосовують в аеропортах для миття літаків різноманітні модифікації спецмашин з цистерною-термосом, змонтованим на шасі автомобіля. Між кабіною і цистерною машини встановлено підйомний майданчик з телескопічним гідроциліндром для підйому робітника-мийника.

Максимальна висота підйому майданчика для різних модифікацій становить 3,6—6,0 м. Гаряча вода з цистерни подається за допомогою відцентрового насоса і гнучкого шланга довжиною до 25 м до мийної насадки зі щіткою. Миття літака виконують вручну. Спецмашини використовують також для обробки літаків протиобмерзальною рідиною і для заправки гарячою водою санітарних вузлів літака.

Для миття літака використовують також пересувні мийні агрегати та агрегати механізованого миття нижніх поверхонь літака. Останні дають змогу частково усунути ручну працю під час миття літака за рахунок застосування механічних мийних щіток.

Для внутрішнього прибирання літаків застосовуються спецмашини, які складаються з автомобільного шасі, закритого підйомного кузова, переднього висувного і заднього підйомного майданчика. Кузов піднімається важільним механізмом і гідроциліндрами на висоту до рівня вхідних люків літака і з'єднується з порогом люка за допомогою висувного майданчика.

Усередині кузова встановлено обладнання: пилосос для прибирання кабін, ємності з електронагрівачами для води, яка використовується під час миття буфетно-кухонного обладнання, контейнери для сміття, стелажі для легкого літакового інвентарю (штори, підголівники та ін.), генератор постійного струму для перевірки кухонного обладнання й освітлення кабін літака в нічний час доби. Задній підйомний майданчик передбачений для завантаження кузова прибиральним інвентарем і для розвантаження контейнерів зі сміттям. Очищення туалетних відсіків літаків і заправлення їх хімічною рідиною виконують за допомогою спецмашин, обладнаних зливальною ємністю з вакуум-насосом і ємностями для хімічної рідини та промивної води.

Джерела наземного живлення повітряного судна енергією

До другої групи належать пересувні електричні генераторні станції і електророзподільні колонки, призначені для забезпечення ПС електричною енергією під час їх технічного обслуговування.

Під час ТО і перевірки справності різноманітних систем літакового обладнання в наземних умовах (за умови непрацюючих авіадвигунів) необхідно забезпечити літак різноманітними видами енергії: електричною, пневматичною і гідравлічною.

Електрична енергія використовується для живлення бортового обладнання і апаратури, а також для запуску авіаційних двигунів. При цьому потрібен постійний струм напругою 24 (28,5), 48 (57), 70 і 100 В; змінний однофазний струм напругою 208 і 115 В і змінний трифазний струм напругою 208 і 36 В. Сила струму при роботі літакових споживачів 1200 — 2000 А. Особливе місце в електроживленні літака займають процеси електростартерного запуску авіаційних двигунів.

Для початку роботи газотурбінних двигунів (ГТД) і двигунів внутрішнього згоряння необхідно попередньо надати їм за допомогою стороннього джерела енергії деяку початкову швидкість обертання, при якій можливе стійке запалення і горіння палива. Процес попереднього розкручування вала авіаційного двигуна до необхідної частоти обертання називається запуском авіадвигуна. Пристрої, що перетворюють енергію зовнішнього джерела в механічну енергію вала двигуна й забезпечують його розкручування, називаються стартерами.

Електричні стартери авіадвигунів за принципом дії розподіляються на стартери прямої і непрямої дії. Стартери прямої дії розкручують безпосередньо ротор ГТД або колінчастий вал поршневого двигуна. Стартери непрямої дії служать для розкручування інерційного стартера (маховика) поршневого двигуна, який потім забезпечує розкручування колінчастого вала двигуна. Живлення електростартерів здійснюється постійним струмом з напругою, що залежить від системи запуску: при постійній напрузі — 24 В, при ступінчастому збільшенні напруги — 24/48 В і плавному підвищенні напруги — від 0 до 70 (100) В.

Через велику різноманітність параметрів (напруга, сила струму) і характеру використовуваного електричного струму (постійний, змінний) для наземного електроживлення використовують спеці-

альні джерела електроенергії, пересувні електроагрегати (АПА) і централізовані системи електроживлення.

Сучасні пересувні електроагрегати АПА є автономними електростанціями, змонтованими на автомобільному шасі. Кожен з них має двигун внутрішнього згоряння, який приводить до обертання один або кілька генераторів. Додатково до генераторів можуть установлюватися електромашинні перетворювачі енергії (електродвигун-генератор), які перетворюють постійний струм на змінний або навпаки, трансформатори, випрямлячі й акумуляторні батареї, що забезпечують живлення бортової мережі літака усіма видами електричної енергії за напругою, видом струму і частотою.

Централізовані системи живлення літаків енергією дають змогу одночасно забезпечувати електроживленням велику кількість ПС, та зменшити кількість пересувних електроагрегатів і обслуговуючого персоналу. Такі системи створюються в аеропортах, які мають промислову електричну мережу.

Пневматична енергія використовується в системах запуску авіадвигунів літаків типу Ту-154, Іл-62, Як-42 та ін.

Застосування повітряних систем запуску на сучасних літаках обумовлене встановленням на них потужних ГТД і необхідністю скорочення часу запуску. Застосовувати електричні системи запуску в таких умовах не раціонально, тому що з підвищенням їхньої потужності значно збільшується маса електричних стартерів. Крім того, через перехід основних і найбільш потужних електроспоживачів сучасних літаків на змінний струм, генератори постійного струму на авіадвигунах замінені генераторами змінного струму. Отже, для запуску авіадвигунів необхідно було б установлювати додаткові електричні стартери, що призвело б до погіршення масових характеристик систем запуску.

Повітряний стартер є повітряною турбіною, з'єднаною через редуктор з валом авіадвигуна. При запуску двигуна турбіна розкручується за рахунок подачі в неї стиснутого повітря від бортового або наземного джерела і розкручує ротор авіадвигуна. Як наземні джерела стиснутого повітря в аеропортах застосовують пересувні установки, що являють собою газотурбінні двигуни невеликої потужності, встановлені в кузові автомобіля. Стиснуте повітря під тиском 0,45 МПа, температурою 200 °С і подачею 1,35 кг/с відбирається за компресором двигуна і по рукавах подається до повітряного стартера. Установки, крім того, забезпечують споживачів літа-

ків постійним струмом напругою 28,5 В або змінним трифазним струмом при напрузі 208 В та частоті 400 Гц.

Гідравлічна енергія використовується для перевірки справності і працездатності літакових гідравлічних приводів, які виконують такі важливі функції, як прибирання і випуск шасі, гальмування коліс шасі, привід генераторів змінного струму й інших агрегатів. Зміст і обсяг таких перевірок визначаються регламентом ТО, проте для більшості перевірок характерними елементами є контроль герметичності з'єднань, визначення працездатності найважливіших елементів гідроприводу і дозуправлення гідробаків.

Для перевірки гідросистем літаків в аеропортах використовують універсальні пересувні гідроагрегати (УПГ), що являють собою гідро-, пневмоелектростанції, встановлені на автомобільному шасі. До складу устаткування УПГ входять: силова установка, що перетворює механічну енергію двигуна внутрішнього згоряння на інші види енергії, а також гідравлічна, пневматична й електрична системи. Гідравлічна система — головна частина обладнання УПГ і складається з декількох самостійних систем: однієї-трьох основних систем, системи опресування, системи кільцювання і гідробаків.

Теплотехнічні машини

До третьої групи належать підігрівачі силових установок і кондиціонери.

На експлуатацію ПС значно впливають кліматичні умови, зокрема, температура навколишнього повітря. При мінусових температурах запуск двигунів ускладнюється через погану випаровуваність палива і підвищення в'язкості мастильних матеріалів. А в дуже охолодженому салоні і кабіні екіпажу практично неможливо довго перебувати пасажирам та екіпажу.

У спекотну пору року внаслідок впливу сонячного проміння температура повітря всередині салону літака значно (на 10–25 °С) перевищує температуру навколишнього середовища і може досягати іноді 45–50 °С. Це, як і холод, погіршує фізіолого-гігієнічні умови перебування людей у літаку. Для полегшення запуску авіаційних двигунів і забезпечення необхідного мікроклімату в кабінах літаків роблять підігрівання авіадвигунів і кондиціонування (підігрівання або охолодження) повітря в кабінах.

Підігрів авіадвигунів, які використовують високов'язкі мастила, починають уже за температури +5 °С. Підігрівати повітря в літаках

необхідно за температури зовнішнього повітря +5 °С і нижче, а температура повітря в салоні до моменту посадки пасажирів повинна бути в середньому +20 °С. Повітря в кабінах слід охолоджувати при температурах більше +25 °С. При цьому зниження температури повітря в умовах континентального клімату не повинно перевищувати 10–12 °С, а в субтропічному кліматі — 6–8 °С. В іншому випадку в пасажирів буде виникати відчуття температурного дискомфорту і можливі простудні захворювання.

Для підігрівання авіадвигунів і кондиціонування повітря в аеропортах застосовують спеціальні установки, що мають різноманітне конструктивне виконання. Найбільш поширені в аеропортах пересувні теплотехнічні машини, моторні підігрівачі й аеродромні кондиціонери повітря.

Моторні підігрівачі встановлюють на причіпних візках або автомобільному шасі. Конструктивно вони являють собою вентиляторні установки продуктивністю до 2000 м³/г, які обертаються від електродвигуна або двигуна базового автомобіля. Вентилятор нагнітає атмосферне повітря в підігрівальний пристрій-калорифер. Тут повітря нагрівається за допомогою передачі тепла від гарячих стінок калорифера до температури 75–115 °С і по тканинних рукавах подається до об'єктів, які підігриваються. Тепло для нагрівання повітря виділяється при згорянні палива (газу) у камері згоряння калорифера. Для запобігання змішуванню повітря, яке нагрівається, з продуктами згоряння калорифер повинен бути герметичним.

Аеродромні кондиціонери повітря порівняно з моторними підігрівачами підігривають і охолоджують повітря в кабінах літака. Крім того, вони обладнані системами, які дозволяють робити парфумеризацію і дезінфекцію повітря в літаках для усунення неприємних запахів і запобігання всіляким інфекційним захворюванням.

Аеродромні кондиціонери повітря використовують для охолодження кабін літаків, тому основним елементом їх обладнання можна вважати холодильну машину. Найбільш поширені на кондиціонерах холодильні машини випарного типу. Принцип їх роботи полягає в охолодженні атмосферного повітря, яке нагнітається в літак, за рахунок теплообміну з робочим тілом-холодоагентом, що випаровується. Для повторення циклу охолодження холодоагент згодом знову конденсується й віддає отримане тепло в навколишнє середовище.

Як холодоагент використовують похідні фтористі або хлористі вуглеці — фреони, які мають відносно невисокий тиск випаровування і конденсації, низьку температуру замерзання і високу об'ємну холодопродуктивність. Фреон, який циркулює в системі трубопроводів, кипить у випарнику, стикаючись із атмосферним повітрям, яке продувається через нього. Пари відпрацьованого фреону, засмоктуються через фільтр у компресор, де стискаються.

У результаті стискування підвищується температура конденсації фреону і він стискається в конденсаторі, що охолоджується допоміжним потоком атмосферного повітря. Рідкий фреон збирається в ємності-ресивері і потім знову подається у випарник через вентиль, що регулює кількість фреону, який надходить у випарник, а отже, і температуру навколишнього повітря.

Аеродромні кондиціонери, змонтовані на автомобільних шасі, спроможні підігрівати і охолоджувати 4500—7700 м³/г атмосферного повітря холодопродуктивністю 30 000—80 000 ккал/г.

Засоби забезпечення повітряного судна стиснутим повітрям

До четвертої групи належать компресорні і зарядні станції, що містять аеродромні компресорні станції, киснедобувні, киснезарядні станції і повітроазотозаправники.

На сучасних ПС широко застосовують стиснуті гази: повітря, азот, кисень. Стиснуте повітря використовується як джерело енергії у пневмоприводах, для наповнення пневматиків коліс шасі, ущільнення дверей і люків. Крім того, стиснуте повітря широко застосовується при ремонті літаків, для приводу пневматичних інструментів, перевірки герметичності кабін та з іншою метою.

Азот використовують для заправки амортизаційних стояків шасі, гідроаккумуляторів, пневматиків коліс, у системах нейтрального газу. Кисень необхідний для забезпечення життєдіяльності екіпажу при висотних польотах, а в деяких випадках і пасажирів, наприклад, тих, що страждають серцевою недостатністю.

Для заправки літакових споживачів, стаціонарних і переносних балонів, гідроаккумуляторів, амортизаційних стояків та інших агрегатів застосовують газозарядні машини: компресори низького тиску (КНТ) з тиском стиснутого повітря 0,01—0,2 МПа і продуктивністю 500—2000 м³/год, компресорні станції високого тиску, що стискають повітря до тиску 0,5—40,0 МПа, з продуктивністю

115—140 м³/год, пересувні повітрозаправники з робочим тиском у балонах до 35 МПа. Кисне- й азотозарядні станції дають змогу заправляти літакові споживачі до тиску 15 МПа.

Компресори низького тиску застосовують для перевірки герметичності кабін. Вони є одноступінчати поршневі компресорами, встановленими на причіпному колісному шасі. Привід компресорів здійснюється від двигунів внутрішнього згорання.

Компресори стаціонарного високого тиску використовують переважно для заправки повітряних балонів і дають змогу одержувати тиск стиснутого повітря до 40 МПа внаслідок його багаторазового стиснення в багатоступінчатому компресорі, який обертається від двигуна внутрішнього згорання.

Компресори низького тиску і компресорні станції високого тиску зазвичай монтуються на стаціонарних рамах або двовісних причіпах і не пристосовані для частого пересування. Для оперативного заправки ПС стиснутим повітрям застосовують повітрозаправники на автомобільному шасі.

Повітрозаправник є спецмашиною на шасі автомобіля. Повітрозарядна система, що складається з батареї транспортних балонів, комунікаційної і регулювальної арматури, встановлена у знімному металевому кузові. Доступ до обладнання здійснюється через люки на бортах і в задній частині кузова. Принцип роботи повітрозаправника полягає в перепусканні стиснутого повітря з балонів, що мають тиск 35 МПа, до різноманітних споживачів з попереднім дроселюванням повітря в редукторах до необхідного тиску заправки. Тиск повітря контролюють за манометром.

Заправка ПС стиснутим азотом проводиться з використанням аналогічних спецмашин, але обладнаних батареєю азотних транспортних балонів і з відповідним налаштуванням регулювальної апаратури.

Засоби буксирування повітряних суден

До п'ятої групи належать буксирувальники і засоби транспортування АТ, що містять буксирувальники, буксирувальні пристрої і засоби буксирування авіатехніки.

Повітряні судна постійно переміщуються по території аеропортів (транспортування на старт і зі злітно-посадкової смуги, на перон і з перону і т. д.).

Переміщення ПС здійснюється за допомогою тяги їхніх власних двигунів або буксирувальними засобами.

Буксирування ПС застосовується все ширше, тому що при цьому значно знижуються шум і забруднення повітря в зоні аеропорту, зменшується непродуктивна витрата ресурсу авіадвигунів і досягається значна економія авіаційного палива. Наприклад, при буксируванні літака Іл-86 економиться за хвилину 125 л гасу. Крім того, при буксируванні літака унеможливується потрапляння до всмоктувального сопла авіадвигунів піску, дрібних камінців та інших предметів, що викликають пошкодження лопаток компресорів. Ця небезпека особливо велика для літаків типу Іл-76, Іл-86 із низько розташованими силовими установками. Для буксирування ПС застосовують серійні вантажні автомобілі і спеціальні аеродромні тягачі.

Технічні вимоги до засобів буксирування (тяга на гаку, радіус розвороту, маневреність, повільність зрушування літака, оглядовість кабіни і т.д.), а також вимоги безпеки при буксируванні постійно зростають у зв'язку з підвищенням інтенсивності польотів і надходженням в експлуатацію нових великогабаритних і важких літаків. Тому автомобільні тягачі поступаються місцем аеродромним тягачам.

Спеціальні аеродромні тягачі вигідно відрізняються від автомобільних тягачів. Головна їхня перевага — підвищена тяга на гаку, що дає змогу їм буксирувати практично всі види вітчизняних літаків. Вони мають добру маневреність, яку створюють поворотні осі коліс. На тягачах застосовується гідромеханічна трансмісія, що дає змогу їм надійно переборювати силу інерції літака в момент початку руху і тим самим плавно зрушувати літак з місця. Полегшити зрушення літака, а також зменшити можливість буксування тягача під час буксирування літаків по мокрій, засніженій або зледенілій території аеродрому можна за допомогою встановлення на тягачі спеціального баласту, що збільшує масу тягача і силу зчеплення його коліс з аеродромним покриттям.

Важливою особливістю тягачів є встановлення на них додаткових передньої і задньої кабіни для технічного складу, який керує буксируванням. При цьому в задній кабіні є дублювання керування тягачем, що дозволяє виконувати під'їзд тягача до літака з високою точністю.

Передня кабіна водія має гарний огляд у всіх напрямках за рахунок того, що вона припіднята над тягачем і має велику площу оглядового скла.

Усе це забезпечує підвищення безпеки під'їзду до літака, його буксирування і знижує ймовірність пошкодження тягачем.

Засоби обслуговування планера і високо розташованих частин повітряного судна

До шостої групи належать вантажопідйомні машини, механізми і пристрої, що містять підйомні крани, гідропідйомники і гідродомкрати, пневмотканинні підйомники і такелажні пристрої.

Роботи з розбирання, складання і заміни окремих важких і великогабаритних деталей ПС, знімання й установавання авіаційних двигунів і повітряних гвинтів, підйом літаків для перевірки дії механізмів підйому і випуску шасі, підйом потерпілих аварію ПС і прибирання їх з місць вимушених посадок, установавання ПС для нівелювання й багато інших випадків здійснюються з використанням вантажопідйомних машин, механізмів і пристроїв.

На аеродромах цивільної авіації застосовують несамохідні і самохідні підйомні крани.

Для забезпечення доступу до високо розташованих елементів конструкції ПС при ТО в аеропортах використовують звичайні і телескопічні сходи, драбинки, підйомні площадки і доки. Прості і складані драбинки, приставні і підвісні сходи застосовують для обслуговування планера й агрегатів літака на висоті до 3 м. Ці засоби зазвичай розміщують безпосередньо на місцях стоянок.

При розміщенні елементів конструкції на висоті 4–13 м і невеликій відстані зони обслуговування по горизонту використовують несамохідні пересувні телескопічні драбинки або розсувні сходи.

Під час обслуговування агрегатів вузлів літаків, розташованих на висоті до 16 м, а також при відносно частому переміщенні обслуговуючого персоналу від одного вузла до іншого або між кількома літаками застосовують самохідні пересувні площадки обслуговування із шарнірною стрілою або автомобільні телескопічні вишки.

