

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

С.О.Дмитрієв, О.С. Тугарінов, Ю.М.Чоха

**ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
І ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ПЛАНЕРА
ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ
ПОВІТРЯНИХ СУДЕН У СКЛАДНИХ
ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ**

Курс лекцій

Київ 2005

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

С.О.Дмитрієв, О.С. Тугарінов, Ю.М.Чоха

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
І ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ПЛАНЕРА
ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ
ПОВІТРЯНИХ СУДЕН У СКЛАДНИХ
ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

Курс лекцій

Київ 2005

УДК 629.735.33.083.02/.06(075.8)

ББК 053-082.09я7

Д535

Рецензенти: доктор техн. наук, проф. *О.О. Терьохкін* – заступник генерального директора Українського Державного навчально-сертифікаційного центру ЦА (м. Київ); доктор техн. наук, проф. *В.В. Буланов* – зав. каф. будівельної механіки Харківського автомобільно-дорожнього технічного університету (м. Харків)

Затверджено на засіданні науково-методично-редакційної ради Аерокосмічного інституту НАУ 31 січня 2005 року.

Дмитрієв С.О., Тугарінов О.С., Чоха Ю.М.

Д535

Особливості експлуатації і технічного обслуговування планера та функціональних систем повітряних суден у складних природно-кліматичних умовах: Курс лекцій.– К.: НАУ, 2005. – 140 с.

У курсі лекцій показано вплив складних природно-кліматичних умов на технічний стан, експлуатацію і технічне обслуговування планера і функціональних систем ПС, а також на безпеку польотів, розглянуті методи і засоби забезпечення льотної придатності ПС в цих умовах.

Призначений для студентів авіаційних вищих навчальних закладів, в тому числі для студентів закордонних країн, і може бути використаний також інженерно-технічними робітниками цивільної авіації та слухачами авіаційних коледжів.

УДК 629.735.33.083.02/.06(075.8)

ББК 053-082.09я7

© С.О. Дмитрієв, О.С. Тугарінов,
Ю.М. Чоха, 2005

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1. Особливості експлуатації і технічного обслуговування планера та функціональних систем повітряних суден в умовах низьких температур зовнішнього повітря.....	7
1.1. Захист повітряних суден від наземного обмерзання.....	7
1.2. Обмерзання повітряних суден у польоті	14
1.3. Особливості експлуатації та технічного обслуговування повітряних суден у перехідні періоди року.....	41
1.4. Особливості експлуатації та технічного обслуговування повітряних суден після польоту в умовах підвищеної турбулентності атмосфери.....	51
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>60</i>
2. Особливості експлуатації і технічного обслуговування повітряних суден в умовах жаркого клімату.....	62
2.1. Особливості експлуатації повітряних суден на заповнених аеродромах	62
2.2. Технічне обслуговування заклення кабін літаків.....	72
2.3. Технічне обслуговування літаків після ураження розрядами атмосферної електрики.....	77
2.4. Запобігання авіаційної техніки від ушкоджень мікроорганізмами, комахами і гризунами.....	83
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>91</i>
3. Корозія авіаційної техніки.....	93
3.1. Ділянки повітряних суден, які уражаються корозією.....	93
3.2. Засоби попередження і усунення корозії повітряних суден.....	93
3.3. Технічне обслуговування лакофарбованих покрить повітряних суден.....	100
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>106</i>

4. Особливості експлуатації і технічного обслуговування гідрогазових систем ПС у складних природнокліматичних умовах.....	107
4.1. Особливості експлуатації і технічного обслуговування гідрогазових систем ПС в умовах низьких температур зовнішнього повітря.....	107
4.2. Особливості експлуатації і технічного обслуговування гідрогазових систем ПС в умовах жаркого клімату.....	114
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>117</i>
5. Орнітологічне забезпечення безпеки польотів.....	118
5.1. Небезпека, що створюється птахами, для польотів повітряних суден.....	118
5.2. Орнітологічна обстановка на земній кулі.....	121
5.3. Аналіз зіткнень повітряних суден із птахами.....	124
5.4. Заходи щодо запобігання зіткнень повітряних суден із птахами.....	128
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>136</i>
Список літератури.....	138

ВСТУП

Сучасні повітряні судна експлуатуються в різних природнокліматичних районах як усередині країни, так і за кордоном. Умови експлуатації ПС у багатьох районах земної кулі, наприклад, на крайній Півночі, в пустелях, тропіках і субтропіках, мають свої специфічні особливості, які значно відрізняються від умов експлуатації у помірному кліматі. Так, при експлуатації ПС на курних аеродромах поблизу пилових пустель виникає підвищений ерозійно-абразивний знос деталей двигуна і систем ПС, погіршуються зльотні характеристики внаслідок високої температури зовнішнього повітря. Однак і в середній смузі ПС може потрапити у небезпечну польотну ситуацію, викликану, наприклад, інтенсивною бовтанкою або обмерзанням.

Вплив на авіаційну техніку несприятливих факторів зовнішнього середовища призводить до зміни швидкості протікання фізико-хімічних процесів, які повільно розвиваються у матеріалах виробів ПС – корозії, ерозії, старіння, зносу, утомленості, зміни льотно-технічних характеристик, підвищенню динамічних і вібраційних навантажень.

Дія на авіаційну техніку несприятливих природних факторів проявляється у різних комбінаціях, має змінну інтенсивність і може супроводжуватись перервами різної тривалості навіть в межах однієї будь-якої географічної зони і одного кліматичного сезону. Спільний вплив на авіаційну техніку усіляких природних факторів в різних комбінаціях, як правило, тільки підсилює несприятливий ефект.

В авіаційних правилах ПС складні природнокліматичні умови експлуатації ПС ураховані у вигляді спеціальних вимог до ПС, що експлуатуються в таких умовах, і у вигляді умов експлуатації, які очікуються, тобто сукупності умов, які визнані допустимими для льотної експлуатації ПС даного типу. Наприклад, в авіаційних правилах зформульовані вимоги для визначення перевантажень при польоті у неспокійному повітрі, для розрахунку навантажень на крило, хвостове оперення, управління, навантажень від вітру на стоянці і т.д.

Льотні якості і конструкція літака повинні забезпечувати безпеку польотів в умовах обмерзання і грози на всіх експлуатаційних висотах і швидкостях. У зв'язку з цим у авіаційних правилах визначені вимоги до протиобмерзальних якостей літаків і до захисту конструкції літака від блискавки.

Згідно з авіаційними правилами передбачена перевірка працездатності двигуна при попаданні у повітрязабірний пристрій сторонніх предметів (птахів, води, шматків льоду і граду).

Для зменшення небезпечного впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища на ПС, які експлуатуються в ускладнених умовах, необхідно знати вплив складних природно-кліматичних умов на технічний стан, експлуатацію і технічне обслуговування авіаційної техніки, на безпеку польотів, методи і засоби запобігання і усунення наслідків впливу складних природно-кліматичних умов, про що саме і йде мова в цьому курсу лекцій.

1. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ І ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПЛАНЕРА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ

1.1. Захист повітряних суден від наземного обмерзання

Наземне обмерзання ПС - один з видів небезпечних для авіації впливів зовнішнього середовища. Проблема ефективного та надійного захисту від наземного обмерзання продовжує залишатися однією з найбільш актуальних проблем експлуатації повітряного транспорту.

Незважаючи на зменшення кількості льотних подій і передумов до них, а також порушень регулярності польотів через наземне обмерзання, що викликано досягнутими у цій області успіхами за останні 20-25 років, усе ж випадки із катастрофічним результатом при зльоті обмерзлих на землі літаків мають місце.

Необхідно чітко розуміння небезпеки цього явища, знання умов його виникнення, своєчасне і грамотне застосування засобів захисту повітряних суден від наземного обмерзання, чітке дотримання діючих інструкцій та рекомендацій.

Усі посібники з льотної експлуатації забороняють робити зльот, якщо на поверхні літака є відкладення льоду, снігу чи інею.

Усі численні і різноманітні види наземного обмерзання можна об'єднати у три основні групи.

До першої групи відносяться ті, які утворюються у результаті переходу (сублімації) пару у льод, минуючи рідку фазу. Сюди входить іней, твердий (кристалічний) наліт і кристалічна паморозь. Іней виникає в ясну погоду на поверхні предметів, охолоджених випромінюванням тепла, які мають більш низьку, ніж повітря, негативну температуру.

Твердий (кристалічний) наліт з'являється при потепліннях, коли предмети зберігають більш низьку негативну температуру,

ніж теплі маси повітря, що прийшли. Товщина твердого нальоту зазвичай не перевищує декількох міліметрів.

Кристалічна паморозь утворюється в сильній мороз внаслідок перенасичення повітря водяною паром.

Ці відкладення неміцні, мають малу щільність і можуть бути порівняно легко вилучені з поверхні літака.

До другої групи віднесені види обмерзання, пов'язані з наявністю в атмосфері переохолодженої води (краплі дощу, туману чи мряки), яка кристалізується на поверхні літака в лід. Найчастіше цей вид обмерзання зустрічається при температурах повітря близьких до 0°C . Залежно від умов швидкість замерзання крапель неоднакова, що позначається на структурі, зовнішньому вигляді, кольорі обмерзання. Великі краплі при температурах $0-5^{\circ}\text{C}$, замерзаючи, розтікаються по поверхні й утворюють прозорий склоподібний лід (ожеледь); дрібні краплі при низьких температурах замерзають швидко й утворюють матовий чи білий лід; найдрібніші краплі переохолодженого туману утворюють зернисту паморозь. Крижані відкладення другої групи значно міцніше зчіплюються з поверхнею літака, ніж сублімаційні, і можуть досягати великих розмірів.

До третьої групи віднесені усі види наземного обмерзання, які утворюються в результаті замерзання на поверхні літака звичайної не переохолодженої води (дощу, мокрог снігу, крапель туману, які осіли, конденсату водяної пари та ін.). За зовнішнього вигляду вони схожі на відкладення перших двох груп, але у відмінності від сублімаційного льоду міцно зв'язуються із поверхнею літака.

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 оперіння, а також поверхню фюзеляжу. При цьому часто розподіл льоду по площі є нерівномірним та залежить від сили і напрямку вітру.

Лід, що відклався 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.

З рис.1.1 видно, що крижані утворення які різко відрізняються за розмірами і формою, - і тонкий (2-3 мм) шорсткуватий лід, і крижаний нарост, який змінює форму носка крила, - майже однаково зменшують максимальне значення коефіцієнта піднімальної сили ($C_{y\max}$) і критичний кут атаки ($\alpha_{кр}$).

Якщо за якихось причин при досягненні нормальної швидкості відриву $C_{y\max}$ не досягне величини $C_{y\text{відр}}$ і піднімальна сила буде менше ваги літака, то для її збільшення можуть бути використані два шляхи: подальше підвищення швидкості за рахунок продовження розбігу чи збільшення коефіцієнта C_y шляхом переходу на більший кут атаки. Обидва ці шляхи пов'язані з небезпеками: у першому випадку для розбігу може не вистачити довжини ВПП, у другому – можливе досягнення критичного кута атаки, що загрожує зривом потоку з крила.

Навіть якщо обмерзлий літак відірветься від землі, це ще не означає, що наступні стадії зльоту і набору висоти будуть пройдені благополучно. Небезпека зриву потоку зберігається, наприклад, при розворотах у наборі висоти на малій швидкості, коли потрібно збільшити піднімальну силу, при зміні режиму роботи поршневого і турбогвинтового 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 в обмерзлого літака. Зокрема, обмерзання крила на тих ділянках, де розташовані елерони, а також обмерзання самих елеронів може викликати різке погіршення поперечної керованості літака.

У практиці відомі випадки, коли сніг чи лід, не вилучені з верхньої поверхні горизонтального оперення і керма висоти, призводили при зльоті літака до такого погіршення керованості, що це створювало вкрай небезпечні ситуації.

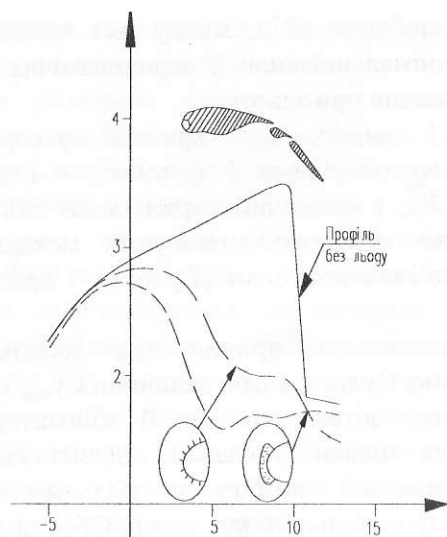


Рис.1.1. Вплив обмерзання на коефіцієнт піднімальної сили і критичний кут атаки

Засоби захисту від наземного обмерзання повинні задовольняти таким вимогам: бути досить ефективними, тобто не тільки цілком видаляти лід і сніг, але і запобігати подальшому їх відкладенню, бути не занадто дорогими і трудомісткими, не корозійно-небезпечними.

Одним з найефективніших способів щодо запобігання обмерзання літаків є їхнє збереження (базування) на укритих стоянках (ангарах). Однак цей спосіб занадто дорогий, тому практично літаки і вертольоти базуються на відкритих стоянках, що призводить до необхідності використання інших способів і засобів щодо їхнього запобігання від обмерзання в наземних умовах.

Зачохління планера і гвинтів

В осінньо-зимовий і весняний періоди при прогнозуванні снігопаду, ожеледі і т.п. літаки і вертольоти зачохляються відразу після посадки. При цьому зачохлінню підлягають носова частина

фюзеляжу, несучі поверхні (крило, стабілізатор), лопасті повітряних, несучих і кермових гвинтів. Чохли, які використовуються, повинні бути сухими і мати достатню механічну міцність.

За умови використання механізації зачохління і підбору матеріалу для чохлів, який відповідає всім необхідним вимогам, а також при дотриманні необхідних правил зачохління широко застосовується та є одним з ефективних засобів щодо запобігання ПС від обмерзання.

Створення гідрофобних поверхонь

Для запобігання ПС від обмерзання може застосовуватися фізико-хімічний спосіб, який полягає в усуненні можливості осідання вологи на поверхнях або в зменшенні до нуля сили зчеплення між льодом, що утворився, і поверхнею, що захищається.

Уникнути осідання вологи на поверхню ПС можна за умовою, якщо вона буде мати властивість не змочуватися водою. Така поверхня зветься *гідрофобною*. Створення гідрофобних покриттів є одним з основних способів щодо запобігання ПС від обмерзання. До гідрофобного відноситься ряд органічних речовин: вуглеводні, жири, воски, жирні кислоти, а також тверді тіла з неметалічними властивостями: графіт, сірка, сульфідні неметалів.

На основі зазначених речовин створюються спеціальні протиобмерзальні рідини із 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.

До протиобмерзальної рідини висувається ряд досить складних вимог, головними з яких є такі:

- рідина повинна утворювати на поверхні, яка захищається, рівну плівку без сухих місць;
- протягом максимально тривалого часу охороняти поверхню літака від утворення льоду в умовах безупинного наземного обмерзання;
- не повинна робити корозійного впливу на конструкцію літака і шкідливого впливу на літакові матеріали і лакофарбові покриття;
- повинна бути пожежебезпечною.

У Цивільній авіації країн СНД у даний час широко застосовується протиобмерзальна рідина "Арктика-200". Необхідно пам'ятати, що рідина "Арктика" забезпечує необхідну ефективність (тривалість дії) тільки при чіткому витримуванні встановленого дозування. При виконанні попередньої обробки з метою попередження обмерзання літаків розбавлення рідини "Арктики-200" водою неприпустимо. Для видалення крижаних відкладень при температурах зовнішнього повітря до мінус 30°C до рідини додається 70% води за обсягом.

Забезпечувальна здатність рідини зменшується в умовах інтенсивного наземного обмерзання (мокрый сніг, переохолоджений дощ), що може вимагати повторної обробки поверхні літака, щоб гарантувати безпеки зльоту. Час забезпечувальної дії "Арктики-200" у цих умовах не перевищує 30 хвилин. Виходячи з цього, повинен установлюватись інтервал часу між обробкою літака рідиною і зльотом. Після обробки рідиною виліт літака повинен бути забезпечений без затримки.

В іноземній печаті широко рекламуються кремнійорганічні з'єднання, які, при обробці ними поверхонь літаків і вертольотів, зменшують силу зчеплення льоду на 96..98%.

Способи видалення льоду з поверхонь ПС

Усі застосовувані засоби видалення льоду з поверхонь ПС зводяться до переводу льоду з одного фазового стану (твердого) в друге (рідке) і до наступного збереження вологи, яка утворилася, у рідкому стані (при низьких негативних температурах повітря) чи до повного її випару.

Теплові способи видалення льоду зводяться до того, що теплоносій, взаємодіючи з льодом, передає йому тепло, у результаті чого лід плавиться, а волога, яка утворилася, випаровується. Серед рідких теплоносіїв найбільш добре задовольняє більшості вимог, які представляються до них, вода. Вона має велику теплоємність, порівняно високу температуру кипіння і незначну корозійну агресивність. Крім того, вода інертна стосовно лакофарбових покриттів ПС, легкодоступна і дешева. З газоподібних теплоносіїв прийнятним є підігріте повітря.

Спосіб видалення льоду рідкими теплоносіями полягає в обробці поверхні ПС водою, підігрітою до 50...60°C. Для видалення з повітряного судна крижаних відкладень включається 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 дрантям 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 чохлом простір від спеціальних підігрівачів із температурою 50...60°C. Джерелами теплого повітря служать моторні підігрівача МП-85, МП-300 та ін. Після зменшення зчеплення льоду з поверхнею ПС лід швидко зчищають волосяними щітками. Цей спосіб добре себе зарекомендував і широко застосовується в авіації.

Застосування суміші води і незамерзаючої рідини

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. Як відомо, видалення льоду гарячою водою – дуже ефективний спосіб, однак основним його недоліком є те, що при температурі повітря нижче -5°C і особливо при наявності вітру вода на поверхні ПС швидко замерзає, і ПС знову опиняється покритим шаром льоду. При цьому можливо утратилася вода і її замерзання у вузлах підвіски рулів, елеронів, закрилків і т.д. Тому застосовують водяні розчини рідин, що мають низьку температуру замерзання: етиловий, ізопропиловий спирти, етиленгліколь, гліцерин та ін. Попередньо їх підігрівають до 50...60°C, що забезпечує видалення льоду і запобігає наступному замерзанню води на поверхні ПС.

Треба пам'ятати, що при рулінні літака в умовах наземного обмерзання (опаді, мряка), а також при наявності на поверхні смуги і руліжних доріжок слякоті і снігу слід уникати влучення літака під струмені від двигунів чи гвинтів від ПС, які знаходяться попереду, тому що це може підсилити процес обмерзання.

Усі зацікавлені особи повинні постійно враховувати в умовах осінньої, зимової і весняної експлуатації можливість виникнення наземного обмерзання і вчасно вживати необхідних заходів запобігання від нього поверхонь ПС.

1.2. Обмерзання літаків і вертольотів у польоті

Обмерзання літального апарата в польоті – це відносно швидке утворення льоду (або інею) на окремих елементах його конструкції: на крилі, оперенні, лопастях повітряних і несучих гвинтів, повітрязбірниках двигунів та інших конструктивних елементах повітряних суден. Основною причиною обмерзання є наявність в атмосфері води в різному стані.

Обмерзання повітряних суден у більшості випадків відбувається при польоті в цьому середовищі, де містяться краплі води при низькій температурі навколишнього повітря, в основному у хмарах або в умовах переохолодженого дощу.

Відомо, що вода в рідкій фазі може зберігатися тривалий час при порівняно низькій температурі (-65°C і нижче). При зіткненні з поверхнею літального апарата крапельки води швидко кристалізуються і прилипають до неї (краплинне обмерзання).

Для кристалізації переохолоджених крапель необхідна певна сукупність умов, що визначають появу центрів (ядер) кристалізації. Ними можуть бути домішки повітря, а на великих висотах при низьких температурах, тисках і щільностях повітря ядра кристалізації можуть виникати самостійно, шляхом випадкового угруповання молекул води. Чим нижче зазначені параметри повітря, тим швидше виникає первісний кістяк кристалічних решіток, який служить ядром кристалізації. А чим менше об'єм переохолодженої води, тим менше імовірність виникнення ядер кристалізації. Через малі розміри переохолоджених крапель (кілька десятків мікрон) їхня самостійна кристалізація може відбуватися при дуже низьких температурах повітря.

Найбільш імовірними причинами швидкої кристалізації переохолоджених крапель при зіткненні з поверхнею літальних апаратів є:

- наявність на поверхні дрібних кристалів льоду і пилу, що є центрами (ядрами) кристалізації крапель води;

- можливість утворення ультразвукових хвиль при зіткненні крапель з поверхнею ПС, що значно прискорює процес самостійного утворення ядер кристалізації.

Сублімаційне обмерзання літальних апаратів може мати місце при польоті в безхмарній атмосфері в тому випадку, якщо їх поверхні попередньо покрилися тонким шаром інею чи льоду при різкому зниженні висоти польоту, коли поверхня ПС зберігає температуру нижче температури навколишнього середовища (тобто при значеннях її, що відповідають умовам утворення інею).

Однак, із двох основних, якісно різних видів обмерзання ПС (краплинного і сублімаційного), найбільшу небезпеку в польоті являє перший вид. Сублімаційне обмерзання не може бути значним.

Іноді може спостерігатися і так зване *сухе* обмерзання – осідання на поверхнях ПС кристалів льоду при польоті в кристалічних хмарах, що найчастіше зустрічаються в тропічних районах. Але особливої небезпеки цей вид обмерзання також не становить.

Обмерзання літака в польоті – процес не миттєвий. Основний показник обмерзання – *інтенсивність*, що характеризується швидкістю утворення льоду (зміна товщини льодового шару в одиницю часу – мм/хв) на передній частині контрольного профілю або іншої контрольної частини ПС. В залежності від інтенсивності розрізняють чотири ступеня обмерзання. У табл.1.2 наведені ступені обмерзання і відповідні їм інтенсивності, а також відносні імовірності виникнення обмерзання даної інтенсивності у відсотках і час, яким розраховує екіпаж повітряного судна для вживання необхідних заходів щодо запобігання виниклого ступеня обмерзання.

Таблиця 1.2

Ступінь обмерзання	Інтенсивність обмерзання по показчику $I, \text{мм/хв}$,	Відносна імовірність обмерзання, %	Час, яким розраховує екіпаж ПС для вживання необхідних заходів, хв
слабка	< 2	50	10...20
середня	2...4	35	5...10
сильна (небезпечна)	>4	13	2...3
загрозлива (аварійна)	>> 4	2	0.5...1

Оцінити небезпеку обмерзання можна і за допомогою інтегрального показника ступеня обмерзання, під яким розуміють товщину шару льоду, що утворився на контрольній поверхні ПС за час його польоту. При використанні показчика обмерзання (контрольний профіль з вимірювальним штирем) шкала ступеня обмерзання наступна: слабе обмерзання – товщина льоду до 15 мм, середнє - від 15 до 30 мм, сильне – більше 30 мм.

Загрозливим (аварійним) називають обмерзанням, при якому починається обмерзання вхідних пристроїв двигунів ПС при справній роботі системи їх захисту від обмерзання. Продовження польоту в таких умовах небезпечно і може привести до виходу з ладу силової установки ПС і аварійної ситуації. При аварійному обмерзанні екіпаж повітряного судна повинен негайно вивести його з зони обмерзання або здійснити посадку на найближчому аеродромі.

Можливість та інтенсивність обмерзання повітряного судна в польоті визначається складною сукупністю ряду факторів:

- метеорологічними параметрами атмосфери (водністю; розмірами водяних крапель; температурою і вологістю зовнішнього повітря; довжиною і висотою зони обмерзання);
- аеродинамічними параметрами польоту (швидкістю і висотою польоту ПС);
- конструктивними параметрами повітряного судна

(розмірами, формою, станом його зовнішньої поверхні).

Водність (W , г/мі) переохолоджених хмар – кількість сконденсованої води, що міститься в одиниці об'єму повітря (хмари) – один з важливих факторів, що істотно впливає на інтенсивність обмерзання ПС. Вона значно змінюється залежно від температури і може сильно коливатись як для однієї і тієї самої форми хмар, так і в тій самій хмарі.

Залежність інтенсивності обмерзання ($I, \text{мм/хв}$) поверхонь ПС від водності (W , г/м^3) хмар на різних швидкостях польоту ($V, \text{км/год}$) зображена на рис.1.2.

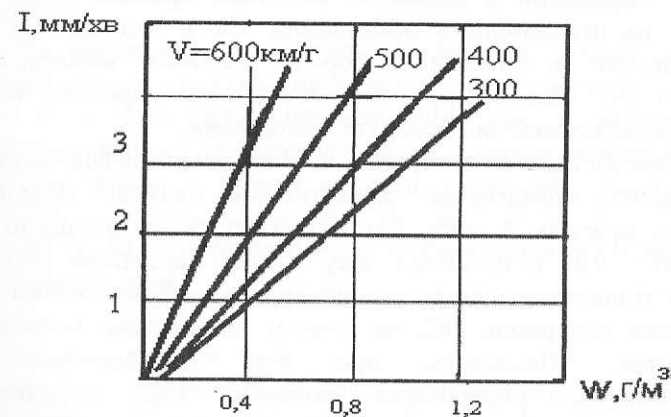


Рис.1.2. Залежність інтенсивності обмерзання від водності хмар і швидкості польоту ПС

Практика показує, що водність, а отже, і інтенсивність обмерзання, у районах над океанами й у тропічних районах може значно перевищувати значення водності для пустельних, рівнинних чи гірських територій земної поверхні.