Самохідна площадка обслуговування забезпечує доступ до вузлів літаків на висоті до 16 м. Її змонтовано на шасі автомобіля у вигляді двосекційної шарнірної стріли. На кінці верхньої секції стріли закріплено дві робочі площадки. Нижнім кінцем стріла шарнірно закріплена на колоні поворотної платформи. Привід стріли або поворотної платформи здійснюється гідроциліндрами і трособлочними механізмами. Стріла може повертатися в горизонтальній площині в обидва боки на 180°, у вертикальній площині нижня ланка повертається на 80°, а верхня — на 256°.

Робочі площадки мають загальну вантажопідйомність до 300 кг. Одна з них обладнана лебідкою для підйому вантажів масою 100 кг.

На площадках також установлені: пульт дистанційного керування рухом стріли, фари освітлення і кінцеві вимикачі для автоматичного вимикання гідросистеми приводу при основному зближенні площадок з літаком. Горизонтальне положення підлоги площадок при будь-якому положенні стріли забезпечується механізмом стабілізації, встановленим усередині секцій стріли. Стійкість площадки при великих висувах стріли досягається установленням вносних опор-аутригерів і противаги.

Доки служать для ТО літаків при трудомістких формах регламентних робіт, коли застосовувати індивідуальні засоби доступу неефективно через недостачу робочих місць і важкість їх забезпечення обладнанням, матеріалами та інструментами.

Доки літаків є комплексами, розташованими по периметру літака стаціонарних і пересувних палуб і площадок, пов'язаних сходами і маршовими переходами. Стаціонарні площадки зазвичай оточують передню частину літака. Хвостові площадки дока роблять рухомими для закріплення літака в док або викочування з нього. Деякі доки складаються тільки з рухомих елементів, що дозволяє обслуговувати в них різні типи літаків. Платформи доків часто виготовляють такими, що піднімаються, або підвісними для обслуговування елементів конструкції літака на різних рівнях.

Для підвищення продуктивності праці під час ТО і поточного ремонту доки обладнують комплексом підйомно-транспортних засобів. До їх складу входять механізми для закріплення, викочування і напрямні для коліс літака в зоні переддокової площадки і в доці, звичайні або спеціальні підйомники літака, мостові крани, крани-балки з таями і тельферами, такелажні пристосування, візки з підйомними механізмами і без них, страхувальні та інші підйомні механізми. Доки поділяють на внутрішньоангарні і зовнішньоангарні, які вкривають зазвичай тільки передню частину літака.

8.3. Розрахунок рівня механізації технічного обслуговування повітряних суден

Основними показниками, за якими можна оцінити стан механізації технічного обслуговування, є рівень механізації виробничого процесу, рівень механізації процесу праці та ступінь використання засобів механізації.

Використовуючи ці показники шляхом порівняння трудомісткості виконаних операцій ТО механізованим шляхом і вручну, можна оцінити досягнутий рівень механізації.

До *ручних* належать операції, які виконуються за допомогою найпростіших знарядь праці й інструментів (ключів, викруток тощо) без застосування машин і механізмів. До *механізованих* відносять операції, основні заходи яких виконуються машинами, механізмами й апаратами.

Рівень механізації виробничого процесу є відношенням приведеної до ручної праці сумарної трудомісткості механізованих робіт до загальної трудомісткості процесу обслуговування, вираженої в нормах ручної праці:

$$U_M^{np} = \frac{\sum_{i=1}^e [(T_{имм} - T_{имм} K_{i1}) K_{i2} + T_{имм} K_{i1}]}{\sum_{i=1}^e [(T_{имм} - T_{имм} K_{i1}) K_{i2} + T_{имм} K_{i1} + T_{ipм}] + \sum_{i=e+1}^n T_{ipруч}^{оп}},$$

де $T_{имм}$ — трудомісткість робіт, які виконуються працівниками, зайнятими механізованою працею на i -й механізованій операції; $T_{ipм}$ — трудомісткість ручних робіт, які виконуються працівниками, зайнятими механізованою працею на i -й механізованій операції; $T_{ipруч}^{оп}$ — трудомісткість i -ї операції, яка виконується вручну без застосування машин і механізмів; K_{i1} — коефіцієнт, що враховує ручну працю, яка залишилася, виконавців, зайнятих виконанням механізованих робіт на i -й механізованій операції; K_{i2} — коефіцієнт переведення механізованої праці в ручну (коефіцієнт ефективності засобів механізації) на i -й механізованій операції; e — кількість механізованих операцій з n операцій, що складають процес.

Рівень механізації виробничого процесу характеризує технічну оснащеність тієї або іншої технологічної схеми і не відбиває якісний бік механізації. Але процес розвитку механізації полягає не тільки в тому, що машинна техніка витискує ручну працю з основних операцій технічного обслуговування, а й у поступовій заміні ручної праці механізованою на допоміжних роботах. Тому важливо визначити не тільки факт механізації, але й ступінь, глибину її здійснення.

Значення цього якісного боку розвитку механізації можна охарактеризувати іншим показником — рівнем механізації процесу праці.

Рівень механізації процесу праці є відношенням витрат праці, звільнених у результаті організації процесу, до загальних витрат ручної і механізованої праці, приведені до ручної:

$$U_{\text{м.п}}^{\text{пр}} = \frac{\sum_{i=1}^e (T_{\text{имм}} - T_{\text{имм}} K_{i1}) K_{i2}}{\sum_{i=1}^e [(T_{\text{имм}} - T_{\text{имм}} K_{i1}) K_{i2}] + T_{\text{имм}} K_{i1} + T_{\text{прм}} + \sum_{i=e+1}^n T_{\text{пруч}}^{\text{оп}}}$$

Порівняння рівня механізації процесу праці з показником механізації виробничого процесу дозволяє зауважити, що коли останній характеризує частку механізованої праці в загальній трудомісткості виробничого процесу, то перший, на відміну від цього, ще й характеризує цю механізовану працю. Він показує частку машинної праці в аналізованій механізованій операції.

Ступінь використання засобів механізації характеризує обсяг (частку) машинної праці під час виконання механізованої роботи аналізованої операції:

$$C_{\text{м.і}}^{\text{оп}} = \frac{T_{\text{маш.і}}^{\text{оп}}}{T_{\text{мех.і}}^{\text{оп}}} = \frac{(T_{\text{имм}} - T_{\text{имм}} K_{1i}) K_{2i}}{(T_{\text{имм}} - T_{\text{имм}} K_{1i}) K_{2i} + T_{\text{имм}} K_{1i}}$$

З викладеного вище можна встановити, що $U_{\text{м.п}}^{\text{оп}} = U_{\text{м.п}}^{\text{пр}} C_{\text{м.і}}^{\text{оп}}$, тобто рівень механізації праці дорівнює рівню механізації процесу, помноженому на ступінь використання засобів механізації для аналізованої операції.

8.4. Розрахунок потрібної кількості засобів механізації

Основною вимогою при розрахунку необхідної кількості засобів механізації ТО є забезпечення регулярності вильотів у найбільш завантажені періоди часу. Проте не слід і завищувати кількість засобів механізації, тому що при цьому знижується коефіцієнт їхнього використання, а придбання й утримання зайвої техніки дорого обходиться експлуатаційним підприємствам.

Методика розрахунку необхідної кількості різних типів засобів передбачає облік різних умов роботи експлуатаційних підприємств, які охоплюють інтенсивність вильотів (частоту використання засобів механізації), оперативний час використання, тип ПС і засоби механізації, які застосовуються, статистичні дані конкретних підприємств, що характеризують умови використання засобів механізації.

Для розрахунку необхідної кількості засобів механізації, незалежно від найменування, можна користуватися такою узагальненою формулою:

$$N_n = \frac{\lambda T_{\text{ц}}}{60 K_{\text{т.г}}} K_y,$$

де λ — інтенсивність застосування засобів або інтенсивність літаковильотів у години пік, літако-год; $T_{\text{ц}}$ — час робочого циклу технологічної операції, хв; $K_{\text{т.г}}$ — коефіцієнт технічної готовності засобів; K_y — коефіцієнт обліку умов ТО на конкретних підприємствах цивільної авіації.

Визначаючи тривалість робочого циклу виробничої операції, необхідно враховувати особливості виконуваної операції і застосовані засоби механізації. У загальному випадку:

$$T_{\text{ц}} = t_p + t_d,$$

де t_p — основний робочий час безпосереднього обслуговування ПС, хв; t_d — допоміжний час, який витрачається на під'їзд, від'їзд засобів механізації, приєднання їх елементів, дозаправлення самих засобів механізації тощо. Основний робочий час:

$$t_p = \frac{\Pi}{A_m},$$

де Π — обсяг виконуваних робіт; A_m — продуктивність засобів механізації.

Коефіцієнт технічної готовності засобів механізації можна визначити, використовуючи вираз:

$$K_{\text{т.г}} = T_6 (T_6 + T_{\text{р.в}}),$$

де T_6 — середнє напрацювання засобів механізації за аналізований період експлуатації, год; $T_{\text{р.в}}$ — середній час проведення регламентних та інших відновлювальних робіт, тобто сумарні простой за той же період часу. Значення $K_{\text{т.г}}$ для різних засобів механізації може змінюватися в широких межах. Воно залежить від надійності, експлуатаційної технологічності засобів механізації, кваліфікації особового складу й інших чинників.

Коефіцієнт K_y залежить від конкретних умов використання засобів механізації на тому або іншому експлуатаційному підприємстві. На нього впливає одночасність застосування засобів механізації, місце базування підприємства, кліматичні й інші місцеві умови. Тому для конкретного авіапідприємства K_y можна визначити, користуючись статистичними матеріалами з використання різноманітних засобів механізації.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ У ЦИВІЛЬНІЙ АВІАЦІЇ

9. ОРГАНІЗАЦІЯ ЛЬОТНОЇ РОБОТИ Й ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ

Організація льотної роботи — це система заходів щодо планування льотної роботи і керування льотними підрозділами та екіпажами ПС для виконання плану польотів та забезпечення безпеки, регулярності й економічної ефективності польотів.

Організація польотів охоплює:

- планування льотної роботи;
- професійну підготовку льотного складу;
- формування екіпажів ПС;
- допуск льотного складу до польотів;
- попередню і передпольотну підготовку екіпажів;
- перевірку роботи льотного складу;
- польоти з перевіряючими особами у складі екіпажу;
- розбори польотів;
- льотно-методичну роботу.

9.1. Аеродроми, аеропорти та повітряні траси

Аеродроми цивільної авіації поділяють за такими критеріями:

- а) за видами поверхні ЗПС — на аеродроми зі штучним покриттям, ґрунтові, сніжні й льодові;
- б) за характером використання — на постійні та тимчасові, денної та цілодобової дії;
- в) за призначенням — на трасові, заводські, навчальні та для виконання авіаційних робіт;
- г) за розташуванням і використанням екіпажами при польотах по трасах — на базові, проміжні, вильоту, призначення й запасні;

д) за висотою над рівнем моря та характеристикою рельєфу — на гірські й рівнинні;

е) за допуском до експлуатації по мінімумах для посадки — на категоріальні й некатегоріальні.

Залежно від довжини ЗПС і несучої здатності покриттів аеродроми поділяють на класи: А, Б, В, Г, Д, Е.

На класифікованих аеродромах повинна бути підготовлена запасна ґрунтова ЗПС, що постійно утримується в експлуатаційній готовності для зльоту й посадки ПС.

За призначенням аеропорти поділяють на аеропорти місцевих повітряних ліній і міжнародні аеропорти.

Залежно від інтенсивності руху ПС, обсягу авіаперевезень аеропорти підрозділяються на п'ять класів: 1, 2, 3, 4, 5.

Польоти ПС у повітряному просторі України виконуються по повітряних трасах, місцевих повітряних лініях (МПЛ) і встановлених маршрутах.

Напрямок, ширина повітряних трас, МПЛ і установлених маршрутів, а також ешелони (висоти) польоту встановлюються з дотриманням вимог безпеки польотів.

Повітряні траси уведені в Перелік повітряних трас України, для кожної траси вказуються ешелони, виділені для польотів, і ширина траси. Ширина повітряної траси встановлюється, як правило, 10 км. В окремих випадках, у районах з недостатнім забезпеченням радіотехнічних станцій ширина повітряної траси може бути збільшена до 20 км. Для деяких ділянок повітряних трас можуть установлюватися маршрути випрямлених повітряних трас — для польотів повітряних суден у період, коли даний район не зайнятий іншими польотами.

Місцеві повітряні лінії встановлюються, як правило, у нижньому повітряному просторі і можуть бути двох категорій:

— першої — для польотів на виділених ешелонах шириною не більше 10 км;

— другої — для польотів за правилами візуальних польотів на висотах нижче нижнього ешелону; ширина місцевих повітряних ліній другої категорії встановлюється, як правило, не більше 4 км з урахуванням рельєфу місцевості і штучних перешкод на ній.

9.2. Планування льотної роботи

Планування льотної роботи здійснюється відповідно до перспективних, поточних, оперативних (місячних, добових) планів роботи, підприємств і авіакомпаній.

Під час складання планів організації і виконання льотної роботи необхідно керуватися:

- завданнями плану;
- вимогами Посібника з організації льотної роботи в цивільній авіації;
- аналізом організації льотної роботи, дисципліни й стану безпеки польотів;
- наказами і вказівками Державної авіаційної служби України.

Для екіпажів повітряних суден установлюються добові, місячні й річні норми льотного часу, а також тривалість робочого часу та часу відпочинку. Крім того, для екіпажів, що виконують авіаційні роботи, а також навчальні або тренувальні польоти, установлюється гранична кількість польотів протягом робочого дня.

Правила забезпечення передпольотного відпочинку, норми й обмеження, які стосуються порядку призначення екіпажів у політ і його тривалості, визначаються Положенням про робочий час і час відпочинку працівників цивільної авіації.

Плани польотів складаються в авіакомпаніях і передаються до аеродромного диспетчерського пункту для складання зведеного оперативного плану. Затверджений зведений план доводять до служб, які забезпечують польоти. Документом, що дає право командирові ПС на виконання польоту, є завдання на політ. Завдання на політ може змінити тільки посадова особа, що підписала його, або вищі прями начальники.

Для організації, планування й забезпечення виконання завдань на політ установлюється єдина документація, ведення якої обов'язкове на всіх підприємствах цивільної авіації. Перелік і форми обов'язкових документів для підприємств, підрозділів та екіпажів ПС, а також порядок їх ведення встановлюються Державною авіаційною службою України.

9.3. Організація експлуатації повітряних суден екіпажами

Виконання польотів у цивільній авіації здійснюється відповідно до вимог нормативних документів, які регламентують загальні пра-

вила виконання польотів у повітряному просторі України й льотну експлуатацію конкретних ПС.

Льотна експлуатація конкретного ПС регламентується Посібником з льотної експлуатації, Інструкцією із взаємодії і технології роботи членів екіпажу.

Командир ПС є керівником і організатором координованих дій екіпажу, несе особисту відповідальність за всі ухвалені рішення на всіх етапах польоту й безпосередньо відповідає за забезпечення безпеки польоту, незалежно від того, хто пілотує (він особисто або другий пілот), виконання вимог Керівництва з льотної експлуатації (КЛЕ), витримування встановленого режиму польоту й точність літаководіння, прийняті рішення, своєчасне внесення в бортовий журнал зауважень про виявлені несправності ПС або роботу його систем.

Командир ПС (КПС) зобов'язаний протягом усього польоту перебувати на своєму робочому місці, короткочасно залишаючи робоче місце тільки за сприятливих умов польоту. У цьому випадку ПС пілотує другий пілот, а всі інші члени екіпажу перебувають на своїх робочих місцях.

Членам екіпажу залишати свої робочі місця без дозволу КПС забороняється.

Командир ПС має право:

- ухвалювати рішення щодо вильоту відповідно до вимог порадики з виконання польотів ЦА;
- відмовитися від виконання завдання на політ, якщо він вважає його непосильним для себе й екіпажу або не впевнений у безпеці його виконання;
- змінювати режим польоту у випадку, який не терпить зволікання, для забезпечення безпеки польоту з негайною доповіддю про це відповідному диспетчерові керування повітряним рухом;
- приймати рішення і діяти відповідно до сформованих умов незалежно від указівок диспетчера в тих випадках, коли ці вказівки суперечать безпеці польоту;
- зливати паливо, якщо це необхідно для забезпечення безпеки польоту й посадки ПС;
- робити вимушену посадку, коли він вважає продовження польоту небезпечним через сформовані умови, стан здоров'я членів екіпажу й пасажирів, стан авіаційної техніки або через інші причини;

о вимагати від усіх осіб, що перебувають на борту ПС, беззастережного виконання правил, пов'язаних із забезпеченням безпеки польоту, і вживати заходи примусу до осіб, які своїми діями створюють загрозу безпеці польоту.

Другий пілот відповідає за виконання вимог КЛЕ, дотримання встановлених режимів польоту, правил ведення радіозв'язку і контролю за повітряним простором, якість пілотування при передачі йому керування ПС.

Бортінженер відповідає за прийняття ПС у справному й підготовленому для польоту стані, дотримання правил експлуатації ПС на землі й у польоті, своєчасне інформування КПС про несправності авіаційної техніки, закриття заправних горловин, аварійних вантажних люків, дверей фюзеляжу, наявність на борту встановленої бортової документації, аварійно-рятувальних засобів, необхідної для польоту кількості палива, мастила, рідин і газів.

Штурман відповідає за таке: експлуатацію бортових радіонавігаційних засобів літаководіння, точність і безпеку літаководіння, дотримання правил ведення радіозв'язку та контроль повітряного простору, витримування режиму зльоту.

У системі забезпечення безпеки польотів особливого значення набуває раціональний розподіл обов'язків і взаємодія в екіпажі, чітке виконання кожним членом екіпажу своїх обов'язків. Правильна взаємодія в екіпажі дає можливість КПС контролювати всі елементи польоту та приймати правильне рішення в конкретній ситуації.

Залежно від конкретних умов і професійних навичок членів екіпажу КПС уточнює обов'язок кожного під час передполітної і передпосадкової підготовки.

Команди й доповіді членів екіпажу повинні бути короткими, чіткими й однозначними.

Для усунення можливих помилок через невиконання окремих операцій на різних етапах підготовки до польоту й у польоті виконання основних операцій членами екіпажу перевіряється за картою контрольної перевірки.

Карта контрольної перевірки є засобом організації в екіпажі, додаткового контролю виконання найбільш відповідальних операцій, що визначають готовність ПС та екіпажу до чергового рубежу або етапу польоту і безпосередньо впливають на безпеку польоту.

9.4. Підготовка льотного складу

Професійна підготовка льотного складу проводиться з метою досягнення рівня знань, навичок та умінь, що забезпечує високу безпеку, регулярність, економічну ефективність польотів, а також своєчасні і правильні дії членів екіпажу в особливих випадках та аварійних ситуаціях.

Професійна підготовка льотного складу передбачає:

— первинну підготовку, перепідготовку на інший тип ПС і підвищення кваліфікації;

— підготовку в льотних підрозділах.

Кожен з цих етапів повинен передбачати теоретичну підготовку, практичні заняття на авіаційній техніці, тренажерну й льотну підготовку.

Первинна підготовка проводиться в льотних навчальних закладах цивільної авіації відповідно до навчальних планів і програм, затверджених Державною авіаційною адміністрацією України.

Перепідготовка льотного складу на ПС нових типів проводиться в Центрах ЦА, льотних навчальних закладах ЦА та на авіаційних заводах.

Підвищення кваліфікації льотного складу здійснюється в навчально-тренувальних підрозділах, центрах ЦА, льотних навчальних закладах ЦА.

Підготовка льотного складу в льотних підрозділах проводиться для допуску до самостійної роботи, підтримки й удосконалення рівня професійної підготовки.

Одним з основних видів підготовки екіпажів ПС до дій в особливих випадках й аварійних ситуаціях є тренажерна підготовка. Вона проводиться регулярно, відповідно до програм Державіаадміністрації на тренажерах, що відповідають експлуатованим типам ПС. За браком тренажерів відповідних типів ПС тренування на тренажері замінюється тренуванням у кабіні ПС.

9.5. Контроль польотів та аналіз льотної роботи

Основною метою контролю виконання польотів є своєчасне попередження й профілактика помилок і відхилень у техніці пілотування, порушення правил льотно-технічної експлуатації повітряних суден і їх устаткування, виявлення причин відмов авіаційної техніки.

Контроль здійснюється:

- командно-льотним складом підприємств ЦА;
- командно-льотним та інспекторським складом Державної авіаційної адміністрації України;
- керівним інженерним складом авіапідприємств, Державної авіаційної адміністрації України в процесі підготовки польоту й після його закінчення.

Контроль польотів проводиться:

- у процесі попередньої і передпольотної підготовки екіпажів до польотів;
- під час перевірки техніки пілотування і практичної роботи фахівців;
- під час перевірки роботи екіпажів ПС на робочих аеродромах при виконанні авіаційних робіт;
- у процесі індивідуальних співбесід.

Для контролю виконання польотів і аналізу льотної роботи комплексно використовуються:

- ✓ журнали підготовки до польотів і розборів польотів;
- ✓ польотна та метеорологічна документація;
- ✓ результати спостереження за польотами командно-льотним складом;
- ✓ інформація служб руху, інженерно-авіаційної служби та інших служб, які забезпечують польоти;
- ✓ результати інспекторських і вибіркових оглядів ПС і аналізу експлуатації авіаційної техніки;
- ✓ матеріали аналізу польотної інформації, бортових і наземних засобів, реєстрації параметрів польоту та мовного обміну;
- ✓ матеріали перевірок інспекторів безпеки польотів.

Контроль за виконанням польотів кожним екіпажем з постійним використанням матеріалів аналізу польотної інформації здійснюється систематично з періодичністю, установленою Державіаадміністрацією.

Контроль проводиться в обов'язковому порядку:

- під час виконання чартерних рейсів;
- у разі підтвердження кваліфікації й виконання тренувальних польотів;
- за заявками командно-льотного складу, а також за вказівками вищих командирів (начальників);

- у разі виявлення порушень Посібника з льотної експлуатації, правил польотів і керування повітряним рухом;
- на вимогу командирів суден.

Відповідальність за строки і якість польотної інформації, що подається, несуть керівники служб, які роблять первинну обробку засобів контролю польотів, при цьому остаточний аналіз і висновки за отриманими даними проводить командно-льотний склад підрозділів.

Відповідальність за складання аналізу організації льотної роботи та стану безпеки польотів покладається на заступників командирів (начальників) з організації льотної роботи (льотної підготовки). Порядок складання аналізу та структура його побудови визначається Державіаадміністрацією.



Контрольні запитання і завдання

1. Дайте класифікацію аеродромів, аеропортів та повітряних трас.
2. У чому полягає зміст планування льотної роботи?
3. Опишіть обов'язки і права командира ПС.
4. З'ясуйте обов'язки інших членів екіпажу ПС (другого пілота, бортінженера, штурмана).
5. Розкрийте суть професійної підготовки льотного складу.
6. Встановіть мету і зміст контролю виконання польотів.
7. Назвіть осіб, які здійснюють контроль за виконанням польотів та випадки, коли здійснюється цей контроль.
8. Які матеріали використовують для контролю виконання польотів?

10. ВИДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ ТА ЇХ КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА

Забезпечення польотів передбачає такі види: штурманське, аеронавігаційною інформацією, метеорологічне, інженерно-авіаційне, аеродромне, електросвітлотехнічне, радіотехнічне, орнітологічне, забезпечення польотів службою організації перевезень, режимно-охоронне, пошуково-рятувальне й аварійно-рятувальне, медичне, оперативне управління виробництвом.

10.1. Штурманське забезпечення

Штурманське забезпечення польотів організують відповідно до вимог Порадника з виконання польотів у ЦА, Порадника зі штурманської служби в ЦА і здійснюється на всіх етапах підготовки й виконання польотів. Організація штурманського забезпечення польотів у ЦА покладається на головного штурмана Державіаадміністрації, головних штурманів льотних навчальних закладів і старших штурманів авіаційних підприємств ЦА.

Штурманське забезпечення польотів містить:

— розробку нормативних і методичних документів, що регулюють підготовку та виконання польотів у штурманському відношенні;

— розробку схем маневрування ПС у районі аеродрому;

— штурманську підготовку льотного складу персоналу управління повітряним рухом;

— організацію своєчасного доведення до екіпажів аеронавігаційної інформації, необхідної для виконання польотів;

— постійне підвищення якості підготовки та виконання польотів у штурманському відношенні шляхом комплексного застосування навігаційних засобів, вибору найвигідніших маршрутів та ешелонів, а також обґрунтування найбільш раціонального розміщення наземних технічних засобів навігації та посадки;

— контроль якості готовності екіпажів до польоту і виконання польотів у штурманському відношенні;

— визначення мінімумів аеродромів для зльоту і посадки ПС та мінімумів для візуальних польотів;

— здійснення взаємодії штурманської служби з іншими службами, організаціями й відомствами, які забезпечують польоти.

10.2. Забезпечення аеронавігаційною інформацією

Забезпечення польотів аеронавігаційною інформацією полягає у своєчасному наданні аеронавігаційної інформації авіаційному персоналу, пов'язаному із забезпеченням і виконанням польотів.

Основними документами аеронавігаційної інформації для екіпажів і служб, які організують і забезпечують польоти, є:

— переліки повітряних трас України, місцевих повітряних ліній і запасних аеродромів;

— збірники й регламенти аеронавігаційної інформації з повітряних трас України;

— додатки до збірників аеронавігаційної інформації (мінімуми аеродромів для зльоту й посадки літаків ЦА);

— радіонавігаційні карти;

— поправки й повідомлення аеронавігаційної служби, листи попереджень.

Екіпажі ПС забезпечуються документами аеронавігаційної інформації по всьому маршруту польоту від аеродрому вильоту до аеродрому призначення з урахуванням запасних аеродромів. Безпосереднє забезпечення екіпажів документами аеронавігаційної інформації в аеропортах здійснюється штурманською службою аеропортів, а за її відсутності — посадовими особами служби руху.

10.3. Метеорологічне забезпечення

Метеорологічне забезпечення полягає у своєчасному доведенні до командно-керівного, льотного складу, працівників служби руху та інших посадових осіб ЦА метеорологічної інформації, необхідної для виконання покладених на них обов'язків.

Безпосереднє метеорологічне забезпечення здійснюють оперативні органи Держкомгідромету. На аеродромах і посадкових майданчиках, де немає оперативних органів Держкомгідромету, метеорологічні спостереження проводяться працівниками ЦА, які пройшли спеціальну підготовку і допущені до таких спостережень.

Офіційними даними про фактичну погоду на аеродромі, за якими приймається рішення на зліт і посадку ПС, є дані спостережень, що отримуються від оперативного органу Держкомгідромету, а там, де його немає — дані спостережень працівників ЦА.

Метеоспостереження при виконанні польотів на аеродромі, а також у тих випадках, коли аеродром є запасним, проводяться у встановлений термін — через кожні 30 хв, а в інший час — щоднини. Спеціальні спостереження проводяться на запит диспетчера.

У період між установленими термінами ведуться постійні спостереження за всіма змінами погоди, особливо за виникненням, розвитком і закінченням метеоявищ, небезпечних для авіації.

Екіпажі ПС, що перебувають у польоті, одержують дані про погоду каналами віщання метеоінформації. Якщо на аеродромі немає системи автоматичної передачі цих даних, відомості про погоду

передають екіпажам диспетчери. Диспетчер зобов'язаний передавати інформацію на борт ПС у всіх випадках на запит екіпажу.

Після посадки командир ПС зобов'язаний повідомити метеоцентр аеродрому призначення про погоду, що спостерігалася в польоті, і здати метеодокументацію, якщо вона була отримана в аеропорту вильоту.

10.4. Інженерно-авіаційне забезпечення

Інженерно-авіаційне забезпечення здійснюється відповідно до вимог Порадника з виконання польотів, Порадника з технічної експлуатації та ремонту авіаційної техніки ЦА й інших нормативних актів ЦА.

Інженерно-авіаційне забезпечення передбачає:

- утримання ПС у справному стані відповідно до встановлених нормативів;
- забезпечення своєчасного і якісного технічного обслуговування ПС;
- забезпечення високого рівня безпеки, регулярності польотів і культури обслуговування пасажирів;
- аналіз причин відмов і несправностей авіаційної техніки та впровадження заходів щодо їх попередження;
- удосконалення технічних знань льотного та інженерно-технічного складу та практичних навичок з питань технічної експлуатації авіаційної техніки;
- планування використання ПС, їх технічного обслуговування, ремонту, спеціальних оглядів і конструктивних доробок авіаційної техніки;
- контроль за дотриманням правил технічної експлуатації ПС фахівцями служб і організацій;
- здійснення заходів щодо збереження авіаційної техніки на землі.

До виконання польотів допускаються тільки справні ПС, які пройшли підготовку у встановленому порядку. Повітряне судно може бути випущене в політ до базового аеродрому з відмовою або несправністю, якщо вона не впливає на безпеку польоту і передбачена спеціальним переліком. Остаточне рішення щодо виконання польоту приймає командир ПС.

До робіт з технічного обслуговування ПС допускаються особи інженерно-технічного складу, а також інші фахівці, що мають посвідчення про допуск до обслуговування.

У випадку, коли польоти ПС здійснюються на аеродромах й посадкових майданчиках, де не забезпечено їх технічне обслуговування, екіпаж виконує огляд ПС в обсязі, установленому Порадником з льотної експлуатації. Результати огляду та роботи, виконані при усуненні несправностей, заносяться в бортовий журнал. У разі знаходження на аеродромі осіб інженерно-технічного складу, які не мають допуску до технічного обслуговування ПС даного типу, ІАС зобов'язана організувати технічне обслуговування і його підготовку до вильоту під керівництвом і контролем екіпажу.

При виявленні на ПС, що перебуває в польоті, несправності або відмови, екіпаж зобов'язаний повідомити про це службу руху до посадки літака. У разі одержання повідомлення про несправність авіаційної техніки, яка з'явилася в польоті, технічний підрозділ зобов'язаний організувати підготовку до оперативного усунення цієї несправності.

Передача ПС від технічного підрозділу екіпажу для виконання польоту екіпажем — технічному підрозділу для технічного обслуговування, а також від одного екіпажу іншому оформлюється у бортовому журналі. Передача бортового майна, документації, запірних пристроїв здійснюється відповідно до описів бортового журналу. Залишки ПММ передаються у встановленому порядку. Відповідальність за збереження ПС несе особа, яка його прийняла.

Формуляри планера, двигунів і паспорти агрегатів повинні перебувати на борту ПС у разі:

- перегонки для передачі іншому підприємству, а також для виконання періодичних видів технічного обслуговування;
- направлення в ремонт, на переустаткування, доробки і повернення до місця постійного базування;
- перегонки для виконання авіаційних робіт у відриві від бази і повернення до місця постійного базування.

10.5. Аеродромне забезпечення

Аеродромне забезпечення польотів — це комплекс заходів з підтримки льотних полів аеродромів у постійній експлуатаційній готовності для зльоту, посадки, рулювання та стоянки ПС.

Аеродромне забезпечення польотів містить:

- підготовку до роботи льотного поля, зон радіомаякових систем посадки і світлотехнічного обладнання;
- утримання і ремонтні роботи в літній період;
- зимове утримання льотного поля;
- інші роботи відповідно до вимог відповідної технічної документації.

Відповідальність в аеропортах за готовність аеродромів та їх устаткування до польотів ПС несуть начальники аеропортів.

На аеродромах і посадкових майданчиках, де аеродромні служби за структурою не передбачені, контроль за станом льотного поля наказом командира підприємства (начальника аеропорту) покладається на фахівця із членів служби, що вивчив Наставлення аеродромної служби ЦА та має контрольний аркуш-зобов'язання.

Схема розміщення та руху ПС, спецтранспорту, засобів механізації та людей визначається в кожному аеропорті інструкцією з проведення польотів.

Підготовку льотного поля до польотів ПС, контроль за його технічним станом та своєчасним ремонтом, визначення коефіцієнта зчеплення здійснює аеродромна служба відповідно до Порадника з аеродромної служби.

Роботи на льотному полі в усіх випадках проводяться тільки з дозволу керівника польотів та інформації аеродромної служби під керівництвом відповідальних осіб служби, що виконує ці роботи.

Після доповіді відповідальних осіб про закінчення робіт фахівці аеродромної служби повинні переконатися, що при проведенні робіт не було допущено ніяких відхилень, які перешкоджають безпечному виконанню польотів.

Відповідальна особа служби, що проводить роботи на ЗПС, зобов'язана припинити роботи і звільнити ЗПС від усіх засобів механізації за вказівкою керівника польотів (диспетчера) і в разі відсутності або втрати радіозв'язку між відповідальною особою за провадження робіт і керівником польотів (диспетчером старту).

З метою забезпечення безпеки польотів весь спецтранспорт і механізми, що працюють на ЗПС і РД, повинні бути обладнані габаритними й проблисковими вогнями, які вмикаються незалежно від часу доби.

Займати ЗПС та РД спецтранспорту і механізмам, не обладнаним (з несправними) світлосигнальними засобами, забороняється. Займати ЗПС та РД спецтранспорту і механізмам, не обладнаним радіозасобами, що забезпечують двобічний радіозв'язок з керівником польотів (диспетчером), без супроводу машини відповідальної особи служби, що проводить роботи, і без дозволу керівника польотів забороняється. Кожна машина, що працює на ЗПС та РД, повинна бути обладнана буксирним пристроєм для видалення її з місця роботи при виході з ладу.

Умови гальмування літаків на ЗПС характеризуються значенням коефіцієнта зчеплення, товщиною та видом атмосферних опадів на покритті. Вплив опадів ураховується відповідно до Порадника з льотної експлуатації літака. При значеннях коефіцієнта зчеплення нижче 0,3 польоти літаків із ГТД забороняються.

Зліт і посадка літаків на ЗПС допускаються за наявності на поверхні покриття сухого снігу, що тільки випав, товщиною не більше 50 мм, сльоти — 12 мм і води — 10 мм.

За необхідності тимчасового припинення з технічних причин прийому й випуску ПС дається інформація про час початку і закінчення робіт за адресами, передбаченими табелем повідомлень про рух ПС у ЦА, але не пізніше, ніж за 2 год до початку робіт. Тривалість очищення аеродромних покриттів від метеоопадів не повинна перевищувати норм, установлених Порадником аеродромної служби ЦА. Інформація про час закінчення робіт є підставою для вильоту ПС з інших аеропортів з розрахунком прильоту на даний аеродром не раніше зазначеного часу закінчення робіт.

10.6. Радіотехнічне забезпечення

Радіотехнічне забезпечення (РТЗ) польотів передбачає: забезпечення служб управління повітряним рухом необхідними радіотехнічними засобами, засобами зв'язку і контролю за рухом ПС.

Для РТЗ використовують автоматизовані системи управління повітряним рухом (УПР), трасові, аеродромні і посадкові радіолокатори, радіотехнічні системи і засоби навігації, радіомаякові системи посадки, радіопеленгатори.

Використовувати засоби РТЗ і зв'язку для забезпечення польотів дозволяється після їх державної реєстрації та оформлення до експлуатації. Крім цього, на всі радіовипромінювальні прилади повинні бути дозволи на право експлуатації.

10.7. Світлотехнічне забезпечення

Для підвищення безпеки польотів, особливо посадки і руління, аеродром обладнують радіо- і світлотехнічними засобами, а також здійснюють його маркування. Маркування поділяють на денне (видиме при денному світлі) і нічне (освітлювальне).

Маркують ЗПС, РД, місця стоянки (МС) й перони, шляхи руху автотранспорту і засобів механізації, висотні перешкоди, розташовані на приаеродромній території і повітряних трасах. На ЗПС є зони приземлення і фіксовані відстані, поздовжня вісь і магнітний шляховий кут. Схема маркування ЗПС, прийнята в цивільній авіації, є типовою і відповідає вимогам ІКАО.

Маркування МС і перонів складається з позначень осі прямолінійного та криволінійного рулювання, Т-подібних знаків і цифр, що позначають місце та номер стоянки.

Магістральні шляхи двобічного руху автотранспорту і засобів перонної механізації проходять за хвостами літальних апаратів. Для під'їзду засобів механізації до ПС існують проїзди шириною 3,5 м, що проходять на відстані 2 м від його носової частини.

По контуру стоянок ПС і перону наносять суцільну лінію червоного кольору для позначення зони обслуговування, у яку в'їзд автотранспорту можливий тільки з дозволу відповідальної особи з технічного обслуговування ПС. Зону обслуговування позначають восьмикутником, кожна сторона якого повинна перебувати не ближче 2 м від крайніх габаритних точок літальних апаратів. Усі шляхи руху засобів механізації на пероні зазвичай мають кругове з'єднання.

Для забезпечення зльоту та посадки літальних апаратів у будь-який час доби, а також у складних метеоумовах багато аеродромів обладнані світлосигнальними засобами. Світлотехнічні засоби в системі посадки забезпечують вихід на посадковий курс, виконання планування, вирівнювання, приземлення, пробіг і рулювання до місця стоянки.

Вогні наближення і підходу мають червоні кольори, і їх розташовують від ближнього радіомаркерного пункту до ЗПС. Вони дають можливість перейти від польоту за приладами до польоту за світлосигнальними засобами на ділянці вирівнювання й витримування літака. Межу кінцевої смуги безпеки позначають неоновими вогнями. ЗПС по ширині позначена посадковими вогнями білого та

біло-жовтих кольорів. Це дає можливість пілоту орієнтуватися, у якій частині ЗПС перебуває літак під час розбігу й пробігу. Межі РД позначають вогнями, що полегшують руління по аеродрому.

10.8. Забезпечення польотів службою організації перевезень

Забезпечення польотів службою організації перевезень складається з організаційних і технологічних заходів, направлених на максимальне використання комерційного завантаження, безпечне виконання польотів ПС та високу культуру обслуговування пасажирів.

Служба організації перевезень забезпечує: безпеку та регулярність польотів, високу якість обслуговування пасажирів і вантажної клієнтури; розрахунок та комплектування комерційного завантаження ПС; розрахунок центровки та завантаження ПС; завантаження та розвантаження ПС відповідно до центрального графіка; безпечний під'їзд засобів механізації до ПС та від них; оформлення супроводжувальної документації; огляд пасажирів, багажу та особистих речей; контроль за перевезенням небезпечних вантажів.