Інтенсивне обмерзання повітряних суден, спостерігається часто в тропічних районах, що викликане несприятливим сполученням низьких температур і високої вологості повітря, зумовленими сильним перемішуванням повітряних мас.

Найбільша імовірність обмерзання ПС існує в діапазоні температур повітря від 0 до -20°C і особливо від 0 до -10°C при

підвищеній вологості повітря і на висотах менше 3000 м. Вхідні пристрої авіадвигунів повітряних суден можуть піддаватися обмерзанню і при позитивних температурах навколишнього повітря (до + 5°C), що пояснюється в одних випадках охолоджувальним ефектом випаровування палива (обмерзанні карбюраторів поршневих двигунів), в інших випадках – адіабатичним розширенням повітря (у вхідних тунелях реактивних двигунів), що, відповідно, приводить до зниження температури повітря. А наслідком цього є конденсація вологи, що міститься в ньому і наступне її замерзання на елементах конструкції двигунів.

У порівнянні з водністю величина крапель води менше впливає на інтенсивність обмерзання, але в той же час вона є визначальною в утворенні форми льодяних нашарувань на поверхні ПС. Від розміру переохолоджених крапель залежить також і зона захоплення поверхні обмерзання.

При збільшенні швидкості польоту до визначеного значення інтенсивність обмерзання збільшується, тому що збільшується кількість крапель вологи, що потрапляють на одиницю площі поверхні ПС в одиницю часу. Але подальше збільшення швидкості приводить до зростання аеродинамічного (кінетичного) нагрівання поверхонь ПС, що сприяє зменшенню інтенсивності обмерзання. Швидкість, при якій проявляється явище аеродинамічного нагрівання поверхні ПС, залежить від температури повітря (хмари). На рис.1.3 показана зона 1 імовірного і зона 2 малоімовірного обмерзання повітряного судна в залежності від температури зовнішнього повітря і швидкості польоту. При цьому розмежувальна крива позначає верхню межу температури початку обмерзання. В хмарах (рис.1.4, крива 1) аеродинамічне нагрівання майже в два рази менше, ніж у безхмарному повітрі (рис.1.4, крива 2), тому що частина тепла витрачається на випаровування вологи.

Якщо температура поверхні ПС вище 0° С, обмерзання взагалі не відбувається. Швидкість же польоту, при якій величина аеродинамічного нагрівання (Δt) виключає обмерзання ПС, визначається температурою зовнішнього повітря.

Величину аеродинамічного нагрівання передньої частини крила літака приблизно оцінюють за формулою:

$$\Delta t = V^2 / 2000,$$

де V - швидкість польоту літака, м/с.

Варто враховувати, що приведена формула відноситься до умов адіабатичного нагрівання. У реальних умовах обмерзання через тепловідведення і випаровування вологи з поверхні ПС нагрівання виявляється на 40...50% нижче.

Таким чином, обмерзання найбільш небезпечно для не швидкісних повітряних суден. Але й у швидкісних ПС є режими польоту з порівняно невеликою швидкістю: зліт, захід на посадку, посадка та ін.

При підготовці і виконанні польоту увага екіпажу звертається на те, у яких метеорологічних умовах проходить маршрут польоту: в однорідній повітряній масі, з перетинанням фронтальних розділів чи уздовж фронту, а також на яких висотах знаходиться верхня і нижня границі хмар як розподіляється температура зовнішнього повітря по висотах і де проходять ізотерми 0°С і -10°С. Найчастіше зона обмерзання розташовується між цими ізотермами.

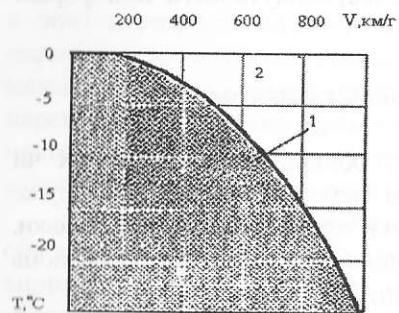


Рис.1.3.Залежність обмерзання від температури повітря та швидкості польоту ПС

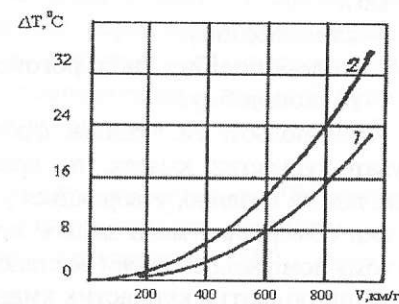


Рис.1.4.Залежність аеродинамічного нагрівання передньої частини крила від швидкості польоту

Види і форми льодоутворень на аеродинамічних поверхнях

Утворення льоду на поверхнях повітряного судна може бути подано як результат двох явищ: зіткнення переохолоджених крапель з поверхнею і розтікання-замерзання крапель.

Крижані нарости, що утворюються на частинах конструкції ПС, дуже різні і залежать від впливу комплексу багатьох випадкових факторів, а оцінити їх точно практично неможливо. Головними з них є розмір переохолоджених крапель, температура середовища і швидкість польоту. Усе різноманіття льодоутворень, що зустрічаються, можна класифікувати за формою, структурою і характером зовнішньої поверхні.

Розрізняють три види льоду:

- склоподібний із гладкою зовнішньою поверхнею;
- мутно-білий із шорсткуватою поверхнею;
- інеєподібний.

У процесі обмерзання, коли товщина льоду на поверхні стане порівняною з розмірами обтічного тіла, форма обмерзання поступово відхиляється від профілю тіла. Це відбувається тим швидше, чим більша водність хмар і швидкість польоту ПС.

Крижані нарости, що утворюються, можуть мати такі форми (рис.1.5):

- клиноподібну;
- жолобоподібну, іноді рогоподібну в перетині;
- голкоподібну.

При польоті ПС уздовж фронту обмерзання в шаруватих чи шарувато-купчастих хмарах, де краплі переохолодженої води дуже дрібні, лід, як правило, утворюється у виді тонкої шорсткуватої плівки. Цей вид обмерзання мало змінює профіль аеродинамічних поверхонь ПС і тому помітної небезпеки не становить.

При польоті в купчастих хмарах з температурою повітря від 0 до -10°C , що містить досить великі переохолоджені краплі води ($d > 20\text{мкм}$), на аеродинамічних поверхнях ПС утворюється склоподібний лід, який має, як правило, жолобоподібну форму (рис.1.5,а), що переходить у тонкий шар льоду. Характерною рисою цього виду льодоутворення є його значне поширення по хорді, тобто велика зона захоплення. Жолобоподібна форма льоду

є наслідком перетікання не зовсім замерзлих крапель з району переднього краю профілю на наступні його зони, де відбувається їх замерзання та нашарування на місцеві льодоутворення.

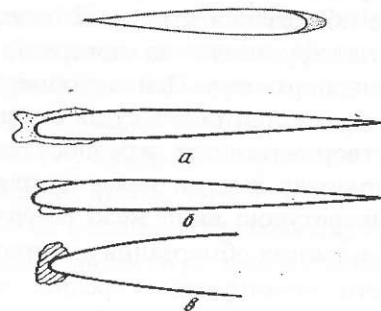


Рис.1.5. Форми льодоутворень: а – жолобоподібна, б – рогоподібна, в – голкоподібна

Іноді жолобоподібний лід переходить у рогоподібний (рис.1.5, б). Це відбувається, в основному, у випадку аеродинамічного нагрівання і позитивної температури на поверхні в зоні передньої частини крила, коли великі і дрібні краплі перетікають на більш віддалені від переднього краю зони, що мають негативну температуру, і де відбувається їхнє замерзання. І, нарешті, при близько нульових температурах і великій водності часто спостерігається прозорий лід, поверхня якого дуже горбиста, а форма може бути дуже вигадливою.

За статистикою цей вид льоду має місце в 30% випадків обмерзань поверхонь. Описаний вид обмерзання найбільш сильно впливає на зміну аеродинамічних характеристик ПС і являє для нього велику небезпеку в польоті.

Мутно-білий лід утворюється при польоті повітряного судна в хмарах, що містять дрібні переохолоджені краплі або суміш дрібних крапель і крижаних кристалів у всьому діапазоні температур навколишнього повітря. Це найбільш частий вид обмерзання ПС. Характерною ознакою цього виду є невелика зона захоплення. Лід утворюється на порівняно вузькій ділянці

передньої частини профілю, поблизу його переднього краю. При цьому крижане нашарування у більшості випадків має клиноподібну форму.

Крім розглянутих видів «краплинного» обмерзання поверхонь ПС, відоме обмерзання у вигляді інею, тобто тонкого дрібнокристалічного нашарування на поверхні, яке виникає в результаті сублімації водяного пару. Цей вид обмерзання особливої небезпеки для аеродинаміки повітряних судів не представляє. Іноді іней на поверхні ПС утворюється при передпосадковому зниженні, коли холодне ПС потрапляє із зони низьких температур у зону вологого повітря з температурою вище межі замерзання.

При польоті ПС в умовах обмерзання лід утворюється на всіх лобових частинах його конструкції: передніх частинах крила, стабілізатора і кіля, коків і лопастей повітряних гвинтів літаків, лопастей несучого і рульового гвинтів вертольотів, на лобовому зашкленні ліхтаря кабіни екіпажу, повітрязабірників, вхідних пристроїв і перших ступенів компресорів двигунів, на приймачах повітряного тиску, сигналізаторах обмерзання та антенах радіостанцій. При цьому в першу чергу обмерзають порівняно дрібні елементи - антени, приймачі повітряного тиску і т.п., потім передні частини оперення, а в останню чергу - крило і фюзеляж. Це приводить до погіршення льотних якостей повітряних суден. Причому серйозною загрозою для безпеки польоту є не стільки збільшення польотної маси, скільки погіршення аеродинамічних характеристик ПС, порушення нормальної роботи життєво важливих агрегатів (наприклад, двигунів) і, у ряді випадків, втрата стабілізації і керуваності літаків і вертольотів.

Обмерзання несучих поверхонь і органів управління літаків і вертольотів

У загальному збільшенні аеродинамічного опору літака при його обмерзанні частка крила й оперення може складати 70...80%. Викривлення профілю і збільшена шорсткість, які виникають при обмерзанні несучих поверхонь ПС, приводять до повного порушення їх ламінарного обтікання, до виникнення місцевих

зривів потоку, що веде до турбулентного обтікання. Через значне збільшення профільного опору (при утворенні жолобоподібної форми льоду воно може збільшитися в 5...10 разів), зменшується підймальна сила, при менших кутах атаки настає зрив потоку з несучих поверхонь, тобто істотно погіршується їхня аеродинамічна якість. Поляра літака при наявності обмерзання на крилі зазнає істотної зміни (рис.1.6), а величина критичного кута атаки різко зменшується (рис.1.7). А це означає, що зрив потоку починається на кутах атаки $9...10^0$, що дуже близько до польотних кутів атаки крила. Отже, посадку літака, щоб уникнути різкої втрати висоти, необхідно робити на менших посадкових кутах, тобто при більшій швидкості, що може привести до небезпечних наслідків.

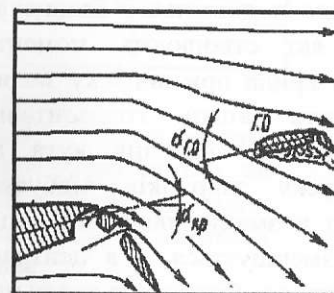


Рис.1.6. Зміна поляри профілю крила при його обмерзанні

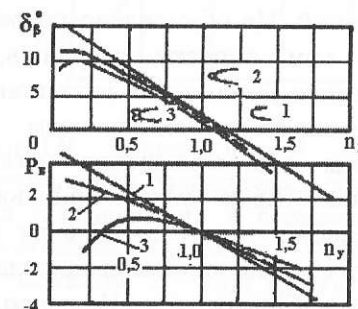


Рис.1.7. Залежність критичного кута атаки від характеру обмерзання

Вплив обмерзання несучих поверхонь і роботи системи захисту від обмерзання на льотні дані літака досить істотний. Однак найбільш небезпечний цей вплив на режимах зльоту і посадки ПС. При зльоті обмерзлого літака коефіцієнт підймальної сили через викривлення форми профілю крила з випущеною механізацією зменшується, а коефіцієнт лобового опору зростає інтенсивніше, ніж у крила з прибраною механізацією. Це приводить до значного збільшення швидкості відриву, довжин розбігу і зльотної дистанції. Зменшується швидкість звалювання, а

тому ефективність органів управління при обмерзанні помітно знижується, літак може потрапити в режим звалювання. Нарешті, сильна турбулізація повітряного потоку, який обтікає літак, викликає його тряску та ускладнює пілотування на самому напруженому етапі польоту. Тому злітання на обмерзлом літаку не допускається.

Набагато складніше виявляється справа на режимі посадки ПС, тому що заборонити посадку обмерзлого літака, як правило, практично неможливо. При виконанні посадки в умовах обмерзання найбільш помітно змінюються характеристики стабілізації і управління літака.

На сучасних літаках з високим ступенем механізації крила кут установки стабілізатора відносно хорди крила, як правило, негативний. Це обумовлено потребою подовжнього балансування літака при випуску закрилків, які створюють момент на пікірування. Зменшення кута атаки крила при випуску закрилків супроводжується зменшенням кута атаки горизонтального оперення або збільшенням негативного значення кута атаки оперення. Крім того, при випуску закрилків відбувається перерозподіл піднімальної сили по розмаху крила: на кінцевих частинах крила піднімальна сила зменшується, а в центральній частині – збільшується. Це приводить до збільшення скосу потоку за крилом у зоні горизонтального оперення, яке знаходиться в зоні аеродинамічного впливу закрилків (рис.1.8).

Отже при заході літака на посадку з випущеними закрилками кут атаки стабілізатора може досягати великих негативних значень, близьких до критичних. Тому при обмерзанні носової частини стабілізатора можливий передчасний зрив потоку при великих негативних кутах атаки нижньої поверхні горизонтального оперення. Виникнення зриву потоку викликає зменшення від'ємної піднімальної сили стабілізатора і порушення подовжнього балансування літака (рис.1.9). У літака при цьому розвивається мимовільна тенденція до пікірування, яке супроводжується збільшенням негативного перевантаження, так зване «клювання». Отже, обмерзання стабілізатора, особливо його передньої частини,

значно небезпечніше, ніж обмерзання крила. Відхиленням руля висоти не завжди можна парувати це прагнення літака до пікірування, тому що він може опинитись в зоні зриву потоку. Спроба вивести літак з пікірування збільшенням тяги може не поліпшити, а погіршити положення, тому що на деяких літаках при збільшенні тяги створюється пікіруючий момент.

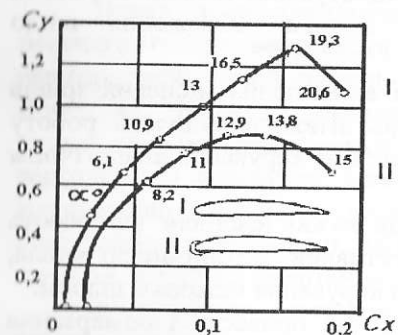


Рис.1.8. Схема виникнення зриву потоку на стабілізаторі при малих негативних кутах атаки крила

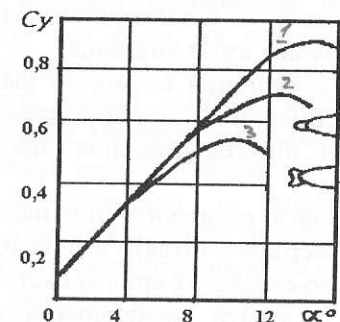


Рис.1.9. Вплив форми обмерзання на балансування літака при випусці в посадкове положення закрилок: 1 – без обмерзання; 2 – при клиноподібній формі льоду; 3 – при жолобоподібній формі льоду

Характерними ознаками початку зриву потоку з горизонтального оперення є сильна тряска планера, особливо стабілізатора, посмикування штурвала в момент випуску закрилків, мимовільне зменшення кута тангажа, ненормальне збільшення зусиль на штурвалі від руля висоти більше або менше звичайного в залежності від характеру обмерзання стабілізатора. З появою на посадці зазначених вище ознак рекомендується швидко прибрати закрилки до злітного кута і штурвалом виправити траєкторію польоту.

Через меншу ефективність рулів та елеронів посадку обмерзлого літака варто робити на трохи підвищеній тязі двигунів,

причому відразу з першого заходу, тому що відхід на друге коло небезпечний і може бути допущений у винятковому випадку при неможливості посадки з першого заходу.

При обмерзанні носової частини кіля літака зменшується критичний кут атаки вертикального оперення, а боковий фокус літака переміщується вперед, тобто шляхова стійкість літака зменшується. У зв'язку з цим при пілотуванні літаків в умовах обмерзання встановлені більш жорсткі обмеження щодо припустимих кутів ковзання.

Турбулізація межового шару і виникнення місцевих зривів через обмерзання несучих поверхонь літака порушують роботу елеронів, щитків, закрилків і інших органів керування аналогічним образом.

Варто відзначити що найбільш важкі наслідки виникають при обмерзанні літаків з високоефективною механізацією крила, особливо скошених крил із системою керування межовим шаром.

До втрати управління літака може привести і обмерзання щілин органів управління, яке знижує ефективність рулів, а також може викликати їхнє заклинювання.

Обмерзання передніх країв рулів, стиків секцій передкрилків, рухливого стабілізатора, елеронів, щитків, закрилків може виникнути при перетіканні потоків повітря, що містять переохолоджені краплі, через перепад тисків між верхньою і нижньою поверхнями. До тих самих наслідків може призвести забивання стиків органів керування при польоті літаків в умовах інтенсивного дощу або мокрого снігу, якщо температура середовища негативна.

Обмерзання вертольотів відбувається практично в тих самих метеорологічних умовах, що і невисотних літаків.

Характер обмерзання лопастей несучого і рульового гвинтів значною мірою залежить від температури навколишнього повітря і режиму польоту.

Погіршення льотних характеристик вертольота в умовах інтенсивного обмерзання визначається головним чином ступенем обмерзання лопастей несучого і рульового гвинтів.

Обмерзання лопастей приводить до зміни її маси, моменту інерції, аеродинамічних характеристик і махового руху. В результаті цього

зростає рівень і змінюється частотний спектр вібрацій конструкції, зменшуються швидкопідйомність і максимальна швидкість польоту, погіршуються стабільність, управління і маневрування вертольота. Особливо сильний вплив на зниження рівня безпеки польотів вертольота в умовах обмерзання має зростання необхідної потужності і різке погіршення авторотаційних властивостей несучого гвинта.

Поряд з аеродинамічним впливом обмерзання лопастей несучого гвинта вертольота, існує так само, як на повітряних гвинтах, механічний фактор, тобто довільне самоскидання льоду. Воно, як правило, несиметричне, через зміну якості або неоднакової чистоти поверхні лопастей. Це викликає сильну тряску вертольота і механічні uszkodження сусідніх лопастей, роторів компресорів двигунів, елементів фюзеляжу (у тому числі стабілізатора), антен і т.п. Вібрація несучого гвинта передається на двигуни, а частота обертання гвинта починає зменшуватись.

Збільшенням потужності силової установки не завжди вдасться парувати зменшення піднімальної сили гвинта. При виникненні динамічних асиметрій втрачається стабілізація вертольота і він починає безладно втрачати висоту.

Обмерзання повітрозабирачів і силових установок

Конструктивно вхідна частина тонелів *повітрозабирачів турбореактивних двигунів* виконується спрофільовано. Перетин передньої частини корпусу повітрозабирача трохи нагадує профіль крила, тому фізична картина його обмерзання приблизно така сама. Але при цьому існують деякі особливості в обмерзанні повітрозабирачів і двигунів (рис. 1.10):

– можливість їхнього обмерзання при позитивній температурі навколишнього середовища;

– інтенсивність обмерзання і зона захоплення внутрішньої поверхні на вході повітрозабирача може бути значно більшою, ніж на зовнішній поверхні.

Перша особливість пояснюється тим, що на вході повітрозабирача при визначених режимах польоту (наприклад, при льоті, коли швидкість польоту невелика, а частота обертання

ротора двигуна велика, аналогічно і на окремих етапах посадки швидкість повітря різко зростає в порівнянні із швидкістю польоту. При цьому залежно від профілю каналу відбувається більш-менш значне розширення повітря і зниження його тиску, відповідно і температури. Через це з повітря конденсується волога. Якщо потік, що набігає, особливо з підвищеною вологістю, має порівняно низьку позитивну температуру, то на вході повітрозабирача температура може стати негативною і виникне обмерзання поверхонь. Чим більше різниця швидкостей, тим значніше зниження температури. У практиці відомі випадки обмерзання входних частин повітрозабирачів і двигунів при температурі навколишнього повітря 5 ... 10° С.

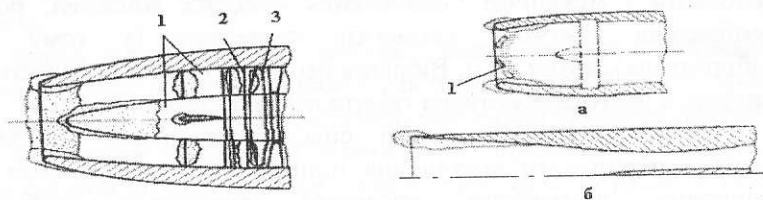


Рис.1.10. Схема обмерзання повітрозабирача і входних частин ТРД з вісьовим компресором:

- 1 – обтікач і стійки корпусу обтікача; 2 – нерухомі лопатки входного направляючого апарату; 3 – роторні лопатки першого ступеня компресора;
а – дозвукового повітрозабирача із захисними сітками 1;
б – надзвукового повітрозабирача

Друга особливість – збільшення інтенсивності обмерзання і зони захоплення льодом на внутрішній поверхні входної частини повітрозабирача приводить до порушення аеродинаміки обтікання лопаток входного направляючого апарату і перших ступенів компресора двигуна. Нерівномірність поляр швидкостей, місцеві зриви потоку можуть викликати вібрацію лопаток компресора. Обмерзання надзвукових повітрозабирачів при зльоті на невеликих дозвукових швидкостях польоту, коли потрібно забезпечити максимально можливу витрату повітря, приводить до найбільш важких наслідків – помпажу двигунів і їхньому самовимиканню. На деяких літаках з низьким розташуванням двигунів, під крилом,

особливо, коли повітрозабирач знаходиться за переднім колесом, для запобігання потраплянню в двигун сторонніх предметів на вході встановлюються захисні сітки. В умовах обмерзання ці сітки стають самим уразливим елементом повітрозабирача. Обмерзання сіток перекриває значну частину прохідного перетину, що приводить до зменшення масової витрати повітря через компресор двигуна, а отже, до зниження тяги ТРД (рис.1.10, а).

Одночасно піддаються обмерзання входні частини самих ТРД, особливо ТРД з вісьовими компресорами, що на відміну з відцентровими компресорами мають на лобових поверхнях більш низьку температуру. Обмерзають обтічник, стійки корпусу, лопатки входного направляючого апарату, перших ступенів компресора і усі виступаючі агрегати двигуна, що розташовані у входному тонелі (сигналізатори обмерзання, датчики тиску, температури і т.п.), біля яких потік повітря змінює свій напрямок. Як правило, найбільша кількість льоду відкладається на нерухомих елементах входного тракту компресора і менше – на робочих лопатках (рис.1.10). За формою і видом льодоутворення на елементах авіаційних двигунів аналогічні раніше розглянутим, але мають відносно велику зону захоплення. Обмерзання призводить до таких небезпечних наслідків:

- порушення форми і розмірів проточної частини, зміна параметрів повітря на вході в компресор і характеру протікання повітря у входному каналі;
- збільшення аеродинамічного опору потоку повітря на вході в двигун, зменшенню секундної витрати повітря і ступеня підвищення тиску повітря в компресорі, тяги (потужності) двигуна;
- підвищення температури газів перед турбіною через зменшення витрати повітря через двигун;
- збільшення вібрацій двигуна через несиметричне утворення і скидання льоду з робочих лопаток компресора.

В цілому, порушення аеродинаміки, що виникають при обмерзанні повітрозабирача і входних частин ТРД, знижують ККД двигуна і сприяють виникненню хиткого режиму його роботи, яке супроводжується сильною вібрацією, а нерівномірне скидання льоду, який утворився, асиметрія обмерзання, зриви потоку і його пульсації викликають помпаж двигуна і зриви полум'я в камері

згоряння, що в підсумку приводить до вимикання двигуна.

Зменшення витрати повітря знижує тягу двигуна. Для збереження заданої частоти обертання компресора і відповідно тяги, автоматично збільшується питома витрата палива, що спричиняє з одного боку збільшенню витрати палива, а з іншого боку – є причиною підвищення до неприпустимих величин температури газів перед турбіною. У випадку, коли двигун має автоматичну систему захисту турбіни від розкручування (руйнування), двигун самовимикається.

Асиметричне обмерзання і нерівномірне мимовільне скидання льоду з робочих лопаток компресора можуть привести до розбалансування ротора і появи вібрації силової установки, а як наслідок цього, руйнування підшипників ротора двигуна. Скидання ж шматків льоду з вхідної частини повітрязабирачів у компресор може привести до руйнування його лопаток, що у свою чергу може бути причиною руйнування і пожежі двигуна.

Аналогічний вплив має обмерзання на роботу **повітрязабирачів теплообмінних агрегатів**. Воно приводить до перегріву масла, води, повітря з усіма наслідками, що звідси випливають.

Деяку своєрідність має картина обмерзання **турбогвинтових двигунів (ТГвД)**, які, як відомо, дуже чутливі до зменшення витрати повітря через компресор. На перший погляд здається, що повітрязабирач ТГвД буде піддаватися менш інтенсивному обмерзання, тому що він захищений повітряним гвинтом. У дійсності, кількість водяних крапель, що проникають через площину гвинта, зменшується незначно, а відкидання повітряного потоку збільшує їхню швидкість, що відповідно, підвищує коефіцієнт захоплення і лід проникає в тракт повітрязабирача на велику глибину, що приводить до порушень у роботі ТГвД, аналогічних раніше розглянутих при обмерзанні ТРД.

Особливу небезпеку становить обмерзання **повітряних гвинтів ТГвД** (рис.1.11), що починається в першу чергу на передніх частинах лопастей гвинта, поступово поширюючись уздовж хорди і захоплюючи до 20...25% її довжини.

Могутнім «нагромаджувачем» льоду є також і обтічник корпусу (кок) повітряного гвинта. Причому шматки льоду, що

відірвалися від нього можуть ушкоджувати лопасті гвинта, потрапляти в тонель повітрязабирача і далі на лопатки ВНА і компресора ТГвД із наслідками, що звідси випливають.

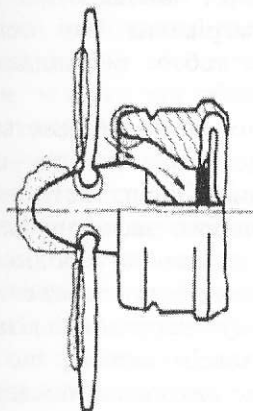


Рис.1.11. Схема обмерзання ТГвД

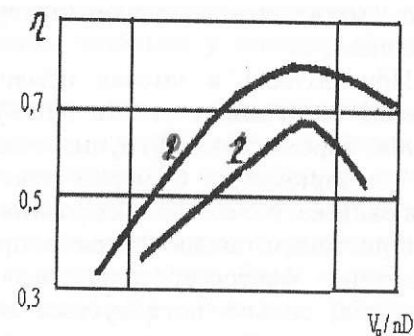


Рис.1.12. Вплив на ККД обмерзання повітряного гвинта: 1 – при обмерзанні; 2 – без обмерзання

Поряд з порушеннями аеродинаміки обтікання повітряного гвинта існує ще і механічний фактор. На деяких режимах польоту (особливо на невеликих частотах обертання двигуна), лід може поширюватися по всій довжині лопастей. При досягненні товщини його шару 5...7 мм (на великих частотах обертання – трохи менше), через перевагу відцентрових сил над силами зчеплення льоду з поверхнею лопастей виникає мимовільне, як правило нерівномірне і несиметричне, скидання льоду, що нагромадився. У підсумку – порушення балансування гвинта і високочастотна вібрація силової установки і всього літака з подальшою високою імовірністю руйнування опорних підшипників ротора ТГвД і його відмовою. При цьому через високу інтенсивність обмерзання гвинта відбувається погіршення його тягових характеристик і падіння ККД (рис.1.12).

З іншого боку – відривання від гвинта великих мас льоду, що мають значну кінетичну енергію несе й небезпеку ушкодження

двигуна та обшивки герметичної kabіни, що може призвести до порушення її герметичності.

Слід також зазначити, що на крейсерському режимі польоту за рахунок великої результуючої колової швидкості кінців лопастей, внаслідок аеродинамічного нагрівання їхні поверхні можуть мати позитивну температуру, тобто не піддаватись обмерзанню.

При польоті в умовах обмерзання йому піддаються і **приймачі повітряних тисків (ПВТ)**, що приводить до відмови приладів барометричної групи: показчиків швидкості, висоти, числа М, варіометра. Обмерзає також лобове застклення ліхтаря kabіни екіпажа. Хоча їхнє обмерзання не впливає на аеродинамічні характеристики літальних апаратів, проте видимість через скло, яка є основним фактором при візуальному керуванні літаків і вертольотів, сильно погіршується або зовсім зникає, що може приводити до серйозних наслідків під час виконання посадки чи зльоту.

Системи захисту літаків і вертольотів від обмерзання

Для забезпечення безпеки польотів літальних апаратів в умовах обмерзання і регулярності рейсів за будь-яких кліматичних умов застосовуються спеціальні системи захисту від обмерзання (СЗО).

На сучасних літаках і вертольотах від обмерзання захищаються: несучі поверхні (крило, стабілізатор, киль, повітрозабирачі, авіаційні двигуни, повітряні, несучі і рульові гвинти, оглядове застклення ліхтарів kabіни екіпажу, датчики приладів і антенні пристрої, усі поверхні і деталі, утворення льоду на який може викликати ушкодження або порушити роботу авіаційного двигуна, тобто стійки, обтічники, захисні сітки і т.п.).

Безпека польотів ПС в значній мірі залежить від можливостей безпосереднього контролю метеорологічних умов польоту повітряного судна і своєчасного виявлення початку процесу його обмерзання. Це здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв – **сигналізаторів обмерзання**, які встановлюються на борту літаків і вертольотів. Вони можуть бути

як автономними приладами, так і входить до складу СЗО.

В останньому випадку сигналізатори обмерзання використовуються для автоматичного вмикання і вимикання СЗО найбільш важливих агрегатів ПС (силових установок, датчиків, приладів, повітряних, несучих і рульових гвинтів, застклення kabіни екіпажа і т.п.) або автоматичного керування режимами роботи систем захисту від обмерзання, особливо у випадку циклічного режиму їхньої роботи.

Сигналізатори обмерзання, що застосовуються на ПС підрозділяються на дві основні групи: непрямі і прямі дії. Сигналізатори першої групи реагують на наявність в атмосфері переохолоджених крапель води. Принцип дії цих сигналізаторів оснований на вимірюванні таких непрямих характеристик, як тепловіддача або електропровідність повітря. Вони мають високу чутливість, тому для відключення їхнього помилкового спрацьовування при позитивних температурах необхідно обов'язково вимірювати температуру атмосферного повітря (щоб відрізнити звичайні краплі від переохолоджених, які зумовлюють обмерзання).

Сигналізатори другої групи реагують безпосередньо на утворення шару льоду на датчику. Вони трохи поступаються у чутливості першим, тому що для утворення на датчику шару льоду необхідний деякий відрізок часу.

На чутливість сигналізаторів цієї групи значно впливають розміри і форма датчиків, а також місце їхнього розташування на борту ПС.

У загальному вигляді сигналізатори обмерзання містять у собі: датчик, перетворювач сигналу у візуальний показчик (сигнальна лампа, табло, показчик обмерзання на щитку СЗО дошки приладів kabіни екіпажа) чи звуковий сигналізатор обмерзання.

До сигналізаторів обмерзання першої групи відносяться: електропровідні (контактний і хімічний) і теплові (наприклад, інтенсиметр), а також дистанційні сигналізатори у виді локаційних пристроїв.

До сигналізаторів обмерзання другої групи відносяться: найпростіший по конструкції стандартний візуальний показчик

обмерзання типу штиря, а також широко розповсюджені механічні, електропневматичні і найбільш сучасні радіоізотопні сигналізатори обмерзання.

Для захисту ПС від обмерзання використовуються механічний, фізико-хімічний і тепловий способи.

Механічний спосіб заснований на механічному впливі на шар льоду шляхом сколювання, деформації або його відриву під дією відцентрових, аеродинамічних чи інших зовнішніх сил.

Фізико-хімічний спосіб заснований на використанні різноманітних речовин у вигляді рідин, змащень, паст, що або знижують температуру замерзання переохолоджених крапель, які потрапляють на поверхню, що захищається, при змішуванні з ними, або зменшують силу зчеплення льоду з обшивкою, частково розчиняють його, зменшують силу зчеплення поверхні.

Тепловий спосіб заснований на нагріванні поверхні, що захищається, до позитивних температур, температур розтанення льоду або випаровування плівки води.

Дуже часто в СЗО системах використовується комбінація декількох способів, наприклад, механічного і фізико-хімічного, механічного і теплового.

Залежно від способу, який покладено в основу принципу дії, всі системи захисту від обмерзання можна розділити на механічні, фізико-хімічні і теплові.

У свою чергу кожна з них може підрозділятися по виду застосованої енергії і фізичної сутності, закладеної в основу їхньої роботи. Наприклад, до механічних систем відносяться: пневматичні СЗО, у яких використовується енергія стиснутого повітря, електроімпульсні СЗО, де використовується електроенергія високої частоти, що подається імпульсами. До теплових – повітряно-теплові, електротеплові СЗО, де в перших теплоносієм є розігріте повітря, а в других – електрична енергія, що перетворюється в теплову.

Разом з цим усі системи захисту від обмерзання ПС за **характером роботи** можуть бути розділені на дві групи: беззупинної (постійної) дії і циклічної дії. СЗО беззупинної дії не допускають обмерзання поверхні, що захищається. СЗО циклічної дії допускають утворення льоду на поверхні, що захищається, до

визначеної товщини, безпечної для польоту, а потім видаляють нарости льоду, що утворилися.

Незалежно від зазначених ознак усі системи захисту від обмерзання ПС підрозділяють за **місцем їхнього розташування**: крила (передкрилки і носові частини по всій довжині), хвостового оперення (носіві частини стабілізатора і кіля), повітряних гвинтів (коки і передні частини лопастей), несучих і рульових гвинтів (передні частини лопастей), силових установок (повітрозабирачі і вхідний направляючий апарат), лобове застелення ліхтаря кабіни екіпажа, приймачі повітряних тисків, датчики кутів атаки і т.д.

При тому самому принципі роботи всі СЗО системи ПС можуть відрізнятися конструктивним виконанням.

На сучасних ПС одержали поширення повітряно-теплові, електротеплові і електроімпульсні системи захисту від обмерзання, причому функціонування повітряно-теплових СЗО забезпечується гарячим повітрям, що відбирається від останніх ступенів компресорів двигунів, а електротеплових і електроімпульсних – джерелами електроживлення літаків (вертольотів).

Для боротьби з обмерзанням у польоті використовуються такі способи: обхід зон обмерзання і своєчасний вихід з них; зміна режиму польоту; увімкнення (а іноді і вимикання) систем захисту від обмерзання.

Інформацію про початок обмерзання літака (вертольота) екіпаж одержує від сигналізаторів обмерзання, встановлених у зоні візуального огляду кабіни екіпажу і у вхідних тонелях повітрозабирачів двигунів. Крім того, частина передкрилків, носових частин крила і двигунів може бути оглянута екіпажем у польоті через бокове скло кабіни екіпажа або ілюмінатори в пасажирських (вантажних) кабінах ПС. Основне керування СЗО здійснюється з пульта бортінженера (борттехніка). Увімкнення СЗО крила і хвостового оперення здійснюється тільки в польоті до входу в зону обмерзання, а вимикання через 10 хв після виходу з неї.

Обігрів лобового скла ліхтаря кабіни екіпажу, як правило, вмикається на землі на весь час польоту ПС незалежно від кліматичних умов, а СЗО силових установок, повітряних, несучих і рульових гвинтів на землі незалежно від обмерзання при

температурі зовнішнього повітря нижче ніж 5°C , при наявності туману, мряки, дощу або снігопаду.

Повітряно-теплова СЗО широко використовується для захисту передніх частин крила, хвостового оперення і повітрозабирачів двигунів. Досвід експлуатації показує, що вона досить ефективна, досить проста і надійна в роботі, відмов її практично не буває. Однак варто враховувати, що її включення негативно впливає на роботу двигунів: так при польоті на знижених режимах роботи двигунів (при посадці ПС) знижується витрата і температура повітря, яке відбирається для систем захисту від обмерзання (наприклад, температура повітря на вході в СЗО може знизитись в 2 рази, порівняно з режимом горизонтального польоту чи набору висоти), що приводить до зниження ефективності дії СЗО і збільшенню її теплової інерції (тобто часу, необхідного для нагрівання поверхні, що обігривається, до необхідної температури). У той же час при використанні повітряно-теплової СЗО її варто вмикати в небезпечних для обмерзання умовах завчасно, за 3...5 хвилин до входження в зону обмерзання, щоб система цілком прогрілася. Крім того не рекомендується включати повітряно-теплову ПОС на максимальному режимі роботи двигунів (режим зльоту), тому що зі зменшенням подачі повітря в камери згоряння може значно підвищитись температура газів перед турбіною і навіть з'явиться помпаж компресорів двигунів. В усіх випадках увімкнення повітряно-теплових СЗО відбувається збільшення питомої витрати палива силової установки ПС.

Широке поширення на сучасних ПС (особливо на літаках із ТГвД і вертольотах) одержали електротеплові системи захисту від обмерзання беззупинної і циклічної дії. Електротеплова СЗО складається з елементів електричного опору, розміщених між двома шарами ізоляції, а до елементів підводиться змінний електричний струм (частотою 400Гц) для їхнього нагрівання. При цьому зовні на носових частинах несучих поверхонь ці елементи захищені шаром гуми й обкуттям з нержавіючої сталі від абразивного зносу. Електротеплова СЗО здійснює майже поверхневий обігрів без зайвої витрати енергії усередину конструкції. Її тепла інерція менше і складає приблизно 20 сек, а електричний елемент охоплює 12...20 % хорди профілю.

Електротеплова СЗО не має недоліків, властивих повітряно-тепловий СЗО (тобто не має впливу на роботу силової установки ПС). Однак недоліком її є велика витрата електроенергії і залежність від надійності бортових джерел електроенергії. Через великі витрати електроенергії в електротеплових СЗО найчастіше використовується циклічне (секційне) увімкнення обігріву несучих поверхонь ПС, які захищаються від обмерзання, що забезпечується спеціальними програмними механізмами.

За допомогою електротеплових СЗО забезпечується захист від обмерзання носових частин передкрилків, крила і хвостового оперення, засклення ліхтаря кабіни екіпажу, приймачів повітряного тиску, датчиків кута атаки і ковзання, носових частин лопастей повітряних гвинтів ТГвД, несучих і рульових гвинтів вертольотів. Вмикання електротеплових СЗО, здійснюється після появи на них льоду. У той же час електротеплові СЗО засклення ліхтаря кабіни екіпажа, ППТ, ДК А та К, лопастей гвинтів ТГвД, НГ і РГ вмикаються на землі при температурі зовнішнього повітря нижче 5°C и несприятливих метеоумовах, щоб вони достатньо прогріли поверхні, що обігриваються, і попередили їх обмерзання.

Роботу електротеплових СЗО контролюють за показчиками амперметрів і за часом вмикання і вимикання сигнальних ламп. Стан зовнішніх поверхонь системи обігріву перевіряють і візуально, переконуючись у відсутності механічних ушкоджень, зморщення обшивки, прогару і т.д.

На деяких типах ПС (Іл-86, Іл-96) застосовується *електроімпульсна* СЗО крила і хвостового оперення. Видалення льоду з обшивки поверхонь, що захищаються, здійснюється шляхом створення в матеріалі обшивки імпульсної пружної деформації у вигляді пружних хвиль напруги з інтенсивністю, достатньої для створення в крижаному шарі напруг, які перевищують динамічну міцність льоду, але при цьому не викликають утомлених явищ у матеріалі конструкції. Різкий стрибок напруги, яку несе пружна хвиля, що поширюється уздовж обшивки, приводить практично до миттєвого і повного руйнування шару льоду, який зноситься набігаючим повітряним потоком.

Для видалення льоду механічна енергія може бути передана у вигляді короткої серії коливань або одного імпульсу з тривалістю $10^{-3} \dots 10^{-5} \text{c}$ і з інтервалом 1..2 с.

Перевагами електроімпульсних СЗО є більш широкий діапазон робочих температур (до мінус 40⁰С); значна економія енергії (у 100 і більше разів); великий вигравш у масі і компактності; відсутності бар'єрного льоду, що утворюється за рахунок розтікання розтопленого льоду на поверхні під дією швидкісного напору при теплових способах їхнього захисту.

Іноді на ПС використовуються рідинні системи захисту від обмерзання для захисту несучих поверхонь (крила, хвостового оперення, лопастей повітряних і несучих гвинтів, стекол кабін екіпажа). У якості рідин від обмерзання використовуються спирти - етиловий, ізопропіловий та інші або суміш спирту з гліцерином, що зменшують змочуваність поверхні обтікання і, відповідно, силу зчеплення льоду з нею, а також рідини на основі гліколя, наприклад, етиленгліколь. Суміш переохолоджених крапель і гліколів (чи спиртів) при оптимальному їхньому співвідношенні може не змерзнути у всьому розрахунковому для СЗО діапазоні температур.

Звідси випливає, що рідинні СЗО більш ефективні як профілактичні, тобто попереджуючих обмерзання або розчинників льоду, що утворився (для цього процесу необхідний час). Найбільш широке поширення рідинні СЗО одержали для захисту від обмерзання засклення літгарів кабін екіпажа, повітряних і несучих гвинтів літаків і вертольотів з поршневіми двигунами, а також на деяких літаках із ТГД для захисту від обмерзання несучих поверхонь. Під невеликим тиском рідина безупинно або імпульсами подається через спеціальні розподільні канали на поверхні, що захищаються. Залежно від витрати рідини від обмерзання СЗО може працювати в двох режимах: попередження обмерзання (шляхом зниження температури замерзання суміші води і робочої рідини і подальшому її змиванні з поверхонь) і періодичного видалення наростів льоду (шляхом розтоплення нижніх шарів льоду робочою рідиною, утворюючи водяну плівку і зменшуючи силу зчеплення льоду з обшивки з подальшим її видаленням аеродинамічним потоком з поверхні, що захищається.). При цьому циклічність роботи системи залежить від інтенсивності обмерзання і швидкості польоту ПС. Рідинна СЗО досить ефективна при невеликих витратах робочої рідини.

До достоїнств рідинної СЗО варто віднести: простоту конструкції, малу масу, відсутність розтікання переохолод-женої води й утворення бар'єрного льоду, достатня швидкодія, тому що система починає працювати відразу ж після подачі рідини на поверхню.

Основними недоліками рідинної СЗО є: обмежений час роботи системи, що залежить від запасу робочої рідини; можливість погіршення фільтруючих властивостей пористої обшивки в процесі експлуатації; невисока ефективність системи у випадках високої інтенсивності обмерзання або при спізнілому вмиканні системи; пожежна небезпека робочої рідини.

ПОЛЬОТИ ЛІТАКІВ І ВЕРТОЛЬОТІВ В УМОВАХ ОБМЕРЗАННЯ

Ефективність застосовуваних на сучасних ПС систем захисту від обмерзання досить висока. Політ в зоні обмерзання літаків і вертольотів із працюючими системами захисту від обмерзання складності, як правило, для екіпажа не являє і помітного погіршення літних якостей ПС не спостерігається. Разом з тим при польотах в умовах обмерзання існують особливості, які екіпажам ПС варто знати.

Одне з основних умов забезпечення безпеки польотів ПС в умовах обмерзання – своєчасне включення його системи захисту від обмерзання. У випадку спізнілого її включення на частинах крила, що обігріваються, і оперення від стікання крапель води льоду, що розтанув, може утворитися бар'єрний лід. Крім того, шматки розталого льоду можуть потрапити у двигуни і викликати їхнє ушкодження або навіть мимовільне вимикання в польоті. Тому СЗО двигунів повинна бути завжди увімкнена при температурі зовнішнього повітря нижче 5⁰С, а СЗО крила включаться за сигналом датчика про наявності обмерзання або при його візуальному спостереженні.

Вірними ознаками інтенсивного обмерзання є також швидке наростання шару льоду на склоочисниках і зниження швидкості польоту.

Усі системи захисту від обмерзання літака, необхідно

включити у всіх випадках перед входом у хмарність, туман, снігопад, дощ чи мряку при температурі зовнішнього повітря нижче 5°C , особливо це актуально при заході на посадку і на режимах передпосадкового зниження. Після виходу літака з зазначених зон СЗО можна вимикати лише при повній упевненості відсутності обмерзання поверхонь, що захищаються.

У випадку неефективності СЗО в умовах сильного обмерзання (чи при її несправності), коли лід не скидається, а наростає, екіпаж повинен витримувати такий режим польоту, щоб кути атаки крила і стабілізатора були невеликими. При цьому одним з ефективних способів щодо забезпечення безпеки польоту при відмові (чи неефективності роботи) СЗО є зменшення кута відхилення закрилків під час заходу літака на посадку. Крім того, доцільно зменшити режим роботи двигунів і швидкість заходу на посадку.

Не слід допускати різкого пілотування літака зі створенням перевантажень менше одиниці. Це сприяє зменшенню негативних кутів атаки руля висоти (чи стабілізатора) і можливості виникнення і розвитку зриву повітряного потоку на оперенні.

Ознаками початку зриву потоку з горизонтального оперення можуть бути: зменшення зусиль на штурвалі управління, прагнення штурвала відхилитися вперед, мимовільне затягування літака в пікірування. У випадку прояву зазначених ознак пілот повинен плавно взяти штурвал «на себе», зменшити кут відхилення закрилків і забезпечувати пілотування літака плавними рухами.

Для забезпечення безпеки польотів у залежності від різних умов обмерзання елементів конструкції літака рекомендуються такі загальні правила експлуатації в польоті систем захисту від обмерзання:

СЗО ТРД (повітрозабирачів і ВНА), коків і повітряних гвинтів ТГвД варто включати після запуску двигунів при температурі зовнішнього повітря нижче 5°C . Якщо СЗО на землі не включалась, то її включення в польоті обов'язкове перед входом у хмари при будь-яких температурах повітря, а в нічний час – при наявності хмарності за маршрутом польоту і температурі повітря нижче 10°C .

СЗО крила включають тільки під час польоту при роботі

силової установки на режимі не вище номінального при наявності обмерзання або снігопаду, а також на зниженні в хмарах при негативних температурах повітря. У випадку тривалого польоту в умовах обмерзання при температурах повітря нижче мінус 10°C СЗО доцільно періодично вимикати, а при чергових її увімкненнях варто спостерігати за скиданням льоду з носових частин крила. При температурах повітря нижче мінус 10°C польоти в умовах обмерзання необхідно виконувати з постійно увімкненою СЗО крила.

СЗО оперення вмикають тільки під час польоту: відразу після зльоту літака у випадку наявності опадів на землі і температурі повітря нижче 5°C ; у польоті за маршрутом (якщо система не була включена відразу після зльоту) перед входом у хмари при негативних температурах повітря; перед зниженням у хмарах – при будь-яких температурах повітря.

Обігрів приймачів повітряного тиску, датчиків кутів атаки та ковзання і сигналізаторів обмерзання включають при температурах повітря нижче 5°C . Якщо обігрів ППТ на землі не включався, то в польоті його необхідно включати перед входом літака в хмари при будь-яких температурах повітря.

1.3. Особливості експлуатації і технічного обслуговування ПС у перехідні періоди року

У практиці роботи підприємств цивільної авіації визначилися два періоди: осінньо-зимовий і весняно-літній, кожен з яких характеризується кліматичними особливостями в різних районах країни. Осінньо-зимовий період експлуатації авіаційної техніки характеризується складними, різко мінливими погодними умовами і явищами: обмерзання, снігопад, туман, низька хмарність, різкий перепад температур і тисків, низька температура, заметіль і інші, котрі ускладнюють експлуатацію авіаційної техніки. Весняно-літній період характеризується різко мінливими погодними умовами в перехідний період; інтенсивністю польотів; великим обсягом робіт на авіаційній техніці; високими температурами і підвищеною грозовою діяльністю; утворенням на конструкції авіаційної техніки статичної електрики; випаровуваністю палива, що збільшує небезпеку виникнення пожежі на авіаційній техніці;

рясними опадами, що сприяє більш інтенсивному утворенню корозії на конструкції авіаційної техніки; запиленістю атмосферного повітря, що сприяє абразивному зносу шарнірних з'єднань.

Експлуатація авіатехніки в цей період потребує від інженерно-технічного складу додаткових зусиль, підвищеної уваги, глибоких знань конструкції й особливостей експлуатації.

1.3.1 Особливості експлуатації і технічного обслуговування ПС в осінньо-зимовий період

Обслуговування ПС в умовах низьких температур має ряд особливостей, які повинні бути враховані при плануванні і підготовці ПС до польоту:

- необхідність охорони ПС від обмерзання на стоянці;
- видалення льоду, снігу та інею з поверхні ПС при підготовці до польоту;
- необхідність підігріву двигуна і пасажирських кабін;
- виконання додаткових вимог, які висуваються до обслуговування систем і агрегатів.