Розрахунок центровки ПС виконує диспетчер з центровки (за його відсутності — другий пілот).

Керівництво вантажно-розвантажувальними роботами здійснює диспетчер з завантаження (за його відсутності — один із членів екіпажу).

До посадки на ПС допускаються пасажирів, які пройшли реєстрацію та огляд речей.

На аеродромах інших відомств та тимчасових аеродромах, які не мають служби організації перевезень, її функції покладаються на командира ПС.

10.9. Режимно-охоронне забезпечення

Режимно-охоронне забезпечення польотів спрямоване на забезпечення безпеки пасажирів і екіпажів ПС. Відповідальність за стан цього забезпечення несе керівник підприємства.

Основними заходами з попередження актів незаконного втручання в діяльність цивільної авіації є: огляд пасажирів, їх ручної поклажі та багажу; спеціальний огляд ПС; огороження аеродромів; організація та підтримання пропускового режиму; охорона авіаційної техніки, споруд та ін.

10.10. Орнітологічне забезпечення

Орнітологічне забезпечення польотів направлене на попередження зіткнення ПС із птахами. Орнітологічне забезпечення передбачає: орнітологічне обстеження району аеродрому; усунення умов, які сприяють скупченню птахів на аеродромах, та проведення заходів з їх відлякування; проведення візуальних та радіолокаційних спостережень за орнітологічним станом у районі аеродрому з метою визначення небезпеки, яку створюють птахи для польотів ПС; доведення до екіпажів інформації про орнітологічні умови та своєчасне попередження про їх ускладнення на аеродромах та в районі польотів.

10.11. Медичне забезпечення

Медичне забезпечення польотів — це система заходів, спрямованих на збереження здоров'я, підвищення працездатності членів екіпажів ПС, диспетчерів УПР та інших авіаційних спеціалістів. Медичне забезпечення польотів передбачає проведення особами льотного складу та диспетчерами УПР таких заходів: щорічний медичний огляд; щоквартальний огляд; передпольотний та передзмінний медичний огляд; контроль за фізичною підготовкою, режимом відпочинку та харчування; контроль за санітарно-гігієнічним станом робочих місць.



Контрольні запитання і завдання

1. Які види забезпечення польотів вам відомі?
2. Коротко охарактеризуйте кожен з видів забезпечення польотів.

11. УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

11.1. Правила польотів повітряних суден

Правила польотів ПС встановлюють вимоги щодо виконання польотів ПС у повітряному просторі України з метою забезпечення безпеки польотів відповідно до стандартів та рекомендованої практики ІКАО.

Правила польотів регламентують порядок виконання польотів та визначають права, обов'язки і взаємовідносини суб'єктів, що здійснюють виконання польотів у класифікованому повітряному просторі України.

Правила візуальних польотів

Польоти за правилами візуальних польотів (ПВП) виконуються в межах повітряного простору за таких умов:

- польоти виконуються тільки вдень;
- при польотах нижче висоти 3050 м (10 000 футів) над середнім рівнем моря вводяться обмеження приладної швидкості не більше ніж 465 км/год;
- вище хмар польоти не виконуються;
- ПВП не застосовуються при польотах на близькозвукових та трансзвукових швидкостях.

При польотах за ПВП обходити перешкоди, що спостерігаються за курсом ПС, слід, як правило, з правого боку на відстані від перешкод не менше 500 м.

При польоті за ПВП командир ПС відповідає за:

- виконання правил і заданих умов польоту;
- витримування встановлених горизонтальних інтервалів ешелонування між ПС, що виконують польоти;
- витримування безпечної висоти;
- точність витримування встановленого маршруту польоту;
- своєчасну доповідь органу диспетчерського обслуговування про повернення на аеродром вильоту (запасний аеродром) або перехід на політ за правилами польоту за приладами (ППП);
- достовірність інформації про місцезнаходження ПС та умови польоту;
- прийняття рішення про виконання зльоту чи посадки за умови чинників, що впливають на безпеку польотів.

Правила польотів за приладами

Польоти за PPP виконуються в межах повітряного простору за таких умов:

- при польотах нижче 3050 м (10 000 футів) над середнім рівнем моря вводяться обмеження приладної швидкості не більше ніж 465 км/год;

— наявність постійного двостороннього радіотелефонного зв'язку з відповідним органом обслуговування повітряного руху (ОПР);

— наявність відповідного навігаційного обладнання ПС, необхідного для виконання польоту за ППП.

Польоти за ППП виконуються на заданих ешелонах (висотах) відповідно до правил вертикального та горизонтального ешелонування з дотриманням заданих режимів польоту та за встановленими маршрутами ОПР.

Зміна ешелону (висоти) польоту здійснюється з дозволу органу ОПР, за винятком випадків створення загрози безпеці польотів, де командирів ПС надається право самостійно змінювати ешелон польоту з негайною доповіддю про це відповідному органу ОПР.

При виконанні польоту за ППП командир ПС зобов'язаний постійно спостерігати за повітряною і метеорологічною обстановкою як візуально, так і з використанням бортового радіотехнічного обладнання.

При виконанні польоту за ППП командир ПС відповідає за:

— витримування схеми виходу з району аеродрому, заданого ешелону (висоти) і маршруту польоту, схеми зниження і заходження на посадку, заданих траєкторій і параметрів польоту;

— прийняття рішення про виконання зльоту чи посадки при фактичних метеоумовах, стані ЗПС та інших відомих йому чинниках, що впливають на безпеку польотів.

11.2. Організація повітряного простору

Організація повітряного простору визначається відповідно до вимог Повітряного кодексу України, Положення про використання повітряного простору, класифікації повітряного простору, ОПР, Конвенції про міжнародну цивільну авіацію з урахуванням встановлених вимог щодо охорони навколишнього природного середовища.

Структурно повітряний простір складається з таких елементів: районів польотної інформації; диспетчерських районів; диспетчерських зон; зон аеродромного руху; маршрутів обслуговування повітряного руху; заборонених зон; зон обмеження польотів; небезпечних зон; повітряного простору з особливим режимом використання повітряного простору; тимчасово зарезервованого повітряного простору; зон виконання спеціальних польотів; зон вико-

нання випробувальних польотів; повітряного коридору перетинання державного кордону; районів пошуку та рятування; районів спрощеної координації.

Польоти цивільних ПС виконуються по повітряних трасах, місцевих повітряних лініях, а поза межами трас і повітряних ліній — тільки за встановленими маршрутами.

З метою раціонального використання повітряного простору та забезпечення безпеки польотів встановлено ешелонування польотів ПС. Згідно з нормами ешелонування забезпечується мінімальне значення вертикальних, повздовжніх і бокових інтервалів між центрами мас повітряних суден, чим гарантується унеможливлення їх зіткнення. Мінімальні інтервали вертикального ешелонування встановлюються від висоти нижнього ешелону до 6000 м — через 300 м, від ешелону 6000 м до 12 000 м — через 600 м, від ешелону 12 000 м і вище — через кожні 1000 м.

Мінімальні інтервали повздовжнього ешелонування ПС, які виконують політ за правилами візуальних польотів ПВП по одному маршруту на одній висоті, встановлюються не менше 2 км. Під час польоту, що виконується відповідно до правил польотів за приладами ППП і диспетчерським обслуговуванням — не менше 20 км.

Структура повітряного простору України є не сталою і може змінюватися. Зміни до неї затверджуються Державною авіаційною адміністрацією.

11.3. Планування повітряного руху

Метою планування льотної роботи є забезпечення ритмічного виконання виробничих завдань при найменших витратах сил і засобів без льотних подій і передумов до них.

Основними принципами планування й організації польотів є: рівномірність завантаженості диспетчерських пунктів служби руху; забезпечення високої пропускнуєї спроможності всіх зон керування повітряним рухом аеродромів; рівномірність розподілу потоків ПС у часі доби й року; ефективність розподілу потоків ПС за часом доби й року; ефективність і раціональність використання повітряного простору й ПС; можливість використання повною мірою радіотехнічних засобів контролю, навігації, посадки та зв'язку.

Планування потоків повітряного руху поділяють на перспективне, добове й поточне.

Перспективне планування розробляється в період складання розкладів руху ПС і їхнього коригування з дотриманням нормативів.

Основна мета розкладу складається у взаємному ув'язуванні заданих вимог на авіаперевезення з пропускнуою спроможністю таких елементів системи керування повітряним рухом, як повітряні траси, місцеві повітряні лінії. При цьому враховують режим роботи аеропортів, наявний парк ПС, кількість екіпажів і т. д.

Добове планування польотів ведуть штаби льотних підрозділів на підставі центрального й місцевого розкладів, заявок на виконання спеціальних рейсів, тренувальних та інших польотів. Заявки на польоти подаються з урахуванням норм льотного часу, робочого часу та часу відпочинку екіпажів. Затверджений план польотів передається в аеродромно-диспетчерський пункт (АДП) для диспетчерського забезпечення і складання зведеного добового плану польотів.

Поточне планування виконують органи керування повітряним рухом у процесі виконання польотів з метою коригування добового плану руху ПС у районах і зонах керування повітряним рухом.

Планування й організацію потоків повітряного руху на повітряних трасах, місцевих повітряних лініях і маршрутах поза ними здійснюють відповідні центри єдиної системи керування повітряним рухом.

Керує польотами ПС на всіх трасах *служба руху*, яка існує в кожному аеропорту. Головними завданнями служби руху є: управління рухом ПС від початку буксирування, рулювання й до зарулювання на стоянку; запобігання зіткненням ПС на землі й у польоті; вживання сучасних заходів з надання допомоги екіпажам ПС, що потрапили в біду; доведення до екіпажів ПС режиму польотів і контроль за його дотриманням.

11.4. Безпосереднє управління повітряним рухом

Управління повітряним рухом полягає в постійному контролі й регулюванні процесу виконання польотів, підтримки встановленого порядку руху ПС на аеродромі й у повітряному просторі із забезпеченням безпеки і регулярності польотів.

Управління повітряним рухом у повітряному просторі України здійснюється центрами управління повітряним рухом, органами служби руху і передбачає планування та координування повітряно-

го руху; безпосереднє УПР; контроль за дотриманням екіпажами ПС порядку використання повітряного простору. Основними завданнями УПР є: забезпечення безпеки польотів під час виконання екіпажами ПС завдань на політ; забезпечення регулярності й економичності польотів при ефективному використанні повітряного простору.

Ці завдання вирішуються шляхом організації УПР, планування та забезпечення повітряного руху на повітряних трасах, МПЛ, встановлених маршрутах, у районах авіаційних робіт; координування польотів ПС різних відомств; безпосереднього керування рухом ПС під час руління та в польоті; запобігання зіткненню ПС на землі та в польоті; забезпечення безпечних інтервалів між ПС під час польотів; надання своєчасної допомоги ПС, які потрапили в біду.

Для успішного вирішення завдань УПР у районах з високою інтенсивністю польотів використовуються районні та аеродромні автоматизовані системи УПР (АС УПР). При використанні АС УПР на індикаторах повітряної обстановки в диспетчера служби руху відображаються координати, картографічна, метеорологічна та інша інформація про ПС. Серед численної інформації подається: номер рейсу або привласнений йому код, задана висота польоту, залишок палива, сигнали відмови радіозв'язку, розрахунковий час входу в зону УПР і вихід з неї. Використання АС УПР полегшує роботу диспетчера й забезпечує підвищення безпеки польотів ПС.



Контрольні запитання і завдання

1. З'ясуйте призначення правил польотів.
2. Охарактеризуйте суть і зміст правил візуальних польотів.
3. Які суть і зміст правил польотів за приладами?
4. З'ясуйте мету і суть організації повітряного простору країни.
5. Назвіть документи, покладені в основу організації повітряного простору країни.
6. Який зміст ешелонування польотів ПС?
7. З'ясуйте мету, принципи та структуру планування повітряного руху.
8. Назвіть головні завдання служби руху аеропорту.
9. Які завдання та шляхи їх вирішення системи управління повітряним рухом?

12. ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПОЛЬОТІВ

12.1. Етапи польоту

Польотом літака називається період його руху з початку пробігу перед зльотом до зупинки після посадки. Режимом польоту називається рух літака з певними параметрами (швидкість, висота, кут атаки, напрямок польоту), що викликають визначений ступінь напруженості силової установки. Оскільки літак може літати з різними швидкостями, на різних висотах і в різних напрямках, існують кілька різних режимів польоту.

Політ складається з таких етапів:

- зліт;
- набір висоти;
- політ на ешелоні;
- зниження;
- посадка.

Кожен з етапів виконується на певному режимі польоту.

Відповідно до вимог ПЛП під зльотом мають на увазі рух літака з розгоном від моменту старту до набору безпечної висоти (зазвичай це висота кола 400—500 м). Власне зльотом називається шлях, пройдений літаком від лінії старту (майже початок розбігу) до точки траєкторії на $H_{зл} = 10,7$ м, на якій літак досягає безпечної швидкості зльоту V_2 .

Зльотну дистанцію літака можна поділити на три характерних ділянки:

- розбіг і відрив;
- розгін (витримування);
- підйом на висоту 10,7 м, необхідну для перельоту перешкод на межі аеродрому.

Розгін з одночасним набором висоти характерний для літаків з газотурбінними двигунами, тому що вони мають велику енергооснащеність, а розгін без набору висоти характерний для літаків з поршневіми двигунами.

Посадкою літака вважають усі етапи його руху з висоти 15 м зі зниженням і зменшенням швидкості аж до повної зупинки на ЗПС.

Усю траєкторію руху літака при посадці можна поділити на п'ять основних ділянок:

- зниження і підхід до землі;
- вирівнювання (починається з 6—10 м доти, доки відстань від коліс до землі стане не більш 1 м);
- витримування;
- парашутування (приземлення);
- пробіг.

У процесі пробігу відбувається гальмування літака. Відстань від початку планування з висоти 15 м до зупинки літака наприкінці пробігу називається посадковою дистанцією.

12.2. Критерії і вихідні дані для розрахунку польотів

Основні вимоги, які висуваються до повітряного транспорту — це безпека, регулярність, економічність. Успішне їх виконання залежить не тільки від технічної досконалості матеріальної частини, але й від майстерності людей, які керують технікою.

Умови, у яких відбувається зльот і посадка повітряного судна, змінюються в часі і просторі. Можуть бути різними температура і тиск повітря, швидкість і напрямок вітру, стан ЗПС, маса літака. Залежно від цього змінюються характеристики етапів польоту:

- довжина пробігу перед зльотом;
- пробіг після посадки;
- швидкість горизонтального польоту;
- тривалість загального польоту;
- режим роботи двигуна;
- витрата палива.

Тому до кожного майбутнього польоту потрібно готуватися з урахуванням конкретної обстановки.

Правильно обраний режим роботи двигунів та інші характеристики польоту дають можливість скоротити витрату палива, зменшити час польоту, продовжити ресурс матеріальної частини, що загалом поліпшує економічні показники експлуатації повітряного транспорту. Так, використання в польоті помірних крейсерських потужностей дає такі переваги: зменшується знос двигунів, збільшується відстань, що пролітає літак за час роботи двигунів між ремонтами, скорочується витрата палива. З огляду на напрямок і силу вітру, а також відстань безпосадкового польоту, можна для кожного рейсу знайти таку найвигіднішу висоту, на якій задана шляхова

швидкість виходить при використанні найменшої потужності двигунів, а отже, при найменшій витраті палива.

Вартість витраченого палива становить значну частину усіх витрат, з яких складається собівартість авіаперевезень. Поряд з цим, зменшення витрати палива, а отже, зменшення необхідної заправки повітряних суден, дає можливість збільшити комерційне завантаження. У результаті пропорційно підвищується годинна продуктивність ПС (комерційне завантаження, помножене на швидкість).

Нині, зі збільшенням обсягу авіаперевезень і підвищенням вантажопідйомності ПС, вплив режимів польоту на економічність експлуатації літакового парку підсилюється. У зв'язку з цим збільшується значення правильного розрахунку польоту.

При розрахунку польоту необхідно визначити:

- потрібну кількість палива;
- допустиме комерційне навантаження;
- витрату і залишок палива за ділянками маршруту;
- навігаційний запас палива;
- найвигіднішу висоту й ешелон польоту;
- повітряну і шляхову швидкості польоту і режими роботи двигунів за ділянками маршруту;
- довжини розбігу і пробігу;
- центровку ПС;
- зльотну і посадкову вагу;
- загальну тривалість польоту від зльоту до посадки.

Вихідними даними для розрахунку польоту є:

- завдання на політ;
- прогноз погоди по маршруту (біюлетені погоди з записом швидкості і напрямку вітру по висотах);
- зведення про комерційне завантаження;
- технічні дані ПС;
- дані про ЗПС аеропортів зльоту і посадки.

У завданні на політ указуються:

- маршрут польоту;
- склад екіпажу;
- мета польоту (рейс за розкладом з пасажирями, перегін, випробування, тестування);
- маса порожнього ПС, службовий вантаж, допустима злітна маса.

12.3. Розрахунок найвигіднішої висоти польоту і визначення ешелону

Мета розрахунку — знайти таку висоту польоту, на якій задана розкладом шляхова швидкість досягається при найменшій витраті палива (рис. 12.1).

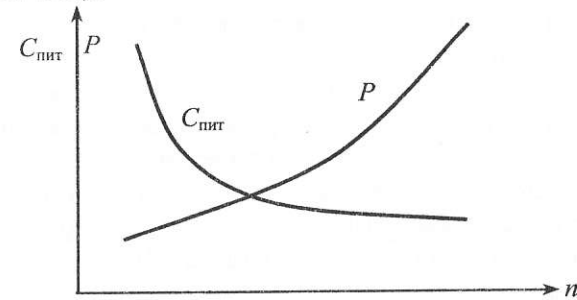


Рис. 12.1. Дросельна характеристика ТРД (зміни тяги і питомої витрати палива за кількістю обертів)

Зміна висоти польоту впливає на часову і кілометрову витрату палива, а отже, на тривалість і дальність польоту. Так, з висотних характеристик ТРД (рис. 12.2) видно, що з підйомом на висоту до $H = 11$ км витрати зменшуються, тобто підвищується економічність двигуна.

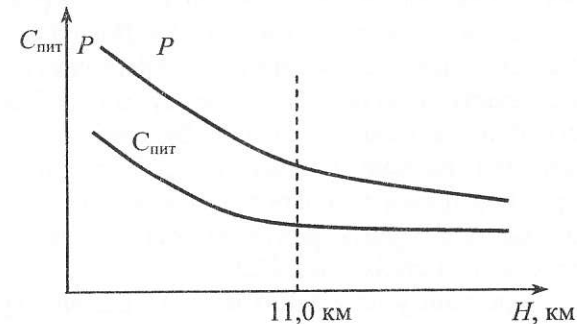


Рис. 12.2. Висотні характеристики ТРД

Зниження температури повітря з висотою викликає підвищення ступеня стискування повітря за компресором, у результаті чого поліпшується тепловикористання палива, що вводиться у двигун.