Особливості виконання робіт

При забезпеченні стоянки літака

Снігопад, ожеледь і дощ в умовах негативних температур ускладнюють буксирування літака. Тому буксирування до місця стоянки слід робити з особливою обережністю, дотримуючи необхідних заходів безпеки. Швидкість буксирування не повинна перевищувати 10 км/год, а вночі і при несприятливих метеоумовах (снігопад, дощ, ожеледь) – не більш ніж 5 км/год.

Перед буксируванням літака під час снігопаду, заметілі і дощу потрібно установити на повітрозбирачі, приймачі тиску і дренажні патрубки заглушки і чохла і перевести в прибране положення елементи механізації крила, щоб виключити влучення снігу і води в порожнині механізмів. Перед буксируванням потрібно переконатися в тому, що колеса не примерзли до бетону. У випадку примерзання відігріти їх теплим повітрям.

Після зупинки двигунів оглядаються повітрозбирачі, видаляються сніг і волога, що потрапили в них. Заглушки на повітрозбирачах встановлюються після охолодження двигунів, щоб не допустити утворення конденсата в проточній частині, скупчування його в нижніх точках і примерзання лопаток компресора двигуна. При несталій погоді (снігопад, град, обмерзання, заметіль, дощ) заглушки на повітрозбирачі установлюються відразу після зупинки двигунів.

Місце стоянки літака повинне бути очищене від льоду, снігу і бруду. Особлива увага звертається на місця установки коліс шасі, щоб запобігти можливому примерзанню пневматиків.

Виконуючи роботи на крилі, фюзеляжі та оперенні, потрібно дотримуватись особливої обережності, користуватися спеціальним взуттям, а в деяких випадках і прив'язними (страхувальними) ремнями.

Якщо має бути стоянка, при якій можливе охолодження повітря усередині фюзеляжу до температури нижче 0°C , то вода із системи водопостачання зливається і покидьки видаляються відразу ж після зупинки двигунів, до охолодження фюзеляжу. При цьому знімаються заглушки заправних штуцерів і кришки зливальних горловин, відкриваються водяні запірні крани в буфетах, кухнях, санвузлах, щоб уникнути замерзання рідини в них. Відключення обігріву зливальних насадків системи, видалення відходів робиться після закінчення зливу, а промивання цієї системи робиться підігрітою водою чи хімічною.

Перед убиранням передкрилків і закрилків після посадки треба переконатися, що немає снігу, льоду в щілинах і кишнях, на замках і сергах підвіски шасі, а також усередині відсіків шасі. Сніг може потрапити при посадці на засніжену ЗПС із увімкнутим реверсом.

При стоянці більше 12 годин, якщо температура зовнішнього повітря мінус 25°C та нижче, знімаються акумуляторні батареї.

Для запобігання літака від обмерзання під час стоянки при негативних температурах літак, включаючи колеса і зовнішні антени, зачохляється, а його поверхні також обробляються рідинами проти обмерзання типу «Арктика». Зачохління робиться після виконання робіт з технічного обслуговування чи по забезпеченню стоянки.

При огляді й обслуговуванні

Перед різким зниженням температури зовнішнього повітря обшивка літака ретельно очищається від мокрого снігу, не очікуючи кінця технічного обслуговування. Перевіряється надійність закриття вхідних дверей і люків. Переконаються у відсутності скупчення вологи (льоду і снігу) у механізмах закрилків. При необхідності волога видаляється гарячим повітрям (з температурою не більше ніж 60°C) від наземного підігрівача.

При обслуговуванні сантехнічного устаткування переконуються в герметичності водяних і каналізаційних комунікацій, у відсутності льоду в підпільному просторі літака. При обслуговуванні систем літака особлива увага звертається на герметичність трубопроводів паливних, масляних і гідравлічних систем у місцях з'єднань.

На колеса шасі літаків встановлюються не менш 50 % авіашин, що мають чіткий малюнок протектора – для поліпшення їхнього зчеплення з ЗПС.

При перевірці систем керування літаком, перед випуском і убиранням механізації крила оглядається обшивка рухливих елементів і вузли підвіски рулів, елеронів і засобів механізації і переконуються у відсутності льоду і снігу.

Перед вивішуванням літака гідропідйомники встановлюються на площадку, очищену від льоду і снігу. Вивішування літака при швидкості вітру 10 м/с і більше, а також в умовах поганої видимості забороняється.

Запуск і випробування двигунів виконується тільки на спеціально виділених і обладнаних для цієї мети стоянках, очищених від снігу і льоду до сухого бетону, покритих піском чи дрібним шлаком. Під колеса головних ніг шасі встановлюються колодки зі стяжками, літак надійно швартується до швартовочних пристосувань.

Перед запуском потрібно переконатися, що в каналах повітрозбирачів немає льоду і снігу, перевірити легкість обертання компресорів.

Якщо ротор не обертається, то продути газоповітряний тракт

двигуна (з боку входу) гарячим (не вище за 100°C) повітрям, щоб усунути примерзання лопаток компресора.

При низькій температурі зовнішнього повітря та мастила (обговореної для кожного типу літака – звичайно нижче мінус 25°C) двигуни і ДСУ (допоміжна силова установка) прогріваються гарячим повітрям і температурою на виході з рукава підігрівника не більше 100°C . При цьому важливіше за все прогріти маслобак, трубопроводи маслосистеми, маслорадіатор, стартер, коробки приводів агрегатів. Критерієм закінчення прогріву є досягнення визначеної температури масла на вході в двигун (звичайно $+5^{\circ}\text{C}$).

Випробування двигунів в умовах можливого зледеніння (при температурі $+5^{\circ}\text{C}$ та нижче і наявності опадів у вигляді дощу, що мрячить, мокрого снігу) робиться з включеними проти-обмерзальними системами двигунів і повітрозбирачів.

Перед включенням реверса при випробуванні двигунів потрібно прибрати з зони працюючих двигунів сторонні предмети, щоб виключити ушкодження обшивки планера і влучення їх у двигуни.

Через 10 – 15 хвилин після вимикання двигуна канал повітрозбирача і сопло двигуна повинні бути закриті заглушками або чохлами, а при несталій погоді (снігопад, град, обмерзання, заметіль, сильний вітер, дощ) заглушки повинні бути встановлені відразу ж після вимикання двигуна.

При забезпеченні вильоту

Потрібно переконатися в тому, що на поверхні літака, у повітрозбирачах, у вузлах підвіски рулів і механізації крила, а також у приймачах повітряного тиску і патрубках дренажу немає льоду, снігу й інею. Якщо літак обмерзнув, покритий снігом чи інеєм, то вони видаляються.

У випадках, коли очікується обмерзання, ожеледь, замерзання снігу, що випав, і утворення інею, робиться профілактична обробка поверхні літака рідиною проти обмерзання.

Не допускається стоянка ПС із незаповненими паливом баками. Це приводить до утворення інею на стінках баків, руйнуванню гермопокриття і відмовленню паливної системи.

При заправленні паливом та мастилом потрібно виключити влучення снігу і води в заправні горловини. Примерзлі клапани і крани зливу конденсату підігріваються гарячим повітрям від наземного джерела.

Під час підігріву кабін літака за допомогою наземних підігрівачів потрібно стежити за тим, щоб температура повітря, яке подається в кабіни, не перевищувала 80°C . Перевищення температури може викликати короблення, плавлення пластмасових виробів внутрішнього облицювання літака. Забороняється залишати без догляду працюючі засоби підігріву.

Після стоянки літака при негативних температурах зовнішнього повітря водяна система заправляється водою, підігрітою не нижче 50°C , а приймальні баки санвузлів – хімідиною з температурою $30 \div 40^{\circ}\text{C}$, і тільки після підігріву кабін. Запірні клапани прогріваються теплим повітрям. Перед заправленням водою потрібно переконатися у відсутності закупорки дренажного трубопроводу, щоб уникнути роздуття бака.

Особливості авіаційної техніки, які вимагають підвищеної уваги при експлуатації в осінньо-зимовий період:

- підвищена усадка амортизаторів шасі і пневматиків коліс;
- обмерзання кінцевих вимикачів, замків і серег підвіски шасі;
- обмерзання механізації крила при посадці на ЗПС, покриту вологою, снігом;
- попадання кристалів льоду на сітки паливних фільтрів через наявність вільної води в паливі;
- скупчення вологи в незаповнених паливних баках.

Основні недоліки при технічній експлуатації авіаційної техніки в осінньо-зимовий період:

- неповне видалення льоду і снігу з поверхні літаків приводить до відмови систем керування і погіршенню аеродинамічних якостей;
- негерметичність водяної і каналізаційної систем санвузлів

може привести до появи льоду в підпільному просторі і, як наслідок, до відмов систем АіРЕО, порушенню центрівки і збільшенню ваги літака;

– несвочасне зливання відстою з паливних баків приводить до нагромадження в них значної кількості води, до відмов паливної системи;

– порушення інструкції з техніки безпеки й експлуатації наземних підігрівників, залишення їх без нагляду може спричинити пожежу на літаку;

– відсутність чіткого зв'язку між людьми, які здійснюють буксирування літаків, і буксирування бригадою не в повному складі приводить до ушкодження літаків;

– запуск і випробування двигунів на стоянках з не вилученим льодом, снігом, поганим швартуванням літака призводить до небезпечних ушкоджень планера і двигунів;

– несвочасна установка заглушок і обробка літака від льоду і снігу при знятих заглушках призводить до відмов мембрано-анероїдних приладів, ушкодженню двигунів й інших наслідків.

1.3.2. Особливості експлуатації і технічного обслуговування повітряних суден у весняно-літній період

Перехід до весняно-літньої навігації і експлуатації авіаційної техніки у весняно-літній період має ряд особливостей, які необхідно враховувати при організації виконання робіт на літаках і їх силових установках.

Практика показує, що період переходу від зимової навігації до літньої характерний деяким зниженням пильності й уваги з боку особового складу і це, як наслідок, спричиняє зниженню якості технічного обслуговування. Тому в цей період потрібні максимальна уважність і почуття відповідальності при підготовці літаків до польоту.

Літній період навігації звичайно є самим напруженим і самим відповідальним. Максимальна інтенсивність польотів у цей період вимагає максимуму справності літако-моторного парку. Від якісної підготовки авіаційної техніки багато в чому залежить її інтенсивний наліт улітку.

Весняний (перехідний) період

Період переходу до весняно-літньої навігації характеризується підвищеною вологістю навколишнього середовища. Тому в цей період необхідно ретельно оглянути планер у місцях, підданих корозії: корозію зачистити і відновити захисне покриття.

Через різкі коливання температури неякісна обробка санвузлів після польоту і тривалої стоянки може призвести до замерзання рідини в трубопроводах і їх руйнуванню. Тому в перехідний період необхідно виконувати всі роботи по даній системі в обсязі, передбаченому для зимової експлуатації.

Наявність негативних температур необхідно враховувати і при мийці літака, для чого потрібно стежити за наявністю заглушок на приймачах статичного і динамічного тиску, тому що влучення вологи і її замерзання веде до відмови приладів.

Через часті атмосферні опади погіршується стан ЗПС, у зв'язку з чим пред'являються жорсткі вимоги до системи гальмування коліс. Отже, необхідно ретельно стежити за справністю цих систем і вчасно виправляти усі виниклі несправності.

Велика кількість дефектів у цей період виникає в системі сигналізації шасі. У зв'язку з цим необхідно ретельно оглядати елементи системи і цілком видаляти бруд, сніг і вологу з елементів шасі, замків, засувок, шарнірів і кінцевих вимикачів, обновляти мастило на штоках кінцевих вимикачів.

Необхідно ретельно контролювати відстіг палива, тому що велика вологість повітря, перепади температур, опади призводять до потрапляння вологи в паливну систему, а наявність низьких температур призводить до утворення інею на стінках паливних баків у випадку їх не дозавправлення при тривалій стоянці. Контроль обводнення палива в паливних баках літаків із ГТД робити двічі: перед заправленням і після заправлення літака.

Навесні, у період танення льоду, необхідно ретельно стежити за чистотою місць стоянок і надійністю установки упорних колодок при випробуванні двигунів, тому що можливий зрив літака з місця і його ушкодження.

У перехідний період, коли вночі ще мінусові температури, можливе обмерзання літаків на землі. Тому необхідно при передпольотній підготовці звертати особливу увагу на стан поверхні літака, на вузли навішених рулів, елеронів і вчасно видаляти іній, сніг і лід у цих місцях.

У цей період спостерігаються різкі перепади температур, унаслідок чого змінюється тиск у пневматиках коліс. Тому тиск у пневматиках потрібно витримувати в нижніх межах.

Літній період

При високих температурах у літній період виникає «посріблення» на органічних стеклах, у зв'язку з чим при тривалих стоянках літаків необхідно захищати застелення від впливу сонячних променів.

На герметичній частині фюзеляжу на стиках з'являються сліди тиоколової замазки, які необхідно періодично видаляти.

З настанням позитивних температур необхідно перевірити і довести до необхідних значень тиск азоту в амортизаційних стояках, демпферах, гідроаккумуляторах, гасителях пульсації та ін.

При переході до літньої навігації робиться перерегулювання натягу тросів у системах керування відповідно до графіків, тому що підвищення натягу тросів призводить до підвищення навантажень на елементи органів керування, що може привести до їх руйнування. З підвищенням температури навколишнього середовища змінюються параметри паливорегулюючої апаратури двигунів, що вимагає їхнього перерегулювання.

У літній період часто з'являються забоїни на лопатках перших ступенів компресора. Для запобігання цьому перед запуском необхідно ретельно очистити площадку перед двигуном і полити її водою.

Літній період більш пожежобезпечний. Тому необхідно постійно стежити за герметичністю агрегатів і комунікацій, особливо на силових установках, і ретельно дотримуватись всіх заходів протипожежної безпеки.

Літній період експлуатації характерний постійним потраплянням пилу на поверхні тертя та у зчленування. Тому

необхідно ретельно протирати робочі поверхні (наприклад, монорейок закрилків) і замінити мастило в зчленуваннях (наприклад, у шарнірах шасі).

В усіх випадках роз'єднання трубопроводів або агрегатів гідравлічної, паливної і масляної систем необхідно відразу ж заглушати отвори, щоб уникнути потрапляння пилу, бруду, води в магістралі.

Заглушки з повітрязабирачів і вихідних пристроїв двигунів перед вильотом необхідно знімати безпосередньо перед запуском двигунів, а після посадки – встановлювати перед висаджуванням пасажирів.

Під огляду ПС доцільно переконатись у відсутності пошкоджень атмосферою електрикою і сторонніми предметами.

Після виконання рейсу необхідно відразу ж зробити очищення і промивання зливальних баків і унітазів санвузлів, тому що несвоєчасне їх обслуговування призводить до появи неприємного запаху в кабінах.

Підготовка повітряних суден до сезонного періоду

Підготовка ПС до роботи в осінньо-зимовий період, як правило, закінчується в жовтні, а у весняно-літній період – у квітні. При цьому підготовка до експлуатації починається не пізніше ніж за 2 місяці до початку відповідного періоду. Обслуговування проводиться в об'ємі однієї з форм періодичного ТО, який визначається регламентом для ПС та ГТД (ГД) і крім того виконується додаткові роботи, які пов'язані з особливостями даного типу ПС. Проводиться ретельна дефектація літаків і вертольотів, їхніх систем, побутового обладнання. Особлива увага звертається на виконання доробок по бюлетенях промисловості і вказівок департаменту ЦА.

На усіх ПС проводиться перевірка змінного обладнання чохлів, заглушок бортового аварійно-рятувального устаткування, їхньої справності та працездатності. Крім того, перевіряється документація, правильність її ведення, наявність формулярів і рас-тортів на всі агрегати та записів про напрацювання.

Літак або вертоліт вважаються підготовленими до експлуатації в осінньо-зимовий (весняно-літній) період, якщо роботи, передбачені регламентом ТО, виконані в повному обсязі, ПС оглянуто комплексною комісією й у формулярі зроблений запис: «Літак (вертоліт) до експлуатації в осінньо-зимовий (весняно-літній) період підготовлений», зазначені вид виконання технічного обслуговування, номер карти-наряду, дата, підпис особи, відповідальної за ведення формуляра.

Авіапідприємство вважається підготовленим до сезонного періоду експлуатації, якщо 90% літакового парку оглянуто й прийнято комісією, особовий склад пройшов підготовку і повному обсязі і здав заліки по експлуатації авіатехніки; наземне устаткування та засоби механізації для технічного обслуговування ПС відремонтовані; проведено профілактичне обслуговування стендового обладнання і контрольно-перевіральної апаратури.

1.4. Особливості технічної експлуатації ПС при впливі турбулентної атмосфери

В атмосферному повітрі завжди спостерігаються його неупорядковані, вихрові (турбулентні) рухи, причиною яких є наявність в атмосфері градієнтів температур, тисків і швидкостей. До того ж на виникнення атмосферної турбулентності впливає рельєф місцевості, наявність струменевих потоків і різких фронтів погоди. Причини турбулентності на різних висотах різні.

На малих висотах турбулентність атмосфери зустрічається головним чином у теплий час року через нерівномірне нагрівання поверхні землі (рілля, гори, лісу, водойми і т.д.) (рис.1.13.). При цьому створюються термічні потоки повітря, що впливають на політ повітряних суден. Таку дію на ПС вертикальних потоків повітря в турбулентній атмосфері називають *бовтанкою*. Найбільш відчутна бовтанка спостерігається в нижніх шарах тропосфери до висоти 3,5...4 км.

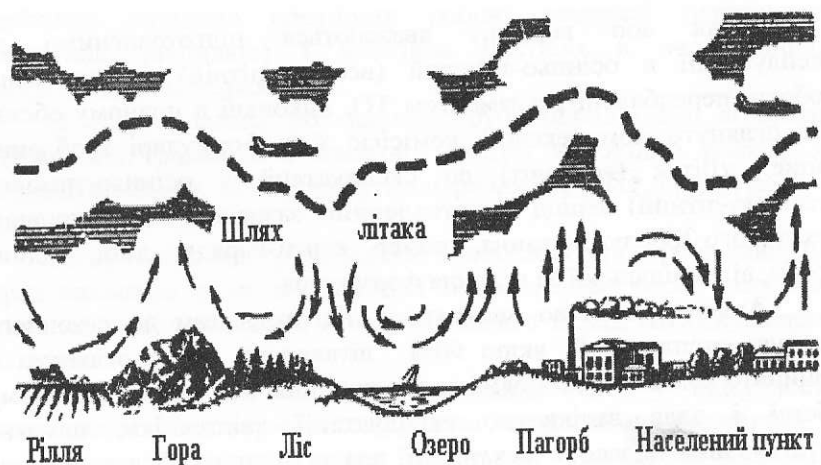


Рис.1.13. Повітряні термічні потоки над рельєфом земної поверхні і їхній вплив на створення бовтанки літака

На середніх висотах турбулентність виникає на межах холодних і теплих фронтів, а також у купчастій хмарності (рис.1.14.). На великих висотах, поблизу тропопаузи ($H=11000...13000\text{м}$) спостерігаються найчастіше горизонтальні потоки повітряних мас з різними швидкостями переміщення по висоті. При великих перепадах цих швидкостей виникає значна турбулізація повітряних потоків, яка викликає бовтанку ПС, що літають на цих висотах.

Турбулентність атмосфери охоплює, як правило, великі зони, що можуть бути як суцільними, так і переривчастими, а за часом існування від декількох годин до доби. Товщина турбулентних шарів складає 300...600 м. із шириною від 200 до 2500 м при горизонтальній довжині 50...200 км., але іноді товщина їх досягає 2...3 км при горизонтальній довжині до 1000 км. При цьому виникають струменеві потоки повітря на висотах від 5..7 до 15..18 км зі швидкостями 100...500 км/год і більше. Турбулентні зони нестійкі в часі і можуть зникнути через 30...50 хв. після виникнення.

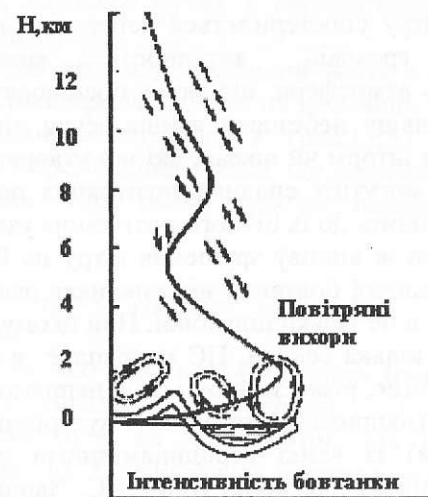


Рис.1.14. Залежність інтенсивності бовтанки від висоти

Чим інтенсивніша турбулентність, тим менше розміри охопленого нею шару атмосфери. Швидкості висхідних і спадних поривів вітру можуть перевищувати 20..30 м/с. Причому, найчастіше інтенсивна турбулентність виникає в нижніх шарах тропосфери до висоти 3 км, тобто на висотах польотів вертольотів, заходів на посадку і зльоту літаків.

Часто вертикальні неупорядковані потоки повітря в атмосфері пов'язані з утворенням хмар зі швидко мінливою структурою. Політ ПС, у таких хмарах супроводжується, як правило, інтенсивною бовтанкою. Найбільш сприятливі умови для розвитку турбулентності атмосфери створюються в умовах інтенсивної грозової діяльності і над гірськими районами.

Для літаків і вертольотів, що виконують польоти на малих висотах, серйозну небезпеку може являти *зсув вітру*, тобто різка і значна зміна швидкості і (або) напрямку переміщення повітряних мас на малій відстані. Явище зсуву вітру найчастіше викликається температурною інверсією на малих висотах, коли холодне повітря застоюється в приземному шарі (що характерно в передгірних долинах), а теплі вітри переміщуються над холодною повітряною

масою $Z_{\text{св}} \text{ вітру}$ спостерігається переважно в нічний час і при інтенсивній грозовій активності, викликаючи значну турбулентність атмосфери, що може посилюватись обмерзанням і градом. Найбільшу небезпеку явища зсуву вітру становить така його форма, як шторм чи шквал, які що утворюються в основному при взаємодії могутніх спадних повітряних потоків з поверхнею землі, що приводить до їх бічного розтікання уздовж його рельєфу.

Небезпека ж впливу зрушення вітру на ПС полягає в тому, що крім виникаючої бовтанки він викликає різку зміну повітряної швидкості ПС, а не тільки шляхової. При цьому, перетинаючи зону зсуву вітру за кілька секунд, ПС потрапляє в зону, де швидкість потоку, що набігає, різко змінюється, а напрямок може бути навіть протилежним (наприклад, невеликий зустрічний вітер зненацька стає попутним) із всіма аеродинамічними особливостями, що впливають звідси, для конструкції ПС. Звичайно, така інверсія спостерігається досить рідко, але імовірність її появи різко збільшується в умовах інтенсивної грозової діяльності над горбкуватою і гірською місцевістю.

З погляду пілотування літака турбулентність атмосфери характеризується двома показниками:

а) швидкістю вертикальних потоків повітря (висхідних чи спадних), W , м/с;

б) частотою турбулентності, f , Гц.

Швидкість вертикальних потоків повітря визначає:

– величину вертикального навантаження n_y , яке діє на літак і екіпаж;

– імовірність виходу на критичні кути атаки;

– зміну висоти польоту літака за маршрутом;

– стійкість роботи силової установки.

Частота турбулентності атмосфери визначає частотний спектр перевантажень і при деякій частоті негативно впливає на самопочуття екіпажу і пасажирів літака.

Розглянемо несприятливі наслідки бовтанки. Швидкість висхідних потоків на середніх і великих висотах досягає $W=15...20$ м/с, а в грозовому фронті – $W=30..45$ м/с. Швидкість спадних потоків трохи менше швидкості висхідних потоків.

У сталому горизонтальному польоті сума вертикальних сил,

що діють на літак, дорівнює нулю, а перевантаження дорівнює одиниці: $n_y = Y/(m \cdot g) = 1,0$.

При потраплянні літака у висхідний потік з вертикальною швидкістю W кут атаки крила зростає на величину α , внаслідок чого росте його піднімальна сила Y (рис.1.15). Це викликає вертикальні і кутові переміщення літака, що додатково впливають на зміну кута атаки. При цьому зростає перевантаження на величину Δn_y :

$$n_y = (Y + \Delta Y)/(m \cdot g) = 1 + \Delta n_y$$

Зважаючи на те, що вертикальні потоки (пориви) можуть бути висхідними і спадними, відповідно, і збільшення перевантаження може бути як позитивним, так і негативним, тобто $\Delta n_y = \pm \Delta Y/(m \cdot g)$. Це викликає додаткові навантаження і напруги в силових конструкціях ПС. При великій турбулентності атмосфери перевантаження, які виникають, можуть викликати напруги, що перевершують установлений запас міцності даного ПС.

З рис.1.15 видно, за рахунок чого виникає приріст кута атаки крила при дії вертикального висхідного потоку:

$$\text{tg} \Delta \alpha = W/V,$$

де W – швидкість вертикального висхідного потоку; V – швидкість польоту літака; $\Delta \alpha$ – збільшення кута атаки крила.

Зважаючи на малу величину $\Delta \alpha$, можна прийняти

$$\Delta \alpha = W/V.$$

Тоді збільшення вертикального перевантаження через зміну кута атаки крила і приросту його піднімальної сили становить:

$$\begin{aligned} \Delta n_y &= \pm \Delta Y/(m \cdot g) = \pm (C_y \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot \Delta \alpha)/(2 \cdot mg) = \\ &= \pm (C_y \cdot \rho \cdot W \cdot V \cdot S)/(2 \cdot m \cdot g), \end{aligned}$$

де C_y – коефіцієнт піднімальної сили крила;

ρ – щільність повітря; S – площа поверхні крила.

З цієї формули видно, що при даному значенні швидкості вертикального пориву потоку приріст перевантаження пропорційний швидкості польоту літака.

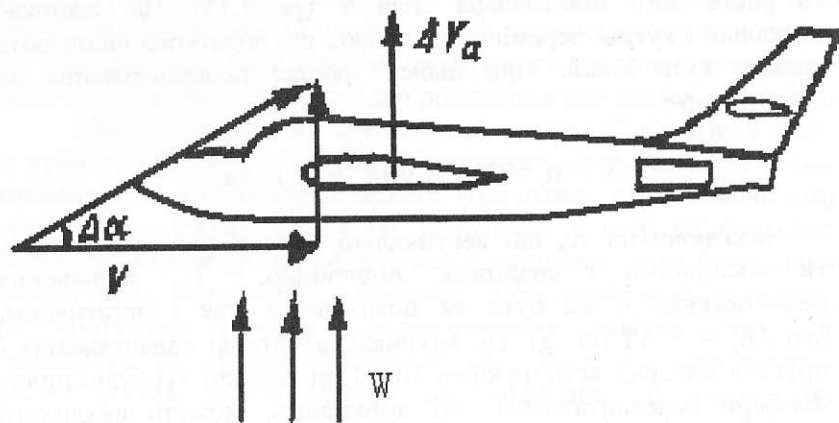


Рис.1.15. Вплив висхідного потоку на кут атаки крила літака

При польоті в турбулентній атмосфері діючі на ПС невідношені сили викликають не тільки вертикальні, але і бічні перевантаження Δn_z . Однак горизонтальні складові поривів вітру, як правило, менше впливають на зміну руху ПС.

Інтенсивність бовтанки δ характеризується величиною перевантаження (середній період дії перевантаження в бовтанку складає 0,5...1,5 с при швидкості польоту 500...800 км/год), а її величина визначається прийнятою шкалою оцінки інтенсивності бовтанки, представленої в табл. 1.3.

При слабкій і помірній бовтанці висота польоту літака практично не змінюється. Сильна і штормова бовтанка може мати місце при польоті в могутніх купчастих і грозових хмарах. Швидкості вертикальних поривів у них можуть досягати 20...30 м/с і більше, а зміна висоти польоту ΔH може досягати від сотень до 1500 ... 2000 м (рис.1.16).

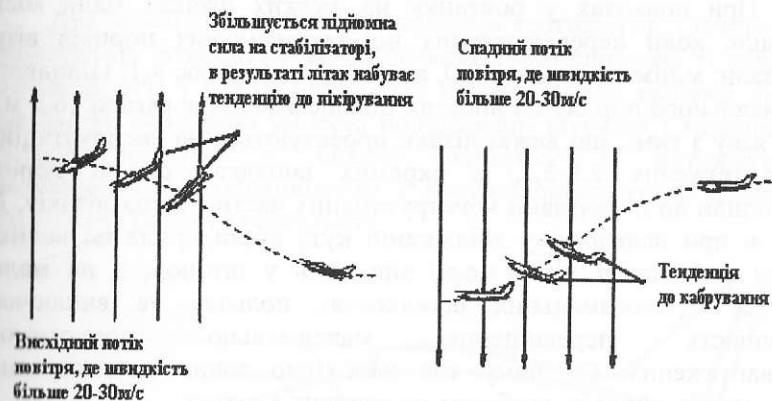


Рис.1.16. Політ в бовтанку у вертикальних потоках

Таблиця 1.3
Шкала оцінки інтенсивності бовтанки

Позначення	Оцінка, бали	Характеристика бовтанки	Дія бовтанки на літак і екіпаж	Величина перевантаження
δ_1	1	Слабка	Літак злегка погойдує. Слабкі окремі поштовхи	0,8 пу 1,2 (пу 0,2)
δ_2	2	Помірна	Погойдування підсилюється; поштовхи більш часті і сильні	0,5 пу 1,5 (пу 0,5)
δ_3	3	Сильна	Літак іноді провалюється. Сильні пош-товхи. Членів екіпажу то при-тискає до сидінь, то підки-дає	1,5 пу 2 (пу 1)
δ_4	4	Штормова	Літак іноді кидає. ленив екіпажу сильно притискає до сидінь, або від-риває від них	пу < 0; пу > 2 (пу > 1)

При польотах у бовтанку на важких літаках мали місце випадки, коли перевантаження від вертикальних поривів вітру складали: мінімальні мінус 2,0, а максимальні плюс 4,1. Швидкість вертикального пориву на висотах більше 7000 м досягала 16,3 м/с. У зв'язку з тим, що важкі літаки проектується на експлуатаційні перевантаження 2,8-3,2, в окремих випадках сильні пориви приводили до деформації конструктивних частин таких літаків. До того ж при надмірному збільшенні кута атаки крила на великій висоті у бовтанці літак може зірватись у штопор, а на малих висотах і максимальних швидкостях польоту не виключена можливість перевищення максимально допустимого перевантаження. От чому так необхідно точне прогнозування струменевих потоків, особливо на великих висотах.

Відповідно до Авіаційних правил України проходити між двома грозовими хмарами дозволяється, якщо відстань між ними по фронту не менше 20000 м, а польоти в зоні активної грозової діяльності взагалі заборонені.

Горизонтальні і вертикальні турбулентні повітряні потоки впливають на роботу турбореактивних двигунів. При значній нерівномірності потоку на вході в компресор ТРД вони можуть привести до великих неприємностей. Відомі випадки самовимикання двигунів у польоті, особливо на великих висотах, де ТРД більш чутливий до зменшення витрати повітря. У зоні вертикальних потоків утворюються косий напрямком повітря в двигун (рис.1.17), що приводить до зменшення витрати повітря, помпажу і самовимикання двигуна.

Бовтанка негативно позначається на самопочутті членів екіпажа і пасажирів ПС. Дослідженнями встановлено, що на людину в польоті несприятливо впливають не тільки абсолютне значення перевантажень, але і їхня частота. Частота перевантажень при швидкості польоту 500 ... 800 км/год складає в середньому 0,7...2 Гц. Однак у польоті можливі випадки виникнення перевантажень з частотою 4 ... 5 Гц, що важко переноситься членами екіпажа і пасажирями, тому що цьому діапазону відповідають власні частоти коливань тіла людини, при яких верхня і нижня частини тіла починають коливатися в протифазі.

Для забезпечення безпеки польотів вертольотів в інтенсивно турбулентній атмосфері залишаються справедливими ті загальні закономірності і рекомендації, що визначені для екіпажа літака. При цьому основною умовою полегшення польоту і підвищення безпеки польотів у сильну бовтанку є витримування рекомендованого керівництвом з льотної експлуатації діапазону швидкостей польоту вертольота.

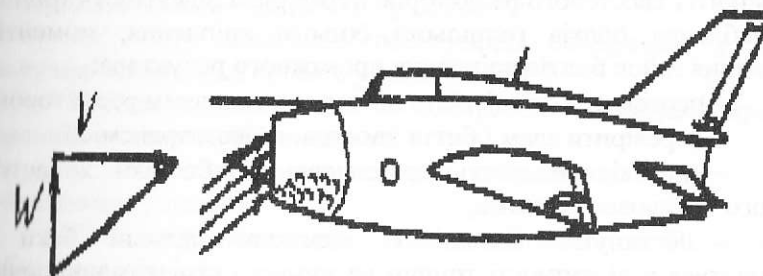


Рис.1.17. Вплив вертикального потоку повітря на роботу повітрязабирача ТРД

На літаках після їхнього потрапляння в зони інтенсивної турбулентності атмосфери відповідно до регламентів технічного обслуговування проводяться такі обов'язкові роботи:

- ретельно оглянути і переконатися в справності системи управління (рулів, елеронів, закрилків), у відсутності деформацій, тріщин, руйнувань тяг, качалок, кронштейнів;
- перевірити замки прибраного положення стійок шасі, місця кріплення замків і підвищення опор;
- оглянути і переконатися в справності вузлів кріплення пілонів, двигунів, крила, стабілізатора, рулів, елеронів, закрилків;
- зробити огляд силового набору планера, мотогондол, крила і скріплення на предмет відсутності на них деформацій, тріщин, послаблення (обриву) клепок обшивки, слідів можливого влучення (розряду) блискавки;
- оглянути електростатичні розрядники і переконатися в їхній справності.

На вертольотах при спеціальному технічному обслуговуванні передбачено виконання наступного переліку обов'язкових робіт:

- ретельно оглянути обшивку, силовий набір фюзеляжу, хвостової і кінцевої балок. Перевірити відсутність тріщин і послаблення клепок на силових шпангоутах фюзеляжу і хвостової балки;

- оглянути вузли кріплення двигунів, головного, проміжного і хвостового редукторів, перевірити відсутність тріщин і послаблення болтів (шпильок) їхнього кріплення, моментів затягування гайок болтів кріплення проміжного редуктора;

- перевірити співвісність двигунів з головним редуктором;

- перевірити злам і биття хвостового вала трансмісії;

- перевірити якість приклеювання обшивки лопастей несучого і рульового гвинтів;

- оглянути підвісні і додаткові паливні баки і переконатися у відсутності тріщин на вузлах і стрічках кріплення баків, відсутність течії палива по швах і опорних поверхнях обичайки.

Інші елементи конструкції літаків (вертольотів) оглядається і перевіряються відповідно до РТО за однією з форм технічного обслуговування даного типу літака (вертольота).

Про всі несправності, які виявлені при огляді літаків і вертольотів, записують в наряді на дефекацію й усунення дефектів. Після їхнього усунення всі члени комісії розписуються в зазначеному наряді про справність ПС. Якщо на ньому необхідно виконувати заводський ремонт, комісія складає акт і робить запис у формулярі літака (вертольота).

Питання для самоконтролю

1. В чому полягає небезпека наземного обмерзання?

2. Розгляньте групи наземного обмерзання, їх вигляд та умови їх появи.

3. Охарактеризуйте засоби захисту від наземного обмерзання та видалення льоду з поверхонь ПС.

4. Опишіть процеси користування рідинним, тепловим та механічним засобами захисту від наземного обмерзання.

5. Опишіть властивості рідини „Арктика” та способи її застосування.

6. В чому полягають фізичні умови виникнення обмерзання ПС у польоті?

7. Охарактеризуйте основні показники обмерзання у польоті.

8. Як класифікують види і форми льодоутворень на аеродинамічних поверхнях ПС у польоті?

9. У чому полягають особливості обмерзання у польоті несучих поверхонь і органів управління ПС?

10. Назвіть особливості обмерзання повітрязабирачів і силових установок ПС у польоті.

11. Як класифікують способи та системи захисту ПС від обмерзання у польоті?

12. В чому полягають особливості польотів ПС в умовах обмерзання?

13. Охарактеризуйте осінньо-зимовий та весняно-літній періоди експлуатації авіаційної техніки.

14. Опишіть особливості обслуговування повітряних суден в умовах низьких температур.

15. Розгляньте особливості виконання робіт з технічного обслуговування ПС в осінньо-зимовий період.

16. Які особливості авіаційної техніки, що потребує підвищеної уваги при експлуатації в осінньо-зимовий період?

17. Назвіть основні недоліки при технічній експлуатації в осінньо-зимовий період.

18. Розкажіть про особливості експлуатації повітряних суден у весняно-літній перехідний та літній періоди.

19. Які причини виникнення інтенсивної турбулентності атмосфери?

20. Як впливають вертикальні потоки повітря на політ ПС та роботу силових установок?

21. Які роботи з технічного обслуговування ПС обов'язково виконуються після його потрапляння в зону інтенсивної турбулентності атмосфери?

2. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В УМОВАХ ЖАРКОГО КЛІМАТУ

2.1. Особливості експлуатації ПС на заповишених аеродромах

2.1.1. Коротка характеристика заповишеності повітря

У повітряному просторі Землі завжди міститься деяка кількість пилу, що переміщується разом з повітряними масами, як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках. У більшості випадків пил утворюється через вітрову ерозію ґрунту під впливом сонячної радіації, дощів, турбулентності атмосфери, перепадів тиску і температури. Він являє собою суміш неорганічних сполук (переважно дрібні частки кварцу, польового шпату, різних солей і інших елементів розміром від 1.5 мкм до 50 мкм) і органічних речовин, що являють собою спори рослин, цвілеві грибки, бактерії, віруси, дрібні залишки комах і рослин, частки волокон вовни, бавовни і т. п. До найбільшої заповишеності схильні райони з піщаним і супіщаним ґрунтом (пустелі і напівпустелі), а також гірничо-пустельні райони зі слабкою рослинністю.

Поблизу промислових центрів повітря додатково забруднюють викиди промислових підприємств, теплових електростанцій і котелень. При цьому міський пил містить близько 40 % органічних речовин, які складаються, в основному, із сажі і смол, що роблять не тільки ерозійний, але і корозійний вплив на деталі машин, у тому числі й на авіаційну техніку.

Кількість пилу в атмосфері коливається в дуже широких межах: від 20000 частинок у 1 л повітря над великими промисловими центрами до 10...15 на 1 л над лісовими масивами. Причому, забруднення повітря пилом істотно зростає при наближенні до земної поверхні.

Забруднення атмосфери характеризується наступними середніми значеннями масової концентрації пилу (на висотах менше 1 км від поверхні землі): над морем (океаном) – до 1 мг/м³, над містами і промисловими центрами –

до 3...5 мг/м³, над ґрунтовими злітними смугами аеродромів, а в сухий час над будь-якими ЗПС – до 10 мг/м³. У степовій, пустельній і напівпустельній місцевостях кількість пилу в повітрі може зростати в десятки і навіть у сотні разів. Наприклад, при експлуатації ПС із ґрунтових аеродромів на піщаному (чи супіщаному) ґрунті концентрація пилу в повітрі може досягати 500.....1000 мг/м³.

Розподіл пилу по висоті залежить від розмірів частинок, ступеня турбулентності повітря (наявності висхідних і спадних потоків). На висотах до 1...2 км переважають частинки розміром 0,5...20 мкм. Частинки неорганічного пилу мають кристалічну структуру, шорсткувату поверхню і форму пластинок, круглих лусочок, голочок і т.д.

Таким чином, ступінь заповишеності повітряного простору в районі аеродрому (особливо ґрунтового) залежить від мінералогічного і дисперсного складу ґрунту, його вологості, способу обробки верхнього шару, наявності характерного трав'яного покриву, температурного і вітрового режимів, типу та характеристик ПС, які базуються на аеродромі, інтенсивності їхньої льотної експлуатації.

Екстремальним видом прояву пилового забруднення атмосфери на експлуатацію авіаційної техніки є пилова буря, яка являє собою перенесення сильним вітром значної кількості пилу або піску, що супроводжується погіршенням видимості. Такі атмосферні явища найчастіше виникають у пустельних і степових районах Землі, наприклад, у пустелях Північної Африки, Центральної Азії, Аравійського півострова.

Підйом і перенос часток пилу і піску уздовж земної поверхні починається вже при швидкості вітру 5...8 м/с, а при наступному його посиленні до 15...20 м/с і більше пил піднімається на висоту декількох десятків і навіть сотень метрів. У деяких випадках дрібний пил може підніматися до висоти 2...4 км. Сильні вітри в місцевостях з товщиною шару пилу до 15...20 см негайно перетворюються в пилові бурі, у результаті яких величезні маси пилу переміщуються на сотні кілометрів і піднімаються на висоту 6...8 км. Навіть слабкі вітри, утворюючи "поземку", що піднімає пил на висоту 1...2 м, заносять у ПС велику

кількість пилу. При цьому середня кількість пилу усередині агрегатів і приладів на заповнених аеродромах може досягати 10...15 мг/дм², а товщина його шару – 3...5 мкм.

2.1.2. Вплив заповненості повітря на аеродинамічні поверхні повітряних суден

Негативний вплив пилу на аеродинамічні поверхні літаків і вертольотів, що базуються на ґрунтових аеродромах (площадках), характеризується наявністю на них типових ушкоджень у виді виразок і шорсткості від велокодисперсних абразивних часток, а також забоїв від дрібних каменів і інших сторонніх предметів, які підіймаються з поверхні землі гвинтами або низько розташованими ГТД літальних апаратів.

Найбільшою мірою таким ушкодженням піддаються лопасті повітряних гвинтів літаків, несучих і рульових гвинтів вертольотів. При роботі в заповненому повітрі лопасті гвинтів піддаються масовому абразивному впливу твердих часток, що дряпають метал і викликають інтенсивне руйнування їхнього поверхневого шару. Це обумовлено тим, що твердість часток пилу і піску значно перевищує твердість алюмінієвого сплаву лопастей.

Для захисту від абразивного зносу передніх частин лопастей гвинтів їх оковують листовою сталлю. Однак і таке обкуття швидко зношується, стає хвилястим, що значно скорочує міжремонтний ресурс лопастей і приводить до дострокового їхнього знімання з експлуатації для ремонту. Тому на більшості вертольотів передні частини лопастей захищають шляхом обклеювання листовою гумою або на шар гуми накладають обкуття з некорозійної сталі з поверхневою перхлорвініловою стрічкою. Але і такий спосіб не вирішує цілком проблему захисту лопастей гвинтів від абразивного зносу, тому що при тривалій експлуатації літаків із ТВД, ПД і вертольотів у сильно заповненому повітрі інтенсивно руйнується і сталеве обкуття, і гума, що є причиною виходу з ладу їх системи захисту лопастей від обмерзання та дострокового знімання з експлуатації.

2.1.3. Вплив заповненості повітря на працездатність агрегатів функціональних систем і шарнірних з'єднань

Висока заповненість повітря створює додаткові труднощі для технічного обслуговування паливної, масляної, гідравлічної, пневматичної й інших функціональних систем ПС, шарнірних з'єднань втулок повітряних, несучих і рульових гвинтів, силових циліндрів і амортизаторів шасі.

При високій концентрації пилу паливні фільтри грубого і тонкого очищення систем і двигунів часто забиваються пиловими відкладеннями. При цьому частки пилу можуть проникати через пори фільтрів або їхні запобіжні клапани в прецизійні пари агрегатів паливної автоматики ГТД, що викликає мимовільні коливання чи “зависання” частоти обертання ротора турбокомпресора, хитливу роботу (помпаж) і навіть зупинку двигуна. Пилові забруднення каналів паливних форсунок змінюють розрахункове температурне поле газового потоку, що може привести до тріщин елементів камер згоряння, лопаток соплового апарата, обриву робочих лопаток турбіни.

Частки пилу потрапляють і в масляну систему двигунів та редукторів. При цьому, циркулюючи разом з мастилом в системі, тверді мінеральні забруднення накопичуються і роблять підвищений абразивний вплив на поверхні тертя деталей, що значно знижує їхню надійність і довговічність. Крім того, пил сприяє окислюванню мастил шляхом захоплення молекул кисню на великій поверхні, що приводить до погіршення його протизносних властивостей. Тому мастило системи варто заправляти тільки через заправний фільтр або через штуцер централізованого заправлення (де таке передбачено), а огляд маслофільтрів робити при відсутності в повітрі пилу і піску з дотриманням усіх мір захисту від їхнього потрапляння в масло- систему.

Частина атмосферного пилу забруднює робочу рідину гідросистем ПС, проникаючи до неї через виконавчі штоки силових циліндрів і гідропідсилювачів, а також через дренаж гідробаків. При цьому основна маса часток забруднень при роботі гідросистеми переміщується разом з робочою рідиною. В

гідравлічних системах ПС застосовується велика кількість агрегатів із золотниковими парами, що мають малі зазори (8...10 мкм) між деталями в парах. Тому, потрапляючи в ці зазори, тверді частки атмосферного пилу можуть викликати збільшення сил тертя, а іноді і заклинювання золотників, клапанів і привести до небезпечних відмовлень системи керування ПС, забирання і випуску шасі, гальмування коліс та ін. Найчастіше твердість деяких часток забруднень перевершує твердість матеріалів пар тертя гідроагрегатів, що істотно збільшує інтенсивність їхнього зносу. Особливо піддані впливу пилу ущільнення штоків силових циліндрів і амортизаторів шасі. Таким чином, при експлуатації ПС в умовах підвищеної заповиленості повітря необхідно з особливою ретельністю контролювати чистоту робочої рідини і фільтрів гідросистем, а при заправленні гідробаків застосувати всі заходи проти потрапляння в них пилу і піску.

При напрацюванні в заповиленому повітрі 20...30 % міжремонтного ресурсу проявляється масовий дефект втулок повітряних, несучих і рульових гвинтів – це негерметичність шарнірних з'єднань. Хоча у даний час на шарніри втулок гвинтів встановлюються компенсатори тиску, які дозволили знизити швидкість розвитку негерметичності ущільнень, усе-таки цілком усунути цей дефект поки що не змогли. Тому в процесі експлуатації необхідно стежити за рівнем заправлення шарнірів, не допускаючи їхнього перезавилення. Дозавилення шарнірів рекомендується робити після повного осідання пилу.

Після польотів у заповиленому повітрі, крім очищення планера, необхідно частіше замінити змащення в шарнірних сполуках, підшипниках відкритого типу, які є ідеальними місцями скупчення пилу, наслідками чого є їхній підвищений знос, сутужне обертання і навіть заклинювання.

Варто також враховувати, що пил, викликаючи інтенсивне руйнування захисних покриттів усіх видів і адсорбуючи вологу, значною мірою сприяє утворенню атмосферної корозії на металевих деталях, особливо у важкодоступних для оглядів ділянках конструкції ПС. До того ж, у багатьох випадках пил викликає появу плісняви. Тому рекомендується після польотів продувати стисненим повітрям відсіки двигунів, редукторів, соти

маслорадіаторів і інші можливі місця скупчення пилу. Для деяких типів ПС після визначеного наробітку передбачаються спеціальні заходи, наприклад, промивання і проливка порожнин опор двигунів.

З метою зменшення забруднення ПС пилом і зниження його шкідливого впливу рекомендується систематично зволожувати водою місця стоянок, площадок для виконання регламентних робіт, ретельно підганяти чохла і заглушки, контролювати стан ущільнень і замків капотів і технологічних лючок.

2.1.4. Вплив заповиленості повітря на роботу силових установок

Технічне обслуговування і робота силових установок сучасних ПС значно ускладнюється в умовах високих температур зовнішнього повітря, що супроводжуються його заповиленістю. При цьому кількість і дисперсний склад пилу й інших забруднень, що засмоктуються в двигуни, залежать від їхніх розмірів, потужності, розташування на ПС і режимів роботи. Найбільшу кількість пилу “засмоктують” ГТД вертольотів, тому що значна частина пилу, яка підіймається із землі індуктивним потоком несучого гвинта, потім відкидається ним вниз і потрапляє в зону розрідження, що створюється двигунами, і засмоктуються в їх повітрязабірники. Варто враховувати, що у вертольотів одногвинтової схеми з НГ лівого обертання в лівий двигун потрапляє більше пилу, ніж у правий.

Частки пилу, що потрапляють у вхідні пристрої двигуна, рухаються з великою швидкістю по його проточній частині і викликають інтенсивний абразивний знос деталей компресора. Найбільшому зносу піддаються робочі лопатки по вхідній крайці й увігнутому боку. При цьому лопатки перших ступенів зношуються по усій висоті, а лопатки останніх ступенів – по периферії через центрифугування часток пилу в компресорі. Досить сильному зносу піддаються також лопатки спрямляючих апаратів і внутрішня поверхня корпусу компресора.

Інтенсивний знос проточної частини компресора ГТД приводить до погіршення помпажних характеристик, зменшення ступеня підвищення тиску повітря і ККД компресора, зростання температури газів, падіння тяги (потужності) двигуна, збільшенню питомої витрати палива.

При експлуатації ГТД у заповненому повітрі, крім деталей компресора, ерозійному зносу і руйнуванню піддається покриття елементів вхідного пристрою двигуна і деталі камери згоряння. Це приводить до прискорення зносу лабіринтових ущільнень і підшипників ротора, погіршується якість розпилу палива й охолодження камер згоряння. Потрапляння часток пилу в повітряні магістралі системи автоматичного регулювання двигуна може привести до порушення функціонування даної системи. Пил істотно інтенсифікує процеси нагароутворення на лопатках турбіни. При деякому хімічному складі пилу на них може утворитися силікатний "панцир", який значно змінює конфігурацію лопаток, що приводить до зниження ККД турбіни і двигуна в цілому.

Таким чином, забруднення елементів проточної частини пилом, комахами й іншими забрудненнями значно погіршує експлуатаційні характеристики ГТД, приводить до їхньої хитливої роботи, відмов, а в підсумку до дострокового знімання з експлуатації і відправленню в ремонт.