Крім того, якщо тягу (потужність) двигуна з підйомом на висоту зберігати постійною, то повітряна (а отже, і шляхова) швидкість буде збільшуватися за рахунок зменшення щільності повітря, а отже, зменшення аеродинамічного опору літака. Так, для літака з двома ТРД середній приріст швидкості при однаковій погодинній витраті палива з підйомом на висоту від 8 до 9 км дорівнює 50 км/год, від 8 до 10 км — 80 км/год, від 8 до 11 км — 100 км/год.

Дуже істотний вплив на дальність польоту і шляхову швидкість, а отже, і на кілометрову витрату палива, справляють напрямок і швидкість вітру. Політ під час вітру відрізняється від польоту при затишку на величину швидкості щодо землі, яку набуває ПС, переміщаючись разом з повітряними масами. Шляхова швидкість, тобто швидкість щодо землі, ПС складається з повітряної швидкості, тобто швидкості щодо повітря, і швидкості ПС разом з повітряним середовищем.

Швидкість і напрямок вітру різний на різних висотах. Відомо, наприклад, що середня і максимальна швидкість вітру з висотою безупинно збільшується і на висоті 12000 м вітер майже вдвічі сильніший, ніж на висоті 1000 м. Сучасні пасажирські літаки з ГТД літають на висотах 8000—12000 м, де швидкість вітру може досягати 200—300 км/год і більше. Такі вітри спостерігаються здебільшого у зоні струминних течій. Відзначено випадки, коли швидкість вітру в таких течіях становила 650—750 км/год. Крім того, вітер змінюється за часом і за маршрутом польоту. Дослідження вітрового режиму на повітряних трасах цивільної авіації показали, що в основному переважають вітри напрямку з заходу на схід. З цих причин у кожному рейсі найвигідніша висота польоту буде змінюватися.

Щоб визначити шляхову швидкість, необхідно провести складання векторів повітряної швидкості і швидкості вітру графічним шляхом. При цьому виходить фігура, відома за назвою «навігаційний трикутник швидкостей» (рис. 12.3).

Виграш чи програш у швидкості польоту від впливу вітру цілком визначається величиною векторної різниці між шляховою і повітряною швидкостями.

Ця різниця, яка називається ефективною складовою швидкості вітру або еквівалентний вітер ($\overline{W}_{\text{екв}}$), може збільшувати чи зменшувати шляхову швидкість порівняно з повітряною, залежно від напрямку і швидкості вітру.

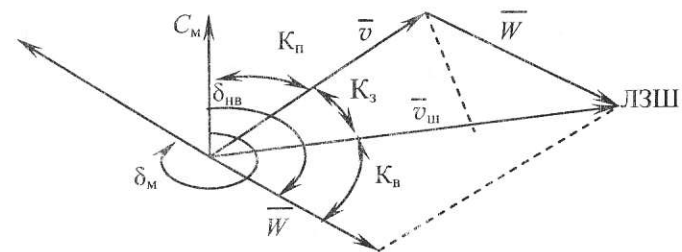


Рис. 12.3. Навігаційний трикутник швидкостей:
 C_m — північний напрямок магнітного меридіана;
 K_n — кут напрямку польоту літака;
 \bar{v} — повітряна швидкість; $\bar{v}_{ш}$ — шляхова швидкість;
 \overline{W} — швидкість вітру; K_v — кут вітру; K_z — кут зносу;
 ЛЗШ — лінія заданого шляху; δ_{nv} — навігаційний напрямок вітру;
 δ_m — метеорологічний напрямок вітру

Для забезпечення точного літаководіння необхідно враховувати вплив вітру на політ літака. До польоту швидкість і напрямок вітру по висотах визначають на метеостанції за картами баричної топографії, складеними на підставі даних вітрового радіозондування атмосфери. У польоті вітер визначається штурманом чи пілотом шляхом відповідних вимірів і розрахунків.

Напрямок вітру відраховується від північного напрямку меридіана за ходом годинникової стрілки. Існує два поняття про напрямок вітру:

- метеорологічне — «звідки дме вітер» (на ПС);
- навігаційне — «куди дме вітер» (від ПС).

У бюлетенях погоди дається метеорологічний напрямок вітру. У штурманських розрахунках використовується навігаційний напрямок вітру, чи так званий навігаційний вітер (НВ):

$$\delta_{н.в} = \delta_m \pm 180^\circ.$$

Кутом вітру (K_v) називається абсолютне значення кута, укладене між напрямком польоту і навігаційним напрямком вітру.

Значення ефективною складовою швидкості вітру залежать від швидкості і кута вітру та повітряної швидкості літака. Напрямок і швидкість вітру по висотах з даних метеопрогнозів записують у бюлетенях погоди, що видаються екіпажам. Швидкий розрахунок

ефективних складових швидкості вітру робиться за допомогою спеціальних таблиць, розміщених у посібниках з льотної експлуатації, або в бортових комп'ютерах.

Знаючи ефективні складові швидкості вітру на різних висотах і величини приросту повітряної швидкості з підйомом на висоту, можна визначити найвигіднішу висоту, тобто таку, де є найбільший сумарний приріст чи найменше сумарне зменшення швидкості за рахунок висоти і вітру.

Ешелонування не усуває використання найвигіднішої висоти. З усіх можливих ешелонів слід вибрати ешелон, найближчий до найвигіднішої розрахункової висоти.

12.4. Визначення кількості палива, що заправляється

Політ літака не може виконуватись до повної витрати палива, тому що це знижує безпеку польоту. У той же час нераціонально мати і зайвий великий запас палива, тому що при цьому знижуються льотно-технічні дані літака, зменшується комерційне завантаження. У зв'язку з цим при підготовці до польоту потрібно прагнути до того, щоб у літаку було заправлено дійсно необхідну, але цілком достатню кількість палива.

Кількість палива, яку необхідно мати перед вильотом, визначається як сума:

- загальної витрати палива в польоті від моменту зльоту до моменту посадки $q_{\text{заг}}$. Сюди входить потрібна кількість палива на горизонтальний політ, набір висоти, зниження, маневрування після зльоту і перед посадкою;

- витрати палива при роботі двигунів на землі до злету $q_{\text{зем}}$;
- навігаційного запасу палива $q_{\text{нав}}$;
- невикористаного залишку палива в баках літака $q_{\text{нев}}$.

Таким чином, перед запуском двигунів кількість палива визначається за формулою:

$$G_{\text{П}} = q_{\text{заг}} + q_{\text{зем}} + q_{\text{нав}} + q_{\text{нев}},$$

а перед зльотом — $G_{\text{П}} = q_{\text{заг}} + q_{\text{нав}} + q_{\text{нев}}$.

Загальна витрата палива в польоті для літака з ГТД визначається за таблицями чи графіками залежно від довжини маршруту L , висоти польоту H , ефективної складової швидкості вітру. Для деяких типів літаків відповідно до Керівництва з льотної експлуатації не-

обхідно вносити поправку, що враховує відхилення фактичної зльотної маси від розрахункової.

На землі паливо витрачається на запуск, випробування і роботу двигунів при рулюванні. Норми витрати і час роботи на землі зазначені для кожного типу літака в Порадниках з льотної експлуатації. Тривалість роботи становить у середньому 10 хв до злету і 5 хв після посадки.

Навігаційний запас палива — це резерв на випадок непередбаченого збільшення часу польоту (у результаті посилення зустрічного вітру, змушеного відхилення від затвердженого маршруту, напрямку на запасний аеродром та ін.). Він визначається в кожному конкретному випадку командиром ПС залежно від метеорологічних умов на аеродромі посадки і відстані до запасних аеродромів. В усіх випадках навігаційний запас палива повинен бути не меншим, ніж на 1 год польоту для літаків і на 30 хв польоту для вертольотів.

Невикористаний залишок палива в баках літака є конструктивною особливістю паливної системи літака і наводиться в Пораднику з льотної експлуатації даного типу літака.

Напередодні вильоту, коли не можна розрахувати потрібну кількість палива з урахуванням конкретних умов польоту, заправка робиться за нормою на годину польоту плюс навігаційний запас.

У день вильоту, після того, як розрахунок польоту зроблений, постає можливість уточнити потрібну заправку. При цьому за необхідності слід дозаправити літак чи злити надлишок для того, щоб збільшити комерційне завантаження.

Слід урахувати, що економічність того чи іншого польоту визначається не тільки мінімумом витрати палива, але й мінімумом собівартості перевезень узагалі. Тому при розрахунку конкретного завдання на політ слід узяти до уваги ці обидві умови.

12.5. Аналіз зовнішніх чинників, що впливають на довжину розбігу і пробігу літака

На довжину розбігу впливають зльотна маса, тяга двигунів, атмосферні умови (температура і тиск повітря), сила і напрямок вітру, стан і ухил ЗПС; відповідно на довжину пробігу впливають посадкова маса, ступінь гальмування коліс, інші чинники також залишаються в силі. Зазвичай, характер і ступінь впливу цих чинни-

ків на довжину розбігу і пробігу різний. При цьому тяга двигунів і ступінь гальмування коліс є керованими конструктивними чинниками, інші — зовнішніми, що не залежать від пілота.

Виражаючи вплив зазначених зовнішніх чинників у вигляді поправкових коефіцієнтів, можна запропонувати такі формули для визначення:

$$\text{— довжини розбігу } L_{\text{розб}} = L_{\text{розб0}} \cdot K_p \cdot K_w \cdot K_G \cdot K_i \cdot K_f;$$

$$\text{— довжини пробігу } L_{\text{проб}} = L_{\text{проб0}} \cdot K_p \cdot K_w \cdot K_G \cdot K_i \cdot K_f,$$

де $L_{\text{розб0}}$ і $L_{\text{проб0}}$ — довжини розбігу і пробігу в стандартних умовах; K_p — коефіцієнт, що враховує зміну температури і тиску повітря; K_w — коефіцієнт, що враховує швидкість і напрямок вітру; K_G — коефіцієнт, що враховує зміну злітної чи посадкової маси літака; K_i — коефіцієнт, що враховує ухил ЗПС; K_f — коефіцієнт, що враховує зміну стану ЗПС.

Якщо будь-який чинник не відхиляється від стандартних умов, то відповідний коефіцієнт у наведених вище формулах буде дорівнювати одиниці. Розглянемо вплив різних чинників на довжину розбігу і пробігу окремо.

Температура і тиск навколишнього повітря

Зміна тиску і температури повітря призводить до зміни його щільності, а саме збільшення тиску чи зменшення температури спричиняють збільшення щільності і навпаки.

Відомо, що зі зміною тиску і температури повітря змінюється тяга двигунів, а отже, швидкість відриву літака від землі. Для ТРД зміна тяги прямо пропорційна зміні температури, для ТВД і ПД залежність тяги від тиску така ж, а від температури більш складна, але характер залежності такий самий.

Швидкість для будь-яких атмосферних умов можна виразити через швидкість, що відповідає стандартним умовам, і відносно щільність повітря $\Delta = 0,379 \frac{P}{T}$, де P — тиск повітря; T — температура повітря.

Звідси швидкість відриву від землі $v_{\text{відр}} = v_{\text{відр0}} \sqrt{\frac{1}{\Delta}}$ і швидкість

$$\text{посадки } v_{\text{пос}} = v_{\text{пос0}} \sqrt{\frac{1}{\Delta}}.$$

Таким чином, зі збільшенням щільності повітря (у разі збільшення атмосферного тиску чи зменшення температури) як швидкість відриву від землі, так і швидкість посадки зменшуються, а отже, зменшуються і довжини пробігу і розбігу, тобто коефіцієнти K_p . Для довжини пробігу $K_p = \frac{1}{\Delta}$, для довжини розбігу ця залежність більш складна.

Швидкість і напрямок вітру

При зустрічному вітрі швидкість літака щодо землі менша, ніж у затишку, а при попутному — більша на величину ефективної складової швидкості вітру. Відповідно до цього будуть змінюватися довжини розбігу і пробігу, тобто коефіцієнти K_w . При зустрічному вітрі довжини розбігу і пробігу, а отже, значення коефіцієнтів K_w зменшуються, при попутному вітрі — збільшуються. При заданих швидкостях відриву і посадки кожному значенню коефіцієнта швидкості вітру буде відповідати певне визначене значення коефіцієнта K_w :

$$K_w = \left[1 \pm \frac{(W - v)}{v} \right]^2,$$

де $W - v$ — ефективна складова швидкості вітру; v — швидкість відриву чи посадки.

Злітна і посадкова маса

Маса літака зв'язана зі швидкістю відомою залежністю $v = \sqrt{\frac{2G}{\rho S C_y}}$. Звідси випливає, що зі збільшенням злітної маси швидкість відриву, а отже, довжина розбігу і коефіцієнт K_G збільшуються. Те саме відбувається і зі збільшенням посадкової маси.

Якщо пробіг $K_G = \frac{G}{G_0}$, тобто довжина пробігу змінюється прямо

пропорційно зміні посадкової маси, то при розбігу залежність від злітної маси більш складна.

Ухил злітно-посадкової смуги

Ухил зазвичай характеризують відносною величиною у відсотках, що дорівнює різниці висот початку і кінця ЗПС до її довжини:

$$i = \frac{h_1 - h_2}{L} 100 \%$$

Це значить, що під час розбігу під ухил до середнього прискорення розбігу $j_{\text{роз.сер}}$ додається, а при розбігу на ухил — віднімається складова прискорення сили земного тяжіння g , пропорційна синусу кута ухилу.

$$\text{У результаті } K_i = \frac{j_{\text{роз.сер}}}{j_{\text{роз.сер}} \pm gi}$$

Отже, у разі розбігу під ухил довжина розбігу зменшується, а в разі розбігу на ухил — збільшується.

Вплив ухилу на довжину пробігу протилежний його впливу на довжину розбігу. При пробігу під ухил від середнього значення сили гальмування $j_{\text{гальм.сер}}$ віднімається, а при пробігу на ухил — додається сила земного тяжіння g , пропорційна синусу кута ухилу.

$$\text{Тоді } K_i = \frac{j_{\text{гальм.сер}}}{j_{\text{гальм.сер}} \pm gi}$$

Стан поверхні злітно-посадкової смуги

Стан поверхні ЗПС можна охарактеризувати коефіцієнтом тертя f . Наприклад, для бетонної сухої смуги — $f = 0,02$; для мокрої — $f = 0,012$; для твердого ґрунту — $f = 0,04$; для слабкого — $0,2$; для м'якого піщаного — $0,12—0,3$; для сирого в'язкого — $0,26—0,38$; для трав'яного покриття низького — $0,06$ і т. д.

Зі збільшенням коефіцієнта тертя довжина розбігу збільшується і тим більше, чим менша тягоозброєність, тобто відношення тяги до ваги літака. Довжина пробігу зі збільшенням коефіцієнта тертя зменшується. Порядок визначення довжин розбігу і пробігу не складний і робиться за номограмами чи програмами комп'ютера.

12.6. Визначення максимально допустимої злітної маси літака

Рентабельність повітряних перевезень потребує повного використання всіх можливостей літака, закладених у нього під час проектування. Завжди слід перевозити максимальне комерційне навантаження.

Тому для літаків з великою вантажопідйомністю визначається максимально допустима злітна маса шляхом спільного розгляду в конкретних умовах старту характеристик аеродрому вильоту і характеристик літака на ділянках злітної дистанції та початкового набору висоти у разі відмови двигуна.

У загальному випадку відповідно до ПЛП максимально допустима злітна маса може обмежуватись:

- температурою і тиском зовнішнього повітря (висотою аеродрому) за вимогою до градієнта набору висоти в разі тривалого зльоту з одним непрацюючим двигуном;
- потрібні дистанції розбігу, продовженого і перерваного зльотів не повинні перевищувати існуючих дистанцій аеродрому (за умов забезпечення безпеки при відмові одного двигуна на зльоті);
- потрібним запасом висоти над перешкодами в смузі повітряних підходів (СПП) у напрямку зльоту;
- умовами міцності (наприклад, пневматиків коліс шасі).

Для кожного типу літака є свої особливості в методиці визначення максимально допустимої злітної маси, що дається в ПЛЕ.

12.7. Визначення комерційного навантаження

Фактичне комерційне навантаження не повинне перевищувати максимально допустиме навантаження.

Останнє лімітується за умовами безпеки зльоту і посадки і визначається залежно від максимально допустимих злітної і посадкової мас літака:

$$G_{\text{ком.мах}} = G_{\text{зл.мах}} - (G_{\text{незм}} + G_{\text{запр}} - G_{\text{зем}}),$$

де $G_{\text{зл.мах}}$ — максимально допустима злітна маса; $G_{\text{незм}}$ — незмінна маса літака; $G_{\text{запр}}$ — маса заправленого палива; $G_{\text{зем}}$ — маса палива, що витрачається на землі перед зльотом (на запуск двигунів і роління на старт).

Незмінна маса містить:

- масу спорядженого літака;
- масу екіпажу і бортпроводників;
- масу продуктів харчування, напоїв, білизни, літератури.

До маси спорядженого літака входить:

- маса порожнього літака;

— маса експлуатаційного устаткування (масло для двигунів, устаткування буфету, рідина в санвузлах, побутове, аварійно-рятувальне, службове, кисневе і допоміжне устаткування).

У ПЛЕ різних типів літаків можуть використовуватися й інші позначення і розподіли мас.

$G_{незм}$ визначається за даними, наведеними у ПЛЕ, технічному описі літака та інструкції чи порадику з центровки і завантаження літака.

Максимально допустимі злітну і посадкову маси визначають з умов безпечного зльоту і посадки.

Перед зльотом визначається фактичне комерційне навантаження і порівнюється з максимально допустимим:

$$G_{ком.факт} = G_{пас} + G_{багажу} + G_{вантажу} = 75n + 15(20)n + G_{вантажу} \leq G_{ком.мах}$$

де n — кількість пасажирів; 75 — маса одного пасажиря, кг; 15 — умовно взята маса багажу на одного пасажиря для літаків місцевих повітряних ліній, кг; 20 — те саме для середньо- і дальньомагістральних літаків, кг.

Якщо $G_{пас} + G_{багажу} + G_{вантажу} > G_{ком.мах}$, то спочатку усувають з комерційного навантаження вантаж, а якщо й цього замало, то знімають також кілька пасажирів з їх багажем, щоб не допустити перевищення фактичного комерційного завантаження над максимально допустимим.

Маса і розміри багажу, вантажу і пошти, що можуть розміщатися в багажно-вантажних приміщеннях, розміри вантажних люків і дверей пасажирської кабіни зазначені для кожного типу ПС у ПЛЕ.

Диспетчер з центровки складає схему розподілу навантаження за приміщеннями і робить розрахунок центровки.

12.8. Визначення центровки повітряного судна

Під центровою ПС розуміють положення його центра ваги. Для літаків воно визначається в частках або відсотках середньої аеродинамічної хорди (САХ) крила, для вертольотів указується від осі вала несучого гвинта (рис. 12.4).

Центровка ПС може змінюватися в значних межах під час його заправлення паливом, розміщення пасажирів і завантаження багажу, випрацювання палива. Однак для забезпечення усталеності і керованості в польоті необхідно, щоб центр ваги літака знаходився

у встановленому, строго обмеженому діапазоні центровок. Допустимі межі зміни центровок зазначені в Порадниках з льотної експлуатації даного типу ПС. Так, наприклад, для одного з типів ПС із двома ТРД у польоті гранично задня центровка повинна бути не більше 26,5 % САХ і гранично передня — не менше 19 % САХ. У результаті вироблення палива в польоті, центровка змінюється, але не повинна виходити за встановлені межі.