Зниження негативного впливу від потрапляння пилу в двигуни можливо такими способами: конструктивними рішеннями; діагностикою технічного стану двигунів; експлуатаційно-профілактичними заходами.

Серед конструктивних рішень по захисту проточної частини ГТД від шкідливого впливу пилу є установка у повітрязбірник двигуна спеціального пилозахисного пристрою (ПЗП), а на поршневих двигунах – спеціальних фільтруючих сіток. Найбільше поширення одержали ПЗП інерційного типу з двома ступіннями очищення повітря від пилу для захисту газотурбінних двигунів вертольотів.

Принцип роботи ПЗП інерційного типу полягає в наступному (рис.2.1).

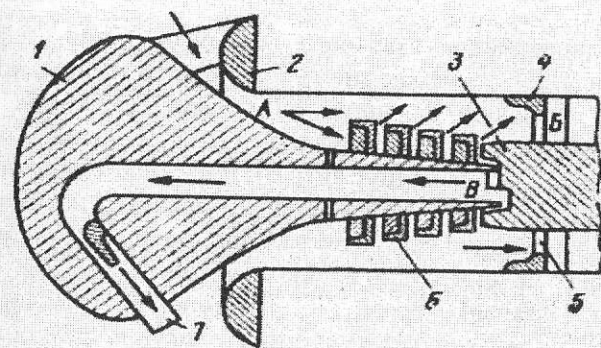


Рис. 2.1. Пилозахисний пристрій інерційного типу

У результаті розрідження, яке створюється компресором при роботі ГТД, заповнене повітря проходить через вхідний кільцевий скривлений тунель А, утворений задньою частиною обтічника 2, колекторною губою 3 і зовнішньою обичайкою 4. При цьому під дією відцентрових сил частки пилу притискаються до поверхні обтічника і, переміщуючись разом з частиною повітря, потрапляють на вхід сепаратора 6 у канал В, що являє собою пилову пастку. Більша частина запиленого повітря, очистившись від пилу в першому ступені ПЗП (скривленому тунелі А), проходить по каналу Б, утвореному зовнішньою обичайкою 4 і сепаратором 6, на вхід до двигуна. Менша частина заповненого повітря, проходячи через сепаратор 6, очищається в ньому за рахунок повороту потоку в криволінійних міжкільцевих каналах, надходить у канал Б і далі на вхід у двигун. Найбільш заповнене повітря (пиловий концентрат) проходить у канал В і далі в трубопровід 7 виведення пилу. За рахунок розрідження, що створюється ежектором 7, пиловий концентрат відсмоктується і викидається в атмосферу.

ПЗП включається в роботу при подачі до ежектора стиснутого повітря, що забирається від компресора двигуна через заслінку з дистанційним електрокеруванням. Ступінь очищення повітря від пилу за допомогою ПЗП складає близько 75 %, втрати потужності ГТД при включеному ПЗП - 5...6%, при виключеному ПЗП - 2...3%, маса комплекту ПЗП близько 50 кг.

Особливостями технічного обслуговування вертольотів, обладнаних ПЗП, є необхідність постійного контролю чистоти сепаратора, знімаючи обтічник. Засмічення сепаратора травою й іншими забрудненнями приведе до зниження і втрати працездатності ПЗУ, збільшує витрати потужності двигунів.

У ГТД сучасних літаків ПЗП, як правило, не застосовують через порівняно великі габаритні розміри, маси і гідравлічні втрати, що створюються ними при великих витратах повітря. Тому для зменшення пилової ерозії і підвищення довговічності і зносостійкості деталей газотурбінних двигунів літаків при їхній експлуатації в зонах підвищених температур і заповишеності повітря при проектуванні двигунів виконують спеціальні конструктивні заходи: лопатки компресора виготовляють з матеріалів, що мають підвищену твердість, застосовують спеціальну конфігурацію корпусу компресора для зниження імовірності потрапляння пилу в двигуни, захищають компресор від улучення дрібних твердих предметів із ЗПС і рульових доріжок, використовують спеціальні оптичні прилади для контролю стану лопаток компресора і турбіни. Поряд з конструктивними рішеннями не менш важливі своєчасний контроль і діагностика технічного стану деталей двигунів, які піддаються найбільшому зносу. При цьому застосовуються спеціальні оптичні прилади (бароскопи), які дозволяють оцінити ступінь пошкоджень конструктивних елементів двигунів. Такі роботи дозволяють запобігти появі відмовлень окремих систем силової установки і, особливо, відмовлень двигунів у польоті. До діагностичних робіт, насамперед, відносять контроль зносу лопаток перших ступенів компресора й інших деталей силових установок літаків і вертольотів. При визначенні ступеня ушкодження лопаток і виявленні на них тріщин використовуються неруйнівні методи контролю, (методи фарб і люмінесцентний, магнітний і струмовихровий, ультразвуковий та ін.) Періодичність контролю, припустимий знос лопаток, діагностичні засоби визначаються експлуатаційно-технічною документацією двигуна і ПС. При виявленні зносу лопаток, що перевищує допуск, встановлений для кожного типу двигуна, необхідно зняти двигун з експлуатації і відправити в ремонт.

Крім цього, стан двигунів, що працюють в умовах підвищеної заповишеності повітря, перевіряють на відповідність технічним умовам основних робочих параметрів двигунів. При періодичній перевірці роботи їх на землі застосовують діагностику двигунів за газодинамічними параметрами (температурі газів перед чи за турбіною, частоті обертання турбокомпресора), по максимальною потужністю (тязі), по рівню вібрацій, наявою продуктів зносу (металів, кремнію), які виявляються спектральним аналізом мастил, і т.д. Тому при відхиленні основних параметрів двигуна від їхніх нормальних значень необхідний ретельний інструментальний контроль зносу лопаток і перевірка роботи двигунів на різних режимах. Як показує досвід експлуатації ПС в умовах підвищеної заповишеності повітря рекомендується перевіряти стійкість роботи двигунів не рідше, ніж через 80...100 польотів, тому що помпаж є найбільш частим і небезпечним наслідком пилової ерозії лопаток компресора.

Як експлуатаційно-профілактичних заходів боротьби із заповишеністю повітря застосовується регулярний полив водою ґрунтових стоянок ПС перед запуском і перевіркою роботи двигунів на землі, зміцнення ґрунтів ЗПС і рульових доріжок на ґрунтових аеродромах, ретельне очищення площадок для стоянок ПС, скорочення часу роботи двигунів на землі і т.д.

У ряді авіакомпаній застосовують спеціальне промивання проточної частини двигунів водяним розчином поверхнево – активних сумішей з наступним промиванням чистою водою (за допомогою спеціальних установок). У результаті після такого промивання збільшується витрата повітря на 2...3%, знижується температура газу за турбіною, зменшується витрата палива на 1,5...2%, збільшується тяга, тобто дещо поліпшуються експлуатаційні характеристики двигунів.

Застосування на сучасних ПС газотурбінних двигунів модульної конструкції дозволяє підвищити надійність двигунів і економічні показники процесу експлуатації, тому що при ушкодженні деталей проточної частини їх можна замінювати на окремих модулях, без знімання двигуна з ПС та без відправлення його в ремонт.

2.2. Технічне обслуговування засклення кабін літаків

У процесі експлуатації засклення літаків піддається безпосередньому впливу великих напруг від аеродинамічних сил, перепадів тисків і температури, вологи, ультрафіолетового опромінення, що діють у різних сполученнях. Ці фактори змінюють властивості стекл.

Руйнування стекл, особливо герметичних салонів і кабін, у польоті зовсім неприпустимо, тому що це може призвести до важких наслідків. У зв'язку з цим догляд за заскленням літаків у процесі експлуатації здобуває великого значення.

Маючи малу твердість, органічні стекла легко дряпаються сторонніми предметами, піском, пилом. Найбільш характерними їхніми дефектами є подряпини, забоїни, тріщини, "срібло", потертості, жовтизна, помутніння.

Подряпини - механічні ушкодження, добре видимі при огляді. Малопомітні подряпини з незначною глибиною і шириною називають волосяними. Вони утворюються в результаті впливу піщано-гравійного пилу, піднятого повітряними потоками на аеродромі, а також недбалого догляду за склом обслуговуючого персоналу.

Забоїни – механічні ушкодження в результаті удару твердими предметами. Вони мають невелику довжину і найрізноманітніші обриси. Для кожного типу літака припустима глибина, довжина, ширина подряпин і забоїв строго визначені технологічними вказівками.

Тріщини – скрізні і нескрізні – легко виявляються при огляді у виді блискучих смуг. Вони утворюються від випадкових ударів, а також у результаті відхилень від установленої технології виготовлення і монтажу засклення. Тріщини на силових стеклах неприпустимі.

"Срібло" – ділянки поверхні скла, на яких виявляється велика кількість блискучих вузьких смужок-тріщинок, розташованих паралельно чи хаотично, що при певному освітленні надають склу сріблястий блиск. Іноді на поверхні скла можуть зустрічатися й окремі "серебринки". Срібло утворюється під дією розтягувальних

напруг, які перевищують визначене значення і виникають у результаті відхилення від установленої технології виготовлення чи монтажу стекл, а також у результаті порушень правил догляду за заскленням при експлуатації літаків.

Напруги розтягування можуть виникнути при місцевому нагріванні стекл до температури, вище припустимої, видаленні льоду з поверхні тепловим способом чи при енергійному шліфуванні скла наждаковим папером і пастою для усунення поверхневих дефектів. Багато органічних розчинників (ацетон, діхлоретан, етиловий спирт та ін.) і їхні пари викликають утворення "срібла" при порівняно невисоких рівнях напруг. Тому необхідно охороняти скло від контакту зі всіма органічними розчинниками і їхніми парами.

Огляд скла для виявлення "срібла" необхідно робити при гарному освітленні, змінюючи кут зору, під яким розглядається скло. "Срібло" не завжди добре видно і для його виявлення потрібна деяка звичка. На площу і кількість ділянок "срібла" маються допуски. Необхідно стежити за розвитком "срібла" і вживати заходів з його усунення. Якщо "срібло" з часом розвивається, то скло необхідно замінити. Подряпини, забоїни і "срібло" є концентраторами напруг. У той же час органічне скло дуже чуттєве до концентраторів напруг, особливо при динамічних, циклічних і тривалих навантаженнях. Ці ж дефекти погіршують зовнішній вигляд, що особливо важливо для засклення пасажирських салонів.

Вимір глибини подряпин та забоїв роблять за допомогою індикатора, ширину подряпин, розміри забоїв, глибину "срібла" вимірюють за допомогою мікроскопів чи луп.

Потертості – механічні ушкодження у вигляді суцільних чи переривчастих смуг, помітно заглиблених, з погіршеною прозорістю. Утворюються вони від впливу на скло герметизуючих профілів, декоративних рамок, притисків або від частого зіткнення чохла при неправильному заохленні. Потертості під закладенням не завжди помітні і не піддаються вимірам. Тому при технічному обслуговуванні літака при огляді засклення розміри потертостей під закладенням не контролюються.

Жовтизна виявляється по рівномірному жовтуватому

відтінку усього скла і не є дефектом. Таке скло допускається до експлуатації без обмеження.

Помутніння виявляється у вигляді матових плям на окремих ділянках скла. Воно може виникнути, наприклад, внаслідок влучення в міжстекольний простір часточок силікагелю з осушувальних патронів. Помутніння не знижує міцності стекол, але погіршує видимість, у зв'язку з чим є серйозним дефектом, особливо на склі кабін екіпажа.

Найбільш характерними дефектами силікатного скла в експлуатації є виколки, подряпини, відколи, відлипання, бульки.

Виколки—крапочні uszkodження поверхні скла, які являють собою западини у вигляді раковин, що не мають тріщин, які розходяться від них.

Подряпини-ушкодження полірованої поверхні скла, які являють собою витягнуту систему виломок, які безупинно переходять одна в іншу.

Відколи—місцеві uszkodження скла у вигляді раковин, що утворюються в результаті відриву від скла склеючої плівки обрамляючого скломатеріалу.

Відлипання склеєного шару - відставання склеєного шару скла, що виявляється у відбитому світлі.

Бульки—помітні включення газів у склі, які утворюються внаслідок витікання склеєної плівки.

На всі зазначені дефекти є допуски. Крім того, не допускаються до експлуатації скла, що мають:

- відлипання струмопровідної плівки в електронагрівальній зоні;
- іскріння електронагрівального елемента;
- тріщини зовнішнього і внутрішнього стекол.

При виявленні розтріскування зовнішнього скла політ продовжується до аеродрому базування, якщо дефект не заважає огляду. При цьому обігрів uszkodженого скла не відключають.

У тих випадках, коли кількість дефектів на склі перевищує припустимі норми чи виникає необхідність додати склу кращий зовнішній вигляд, можна деякі з них усувати. Подряпини, забоїни і “срібло” усувають, видаляючи шар скла, у якому розташовується дефект. Обов'язкова умова при усуненні дефекта-запобігання

місцевого нагрівання скла, тому що при зачищенні, шліфуванні і поліруванні його поверхня нагрівається, у результаті чого на ділянці знижується “сріблостійкість”. При порівняно глибокій подряпині чи забоїні (більш 0,05 мм) з поверхні скла знімається верхній шар на цій ділянці за допомогою шабера, циклі чи бритви.

Для запобігання оптичних викривлень при видаленні дефектів зі стекол кабін екіпажа слід робити плавні переходи. Обробку скла потрібно робити повільно, не більш одного подвійного ходу інструмента в секунду. Оброблювану ділянку скла безупинно охолоджувати тампоном, змоченим водою. Після видалення дефекту оброблену поверхню спочатку шліфують тонкою водостійкою абразивною шкуркою, змоченою водою, потім полірують спеціальною пастою. При цьому не можна допускати, щоб потьоки пасти попадали в щілині в місцях закладення стекол.

У деяких випадках “срібло” з засклення літаків видаляють за допомогою занурення скла у ванну з мастилом, нагрітим до температури 225-240°C. При цьому каркас зміцнюють жорсткими профілями. Під дією стискувальних зусиль і підвищеної температури відбувається “зварювання тріщин.

При технічному обслуговуванні літака необхідно приймати всі можливі заходи для запобігання ушкодженням поверхні стекол кабін екіпажа і пасажирів. Під час фарбування літака і каркасів деталей засклення скла знімають чи заклеюють папером, використовуючи нейтральні до матеріалу засклення клеї (глюкозокрахмальний, казеїноглицериновий, желатиноглицериновий та ін.). При короткочасних фарбувальних роботах папір можна приклеювати технічним вазеліном чи іншим в'язким мастилом.

При утворенні на склі шару льоду, інею і примерзлого снігу його видаляють теплим повітрям чи водою. Температура теплого повітря, що стикається зі склом, повинна бути не вище 50°C, у протилежному випадку може з'явитися “срібло”. При використанні теплових машин для видалення льоду з поверхні стекол витримують відстань не менш ніж 6см від сопла машини. Температура теплої води, використовуваної для видалення льоду, не повинна перевищувати 60°C.

Після видалення льоду скло протирають м'яким ганчі'ям досуху, використовуючи бавовняні і байкові тканини, які повинні бути чистими, м'якими і не містити твердих включень. Не можна протирати скло вовняною і шовковою тканинами, а також тканинами із синтетичних матеріалів, тому що вони електризують скло, що сприяє швидкому осіданню пилу з повітря, який може містити і відносно тверді частки, здатні дряпати скло.

Лід зі стекол можна видаляти також рідиною "Арктика" тим же способом, як і при обробці фюзеляжу. Після обробки "Арктикою" скла не протирати.

Очищення від бруду робиться тканиною, змоченої в чистій воді, з наступним протиранням насухо, від жирових плям - серветками, змоченими 3-5%-ним розчином нейтрального (без лугу) мила. Якщо жирові плями мильною водою змиваються погано, то їх варто видалити тампоном, змоченим пастою для полірування органічних стекол, з наступним промиванням водою, тому що паста, яка залишилася на склі, сприяє розвитку "срібла". При низькій температурі навколишнього повітря, в умовах, які утруднюють очищення стекол водяними розчинами, дозволяється видаляти жирові плями тканиною, змоченої бензином Б-70, при цьому не можна допускати потрапляння бензину на елементи ущільнення. Забороняється в процесі миття зовнішньої поверхні літака щітками використовувати їх для миття стекол.

Для запобігання засклення від запотівання застосовують вологопоглиначі. Патрон вологопоглинача заповнений силікагелем-речовиною, яка добре поглинає вологу з повітря.

Необхідно стежити за кольором силікагелю в осушувальних патронах. При зміні кольору з волошкового на рожевий, що свідчить про повне насичення вологопоглинача водяними парами, силікагель треба замінити чи відновити шляхом його нагрівання в сушильній шафі при температурі 100-120°C протягом 1,5-2,0 год до відновлення волошкового кольору.

Металеві патрони із силікагелем можна сушити, не розбираючи, а потім зберігати в спеціальній упаковці, яка запобігає їх зволоженню.

Якщо передбачається тривала стоянка літака (не менш двох днів), то для запобігання скла кабіни екіпажа від впливу сонячних

променів, дощу, пилу, механічних ушкоджень і т.д. вони повинні бути закриті чохлами. Чохли повинні бути очищені від бруду, льоду і снігу, особливо з боку, зверненої до скла. На цій стороні повинна бути нашита байка. Між чохлами і склом повинен бути постійний зазор. Треба стежити, щоб чохлами не били по склу. Перед зачохлінням скло очистити від бруду, снігу, льоду.

2.3. Технічне обслуговування літаків після ураження розрядами атмосферної електрики

Одночасно із зростання використання і регулярності польотів літаків цивільної авіації зростає і кількість уражень літаків розрядами атмосферної електрики. Перед цивільною авіацією стоїть питання зниження числа уражень і пошкоджень при цьому авіаційної техніки, а також підвищення ефективності спеціального технічного обслуговування після ураження розрядом атмосферної електрики.

Розрядами атмосферної електрики літаки уражаються при польотах у районах грозової діяльності. Імовірність такої небезпечної ситуації визначається складною сукупністю ряду факторів, але насамперед відстанню між ПС і розрядом блискавки. Якщо максимальний лінійний розмір ПС (довжина фюзеляжу, розмах крила літака чи діаметр несучого гвинта вертольота) складає L , то при проходженні ПС на відстані від блискавки, меншому $2L$, блискавка практично напевно вдарить у ПС. Таким чином, чим більші розміри ПС, тим більша імовірність ураження його блискавкою. У загальному випадку ця імовірність у зоні активної грозової діяльності складає близько 1%.

Як свідчить статистика, удари блискавки у ПС найбільш часті при польоті в купчастій і купчасто-дошовій хмарності на висотах 3-5км, в близьконульовому діапазоні температур зовнішнього повітря, в умовах помірної бовтанки і дошових опадів. Літаки, які виконують зльоти і посадки, а також вертольоти, які літають переважно на малих висотах, уражаються блискавкою, як правило, при електричному розряді грозової хмари в землю. Приблизно половина всіх зареєстрованих випадків поразки ПС блискавкою відбулися в хмарах, які не є грозонебезпечними (в

основному шарувато-дошових), при відсутності зливових опадів і підвищеної турбулентності, але при наявності тривалих змішаних опадів - дощу і мокрого снігу. Ураження ПС блискавкою відзначалися переважно в осінньо-зимовий період (жовтень-лютий), коли грози практично не спостерігаються.

Такі своєрідні локальні розряди блискавки пояснюються наявністю на сучасних ПС безлічі генераторів, перетворювачів, акумуляторів, значною швидкістю польоту літака і витікання газів з реактивних двигунів. При цьому на поверхні ПС утворюється значний заряд статичної електрики. Хоч потужність цих розрядів-блискавок, на відміну від природних блискавок при грозах, невелика, однак висока концентрація цієї потужності у невеликому об'ємі поблизу ПС призводить до сильного і небезпечного уражаючого впливу на конструктивні елементи ПС.

В основному розряди атмосферної електрики уражають носову частину фюзеляжу, передні і задні крайки крила і хвостового оперення, зовнішні антени. Ураження літаків розрядами може призвести до таких наслідків:

- оплавлення чи пропалення обшивки і клепок планера (100% випадків);
- відмови радіоелектронного обладнання (60% випадків);
- ушкодження чи руйнування обтічників радіоелектронних станцій (50% випадків);
- порушення газодинамічної стійкості турбореактивних двигунів (10% випадків);
- намагнічування сталевих елементів конструкції планера.

В одному польоті літак може уражатися одним, двома і більше розрядами. При цьому положення літака щодо каналу розряду в атмосфері може бути різним. Напрямок розрядів щодо подовжньої осі літака, як показав аналіз, мають таку частоту: збоку ліворуч і праворуч - 44%, знизу - 30%, зверху - 13%, попереду фюзеляжу - 6,5%, крило - 6,5%.

Підставою для проведення робіт із спеціального технічного обслуговування є заява екіпажа про ураження літака розрядом (запис у бортовому журналі) чи виявлення наслідків ураження (опалення чи пропалення обшивки, клепок, розрядників

статичної електрики та ін.) при черговому технічному обслуговуванні.

Перед початком робіт необхідно доповісти керівництву про ураження літака електричним розрядом, зняти і відправити на розшифровку нагромаджувачі інформації самописів і магнітофонів. При цьому необхідно забезпечити збереження цієї інформації для роботи комісії з розслідування даного випадку.

Для підвищення ефективності спеціального технічного обслуговування роботи доцільно проводити в три етапи: інформаційний, технічний і оформлювальний.

Інформаційний етап виконується з метою одержання інформації, необхідної для оцінки й ухвалення рішення про глибину, обсяг і порядок (напрямок) проведення огляду і перевірок систем і устаткування. Джерелами служать екіпаж, бортова технічна документація (бортовий журнал, формуляр літака), дані розшифровок літакових засобів об'єктивного контролю.

У результаті опитування екіпажа інженер одержує інформацію про:

- особливості польоту в умовах грозової діяльності;
- кількість розрядів у літак і ймовірні зони дії;
- роботу силових установок після розряду, звертаючи увагу на можливість зміни режимів роботи двигунів у момент розряду і після;
- роботу і перевірку функціонування радіоелектронного, пілотажно-навігаційного устаткування й інших систем літака.

При одержанні цих зведень необхідно уточнити, чи супроводжувався політ наявністю перевантажень, зливових опадів, граду, обмерзання, тому що в цих випадках виконується спеціальне технічне обслуговування.

Інженер повинен ознайомитися з записами в бортовому журналі літака про відмови і несправності, виявлені у польоті, а також зі схемою місць попередніх поразок розрядами, щоб уникнути плутанини з новими слідами, проаналізувати дані розшифровок засобів об'єктивного контролю і переконатися у відсутності відхилень параметрів від технічних вимог.

Технічний етап спеціального технічного обслуговування полягає у виявленні й усуненні відмовлень і несправностей,

зв'язаних з поразкою літака розрядами атмосферної електрики, а також у виконанні тих робіт, які передбачені регламентом для цього випадку.

Спеціальне технічне обслуговування передбачає виконання таких робіт:

- огляд стану обшивки планера, статичних і демпфируючих розрядників, обтічників радіолокаційних станцій і блискавкозахисних шин, антен, датчиків і приймачів авіаційного і радіоелектронного устаткування;

- визначення входу і виходу розряду, кількості розрядів у літак, зон ушкоджень на планері;

- огляд силових установок;

- огляд устаткування, агрегатів і блоків авіаційного і радіоелектронного устаткування, розміщених під обшивкою в зоні ушкоджень;

- перевірка відповідності показань курсової системи і магнітних компасів;

- перевірка в лабораторії блоків авіаційного і радіоелектронного устаткування, підключених до антен, ушкоджених розрядом;

- перевірка працездатності устаткування, яке має сліди впливу від розряду;

- усунення наслідків від розряду.

Характерними ушкодженнями обшивки планера літаків при ураженні розрядами статичної електрики є порушення лакофарбового покриття, оплавлення і пропалення обшивки, клепок, металізації гвинтів фюзеляжу, крила, оперення, оплавлення і пропалення задніх крайок рулів, елеронів, закінцівок крила й оперення.

Ураження літака розрядом призводить у середньому до появи 30-50 характерних ушкоджень планера, в основному, оплавленню заклепок і пропаленню обшивки. Звичайно довжина сліду від розряду складає 5-20м, але зустрічаються і сліди розряду по всій довжині фюзеляжу.

Вхід розряду, як правило, розташовується в зоні найбільш імовірних ушкоджень: на передніх частинах фюзеляжу, носках

крила й оперення. Шлях розряду звичайно закінчується на розрядниках, закінцівках крила й оперення, розташованих на протилежній стороні літака від місця входу розряду.

Характер ушкодження обшивки планера (довжина сліду від розряду, відстань між точками ушкоджень, діаметр і глибина оплавлень) залежить від енергії розряду, конструктивних особливостей літака, а також від положення літака щодо каналу розряду в атмосфері. Найбільш значні ушкодження спостерігаються при виникненні розрядів попереду і знизу. При розряді попереду енергія розряду на вході в літак не розподіляється по планеру, а концентрується в одному місці в передній частині літака, де і спостерігаються найбільш значні ушкодження. При ураженні літака знизу спостерігається концентрація струмів розряду при виході з літака. Як правило, це відбувається на крайкових елементах кіля.

Під обшивкою у зонах ушкоджень необхідно оглядати елементи конструкції, тросів, штепсельні і високочастотні роз'єднання, електропроводку, блоки й агрегати авіаційного і радіоелектронного обладнання для виявлення оплавлень, пропалень, зміни кольору лакофарбового покриття і т.п. Огляд проводиться через спеціальні лючки в доступних для огляду місцях. При цьому слід звертати увагу на місця накопичення розряду і розриву сліду на окремих виступаючих елементах конструкції, що характеризуються, як правило, більш сильними ушкодженнями.

Найбільш небезпечними впливами розрядів на планер є розряди у роз'ємну частину крила, у районі розташування паливних кесонів-баків. Загоряння палива в баках можливо при таких умовах:

- наскрізні пропалення обшивки кесон-баків;

- виділення енергії, достатньої для нагрівання внутрішньої поверхні обшивки кесон-бака до температури спалаху парів палива;

- іскріння на внутрішній поверхні обшивки кесон-бака внаслідок перенапруг при розряді.

Розрядники статичної електрики при проходженні через них струмів розряду атмосферної електрики можуть оплавлятися, згоряти чи руйнуватися. Ушкоджений розрядник показує місце виходу розряду з елемента конструкції літака.

Крім статичних розрядників можуть установлюватись демпферні розрядники, які призначені для захисту конструкції літака від ушкоджень розрядом. Ушкоджений розрядом демпферний розрядник показує місце входу розряду. Ушкоджені розрядники статичної електрики і демпферні розрядники ремонту не підлягають, а замінюються на нові.

Дуже часто ушкоджуються носові обтічники радіолокаційних станцій (до 55% усіх ушкоджень), блоки й обладнання, яке розміщене під ними, їх блискавкозахисні шини, зовнішні антени, датчики і приймачі.

Однією з причин відмовлень авіадвигунів є вплив ударної хвилі від розряду, яка викликає збурення в потоці повітря перед двигуном, що приводить до зривних явищ на лопатках компресора і газодинамічній нестійкості роботи двигуна (помпажу). При цьому спостерігається падіння частоти обертання ротора двигуна, збільшується витрата палива, зростає температура газів за турбіною, виникає підвищена вібрація двигуна. Мають місце випадки, коли двигун знімався з літака через вплив на нього розрядів. Наслідки розрядів на двигунах можуть проявитися не відразу, а з часом. Тому при наявності слідів розрядів у зонах перед двигунами необхідно перевірити стан і параметри цих двигунів.

Усувати ушкодження і несправності елементів конструкції й обладнання літака, які викликані розрядом атмосферної електрики, необхідно згідно з діючою технічною документацією відповідно до типу літака.

Після закінчення робіт зі спеціального технічного обслуговування оформляється відповідна технічна документація, у якій фіксуються дата ураження літака електричним розрядом, усі дефекти і несправності, їх характер і виконані відновлювальні роботи, розрахунок збитків від ураження літака розрядом.

2.4. Запобігання ушкодженню авіаційної техніки мікроорганізмами, комахами і гризунами

Мікробіологічні пошкодження

Досвід експлуатації авіаційної техніки показує, що однією з серйозних проблем, які призводять до зниження надійності ПС, є вплив мікроорганізмів (пліснявих грибів, бактерій) на його деталі матеріали і системи. Мікроорганізми – це найпростіші, бактерії, дріжджеві і цвілеві гриби, здатні споживати вуглець як джерело енергії. Цю енергію мікроорганізми, як і всі біологічні системи, отримують за рахунок окислювальних процесів.

Найактивніше діють мікроорганізми на полімерні та інші неметалічні матеріали. У деталях і системах сучасних ПС застосовується більш ніж 45% неметалічних матеріалів. Поживним середовищем для мікроорганізмів є пластифікатори, деякі наповнювачі та інші добавки, що входять до складу різних полімерних матеріалів. Під дією продуктів життєдіяльності мікроорганізмів може відбуватися зміна складу і структури самого полімеру.

Мікроорганізми завжди присутні в навколишньому середовищі (в повітрі, ґрунті, воді). Потрапляючи на вироби техніки і використовуючи певні компоненти матеріалів як джерело живлення, або впливаючи на них продуктами своєї життєдіяльності (агресивні органічні кислоти), мікроорганізми викликають як механічні пошкодження цих матеріалів, так і зміну їх фізико-хімічних, електричних та інших параметрів.

Мікробіологічні пошкодження матеріалів звичайно спостерігаються передусім там, де мають місце сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів: підвищена вологість, обмежений повітрообмін або його відсутність, наявність забруднень. При цьому багато які мікроорганізми володіють здатністю досить швидко пристосовуватися до зовнішніх умов, що змінилися. Так, більшість видів мікроскопічних грибів здатні розвиватися при температурах від +55°C до -45°C і відносній вологості повітря від 60% до 100%.

Проблема біопшкодження є особливо гострою щодо складних систем, до складу яких входять деталі (вузли, агрегати) з різних матеріалів: металів, полімерів, гуми, скла, тканин, лакофарбового покриття і ін. Це пов'язано з тим, що мікробіологічне пошкодження одного матеріалу сприяє пошкодженню іншого матеріалу, який знаходиться в контакті з першим. Зміна допустимих параметрів одного або декількох матеріалів може вплинути на надійність системи взагалі.

Термін експлуатації авіаційної техніки однозначно не визначає міри пошкодження металевих і неметалевих матеріалів. Вирішальними чинниками є умови експлуатації: частота польотів; порядок технічного обслуговування; місце і тривалість стоянки літаків; спосіб зберігання техніки і т.п. Якщо ПС, наприклад, заохлюється відразу після польотів, то це сприяє значній конденсації вологи, і при стоянці тривалістю в декілька діб можуть виникнути сприятливі умови для проростання спор пліснявих грибів. Міра біопшкоджень матеріалів залежить і від кліматичних умов експлуатації авіаційної техніки – найчастіше пошкодження мікроорганізмами спостерігається в місцях з теплим, вологим кліматом.

Мікробіологічну корозію металів можна розглядати як випадок електрокорозії, яка стимулюється продуктами життєдіяльності мікроорганізмів. Багато авіаційних матеріалів і їхні покриття не мають достатньої стійкості до біопшкоджень.

Біопшкодження варто розглядати в сукупності з іншими процесами руйнування матеріалів (атмосферна корозія, деструкція й ін.), що дозволить об'єктивно оцінити придатність авіаційної техніки до експлуатації в складних природно-кліматичних умовах.

Сприятливе сполучення високої температури і вологості, характерне в першу чергу для тропічних і субтропічних районів земної кулі, приводить до утворення пліснявих грибів - найбільш активних і частих біологічних шкідників авіаційної техніки.

Вплив пліснявих грибів на вироби і матеріали може бути прямим і непрямим. При прямому впливі весь матеріал або його складова частина, використовуваний грибом у якості джерела енергії і живильних речовин, приходить у негідний стан. Стимулюють появу пліснявих грибів вода, що міститься у

живильному середовищі або матеріалі, непровітрювані затемнені відсіки ПС, у які не потрапляють ультрафіолетові промені.

Руйнівному впливу цвілі схильні ізоляційні матеріали електропроводки, гумовотехнічні вироби, деталі з капрону, пінопласту, деревини, шкіри і різноманітних тканин.

Міра і характер пошкодження лакофарбового покриття залежить від того, розвиваються мікроорганізми на поверхні плівки чи проникають всередину її. Колонії грибів, зростаючи тільки на поверхні плівки, утворюють лише плями, які можна періодично усувати, стираючи їх або змиваючи. При цьому покриття практично не втрачає своїх захисних властивостей. Якщо ж цвіль розповсюджується всередину плівки, то покриття швидко руйнується, що приводить до поширення корозії захисного металу.

Наявність цвілі в приладах, в свою чергу, сприяє підвищенню вмісту вологи, що створює краплиноподібну плівку конденсату на поверхні матеріалів приладів. Такі плівки за рахунок адсорбції домішок з повітря є фактично тонкими шарами електроліту і здатні викликати корозію.

Продукти життєдіяльності цвілевих грибів, що розрослися на бавовняному оплетенні, уражають хлорвінілову ізоляцію, розташовану під оплетенням, наслідком чого є пігментація світлозабарвлених поверхонь, зниження міцності і пластичності, розтріскування ізоляції і зменшення її опору.

Більшість гумотехнічних виробів недостатньо стійкі до цвілевих грибів, які розвиваються, передусім, на пошкоджених ділянках (тріщинах, відшаруваннях) і різко прискорюють процес руйнування гуми. Під впливом цвілевих грибів гума змінює свої фізико-хімічні властивості так, ніби вона піддалася прискореному старінню.

Непрямий вплив цвілевих грибів полягає в тому, що в результаті їхнього окисного бродіння утворюються органічні кислоти (щавелева, глюконова), які викликають біологічну корозію металів і різних матеріалів. Біологічна корозія може призвести до руйнування металевих деталей, які знаходяться під навантаженням. Так, наприклад, межа втоми дюралюмінію після інтенсивного впливу цвілевих грибів знижується на 20-30 %. У результаті втрати експлуатаційної міцності елементів конструкції ПС, підданих

біокорозії у тропіках, утворюються тріщини, які доходять до багатогогнищезового руйнування.

Часто цвіліло уражаються такі матеріали, які не є для неї живильним середовищем. Наприклад, незначні органічні забруднення на поверхні скла у вигляді часток пилу, жиру, мастил і т.д., які служать джерелом харчування цвілі, викликають скупчення її спор і міцелію (грибниці), які спотворюють проходження світла, погіршують контрастність зображення, призводять до помутніння лінз оптичних приладів. Після видалення міцелію цвілі на поверхні скла звичайно залишається рельєфний рисунок, витравлений органічними кислотами - продуктами метаболізму грибів.

Біошкодження авіаційних конструкцій і матеріалів цвіліло виявляються у вигляді пухнатою нальоту білого, рожевого або іншого кольору, розташованого округлими колоніями або плямами без чіткого контуру. Вплив мікроорганізмів можна виявити також за зміною кольору, утраті глянце, появі зморщок, сітки тріщин, здуттю або відклеюванню лакофарбового покриття.

Найкритичнішими з точки зору поразки мікроорганізмами є паливно-мастильні матеріали. Мікробіологічне ураження паливно-мастильних матеріалів, що використовуються в авіаційній техніці, зумовлене їх природою. Вуглеводи, що входять до складу палив і мастильних матеріалів, є хорошим поживним середовищем для мікроорганізмів. Необхідна для розвитку мікроорганізмів вода практично завжди присутня в паливі, що заправляється в баки ПС, або утворюється вже в самій паливній системі внаслідок переходу розчиненої в паливі води у вільний (краплиноподібний) стан при зміні зовнішніх умов (температури, тиску, вологості). Розвитку мікроорганізмів сприяє наявність в паливі різних домішок і забруднень, що містять азот, сірку або фосфор, які поряд з вуглеводами використовуються мікроорганізмами як поживне середовище.

У вологому тропічному кліматі в паливі, що містить певну кількість гігроскопічної води, відбувається інтенсивне зростання різноманітних мікроорганізмів. Так як вони настільки малі, що не можуть бути вилучені фільтруванням, то цвіліло часто утворює у паливі видиме неозброєним оком плівку, яка засмічує фільтри, жиклери, форсунки, дренажні отвори. У нижніх частинах паливних

відсіків скупчується агресивний слизуватий осад, який містить грибову цвілі, бактерії і воду. Погіршуються фізико-хімічні й експлуатаційні властивості палив: збільшується кислотність, густота, зміст смол, знижується термічна стабільність і випаровуваність. Викривлюються показання вимірювальних приладів паливної системи, аж до їхньої відмови в польоті.

Практика показує, що звичайні антикорозійні покриття в більшості випадків не можуть ефективно протистояти агресивному впливу продуктів життєдіяльності мікроорганізмів у паливному середовищі. Герметизуючі матеріали в баках-відсіках також розкладаються під впливом мікроорганізмів.

Значною мірою схильні до мікробіологічної ураженості гідравлічні мастила на нафтовій основі, наприклад, АМГ-10. У першу чергу змінюється в'язкість і зменшується змащувальна здатність мастил.

Реактивні палива відрізняються одне від одного за своїм вуглеводневим складом. Високий процент парафінових вуглеводів в паливі зумовлює його нестійкість до мікроорганізмів. Парафінові нафтові вуглеводи є продуктом, який найкраще засвоюється мікроорганізмами і поглинається ними, насамперед, з нафтової сировини. У той же час ароматичні вуглеводи непридатні для живлення мікроорганізмів і тому являють собою природний інгібітор мікробіологічного ураження.

Реактивні палива, що містять значний процент парафінових вуглеводів (порівняно з іншими паливами), будуть більше уражатися мікроорганізмами, і навпаки.

Мікробіологічне забруднення палив приводить до корозійного руйнування фільтрів, насосів, паливомірів, арматури, внутрішніх поверхонь емкостей і паливопроводів. Продукти життєдіяльності мікроорганізмів ушкоджують гумові паливні баки і трубопроводи, де відкладаються мікробіологічні осадки, спостерігається набрякання і розшарування матеріалу.

Аналіз причин відмов сучасних вітчизняних двигунів показує, що ряд небезпечних за своїми наслідками відмов в роботі ГТД відбувається внаслідок засмічення паливної системи забрудненим паливом. Забруднення в авіаційних паливах приводять до передчасного забивання паливних фільтрів, зносу і

заклинення паливорегулюючої апаратури, що є джерелом причин відмов ГТД і катастроф літаків.

Запобігання пошкодженню авіаційної техніки мікроорганізмами

Ефективним засобом боротьби з цвілими грибами є провітрювання відсіків літального апарата, що уражаються. Потік повітря, навіть зі значною відносною вологістю, сушить матеріали, механічно порушує зростання спор і ушкоджує плодові тіла.

До досить ефективних профілактичних мір боротьби з цвіллю відносять видалення пилу протиранням чи обдувом струменем стиснутого повітря, періодичний прогрів елементів ПС, опромінення їх сонячним світлом.

Для хімічного захисту матеріалів від цвілих грибів іноді застосовують отруйні речовини – фунгіциди, які можуть бути органічними, неорганічними і металоорганічними. Незважаючи на досить високі захисні властивості фунгіцидів, їхнє застосування ускладнене, тому що ці речовини мають різкий неприємний запах, токсичні, досить швидко випаровуються, вивітрюються, вимиваються з поверхні, що захищається, і викликають корозію дотичних з ними металевих частин, погіршують функціональні властивості ізоляційних матеріалів електропроводки. Відомі в даний час фунгіциди не мають універсальної захисної дії стосовно декількох видів цвілі і тому не знаходять широкого застосування.

Для захисту від мікробіологічних пошкоджень металевих поверхонь ПС, які мають лакофарбове покриття, доцільно в процесі виробництва (ремонт) ПС, призначених для експлуатації в тропіках, використовувати біоцидну полімерну присадку на основі оловоорганічних з'єднань. Вона добре сполучається з більшістю лакофарбових покриттів і не викликає хімічної корозії металевої поверхні, що захищається. Для лакофарбових композицій на основі поліуретанів, з якими біоцидна присадка не сполучається, рекомендується застосовувати біостійкі лаки, що володіють універсальною захисною дією стосовно більшості шкідливих факторів тропічного клімату. Як показує досвід експлуатації техніки в тропічних умовах, присадки і лаки на основі

оловоорганічних з'єднань полімерів мають високу надійність і тривалість захисної дії від усіх видів мікробіологічного впливу, не токсичні.

Гарним засобом боротьби з мікроорганізмами в паливі є спеціальні присадки, що розчиняються, на основі монометилового ефіру, бороорганічних з'єднань чи гліцерину. Крім того, рідина "Г", що додається в паливо для запобігання утворення в ньому кристалів льоду, також ефективно діє проти мікроорганізмів.

Оскільки мікроорганізми поселяються і розмножуються переважно на межі розділу палива і відстою води, доцільно періодично зливати відстій з паливних баків через короткі проміжки часу.

Комахи і гризуни – руйнівники матеріалів

Комахи присутні у всіх географічних зонах Землі — від північних полярних островів до антарктичного узбережжя, однак найбільшої чисельності досягають у тропічному поясі.

Найбільш розповсюджені представники комах-шкідників у країнах із сухим і вологим тропічним кліматом — терміти, які виявляють активність протягом всього року. Терміти — теплолюбні комахи, живуть великими колоніями в земляних чи деревних гніздах, харчуються в основному мертвою деревиною, травою й іншими органічними матеріалами, охоче поїдають папір, картон, бавовняні і льняні тканини, меншою мірою — шкіру і вовняні тканини. Міцними і сильними щелепами терміти вигризають глибокі ходи і камери в мінеральних будівельних матеріалах (цегла, гіпс, бетон), синтетичних матеріалах, гумі. Виділяючи мурашину кислоту, вони навіть проробляють отвори в металах, у першу чергу в дюралевих елементах конструкції ПС.

Особливу небезпеку являють собою пошкодження термітами всіх електроізоляційних матеріалів, аж до свинцевої оболонки кабелів, що, природно, може привести до обривів і коротких замикань в електричних ланцюгах авіаційного устаткування і наземної радіоелектронної апаратури на аеродромах.

Велику шкоду техніці принесли терміти під час американської агресії в Індокитаї, коли в результаті їхньої

руйнівної діяльності не могли злітати після зберігання в джунглях американські літаки і вертольоти, не працювали радіолокатори і системи наведення ракет. У мирних умовах щорічні втрати від термітів в усьому світі оцінюються приблизно в 1 млрд. доларів.

Боротьба з термітами істотно ускладнена у зв'язку з тим, що вони рідко виходять на відкриту поверхню, а переміщуються в основному по численних ходах у ґрунті, деревині й інших матеріалах, зовнішня оболонка яких залишається неушкодженою. Це не дозволяє вчасно знайти пошкодження.

Для знищення термітів на місцевості проводять хімічну обробку ґрунту сильнодіючими і довго зберігаючими токсичність хлороорганічними ядохімікатами. Уразливі деталі авіаційної й аеродромної техніки ізолюють від термітів, використовуючи герметизацію окремих вузлів, заливання їх різними смолами, захисні металеві сітки. При виконанні регламентних робіт і заміні агрегатів варто розміщати змінне авіаційне устаткування на бетонних чи металевих площадках. Важливо зауважити, що деякі з антисептиків, якими просочуються матеріали, особливо деревина, для захисту від гниття, є одночасно досить гарним захистом і від термітів.

Значну шкоду авіаційній техніці приносять також різні види мурах, жуки-точильники і шкіроїди, таргани, молі-керитофаги. Подібно термітам ці комахи здатні ушкоджувати вироби з деревини, вовни, шкіри, фетру, гуми, а також деяких неорганічних матеріалів, у тому числі ізоляційних матеріалів електропроводки. При "масованому нападі" на ПС червоні мурахи можуть за кілька годин вивести з ладу усі гумові вироби й ізоляцію проводів. Забираючись в апаратуру авіаційного устаткування, комахи нерідко визивають короткі замикання, розрегулювання й інші порушення працездатності, а потрапляючи в приймачі повітряного тиску, виводять з ладу пілотажні прилади або спотворюють їх показання.

Для боротьби зі шкідливими комахами звичайно використовують різні види інсектицидів, що, однак, не завжди ефективно, а головне - не завжди можливо при виконанні регулярних повітряних перевезень. З цієї причини при базуванні ПС у "комахонебезпечних" районах, насамперед у тропіках, необхідні посилений контроль і догляд за авіаційною технікою,

своєчасна заміна елементів конструкції й устаткування, які вийшли з ладу.

Авіаційна й аеродромна техніка може стати також об'єктом руйнівної діяльності різних гризунів, головним чином мишей і пацюків, що іноді улаштовують свої гнізда у відсіках ПС. Добираючись до їжі, а також заточуючи різці, гризуни ушкоджують будь-які вироби і матеріали, у тому числі гумові шланги, дюралеві трубопроводи, проводи, кабелі і т.д.

Для винищення гризунів в ізольованих приміщеннях найбільш ефективним є хімічний метод, заснований на застосуванні газоподібних речовин: сірчаного ангідриду, вуглекислого і чадного газів хлорпікрину, препаратів синильної кислоти, бромистого метилу. Тупикові відсіки літальних апаратів доцільно закривати захисними сітками з отворами у світлі ~1 см.

При базуванні ПС у зоні сухих тропіків, пустель і напівпустель необхідно побоюватися і плазунів, тому що навіть такі необразливі з них, як ящірки, можуть прокушувати ізоляцію електропроводки, проникати в апаратуру й устаткування.

Питання для самоконтролю

1. Дайте характеристику заповишеності повітря у звичайних умовах.
2. Дайте характеристику заповишеності повітря у екстремальних умовах.
3. Розгляньте вплив закуреності повітря на несучі поверхня повітряних суден і методи їх захисту.
4. Охарактеризуйте вплив заповишеності повітря на працездатність агрегатів функціональних систем повітряних суден і особливості їх технічного обслуговування.
5. Визначить вплив заповишеності повітря на працездатність шарнірних з'єднань і розкажіть про їх технічне обслуговування.
6. Розгляньте вплив заповишеності повітря на роботу силових установок.
7. Розкажіть про значення і принцип роботи спеціального пілозахисного пристрою.

8. Охарактеризуйте особливості технічного обслуговування двигунів, які працюють в умовах підвищеної запыленості повітря.

9. Опишіть типові uszkodження органічного застклення літаків, їх причини та наслідки.

10. Опишіть типові uszkodження силікатного застклення, їх причини та наслідки.

11. Розкажіть про способи усунення дефектів на склі.

12. Які заходи приймаються для запобігання uszkodженням поверхні застклення повітряних суден?

13. Розгляньте способи видалення льоду, інею і снігу з поверхні скла та очищення їх від бруду.

14. Охарактеризуйте причини та умови ураження повітряних суден блискавками.

15. Які наслідки ураження літаків розрядами атмосферної електрики?

16. Розкажіть про характерні uszkodження літаків при ураженні розрядами статичної електрики.

18. Опишіть етапи спеціального технічного обслуговування повітряних суден після ураження їх блискавками.

19. Які роботи виконуються при спеціальному технічному обслуговуванні повітряних суден після ураження їх блискавками.

20. В чому виявляється руйнівний вплив цвілевих грибів на виробу і матеріали повітряних суден?

21. Охарактеризуйте вплив мікроорганізмів на фізико-хімічні та експлуатаційні властивості палив і гідравлічних рідин і особливості їх технічного обслуговування.

22. Розгляньте засоби щодо запобігання авіаційної техніки від пошкоджень мікроорганізмами.

23. Опишіть шкоду від комах і гризунів авіаційної техніки та засоби боротьби з ними.

3. КОРОЗІЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

3.1. Ділянки повітряних суден, які уражаються корозією

До факторів, що сприяють будь-якому виду корозії, відносяться:

- неоднорідність металу (металевої фази);
- неоднорідність внутрішніх напружень, що виникають у металі після його обробки;
- наявність вологи;
- наявність навіть у мінімальних кількостях солей, кислот чи лугів;
- підвищена температура;
- механічні впливи, особливо перемінні навантаження;
- механічні uszkodження;
- нерівномірне нагрівання поверхонь;
- нерівномірний доступ повітря до різних частин поверхні металу, наприклад, у заклепувальних швах, що підвищує значення різниці електрхімічного потенціалу.

У водяних середовищах найбільше небезпечними в корозійному відношенні є ті ділянки на літаку, куди за якимись причинами утруднений доступ кисню. Місця постійного припливу кисню, що мають більш позитивний потенціал, руйнуватися не будуть. Звичайними місцями застою повітря в заклепувальному шві є ділянки між листами, тому корозія там протікає більш інтенсивно. Небезпечні анодні зони розташовуються там, де не дістає кисню.

Наявності конденсату в застійних зонах і утриманню його на конструкції фюзеляжу сприяє теплозвукоізолюючий матеріал і недостатнє дренажування підпільного простору в герметичній частині фюзеляжу.

До найбільш імовірних поразки місць (внутрішніх поверхонь ПС), що можуть бути уражені корозією відносяться:

- підпільна частина фюзеляжу в районі багажних приміщень;
- зона стику між герметичною і негерметичною частинами фюзеляжу;

- зона розташування туалетних кімнат і буфетів;
- місця установки акумуляторів;
- стики крила з центропланом або фюзеляжем;
- відсіки агрегатів висотного устаткування, через які повітря випускається з гермокабіни в атмосферу;
- ділянки контакту металу з гігроскопічними матеріалами (тепло і звукоізоляцією, прокладками, килимами і т.д.);
- ділянки контакту різнорідних в електрохімічному відношенні металів;
- місця кріплення стрічок металізації, статистичних розрядників.

З зовнішнього боку обшивки щодо ураження корозією більше усього схильні:

- місця скупчення пилу, бруду і вологи (ніші шасі, нижня поверхня фюзеляжу);
- місця потрапляння на обшивку і деталі ПС кислот, лугів і інших шкідливо діючих речовин і їхніх парів (обшивка щитків у зоні мотогондол, місця обшивки в районі заправних горловин і кранів зливу і т.д.);
- ділянки елементів конструкції з механічними ушкодженнями;
- ділянки обшивки, які зазнають дії відпрацьованих газів двигуна.