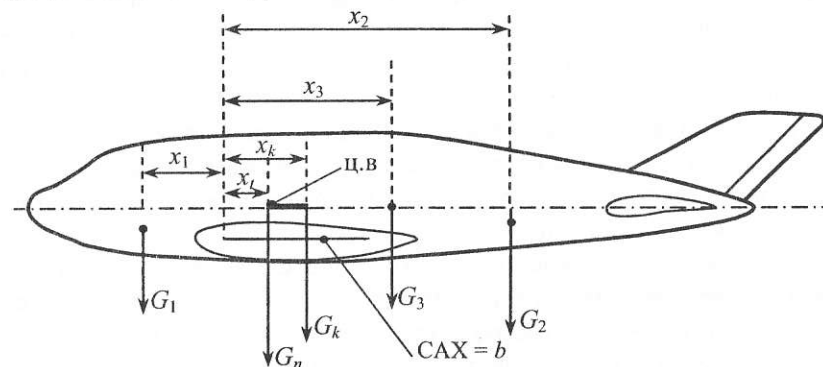


Рис. 12.4. Схема розташування центра ваги літака за САХ крила

Дотримання встановленого порядку завантаження ПС має на меті забезпечити правильне їх центрування, а отже, і безпеку польотів, максимальне використання корисної вантажопідйомності і раціональне розміщення вантажів з метою скорочення часу при завантаженні і вивантаженні. Розрахунок центровки і завантаження ПС при транспортних польотах робить диспетчер служби перевезень аеропорту з центровки, а при інших польотах — командир ПС чи бортінженер.

Центровка визначається для зльотної і посадкової мас. Вихідними даними для розрахунку центровки є центровка порожнього літака при зльотній масі з прибраним шасі, при посадковій масі — з випущеним шасі. Положення центра ваги літака визначається як частка від розподілу суми моментів мас завантаження щодо будь-якої характерної точки на горизонтальній осі фюзеляжу (зазвичай береться точка перетину з вертикаллю, що проходить через передню крайку САХ) на злітну чи посадкову масу:

$$X_T = \frac{\sum G_i x_i}{\sum G_i} = \frac{G_1 x_1 + G_2 x_2 + \dots + G_k x_k}{\sigma_{зл}}$$

Тоді центровка у відсотках САХ матиме вигляд:

$$X_T = \frac{X_T}{b} 100 \%$$

Аналітичний розрахунок центровки складний і потребує великих витрат часу. На практиці для швидкого визначення центровки використовують спеціально розроблені центрвальні графіки.

Якщо розрахована центровка виходить за допустимі межі, то розподіл завантаження забезпечує нормальні умови для пілотування, у протилежному випадку слід зробити перерозподіл вантажу і пасажирів.

Більш швидко і точно злітну масу і центровку можна визначити за допомогою лічильно-розв'язувального пристрою, у який надходять показання навантажень на опорні точки під час проходження ПС через вагову площадку.

Є цілком автоматизовані системи визначення маси і центровки, у яких показання тиску газу в амортизаторах стояків шасі передаються в бортовий лічильно-розв'язувальний пристрій, звідки обчислені значення маси і центровки надходять на індикатори в кабіні.

12.9. Аналіз чинників, що впливають на дальність і тривалість польоту літаків з газотурбінними двигунами

Швидкість польоту

Як відомо, погодинні і кілометрові витрати палива виражаються залежностями:

$$C_h = C_{\text{пит}} P; \quad C_k = \frac{C_{\text{пит}} P}{3,6 v},$$

де $C_{\text{пит}}$ — питома витрата палива; P — тяга двигунів, кг; v — швидкість польоту, м/с.

У сталому польоті $P = P_{\text{п.т}}$, де $P_{\text{п.т}}$ — потрібна тяга.

Як видно з наведеного графіка (рис. 12.5), режим мінімальної погодинної витрати палива відповідає режиму мінімальної потрібної тяги, хоча при цьому $C_{\text{пит}}$ — максимальна.

Отже, найбільша тривалість польоту літака з ТРД буде на практично мінімальній швидкості горизонтального польоту, яка є в даному випадку найвигіднішою.

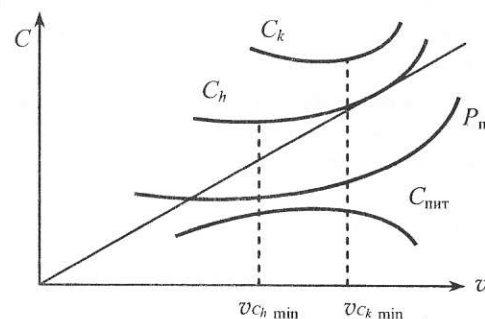


Рис. 12.5. Залежність тяги, питомої погодинної і кілометрової витрат палива від швидкості польоту

Мінімальна кілометрова витрата палива $C_{k \min}$ буде, очевидно, за умови $\left(\frac{C_{\text{пит}} P_{\text{п}}}{v} \right)_{\min}$, що відповідає точці торкання прямої, проведеної з початку координат до кривої $C_h = f(v)$.

При польоті на максимальній швидкості v_{max} тривалість польоту зменшується в 2—2,5 разу порівняно з режимом $v_{C_h \min}$, а дальність польоту — в 1,5—2 разу порівняно з режимом $v_{C_k \min}$.

Маса літака

Як відомо, зі збільшенням маси літака зростає потрібна швидкість, а це значить, що збільшується і потрібна тяга. Зростання потрібної тяги зумовлює, у свою чергу, збільшення витрати палива і зменшення дальності і тривалості польоту. Крім того, у більш важкого літака знижується практична «стеля», що також призводить до збільшення витрати палива. Тому дуже важливо не допускати зайвих запасів палива на борту літака.

Літаки з ГТД, які літають на великі відстані, до кінця маршруту значною мірою зменшують свою первісну масу за рахунок вироблення палива. Зі зменшенням польотної маси зменшуються кілометрова і погодинна витрати палива, внаслідок чого збільшується дальність і тривалість польоту.

Полегшення літака в польоті можна використовувати ще більш раціонально, якщо за рахунок цього збільшувати висоту польоту, а отже, додатково зменшувати C_k і C_h .

З цією метою польоти виконуються на оптимальних висотах або «стелях», під якими розуміють польоти з набором висоти за рахунок вигорання палива.

Як відомо, зі зменшенням польотної маси «стеля» літака збільшується. При цьому з умов безпеки польоти за «стелями» виконуються на висотах, нижчих за практичну «стелю» на 1—1,5 км. Слід зазначити, що такі польоти можуть виконуватися в тих випадках, коли не задані ешелони по висоті.

Температура навколишнього повітря

Зі зниженням температури навколишнього повітря двигун стає більш економічним, унаслідок чого тривалість польоту збільшується. З підвищенням температури — навпаки. Це пояснюється зміною ступеня стиску повітря за компресором. Зміна температури навколишнього повітря не впливає на кілометрову витрату палива, а отже, і на тривалість польоту.

Зміна густини палива

На сьогодні найбільш використовуваним паливом для заправки повітряних суден із ТРД і ТВД є гас Т-1, ТС-1, Т-2, густина яких істотно відрізняється.

Зі зміною густини змінюється і загальна маса палива в даній ємності паливної системи, що викликає зміну дальності і тривалості польоту. Зі зменшенням густини палива дальність і тривалість польоту зменшується. Так, при переході від Т-1 на ТС-1 дальність і тривалість зменшується на 6—7 %, а при переході на Т-2 — на 10 %.

Усі розглянуті чинники, що впливають на витрату палива, слід ураховувати при виборі режиму і розрахунку дальності та тривалості польоту. Слід ураховувати, що економічність того чи іншого польоту визначається не тільки мінімумом витрати палива, але й мінімумом собівартості перевезень узагалі. Тому при розрахунку конкретного завдання на політ слід ураховувати обидві умови.



Контрольні запитання і завдання

1. Коротко охарактеризуйте етапи польоту.
2. Назвіть ділянки злітної дистанції.
3. Назвіть ділянки дистанції посадки.

4. Які критерії і вихідні дані для розрахунку польотів?
5. Поясніть суть розрахунку найвигіднішої висоти польоту і визначення ешелону.
6. Охарактеризуйте вплив висоти польоту на тривалість і дальність польоту.
7. Охарактеризуйте вплив на дальність польоту напрямку і швидкості вітру.
8. Накресліть навігаційний трикутник швидкостей та поясніть його.
9. Опишіть методику визначення кількості палива, що заправляється в літак.
10. Які зовнішні чинники впливають на довжину розбігу і пробігу літака? Проаналізуйте вплив кожного з цих чинників.
11. Наведіть методику максимально допустимої злітної маси літака.
12. Охарактеризуйте зміст методики визначення комерційного навантаження.
13. Який зміст методики визначення центровки ПС?
14. Назвіть чинники, які впливають на дальність і тривалість польоту літаків із ГТД, та проаналізуйте вплив кожного з цих чинників.

13. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ І СИЛОВИХ УСТАНОВОК ПОВІТРЯНИХ СУДЕН У ПОЛЬОТІ

13.1. Режими польоту, номенклатура швидкостей і льотні обмеження

На заданій висоті режими горизонтального польоту реактивних ПС однозначно визначатимуться значенням швидкості польоту. У зв'язку з цим і поділяють режими горизонтального польоту за величиною швидкості. Основними з них є:

- ♦ режим максимальної швидкості горизонтального польоту v_{\max} , який досягається за максимальної тяги (потужності) двигунів;
- ♦ режим польоту, який відповідає номінальній тязі (потужності) силових установок $v_{\text{пот}}$;
- ♦ режим максимальної дальності польоту, при якому досягається мінімальна кілометрова витрата палива $v_{\text{ck min}}$;
- ♦ режим максимальної тривалості польоту, при якому досягається мінімальна погодинна витрата палива $v_{\text{ch min}}$.

Окрім цих основних режимів польоту, залежно від конкретних умов і характеру виконуваних завдань широко використовуються й інші (проміжні) режими.

Льотні обмеження встановлюють для сучасних ПС у зв'язку з тим, що при польотах на великих швидкостях (на максимальному режимі роботи двигунів) у горизонтальному польоті, особливо при зниженні, ПС можуть досягати таких значень швидкості, за якими помітно погіршуються усталеність і керованість, з'являються великі перевантаження, вібрація та інші небажані явища в пілотуванні. У таких умовах польоту можуть виникнути важкі льотні події. Тому для кожного типу ПС установлюють обмеження за швидкістю (числом M), які льотний склад не повинен перевищувати.

Під час польоту на малих і середніх висотах у щільних шарах атмосфери обмеження за швидкістю обумовлюються міцністю конструкцій ПС при дії швидкісного натиску $\frac{\rho \bar{v}^2}{2}$.

У деяких випадках обмежувальним чинником може виявитися поява коливань елементів конструкції типу «флатер». Тому для малих і середніх висот критеріями обмеження швидкості встановлюють значення максимально допустимої приладової швидкості $v_{\text{пр.мах.доп}}$, що рівносильне обмеженню за швидкісним натиском.

Під час польотів на великих висотах критерієм обмеження швидкості польоту береться число M . Це пояснюється тим, що на великих висотах польоту різного роду аномальні явища в поведінці ПС зазвичай пов'язані з появою і подальшим інтенсивним розвитком хвилевої кризи на крилі, хвостовому оперенні і фюзеляжі. При цьому погіршуються стійкість і керованість ПС, зменшується ефективність дії рулів та елеронів. Можуть також з'явитися і автоколивання.

У разі перевищення максимально допустимих швидкостей на деяких ПС спостерігається мимовільний крен при нейтральному положенні ручки управління елеронами. Це явище більшою чи меншою мірою властиве майже всім ПС, що мають стрілоподібні крила. Причинами такого крену ПС є: деяка несиметричність обводів профілю, відмінність у кутах установлення і стрілоподібності половин крила, втрата ефективності елеронів.

Різниця в жорсткостях правої і лівої половин крила може бути як з конструктивно-виробничих, так і з експлуатаційно-ремонтних

причин. До останніх належать: великі перевантаження під час польоту і «грубі» посадки, що викликають деформацію силових елементів; тривалість експлуатації; недбале виконання технічного обслуговування і ремонту.

Під час польоту на великих швидкостях досягають великих значень відсмоктувальні сили, які можуть викликати несиметричне відхилення закрилків, щитків шасі та кришок люків тощо. Це у свою чергу також може стати причиною мимовільного крену ПС.

Запобігання крену ПС здійснюється в основному по лінії підвищення жорсткості крила і встановлення найсуворіших допусків. Проте при неправильній експлуатації і недбалому технічному обслуговуванні крен ПС може з'являтися на швидкостях, значно менших, ніж $v_{\text{мах.доп}}$.

На ПС зі стрілоподібними крилами в певному діапазоні чисел M може з'явитися також бокова нестійкість. Вона полягає в тому, що при відхиленні руля напрямку, наприклад, управо — виникає крен вліво, і навпаки. У зв'язку з цим говорять про зворотну реакцію ПС по крену у разі відхилення керма напрямку.

Бокова нестійкість викликається сковзанням ПС на крило у разі відхилення руля напрямку. Це призводить до зміни кутів набігання потоку правої і лівої половин крила.

З метою забезпечення безпеки й економічності польотів, режими польотів на швидкостях $v_{\text{мах.доп}}$ і близьких до них у ЦА використовуються дуже рідко і здебільшого в аварійних ситуаціях, наприклад, при екстремому зниженні в разі розгерметизації кабіни на великій висоті, при виході із зони обмерзання, для обходу грозового фронту і т. п. Польоти на цих швидкостях супроводжуються також великими кілометровими і погодинними витратами палива, що значно підвищує собівартість перевезень. Крім того, тривалість роботи двигунів на максимальних режимах обмежується за часом, що зумовлюється міркуваннями забезпечення надійності їх роботи.

Горизонтальні польоти на номінальному режимі роботи двигунів теж мало застосовуються як з умов забезпечення економічності, так і з надійності силових установок. Кілометрові і погодинні витрати палива на цьому режимі польоту також великі, а силові установки працюють у напружених умовах. Останнє є причиною обмеження тривалості роботи двигунів на номінальному режимі. Найбільш широке застосування знаходить зона крейсерських режимів,

на яких тривалість роботи двигунів не обмежується і забезпечується найбільш висока безпека і економічність польотів.

Для надзвукових ПС також встановлені обмеження — граничнодопустима приладова швидкість і число M , що пояснюється особливостями конструкції і різним характером протікання кривих Жуковського для дозвукових і надзвукових ПС.

Крім того, для надзвукових ПС швидкість польоту може обмежуватися величиною нагріву з урахуванням особливостей конструкції та використовуваних матеріалів.

Для всіх висот польоту в стратосфері (від 11 до 20 км), де температура зовнішнього повітря незмінна, встановлюється постійна величина граничнодопустимого числа M . На висотах нижче 11 км швидкість польоту обмежується граничним значенням приладової швидкості.

13.2. Керування системами повітряних суден на різних етапах польоту

Передпольотна перевірка двигунів і функціональних систем повітряного судна бортінженером та іншими членами екіпажу

Під час підготовки ПС до вильоту бортінженер (або бортмеханік) проводить запуск двигунів. Усі операції, які повинен виконувати бортінженер при запуску і випробуванні двигунів, викладені в Пораднику з льотної експлуатації (ПЛЕ) конкретного типу ПС.

У процесі випробування двигунів бортінженер повинен переконатися в легкості ходу важелів управління, правильності показань приладів контролю силової установки, значення яких мають перебувати в установлених ПЛЕ межах.

Потім перевіряється паливна система. Передусім слід перевірити справність системи контролю, що визначається за загорянням сигнальних лампочок автомата витрати і роботи паливних насосів. Перемикач «Автомат-ручне» потрібно встановити в положення «Автомат». Залежно від наявності палива в баках при загорянні лампи «Порядок витрати з баків» повинні вмикатися перекачувальні насоси цих баків і горіти лампи сигналізації їх роботи.

Слід перевірити справність паливомірів почерговим натисненням відповідних кнопок на кожному з показчиків і переконатися, що стрілки зміщуються в потрібному напрямку і на потрібне значення. За показчиками паливомірів перевіряють запас палива і зві-

ряють його з потрібним для завдання на політ. Бортінженер зобов'язаний також перевірити роботу «Автомата вирівнювання», витратоміра, перекиривних паливних кранів, роботу всіх паливних насосів і роботу паливного насоса САУ.

Управління мастильною системою здебільшого зводиться до контролю показань тиску і температури мастила на вході в двигун, а також за сигнальними табло: «Мало мастила», «Надлишок мастила», «Тиск мастила», «Стружка в мастилі».

Органи управління і сигналізація системи протипожежного захисту розміщені на пульті бортінженера. У пілотів, як правило, встановлено тільки табло «Пожежа». Перед зльотом необхідно переконатися, що АЗС системи і АЗС вогнегасників увімкнені, і увімкнути вимикач «Живлення». При цьому лампи-кнопки і жовті лампи горіти не повинні. Потім перевіряється кнопка «Контроль лампи» пожежної сигналізації, при натисненні якої спалахують лампи-кнопки, жовті лампи і табло «Пожежа», а потім, почергово — усі кнопки «Контроль системи», «Дим у багажному приміщенні».

Бортінженер зобов'язаний перевірити роботу гідросистем перед польотом до запуску двигунів, після запуску допоміжної силової установки (ДСУ), після запуску двигунів і здійснювати контроль за роботою гідросистем у польоті.

Перед запуском двигунів слід переконатися в тому, що при увімкненні зупинного гальма тиск у системі залишається в допустимих межах.

При черговому запуску двигунів тиск у гідросистемах перевіряється за манометрами.

Контроль за роботою гідросистем під час польоту бортінженер здійснює за манометрами основних і аварійної систем, а також за сигнальними лампами. Рівень рідини в баках перевіряється за рівнемірами за допомогою кнопок на пульті.

Порядок перевірки гідросистем, значення параметрів і основні несправності наводяться в ПЛЕ конкретного типу ПС.

Перед вильотом слід також перевірити справність протиобліднювальних пристроїв ПС. По черзі перевіряються протиобліднювальні пристрої повітрязабірників двигунів, крила і хвостового оперення, передкрилків, ліхтарне скло кабіни пілотів, приймачів повного тиску, що живлять мембранноанероїдні прилади повним повітряним тиском. Бортінженер перевіряє також справність сигналізаторів обмерзання двигунів і ПС. Управління протиобліднюваль-

ними пристроями здійснюється вимикачами, встановленими на електрощитку в бортінженера. При увімкненні протиобліднювальних пристроїв спалахують відповідні сигнальні лампочки. Контроль за роботою протиобліднювальних пристроїв і перевірка їх працездатності здійснюється бортінженером або бортмеханіком відповідно до ПЛЕ конкретного типу ПС.

Дії екіпажу на попередньому і виконавчому старті визначені в ПВП ЦА, ПЛЕ конкретного типу ПС, аеродромній інструкції і карті контрольної перевірки, що є на борту.

Карта контрольної перевірки складається для кожного типу ПС і може мати різні конструктивні виконання. Проте в усіх випадках вона містить перелік операцій, які екіпаж повинен виконати на старті перед вильотом.

Безпосередньо на виконавчому старті перевіряються положення стабілізатора, закрилків, увімкнення приладів, дія рулів і остаточна готовність до зльоту. У цій же карті міститься перелік контрольованих операцій, що виконуються до посадки перед зниженням і в зоні аеродрому на крузі.

Підготовка ПС до зльоту проводиться під час руління по РД до ЗПС і закінчується безпосередньо на лінії виконавчого старту.

У процесі руління до попереднього і виконавчого стартів, члени екіпажу зобов'язані стежити за навколишнім середовищем і попереджувати командира про можливі перешкоди. До заняття ПС виконавчого старту екіпаж повинен одержати від диспетчера служби руху інформацію про умови зльоту і виходу з зони аеродрому.

Зліт проводиться після виконання вказаних вище операцій, доповіді про готовність екіпажу диспетчерові і отримання його дозволу на виліт.

Особливості управління силовими установками повітряного судна в польоті

Для ПС з ТРД при сталому горизонтальному польоті існує певна залежність між швидкістю польоту і частотою обертання ротора двигуна, що визначає його тягу. Значення частоти обертання (тяги) визначається положенням важеля управління двигуном. Таким чином, для ТРД зміна режиму роботи, а отже, і швидкості польоту, здійснюється за рахунок зміни положення важеля керування двигуном. Інакше здійснюється управління силовими установками з

гвинтами змінного кроку, у яких частота обертання не може характеризувати потужність двигуна і, отже, швидкість польоту.

Для турбогвинтових двигунів (ТГД) залежність потужності від частоти обертання виражається полем потужностей 1–2–3–4–5 (рис. 13.1).

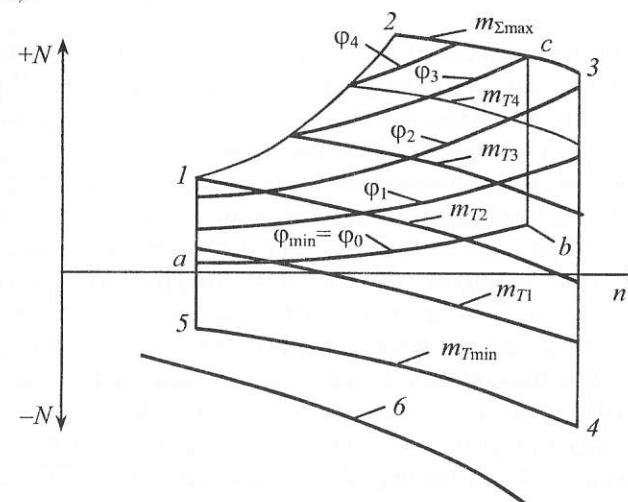


Рис. 13.1. Поле потужностей ТГД

З лівого боку це поле обмежується характеристикою 1–5, яка визначає значення мінімальної частоти обертання, на якій двигун працює стійко.

Характеристика 1–2 є граничною за температурою газу. Вона обмежує подачу палива залежно від частоти обертання (витрати повітря) і є характеристикою автомата прийомистості.

Характеристика 2–3 отримується при максимальній витраті палива і також обмежується максимальними значеннями температури газу. Еквідистантно їй зображені аналогічні характеристики для різних витрат палива m_{T1} , m_{T2} , m_{T3} , m_{T4} і m_{Tmin} .

Характеристика 3–4 обмежує поле потужностей праворуч. Вона обмежує максимальну частоту обертання для запобігання розкручуванню ротора двигуна. Характеристика 4–5 відповідає мінімальній витраті палива. Подальше зменшення витрати палива викликає зрив полум'я в камері згоряння і припинення роботи двигуна. Ця характеристика визначається положенням обмежувача мінімальної

витрати палива. Вона лежить у зоні негативних потужностей. Для роботи двигуна при таких витратах палива потрібне підведення потужності ззовні, що досягається за рахунок енергії набігаючого потоку повітря. Потужності турбіни при цьому не вистачає для обертання компресора і гвинта і, отже, силова установка створює негативну тягу.

Нижче розміщується крива потрібної потужності (характеристика б) для холодного прокручування ротора двигуна. У польоті для цього використовується енергія набігаючого повітряного потоку, а на землі — потужність пускового пристрою.

Граничні значення (межі) поля потужностей забезпечуються відповідною настройкою автоматичних пристроїв паливної апаратури і регулятора частоти обертання. Змінюючи його настройку і положення важеля керування двигуном (ВКД), можна встановити режим роботи двигуна під час польоту, відповідний будь-якій точці в межах даного поля потужностей. Проте на більшості ТГД ці можливості не використовуються, що пояснюється низкою особливостей цього типу двигунів, зокрема поганою прийомистістю, можливістю помпажу при різкому підвищенні режиму роботи, неприпустимо великим закидом температури. Характеристики ТГД зазвичай такі, що різниця в потужностях двигуна і гвинта поза точкою перетину відносно невелика. Це є причиною поганої прийомистості цього типу двигунів. Тривалість переходу ТГД з режиму малого газу на злітний досягає 15 с і більше.

Враховуючи вищевикладене, а також беручи до уваги порівняльну складність застосованих систем регулювання, перевага віддається системам, що забезпечують постійну частоту обертання. Характеристика двигуна з такою системою при роботі на землі відповідатиме кривій $a-b-c$ (рис. 13.1). Точка a відповідає режиму малого газу, при якому гвинт має найменший кут установлення лопатей φ_{\min} . У разі переміщення ВКД уперед до заданої частоти обертання відбувається розгін двигуна по лінії $a-b$.

Подальше переміщення важеля керування вперед не викликати-ме збільшення частоти обертання, оскільки при цьому вступає в роботу регулятор, який підтримує задану частоту обертання постійною.

Потужність двигуна і кут установлення лопатей при цьому збільшуватимуться. При повному відкритті дросельного крана потужність двигуна зростає до максимального значення (точка c).

Особливості управління роботою функціональних систем і двигунів при зльоті і наборі висоти

Зліт — один з найбільш складних етапів польоту. Перед зльотом на виконавчому старті члени екіпажу ще раз перевіряють справність роботи всіх систем і устаткування згідно з картами контрольних перевірок і доповідають командирі корабля про готовність до зльоту. При цьому літак утримується на гальмах, передкрилки, закрилки і стабілізатор встановлюються у злітне положення, а перемикач управління передньою опорою в положення «розбіг-пробіг».

Отримавши дозвіл на зліт, двигуни переводять на злітний режим, плавно відпускають гальма, і літак починає розбіг.

Витримка напрямку досягається рулем напрямку, а при боковому вітрі можуть використовуватися і гальма.

Досягши швидкості $v_R = (0,6...0,7) v_{\text{від}}$, пілот переміщенням штурвалу на себе проводить відділення передньої опори шасі від ЗПС, а при швидкості $v_{\text{від}}$ літак відривається від злітної смуги. Після цього на висоті не менше 3...5 км за командою командира екіпажу прибираються шасі.

Дистанція по горизонталі, яку проходить літак з моменту початку руху до набору висоти 10 м з одночасним досягненням безпечної швидкості $v_{\text{без}} = 1,15 v_S$ (де v_S — швидкість звалювання літака) називається довжиною злітної дистанції $L_{\text{зл.дист}}$. Для сучасних літаків $L_{\text{зл.дист}} = (0,5...2) L_{\text{роз}}$.

На висоті не менше 200 м (відповідно до ПЛЕ) прибирають закрилки і передкрилки та роблять перекладку стабілізатора. Після цього двигуни переводять на номінальний режим роботи і починають набір висоти. На висоті 300...400 м умикається система кондиціонування повітря в салонах і кабіні екіпажу, яка автоматично підтримує задані температуру і тиск.

В умовах можливого обмерзання (хмарність, туман, снігопад, мряка, дощ при температурі плюс 5 °С і нижче) перед вильотом умикаються: протиобмерзальна система двигунів — відразу після запуску і виведення їх на режим малого газу, а протиобмерзальна система крила, оперення і передкрилків — після відриву від землі.

Основними характеристиками набору висоти є:

- приладова і вертикальна швидкості;
- пройдена по горизонталі відстань;
- час і витрата палива.

Застосовуються два режими набору висоти: максимальної швидкості та економічний (швидкісний набір).

Режим максимальної швидкопідйомності рекомендується застосовувати за необхідності швидкого набору висоти в зонах інтенсивного повітряного руху, при сильній хмарності, бовтанні, а також у разі відмови одного з двигунів. За такого режиму скорочується час набору висоти, зменшується шлях, пройдений по горизонту (рис. 13.2), але збільшується загальний рейсовий час і витрата палива на рейс.

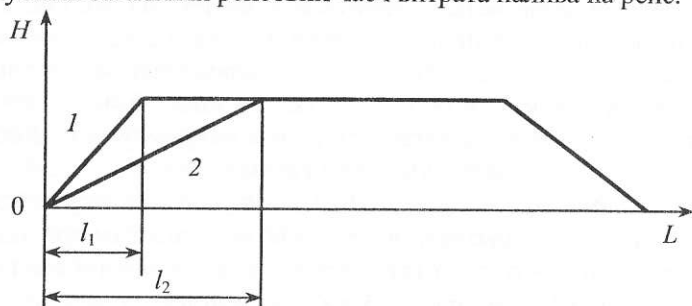


Рис. 13.2. Профіль польоту літака:

1 — під час використання режиму максимальної швидкопідйомності;
2 — під час використання економічного (швидкісного) режиму набору висоти

Економічний (швидкісний) режим виконується на значно більшій приладовій швидкості. При цьому збільшуються шлях і час набору висоти. Його застосування забезпечує найменший рейсовий час при менших витратах палива на політ. Отже, такий режим забезпечує мінімум собівартості експлуатації літака. Основними показниками злітних якостей ПС є довжина розгону і прохідність його по ґрунту.

Під прохідністю літака розуміють його здатність рулювати і здійснювати зліт і посадку на ґрунтовому аеродромі, причому глибина колії, що утворюється від опор шасі під час руху літака, не повинна перевищувати допустимих значень. Приблизно можна визначити допустиме значення глибини колії h як

$$h \leq B/4,$$

де B — ширина пневматика колеса шасі.

Хороша прохідність забезпечує можливість зльоту літака з ґрунтових аеродромів при зниженій міцності ґрунту. При зльоті з ґрунтової ЗПС довжина розгону залежить від кута атаки під час розго-

ну. При цьому мінімальна довжина розгону досягається на великих кутах атаки. Чим менша міцність ґрунту або глибший сніговий покрив, тим раніше потрібно переводити літак на злітний кут атаки, щоб за рахунок збільшення підйомної сили зменшити силу тертя коліс шасі об землю. При зльоті з ґрунтових смуг екіпаж повинен бути особливо уважний, оскільки внаслідок нерівностей смуги літак під час розгону може коливатися в подовжньому та поперечному напрямках і визначення моменту відриву переднього колеса стає складним. Перед зльотом з ґрунтового аеродрому особливо ретельно слід перевірити (розрахунком) допустиму злітну масу і довжину розгону.

Основна особливість зльоту літака при боковому вітрі пов'язана з появою розгортального моменту, під дією якого літак може відхилитися від осьової лінії ЗПС. У цих умовах пілот, користуючись рулем напрямку, елеронами, а за необхідності — гальмами, утримує літак на осьовій лінії ЗПС. Відрив літака в цьому разі необхідно проводити на швидкості, що перевищує звичайну швидкість відриву на 10...15 км/г. Після відриву для витримки напрямку польоту встановлюється кут попередження.

Управління роботою функціональних систем і двигунів під час посадки

У процесі підготовки до посадки, яка починається на висоті ешелону, перевіряють систему керування літаком, тиск у гідравлічних і повітряних системах, розподіл палива по групах баків, посадкову масу літака та ін. Якщо посадку здійснюють в умовах можливого обмерзання, то її виконують з увімкненою протиобмерзальною системою. При цьому протиобмерзальна система крила, оперення, передкрилків і приймачів повітряного тиску вимикається після приземлення ПС, під час пробігу, а скла і двигунів — перед зупиненням останніх.

Захід на посадку здійснюється одним з двох способів: польотом по колу або «з прямої», тобто без кола над аеродромом. Посадка «з прямої» більш економічна, але здійснюється з урахуванням метеоумов і досвіду екіпажу. Політ по колу виконується відповідно до вимог диспетчера системи посадки на висотах 400 ... 600 м. При цьому вимикається система кондиціонування і здійснюється розгерметизація кабіни. Перед третім розворотом випускають шасі. Закрилки випускають у два прийоми: після третього розвороту в

злітне положення, а після четвертого розвороту в посадкове. Четвертий розворот виконують з таким розрахунком, щоб літак після розвороту «вийшов» у напрямку ЗПС. Проліт дальнього (віддаленого від торця ЗПС приблизно на 7...8 км) і ближнього (біля 1 км від торця ЗПС) приводних пунктів радіомаркерів (ДПРМ і БПРМ) виконується на висотах приблизно 200 і 60 м відповідно.

Посадкову дистанцію можна скоротити за допомогою зменшення її повітряної ділянки і довжини пробігу, що досягається за рахунок майстерності екіпажу, точності розрахунку, ефективності використання механізації крила. Від досвіду і майстерності екіпажу залежить і ділянка пробігу. Тут важливо вчасно і правильно використовувати різні засоби гальмування (гальма коліс і реверс тяги). Правильне застосування гальм може зменшити довжину пробігу до 50 %. Гальма вмикаються під час торкання ЗПС усіх коліс шасі літака. Ефективність гальм здебільшого залежить від стану поверхні ЗПС, що характеризується коефіцієнтом зчеплення.

Використання негативної тяги ТГД є найбільш ефективним способом зменшення довжини пробігу, оскільки не залежить від стану ЗПС. Зменшення довжини пробігу може досягати 50 %.

Як відомо, негативна тяга виникає, коли кут атаки лопатей гвинтів стає негативним. Це досягається зняттям гвинта з упору при роботі двигуна на режимі малого газу. Чим більша швидкість літака під час пробігу, тим більша буде негативна тяга. Тому знімають гвинт з упору після опускання передньої опори.

Для ТРД негативна тяга досягається зміною напрямку течії газів із сопла, тобто реверсуванням тяги. Реверсивна тяга залежить переважно від маси, швидкості і кута повороту газу, що закінчується у зворотному напрямі.

Негативну тягу зазвичай оцінюють коефіцієнтом реверсування, який є відношенням одержуваної негативної тяги до статичної тяги двигуна:

$$\sigma = P_{\text{рев}}/P_{\text{ст}},$$

де $P_{\text{рев}}$ — негативна (реверсивна) тяга; $P_{\text{ст}}$ — статична тяга.

Для кращих реверсивних пристроїв $\sigma = 0,5...0,7$. При гальмуванні за рахунок реверсування тяги зменшується знос покриття. Ефективність гальмування не залежить від стану ЗПС. Реверсивні пристрої слід увімкнути після приземлення літака.

13.3. Забезпечення безпеки польоту під час посадки

Роль екіпажу в забезпеченні безпеки польотів

Статистика льотних подій як пасажирських, так і військових літаків наочно демонструє винятково важливу роль «відмови» людської ланки в забезпеченні безпеки функціонуючих авіаційних систем різного призначення. Проводиться велика робота в різних напрямках з підвищення надійності людини, особливо пілотів і диспетчерів. Успішно розвивається авіаційна ергономіка й авіаційна медицина. Удосконалюються методи і засоби професійної підготовки льотного і наземного персоналу цивільної і військової авіації.

Психофізіологічний напрям підвищення безпеки польотів (БП) — це заходи, спрямовані на зростання ергономічних показників ПС, наземних засобів і на збільшення можливостей людини.

Цей напрям передбачає такі заходи:

- визначення оптимального розподілу функцій між екіпажем і автоматичними системами управління;
- забезпечення відповідності характеристик ПС, систем управління і наземних засобів психофізіологічних можливостей членів екіпажу й операторів;
- створення оптимальних систем інформації;
- відбір і навчання льотного складу й операторів наземних засобів.

Важливим заходом у забезпеченні безпеки польотів є систематичні тренування для відпрацювання навичок льотного складу і підтримання їх на заданому рівні. З цією метою створюються тренажери, що дають змогу відпрацьовувати дії екіпажу при моделюванні відмов та імітації аварійних ситуацій.

Під час розробки нового літака конструктор завжди повинен пам'ятати про людей, які експлуатуватимуть його «дітище», і налагодити літак для успішної експлуатації.

Метою конструктора літака має стати постійний пошук причин, через які експлуатуючий персонал не зміг би запобігти льотній події або передумові до неї, і розробка заходів, що усувають ці причини.

Під час конструювання пультів кабіни екіпажу та органів управління основними системами літака необхідно враховувати можливі помилки пілотів і техніків, що обслуговують літак на землі:

- неточне виконання необхідної дії;
- невиконання необхідної дії або пропуск;
- порушення послідовності необхідних дій;
- виконання непотрібної дії або сторонньої дії.

Правильний облік характеристик взаємодії людини з машинною за схемою «сприйняття — рішення — реакція» дає змогу розробити реальну модель кожного члена екіпажу.

На рис. 13.3 показано зміну дистанції, яку пролітає літак за час, необхідний пілоту для виконання послідовних етапів у відповідь реакції на зміну повітряної обстановки, зокрема дію органів управління для забезпечення висоти польоту над виниклою перешкодою 15 м. При швидкості літака 900 км/год безпечна відстань до перешкоди має бути не менше 2 км.

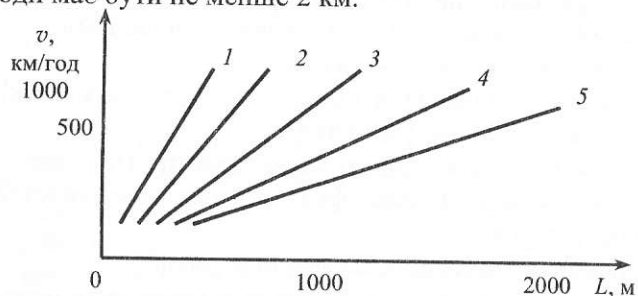


Рис. 13.3. Залежність безпечної відстані до перешкоди від швидкості літака при послідовних етапах реакції у відповідь пілота на зміну повітряної обстановки:

- 1 — переведення погляду від повітряної обстановки на прилади;
- 2 — переведення погляду від приладів до повітряної обстановки;
- 3 — сприйняття рішення;
- 4 — ухвалення рішення;
- 5 — реакція у відповідь

Бортові засоби забезпечення безпеки польоту під час посадки

Крім забезпечення високої безвідмовності систем літака, які впливають на безпеку, застосовуються спеціальні системи і пристрої, що використовуються при виникненні особливих ситуацій та реальній загрози безпеці літака.

До бортових засобів забезпечення безпеки польотів належать:

— пристрої попередження екіпажу про вихід літака на граничні або близькі до них режими польоту, про відмови систем, про пожежу тощо;

— системи парирування небезпечних ситуацій, наприклад, приведення літака до горизонтального польоту, вимкнення автопілота при його відмові, відведення літака на безпечну висоту у разі відмови автоматичної системи проходження рельєфу місцевості, переведення інтерцепторів у прибране положення при їх відмові, перемикання живлення найважливіших споживачів від акумуляторних батарей під час вимкнення генераторів постійного струму, увімкнення резервних і аварійних систем у разі відмови основних, автоматичні системи пожежогасіння. Безвідмовність спрацьовування аварійних і перемикальних систем повинна бути вище, ніж у систем літака, що функціонують нормально.

Для підвищення безпеки польотів на борту літаків встановлюється ряд додаткових систем. Наприклад, система попередження про близькість наземних перешкод на магістральних пасажирських літаках. На літаках типу А-300 використовується повністю автоматична система захисту, що встановлює максимально допустиму тягу двигунів, коли кут атаки перевищує гранично безпечний або у разі потрапляння літака в зону зі зносом вітру.

Зі збільшенням кількості контрольованих параметрів зростає навантаження членів екіпажу. Проблема розв'язується заміною приладів зі стрілкою цифровими покажчиками і світловими індикаторами. При нормальному польоті на пультах кабіни екіпажу світлові індикатори не повинні світитися. Вони спалахують тільки у разі виникнення особливої ситуації. Найбільш відповідальна інформація екіпажу в аварійній ситуації надається у формі мовної команди, записаної на магнітну стрічку.

За ефективністю дії і часом реакції пілота мовний сигнал знаходиться на першому місці, потім іде світлове табло і індикатор зі стрілкою.

Виживанню пасажирів і членів екіпажу в аварійній ситуації сприяють індивідуальні кисневі прилади з протидимними масками і бортові засоби аварійного покидання літака.

Бортові аварійні самописці сприяють підвищенню безпеки польотів літаків, зберігаючи винятково цінну інформацію про параметри польоту, працездатність найважливіших систем і дії екіпажу безпосередньо перед моментом виникнення особливої ситуації. Запис параметрів ведеться протягом усього польоту. Носій інформації розміщується в яскраво-оранжевому або яскраво-жовтому контейнері, що захищає стрічку від дії великих перевантажень при

ударі, високої температури і полум'я, води і агресивних рідин. На верхній поверхні контейнера встановлюється відбивач для полегшення його пошуку під водою. На корпусі контейнера вмонтовується акустичний маяк. Прочитати запис аварійного самописця можна на наземному декодувальному пристрої.

Наземні засоби забезпечення безпеки польоту під час посадки

Основна роль у забезпеченні безпеки польотів належить наземним засобам управління повітряним рухом (УПР). Експлуатовані нині системи послідовно запитують висоту і бортовий номер усіх літаків у зоні видимості радіолокаційних станцій (РЛС). Новітні автоматизовані системи УПР забезпечують дискретну адресацію запитів і високу точність визначення азимута і дальності літака. Кожен літак одержує адресований йому запит, а наземна система приймає захищені від перешкод відповіді.

Удосконалення наземних засобів УПР з підвищення безпеки польотів пов'язане із запровадженням системи попередження диспетчера та екіпажу про мінімальну безпечну висоту польоту літака. На основі карти земної поверхні, що зберігається в пам'яті ЕОМ, система враховує всі природні і штучні перешкоди по маршруту літака і видає застережливий сигнал, якщо поточні параметри польоту літака вказують, що на найближчому етапі польоту висота буде менша від безпечної. Наземні засоби забезпечення автоматизованої посадки в складних метеоумовах та аналогічні засоби забезпечення посадки палубних літаків гарантують підвищення безпеки польотів. Аеродромні гальмівні системи, затримувальні пристрої і піщані пастки забезпечують безпеку в особливих ситуаціях, пов'язаних з перериванням зльоту, прольотом початку ЗПС, обмерзанням смуги і відмовою гальмівних пристроїв літака.

Підвищенню безпеки польотів сприяють наземні засоби контролю рівня професійної підготовки льотного і обслуговуючого персоналу (тренажери і стенди), медичні засоби контролю стану здоров'я усіх людей, що допускаються до роботи з авіаційною технікою. Слід також відзначити велике значення засобів відлякування птахів і тварин у зоні аеродрому.

Метеостанції аеропортів і аеродромів обладнані вдосконаленими засобами прогнозування зміни метеоумов. Щоб своєчасно виявляти виникнення в зоні аеропорту зони зі зсувом вітру, встановлюють спеціальні датчики.

13.4. Вибір найвигідніших режимів польоту (політ «по стелях»)

Повітряні судна з ГТД, що літають на великі відстані, до кінця маршруту значною мірою зменшують свою первинну масу за рахунок вигорання палива. Цю обставину слід враховувати у процесі розрахунків польотів, особливо на великі дальності, оскільки зі зменшенням польотної маси зменшуються кілометрова і годинна витрати палива. Проте полегшення ПС у польоті можна раціональніше використовувати, якщо за рахунок цього збільшувати висоту польоту. Ця ідея і покладена в основу польотів на оптимальних висотах («по стелях»), під якими братимемо польоти з набором висоти за рахунок вигорання палива (рис. 13.4).

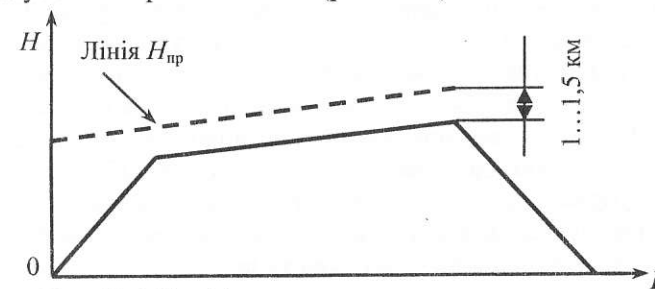


Рис. 13.4. Профіль польоту на оптимальних висотах

«Стеля» ПС залежить від польотної маси: чим більша маса ПС, тим менша його «стеля», і навпаки; причому з міркувань безпеки польоти проводять на висотах, нижчих за практичну «стелю» на 1...1,5 км. Такі польоти виконують за умови, коли не задані ешелони.

Для здійснення польотів на оптимальних висотах важливо з'ясувати параметри, які пілоту необхідно витримувати в процесі польоту. Слід мати на увазі, що політ «по стелях» здійснюється з дуже малим кутом набору висоти. У багатьох випадках кут не перевищує 0,03...0,04°. Ця величина кута нахилу трохи впливає на більшість параметрів, тому при практичному виконанні польотів «по стелях» досить зберігати постійними два параметри: число M і приведену частоту обертання ротора ТРД.

Для початку польоту «по стелях» набирається оптимальна висота для даної польотної ваги, встановлюється заданий режим польоту, а потім протягом усього польоту витримують постійними вказані вище параметри.

13.5. Відмови і несправності силової установки в польоті

Досвід експлуатації ПС з ГТД показує, що найбільш характерними відмовами силової установки є відмови двигунів, відмови і несправності паливної і масляної систем.

Статистичні дані щодо відмов авіаційних двигунів свідчать про те, що вони здебільшого виникають з конструктивно-виробничих причин і зрідка з експлуатаційних причин, зокрема потрапляння води, бруду, птахів та інших сторонніх предметів під час запуску і руху ПС по РД або ЗПС, а також у разі заправлення некондиційними рідинами.

Серед відмов ГТД розрізняють параметричні, або поступові, зумовлені виходом будь-якого параметра за встановлений допуск, і раптові, зумовлені руйнуванням окремих деталей і вузлів двигунів.

Оскільки основним параметром двигуна є тяга, або потужність, про відмову двигуна екіпаж дізнається зі зменшення прискорення ПС на злеті або за тяжінням до розвороту і крену в бік двигуна, що відмовив. Найбільш характерними є відмови, зумовлені газодинамічною нестійкістю двигуна внаслідок відмови або несправності механізму управління компресором та систем автоматичного регулювання подачі палива в двигун, а також руйнування лопаток компресора і заклинювання вала двигуна та ін.

Падіння тяги або невихід двигуна на заданий режим можливі також унаслідок порушення регулювання паливного насоса через усадку пружин або забруднення каналів і жиклерів в агрегаті, забруднення паливних фільтрів механічними домішками або їх обмерзання за низьких температур через наявність води в паливі.

Подача палива може також порушуватися внаслідок накопичення повітря в качаючих вузлах насосів або в застійних ділянках трубопроводів, порушення герметичності ліній командної автоматики паливного насоса-регулятора і т. д.

Заклинювання підшипників ротора двигуна може відбуватися внаслідок характерних несправностей системи змащування: недостатнього надходження мастила до окремих підшипників; зміни зазорів між ротором і корпусом привідного мастилонасоса при нерівномірному охолодженні до зміни режиму роботи; недостатньої фільтрації мастила від механічних домішок і неефективного повітровідділення, що порушує циркуляцію мастила тощо.

Під час експлуатації трапляються випадки руйнування лопаток компресора і турбін, викликані пульсацією газоповітряного потоку

і нерівномірністю полів тиску і температур, пошкодженням лопаток сторонніми частинками і в окремих випадках — конструктивними недоліками, зумовленими низькою вібробійкістю, дефектами матеріалу лопаток і т. д.

Під час експлуатації силових установок можуть з'являтися різні несправності і відмови у масляній системі.

Так, експлуатація двигунів забороняється, якщо: тиск мастила на вході в двигун не відповідає повністю ТУ; перед запуском двигуна температура мастила на вході в двигун нижча від мінімально допустимої; горить сигнальне табло «*Стружка в мастилi*»; фізико-хімічні властивості мастила не відповідають нормам ТУ; перетікання мастила з маслобака в двигун під час стоянки літака добу більше допустимого значення; є небезпечне протікання ПММ та ін.

Масляні системи сучасних ПС обладнані діагностичною апаратурою, що дає змогу контролювати тиск, температуру, наявність стружки в мастилi, здійснювати пожежну сигналізацію.

До засобів раннього діагностування можна віднести магнітні пробки для уловлювання феромагнітних частинок, а також періодичний спектральний аналіз проб мастил на вміст заліза та інших металів. На сьогодні оцінювання експлуатаційної надійності авіаційних двигунів проводиться переважно за трьома середньостатистичними показниками: напрацювання на одну відмову двигунів у польоті; напрацювання на одне дострокове знімання двигуна; напрацювання на одну несправність, виявлену й усунену під час технічного обслуговування. На експлуатаційних підприємствах виконується оперативний облік цих показників і порівняння їх фактичних значень з нормативними.

13.6. Шляхи економії паливно-мастильних матеріалів у польоті

Понад 90 % витрати палива в ЦА пов'язано з льотною експлуатацією, тому велика увага приділяється питанням економії палива в польоті. Передчасний запуск двигунів, тривале рулювання й очікування зльотів і посадок спричинюють даремну витрату палива. Так, буксирування середньомагістрального літака замість 5 хв рулювання дає економію палива 250 кг. Підраховано, що при скороченні часу очікування зльоту літаків у кожному рейсі всього на 1 хв можна досягти значної економії палива.

Отже, чітка взаємодія диспетчерської служби з екіпажами і широко застосування буксирування замість рулювання на старт — один зі шляхів економії ПММ.

Після зльоту екіпажу слід скоротити час роботи двигунів на злітному режимі і тривалість маневрування літака в районі аеродрому за рахунок точнішого дотримання схеми, встановленої для певного аеропорту. Як відомо, злітний режим характеризується максимальною годинною витратою палива. Тому, наприклад, для парку середньомагістральних літаків, де він становить близько 300 кг/хв, скорочення тривалості роботи двигунів на злітному режимі всього на 1 с забезпечує економію палива 150 т/рік.

Годинна і кілометрова витрати палива істотно залежать від швидкості, висоти польоту і польотної маси ПС. Найвигідніша висота (ешелон) польоту залежить від дальності, а найвигідніша швидкість приблизно відповідає режиму мінімальної кілометрової витрати $C_{k \min}$. Будь-яке відхилення від найвигідніших ешелонів і крейсерської швидкості спричиняє перевитрату палива в польоті. Так, на середньомагістральному літаку збільшення швидкості польоту від найвигіднішої лише на 10 км/год призводить до збільшення витрати палива на 150 кг/год, а зменшення висоти польоту тільки на один ешелон — на 420 кг/год. При польотах на великій відстані можна значно зменшити витрату палива шляхом ступеневого підвищення висоти польоту.

Економію витрати палива в польоті забезпечує також оптимальна маса палива, що заправляється кожного рейсу. Так, на середньомагістральному літаку провезення 1 т «зайвого» бензину спричиняє перевитрату палива на 120 кг/год.

Деяку економію палива може дати впровадження режимів економічного зниження з ешелону польоту. Для цього висота і дальність початку зниження вибирається так, щоб зниження відбувалося безперервно з постійним кутом нахилу глісади аж до кінцевого етапу заходу на посадку. Саму посадку бажано здійснювати без виконання польоту по колу, тобто «з прямої», враховуючи, що політ по колу триває 5...6 хв, а витрата палива для середньомагістрального літака становить приблизно 110 кг/хв.

Економії палива після закінчення польоту можна досягти за рахунок рулювання літаків із ЗПС на місце стоянки на мінімально можливій кількості працюючих двигунів. Так, на середньомагістральному літаку при рулюванні на одному двигуні замість трьох

економія досягає приблизно 30 кг/хв. Ще більша економія (близько 50 кг/хв) досягається, якщо цей літак відбуксирувати на стоянку тягачем. Не слід забувати і такого резерву економії палива, як підвищення комерційного завантаження ПС.

Важливим джерелом економії палива є заходи щодо випрямлення повітряних трас. Для скорочення витрат палива уникають проміжних посадок для дозаправки паливом ПС, а також скорочують тренувальний наліт за рахунок широкого використання тренажерів при підготовці екіпажів до польотів.



Контрольні запитання і завдання

1. Назвіть і коротко охарактеризуйте режими польоту.
2. Поясніть причини і суть льотних обмежень.
3. З'ясуйте передполітну перевірку двигунів ПС бортінженером.
4. Якою має бути передполітна перевірка функціональних систем ПС бортінженером?
5. З'ясуйте призначення і суть карти контрольної перевірки.
6. Визначте особливості управління силовими установками ПС з ТРД та ГТД у польоті.
7. Охарактеризуйте поля потужностей ТГД.
8. Який профіль польоту літака на різних режимах?
9. Укажіть особливості управління роботою функціональних систем і двигунів під час зльоту і набору висоти.
10. Дайте характеристику поняття «прохідність літака по ґрунту».
11. Яка особливість зльоту літака при боковому вітрі?
12. Охарактеризуйте управління роботою функціональних систем і двигунів під час заходження на посадку.
13. Охарактеризуйте управління роботою функціональних систем і двигунів під час пробігу.
14. Яка роль екіпажу в забезпеченні безпеки польотів?
15. опишіть бортові засоби забезпечення польотів під час посадки.
16. Розкажіть про наземні засоби забезпечення польотів під час посадки.
17. Поясніть вибір найвигідніших режимів польоту.
18. Які відмови і несправності силової установки під час польоту можуть виникнути?
19. Розкрийте шляхи економії ПММ.



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Техническая эксплуатация летательных аппаратов: учеб.* [для вузов] / под ред. Н. Н. Смирнова. — М. : Транспорт, 1990. — 432 с.
2. *Технічне обслуговування планера і функціональних систем ПС та авіадвигунів : навч. посіб.* / С. О. Дмитрієв, О. С. Тугарінов, В. Г. Докучаєв [та ін.]; за ред. С. О. Дмитрієва. — К. : НАУ, 2004. — 244 с.
3. *Дмитрієв С. О.* Особливості експлуатації і технічного обслуговування планера та функціональних систем повітряних суден у складних природно-кліматичних умовах: курс лекцій / С. О. Дмитрієв, О. С. Тугарінов, Ю. М. Чоха. — К. : НАУ, 2005. — 140 с.
4. *Руководство по летной годности. Т. 1.* Организация и процедуры. — ICAO, 2001. — 96 с.
5. *Аникин Н. В.* Техническая эксплуатация самолетов / Н. В. Аникин, Ю. В. Назаров. — М. : Транспорт, 1984. — 199 с.
6. *Воробьев В. Г.* Техническое обслуживание и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов: учеб. [для студ. высш. учеб. зав.] / В. Г. Воробьев, В. Д. Константинов. — М. : МГТУ ГА; Университетская книга, 2007. — 472 с.
7. *Ицкович А. А.* Управление процессами технической эксплуатации летательных аппаратов / А. А. Ицкович. — М.: МГТУ ГА, 2002. — Ч. 3. — 144 с.
8. *Ицкович А. А.* Управление эффективностью процесса технической эксплуатации гражданской авиации / А. А. Ицкович, Н. Н. Смирнов. — М. : МИИГА, 1993. — 88 с.
9. *Смирнов Н. Н.* Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию / Н. Н. Смирнов, А. А. Ицкович. — М. : Транспорт, 1980. — 423 с.
10. *Смирнов Н. Н.* Основы теории технической эксплуатации ЛА / Н. Н. Смирнов. — М. : МГТУ ГА, 2001. — 100 с.
11. *Константинов В. Д.* Методы эксплуатации и стратегии технического обслуживания / В. Д. Константинов. — М. : МГТУ ГА, 1996. — 20 с.

12. *Тамаргазін О. А.* Системи технічного обслуговування пасажирських літаків: монографія / О. А. Тамаргазін. — К. : КМУЦА, 2000. — 268 с.

13. *Спільні авіаційні вимоги. JAR-66.* Сертифікація персоналу з технічного обслуговування. — ICAO, 2006. — 80 с.

14. *Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники в гражданской авиации СССР.* — Кн. 1. — М. : Воздушн. трансп., 1986. — 368 с.

15. *Наставление по производству полетов в гражданской авиации СССР (НПП ГА-85).* — М. : Воздушн. трансп., 1985. — 254 с.

16. *Хирвич И. Г.* Воздушная навигация: учеб. пособ. [для вузов] / И. Г. Хирвич, М. Ф. Миронов, А. М. Белкин. — М. : Транспорт, 1984. — 328 с.

17. *Безопасность полетов: учеб.* [для вузов] / под ред. д-ра техн. наук, проф. Р. В. Сакача. — М. : Транспорт, 1989. — 239 с.

18. *Руководства по летной эксплуатации конкретных типов воздушных судов.*

19. *Правила польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України: наказ Міністерства транспорту України від 16.04.2003 № 293.* — К., 2003. — 54 с.

Навчальне видання

ДМИТРИЄВ Сергій Олексійович
ТУГАРІНОВ Олександр Степанович
ДОКУЧАЄВ Володимир Григорович
МОЛОДЦОВ Микола Федорович

ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Навчальний посібник

Редактор *Н. О. Щур*
Технічний редактор *А. І. Лавринович*
Коректор *О. О. Крись*
Комп'ютерна верстка *Л. Т. Колодіної*

Підп. до друку 18.10.11. Формат 60x84/16. Папір офс.
Офс. друк. Ум. друк. арк. 11,86. Обл.-вид. арк. 12,75.
Тираж 100 пр. Замовлення № 205-1.

Видавець і виготовлювач
Національний авіаційний університет
03680. Київ – 58, проспект Космонавта Комарова, 1

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002