Для кожного металу є свої характерні ознаки корозії у вигляді зміни кольору деталей, потемніння, утворення матової поверхні, окремих виразок, крапок, пухкого нальоту, спучування лакофарбового покриття.

Корозія на поверхні сталевих деталей являє собою іржу у вигляді коричнево-червоного нальоту. Ознакою корозії алюмінієвих сплавів служить поява на поверхні деталей білих і сірих плям, окремих виразок або чорних крапок. При руйнівній корозії в металі з'являються раковини, заповнені дрібнозернистим порошком білого або сірого кольору.

Деталі з мідних сплавів або з мідним покриттям, окислюючись, утворюють на поверхні суцільну чорну плівку або окремі чорні крапки. Іноді корозія має зелений колір.

Деталі з магнієвих сплавів більш піддані корозії, чим деталі з інших матеріалів, і тому вимагають ретельного і систематичного догляду і спостереження за ними. При корозії деталей з магнієвих сплавів з'являється пухкий і вологий сольової наліт грязно-білого (сіруватого) кольору.

Корозія на деталях із нікелевих сплавів або з нікелевими покриттями проявляється у вигляді окремих або суцільних крапок зеленого кольору, із кадмійовими покриттями- у вигляді плям або крапок від сірого до чорного кольору. На оцинкованих деталях продукти корозії мають сірий або білий колір. На деталях, які мають лакофарбові покриття, корозія проявляється у вигляді вздуттів і лущення лакофарбової плівки і у наявності в цих місцях продуктів корозії, характерних для основного металу.

Деталі двигуна, що знаходяться в гарячій зоні, покриваються захисною окисною плівкою, яка має щільну будову, малу товщину і світло чи темно-коричневий колір із червонуватим і фіолетовим, до чорного, відтінками. На деталях допускається наявність плівок високотемпературного окислювання.

3.2. Засоби щодо попередження і усунення корозії повітряних суден

Основним методом щодо запобігання і захисту деталей від корозії є створення на їх поверхні захисних водонепроникних плівок:

- металевих;
- окисних;
- лакофарбових;
- масляних.

До металевих відносяться анодні (цинк, кадмій) і катодні (олово, мідь, хром, нікель) покриття, плакування одного металу іншим. Наносять їх гарячим і гальванічним способами. При гарячому способі деталі занурюють у ванну з розплавленим металом або набризгують його на поверхню деталі (металізація). Металеві покриття наносять також термохімічним способом, який називається плакуванням. Гальванічний спосіб нанесення захисного шару металу виконується за допомогою електричного струму.

У літакобудуванні найбільш широко застосовуються кадмування, цинкування, хромування.

Широке застосування для захисту металів від корозії знаходять такі методи створення окисних плівок: анодування, хімічне оксидування, воронення.

Для захисту деталей з алюмінієвих сплавів застосовуються: плакування, анодування з наступним пасуванням, хімічне оксидування, лакофарбові покриття, захисні мастила. Найбільш ефективний захист забезпечують анодування і лакофарбові покриття.

Деталі, виготовлені з магнієвих сплавів, які мають знижену корозійну стійкість, у всіх випадках захищаються ґрунтом і емаллю, які наносяться на попередньо оксидовану поверхню.

Сталеві деталі залежно від їхнього призначення захищають:

- металевими покриттями (цинком, кадмієм, хромом);
- лакофарбовими покриттями по попередньо фосфатованій або опіскоструменевої поверхні з наступним промасленням.

На ПС, які експлуатуються в складних кліматичних умовах, доцільно застосовувати захисні покриття, які мають такі властивості:

- гідрофобність, тобто нездатність утримувати на своїй поверхні вологу, лід, бруд;
- високу еластичність;
- високу світло- і озоностійкість;
- високу стійкість до ерозії під впливом піску, снігу та ін.;
- високу стійкість до впливу мікроорганізмів і інших біологічних факторів;
- високу стійкість до впливу солей і кислот;
- високу термостійкість і вологостійкість;
- гарну ремонтпридатність, тобто допускати можливість якісного ремонту в безангарних умовах.

Для запобігання корозії необхідно застосовувати ряд інших технологічних заходів. Варто зменшувати залишкові напруги, зводити до мінімуму обсяг механічної обробки після штампування для збереження поверхні в неопрацьованому стані, застосовувати методи поверхневого зміцнення (дрібноструменеву обробку, обкатку і т.д.), установлювати кріпильні деталі на рідкому ґрунті,

обробляти внутрішні поверхні отворів під кріпильні деталі, зменшувати площі контакту між різнорідними матеріалами і т.д.

До конструктивних заходів, спрямованих на запобігання корозії, відносяться також поліпшення вентиляції і підвищення температури повітря в замкнених об'ємах, установка спеціальних дренажних отворів і клапанів для видалення вологи, герметизація стикових з'єднань і т.д.

Для запобігання фретинг-корозії необхідно:

- забезпечення високої міцності з'єднання і повної нерухомості деталей;
 - ізоляція деталей одна від одної окисними плівками, захисними покриттями, прокладками, епоксидними смолами;
 - застосування м'яких або твердих покриттів: міднення, свинцювання, хромування, нікелювання;
 - застосування особливих мастил, які містять графіт або дисульфід молібдену;
 - регулярна перевірка затягування стикових з'єднань.
- Для попередження корозії в процесі експлуатації необхідно:
- утримувати поверхні в чистоті, охороняти їх від пилу, бруду, вологи;
 - охороняти поверхні від улучення нафтопродуктів, кислот, лугів;
 - зберігати захисні покриття від ушкоджень;
 - провітрювати кабіни, багажні помешкання, підпільну частину фюзеляжу, відчиняти двері, люки і квартирки для видалення вологи;
 - регулярно чистити дренажні клапани й отвори в крилі і нижній частині фюзеляжу для зливання конденсату;
 - видаляти вологу з усіх місць її можливого скупчення;
 - своєчасно підфарбовувати ушкоджені ділянки обшивки;
 - своєчасно і якісно відновлювати змащення рухливих елементів конструкції ПС;
 - своєчасно і повністю видаляти електроліти акумуляторних батарей, що пролилися;
 - якісно обробляти відповідні деталі після спрацьовування літакових протипожежних балонів;

– промивати ПС тільки такими миючими засобами, які передбачені в посібниках із технічної експлуатації.

Щоб уникнути ушкодження антикорозійного покриття не допускається ходіння по обшивці літака у взутті без спеціальних чохлів при відсутності м'яких килимків чи матів, торкання обшивки драбинами, сходами, шлангами, заправними пістолетами та іншим устаткуванням, не обшитим у місцях торкання гумою або м'якої тканиною, видалення льоду з поверхні літака механічним шляхом. Не дозволяється класти на обшивку деталі, інструмент і інші предмети. Зняті з літака рулі, закрилки, носки і панелі крила необхідно укладати на козелки і стелажі з м'якою оббивкою.

Будь-які забруднення необхідно вчасно видаляти з обшивки і зовнішню поверхню літака регулярно мити, не допускаючи улучення води в літак. При улученні води в літак мокрі деталі й агрегати протирають насухо чистою серветкою, а з важкодоступних місць видаляють воду за допомогою шприця і потім сушать поверхню повітрям із підігрівача. Контакти металевих виробів із мокрою теплозвукоізоляцією допускати не слід.

Для видалення кислоти і лугу, які потрапили на літак, декілька разів старанно промивають уражене місце теплою водою із содою і нейтральним милом, а потім протирають чистою серветкою. Особливо старанно протирають і просушують стиснутим повітрям зазори. У формуляр літака записують випадки проливання кислоти або лугу і протягом місяця систематично спостерігають за облиотою ділянкою.

Для захисту літака від атмосферних опадів, забруднення й ушкодження його вкривають чохлами. Перед зачохленням обшивку промивають чистою водою і протирають чистим ганчір'ям, а сирі чохла просушують, інакше пари, що утворюються між чохлами й обшивкою, будуть сприяти руйнуванню захисних покриттів і розвитку вогнищ корозії.

Корозія з зовнішньої сторони обшивки виявляється візуально. На внутрішній поверхні обшивки корозію найчастіше виявити важко, тому що цьому заважає теплозвукоізоляція. Для виявлення корозії без зняття теплозвукоізоляції використовують переносну рентгенівську установку.

Продукти корозії видаляють за допомогою жорстких волосяних, трав'яних або щетинних щіток. Для зняття корозії з обшивки не можна застосовувати наждакову шкурку або металеві щітки, тому що вони можуть ушкодити захисний шар, а також погіршити декоративний вигляд ПС. Допускається усувати продукти корозії на деталях з алюмінієвих сплавів усередині літака, якщо щітками вони не видаляються, дрібним наждаковим пилом, який наноситься на ганчір'я, змочене чистим бензином. Корозію на деталях із магнієвих сплавів усувають дрібною скляною шкуркою, а усередині виразок - шабером. При цьому не слід прагнути до видалення корозійних виразок, достатньо видалити лише продукти корозії.

Для відновлення лакофарбового покриття після видалення корозії звичайно спочатку на поверхню наносять шар ґрунту, а потім один або декілька шарів емалі або лаку. При температурі нижче 5⁰С на зачищену поверхню можна тимчасово нанести шар технічного вазеліну або мастила ЦАТІМ-201 і при першій же можливості відновити лакофарбове покриття.

Технологія усунення дрібних вогнищ корозії для кожного сплаву має свої особливості.

Розвиток корозійних процесів у прихованих і важкодоступних місцях ускладнює своєчасне виявлення корозії існуючими методами візуального контролю як при ремонті, так і при експлуатації і тому вимагає впровадження більш ефективних засобів неруйнівного контролю.

У процесі технічного обслуговування ПС провадиться дослідження причин відмов і несправності авіаційної техніки, у тому числі встановлення причин корозії і розробка заходів щодо її усунення і попередження. Процес дослідження об'єктів авіаційної техніки, що відмовили, внаслідок корозії, містить у собі попереднє ознайомлення з об'єктом дослідження, аналіз статистичних даних про відмови об'єкта, вивчення характеру відкладень і продуктів корозії на досліджуваній деталі, оцінку захисних покриттів і їх відповідність технічним умовам, оцінку якості матеріалу досліджуваної деталі, визначення характеру руйнування деталі і характеру глибини корозійної поразки, аналіз результатів досліджень.

На основі результатів досліджень повинні бути встановлені причини корозії, характер і глибина корозійного ураження, взаємозв'язок дефекту з конструктивними, виробничими, ремонтними або експлуатаційними недоліками, заходи щодо усунення і попередження корозії.

Для збору і статистичного аналізу корозійних ушкоджень уводяться карти корозійних ушкоджень. Аналіз цих карт дозволяє визначити найбільш імовірні місця корозійних ушкоджень, що є основою для визначення частоти оглядів місць конструкції в процесі експлуатації.

3.3. Технічне обслуговування лакофарбових покриттів повітряних суден

Термін служби лакофарбових покриттів значною мірою залежить не тільки від якості деяких матеріалів, технології їх нанесення і сушіння, але і від умов експлуатації, тобто від інтенсивності впливу різних факторів, під впливом яких вони старіють, від своєчасного і якісного ТО і ремонту в процесі експлуатації.

На покриття обшивок ПС, які зберігаються поза ангарами, в основному впливають ультрафіолетові і теплові промені, вологість повітря і зміна температури.

Крім цих факторів, на старіння покриттів впливають різкі температурні коливання (при зльоті, польоті і посадці літака), які викликають розширення або стиск металевих деталей і нанесених на них покриттів. При цих змінах у покриттях (особливо на елементах обшивки, які перетерпіли вібрацію) можуть з'явитися тріщини внаслідок значної втрати ними еластичності при низькій температурі.

Старіння покриттів під впливом атмосферних факторів виражається в тому, що вони стають крихкими і при незначних деформаціях розтріскуються, на них з'являються матовість, крейдяність, лущення, змінюється їх колір, за рахунок "вивітрювання" зменшується вага, погіршується їх адгезія.

Руйнуються лакофарбові покриття в результаті механічних впливів на них піску і дрібних камінців при зльоті і посадці літака.

У польоті повітряний потік, що містить абразивні частки, стирає покриття лобових крайок крила, стабілізатора, кіля та ін.

Руйнівню діють на покриття мастила і паливо.

Ступінь старіння пігментованих (кольорових) покриттів в атмосферних умовах значною мірою залежить від природи плівкоутворюючого, на основі яких вони отримані. Стійкість покриттів до атмосферного старіння зменшується приблизно в такому порядку: перхлорвінілові, акрилові, гліфталеві, масляні, нітроцеллозні.

Основними видами руйнації лакофарбових покриттів є: крейдяність, розтріскування, вивітрювання, зморщеність, відшарування, бульки і висип, корозія.

Крейдяність являє собою старіння поверхневого шару пігментованого лакофарбового покриття, що виражається в руйнуванні плівкоутворювача і появі на поверхні покриття білого забруднюючого нальоту. Особливо швидко настає крейдяність покриттів у весняно-літній період, тому що одним з активних факторів, що викликають це явище, служить сонячне світло, особливо у сполученні з вологою. Стійкість пігментованих покриттів проти вицвітання і крейдяності значною мірою обумовлюється як видом плівкоутворювального, так і складом (розцвіченням) пігментної частини. Найбільш схильні до крейдяності покриття світлих розцвічень (світло-сіра, світло-блакитна та ін.), які містять у своєму складі великий відсоток цинкових і титанових білил. Менше схильні до крейдяності покриття зеленого кольору, які мають як пігмент двоокис сірки. Найбільш стійкими є покриття, які містять як основний пігмент алюмінієву пудру, яка добре відбиває сонячні промені і знижує вологопроникність покриття.

Розтріскування покриття відбувається внаслідок втрати механічної міцності при старінні або застосуванні некондиційних матеріалів. При цьому утворюються тріщини і сітка.

Вивітрюванням називається процес руйнування покриття в результаті впливу повітряного потоку, що викликає знос верхнього шару покриття. Найбільший ступінь вивітрювання характеризується оголенням ґрунту або пофарбування поверхні.

Зморщеність утворюється при роботі покриттів у середовищі з високою вологістю або при висиханні надмірно товстих шарів покриття.

Відшарування покриття відбувається внаслідок порушення його зчеплення з пофарбованою поверхнею, або з шаром фарби (грунту), що лежить під нею. Відшарування є результатом поганого підготування поверхні перед фарбуванням.

Висип і бульби утворюються на поверхні покриття головним чином під впливом вологи і при її проникненні під плівку.

Корозія під лакофарбовою плівкою може бути викликана незадовільною підготовкою поверхні, внаслідок чого відбувається погане зчеплення покриття з металом, або недостатніми захисними властивостями покриття. Поява продуктів корозії на поверхні покриття (крапок, плям) свідчить про руйнування пофарбованого металу.

Крім руйнування, на лакофарбовій плівці в процесі експлуатації можуть з'явитися й інші дефекти. Втрата блиску є одним із показників початкової стадії руйнування поверхневого шару покриття в результаті фотохімічних процесів. Зміна кольору також відбувається в результаті фотохімічних процесів. Бронзування відбувається в результаті міграції пігменту і характеризується появою кольору мінливості на поверхні покриття. Білуватість являє собою наліт на поверхні покриття, утворений у результаті фізико-хімічних процесів і дії вологи. Грязеудержання – це здатність лакофарбового покриття утримувати на своїй поверхні механічне забруднення, яке не видаляється при промиванні водою.

З групи дефектів лакофарбових покриттів слід виділити руйнацію покриття унаслідок механічного впливу, улучення розчинів кислот, лугів, сильних розчинників, нафтопродуктів і спеціальних рідин. Найчастіше такий дефект можна зустріти в районі заливних горловин, на верхній поверхні крила і фюзеляжу, біля вхідних дверей і багажних люків, лючків підходу до різних агрегатів, тобто в таких місцях, із якими обслуговуючий персонал так чи інакше стикається при роботі. Якщо при цьому порушуються встановлені правила, то руйнування захисних покриттів протікає дуже швидко, слідом за чим з'являється корозія.

Для попередження руйнування покриттів і розвитку корозії на деталях необхідно під час технічного обслуговування і виконання ремонтних робіт дотримувати максимальну обережність, усіма

мірами оберігати покриття від ушкоджень і передчасного руйнування, а також своєчасно відновлювати їх у випадку ушкоджень, не допускаючи руйнування на значній площі. Слід пам'ятати, що порушене покриття руйнується значно швидше, ніж ціле.

Для забезпечення збереження лакофарбових покриттів необхідно виконувати такі правила:

– після кожного польотного дня видаляти з покриттів пил, бруд, кіптяву і мастильні плями; у теплий час року забруднення необхідно видаляти теплим 3%-ним водним розчином нейтрального або ядрового мила за допомогою жорсткої капронової або щетинної щітки, а потім покриття промивати чистою водою; після промивання обшивку протерти насухо;

– аналогічним образом у теплий час року регулярно, не менше одного разу на місяць, промивати всю зовнішню поверхню літака;

– якщо при промивці забруднення цілком не вилучаються, то такі ділянки слід протерти чистими серветками, змоченими бензином Б-70;

– якщо мило, гас чи гідросуміш випадково потрапили на покриття літака, то забруднені ділянки необхідно промити серветками, змоченими бензином Б-70;

– у холодний час року для видалення кіптяви і забруднень промивку водою можна не робити, а користуватись тільки бензином;

– своєчасно усувати ушкодження лакофарбового покриття.

Забороняється:

– ходити по літаку, не підклавши м'яких матів або доріжок;

– класти на пофарбовані поверхні предмети, які можуть зашкодити пофарбуванню (інструмент, запасні частини, ганчірки, просочені бензином чи мастилом і тощо.);

– вивішувати або складати мокрі чохли на літак для просушування;

– проливати на покриття паливо чи мастило під час заправки літака;

– видаляти бруд, лід, мастильні плями і фарбу металевими щітками і шкребками.

Поверхню, на якій має бути робитися ремонт чи відновлюватися лакофарбове покриття, необхідно старанно підготувати, тому що при наявності на поверхні продуктів корозії, різноманітних забруднень (бруд, мастильні плями, пил, кіптява, жирові забруднення) значно знижуються захисні властивості покриття.

Для видалення забруднень поверхню протирають чистими серветками, змоченими теплим 3%-ним водним розчином нейтрального або ядрового мила або спеціальними миючими рідинами. Потім поверхню промивають чистою водою і протирають чистими сухими серветками, після чого вона сушиться на повітрі протягом 2-2,5 годин.

Після очищення поверхні від забруднень слід зробити дефекацію старого лакофарбового покриття з метою визначення доцільності його повного або часткового видалення.

Якщо за результатами дефекації не слід видаляти старе лакофарбове покриття, виникає питання або про підфарбування ділянок літака в місцях порушення покриття, або про відновлення його первісного зовнішнього вигляду. Для проведення цих робіт необхідно визначити природу старого покриття. Це робиться шляхом протирання поверхні покриття розчинниками чи змивками і шляхом спалювання знятих шматочків плівки. Кожний вид покриття має свій характер розчинення в розчинниках і змивках і свій характер горіння. Вид ґрунтовки визначається по кольору.

Вид ремонту лакофарбового покриття визначається в залежності від ступеня і характеру руйнування покриття. Розрізняють два основних випадки: відновлення покриття при невеликих ушкодженнях на малих площах (подряпини, місцеве відставання, руйнування нафтопродуктами і т.д.) і відновлення покриття на достатньо великих площах у результаті розтріскування, лущення, відшаровування, корозії і т.д. В обох випадках ґрунтувальний шар може бути цілий або зруйнований.

У першому випадку при відновленні дотримується такий порядок: ділянка промивається чистим бензином; знімається уже відстале покриття; контур ушкодження зачищається шпателем і шліфувальною шкіркою; сухою щіткою або серветкою віддаляються продукти зачищення і пил; поверхня знежирюється і

сушиться; наноситься і сушиться спочатку ґрунт (якщо він був знятий), потім лак або емаль потрібного кольору. Виникла корозія видаляється, а місце зачищається шкіркою і полірується.

В другому випадку межі ділянки обклеюють липким папером. Бажано, щоб ділянка мала прямокутну форму, обмежену природними межами-крайками листів, заклепувальними швами, застосуванням і т.д. Потім на ділянку за допомогою пензля або пульверизатора наносять рясний шар змивки і витримують певний час, у залежності від температури, до повного розчинення або набрякання покриття. Набрякле покриття видаляють дерев'яним (гумовим) шпателем або трав'яною щіткою з усієї поверхні. Потім серветкою, змоченою розчинником, цілком видаляють старе покриття, після чого наносять ґрунтовку і нове покриття потрібного кольору за допомогою пульверизатора. Після висихання покриття знімають липкий папір і змивають водою залишки клею.

Щоб забезпечити гарну якість лакофарбових покриттів потрібно дотримувати загальні правила їхнього нанесення:

- ґрунт або емаль потрібно наносити тонким і рівним шаром;
- перед початком і під час роботи фарбу необхідно перемішувати, щоб не допустити осідання пігменту, інакше колір буде мінятися;
- щіткою фарбу на поверхню наносити широкими смугами і розтушовувати у перпендикулярних напрямках;
- щіткою тримати перпендикулярно до поверхні, що офарбовується;
- струмінь фарби від пульверизатора тримати перпендикулярно до поверхні, переміщаючи його рівномірно;
- ремонт лакофарбових покриттів виконувати при температурі не нижче 12°C і відносній вологості повітря не більш 75%, бажано в ангарі;
- якщо ремонт робиться при більш низькій температурі, то забезпечити місцевий обігрів зони ремонту;
- застосовувати тільки такі лакофарбові матеріали, які відповідають технічним умовам;
- строго виконувати технологію чистки, промивки, знежирення поверхонь і нанесення лакофарбових покриттів;

- деталі, на яких виявлена корозія, слід піддати спеціальній обробці;
- лакофарбові матеріали, які загусли, перед застосуванням необхідно розділити до робочої в'язкості і одфільтрувати;
- не можна допускати змішування лакофарбових матеріалів, виготовлених на різній основі;
- строго дотримувати на робочому місці правила пожежної безпеки і промислової санітарії.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть найбільш імовірні місця поразки корозією внутрішніх і зовнішніх поверхонь повітряних суден.
2. Які фактори сприяють корозії?
3. В чому виявляються характерні ознаки корозії?
4. Розгляньте конструктивні засоби попередження корозії повітряних суден.
5. Опишіть заходи щодо запобігання корозії в процесі експлуатації.
6. Охарактеризуйте способи виявлення та усунення корозії.
7. В чому суть дослідження причин корозії в процесі експлуатації?
8. Які фактори впливають на термін служби лакофарбових покриттів повітряних суден?
9. Опишіть види руйнації і дефектів лакофарбових покриттів.
10. Як забезпечується збереження лакофарбових покриттів?
11. Охарактеризуйте способи відновлення лакофарбових покриттів.
12. Назвіть правила забезпечення доброї якості лакофарбових покриттів.

4. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ І ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ГІДРОГАЗОВИХ СИСТЕМ ПС У СКЛАДНИХ ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

4.1. Особливості експлуатації і технічного обслуговування гідрогазових систем ПС в умовах низьких температур зовнішнього повітря

Придатність ПС до експлуатації в умовах холодного клімату значною мірою залежить від низькотемпературних властивостей авіаційних паливно-мастильних матеріалів (ПММ), а також від ефективності різних гумових ущільнень. Відомо, що при низьких температурах зовнішнього повітря в'язкість усіх технічних (робочих) рідин (палива, мастил, гідросуміші), що знаходяться на борту ПС, істотно зростає.

Збільшення в'язкості ПММ супроводжується збільшенням гідравлічних утрат при їхньому перекачуванні, зниженням продуктивності насосів. Унаслідок цього час заправлення ПС паливом у холодний період може зрости в 1,5...2 рази в порівнянні з літнім періодом, до того ж погіршуються якість розпилення і займистість палива. Аналогічним чином при збільшенні в'язкості мастил та гідравлічних рідин погіршується їх здатність до прокачування. При цьому критичною є та температура, при якій подача мастила до деталей, що зазнають тертя, і гідросумішей до гідропідсилювачів порушується або припиняється зовсім. Наприклад, для малов'язких нафтових авіаційних мастил ця температура знаходиться в межах $\pm 30^{\circ}\text{C}$.

Низькотемпературні характеристики мастил та палива в основному визначають умови запуску авіаційних двигунів. Так, при температурі зовнішнього повітря нижче мінус 10°C запуск газотурбінних двигунів без спеціального підігріву утруднений, а при температурі нижче мінус 20°C практично неможливий. Запуск поршневих двигунів утруднений уже при температурі зовнішнього повітря близько нуля і неможливий без підігріву мастильної системи при температурі нижче мінус $5...-10^{\circ}\text{C}$.

Значне число відмов і ушкоджень викликає зниження ефективності гумових ущільнень засклення кабін ПС,

амортизаційних стійок, силових циліндрів, шарнірів і багатьох інших з'єднань у функціональних системах. Ці ущільнення успішно працюють до температур приблизно від мінус 40 до 50°C. При подальшому зниженні температури еластичність гуми значно погіршується. Це приводить до зовнішніх і внутрішніх витоків гідрорідин, мастил та газів (азоту, кисню, повітря) і, як наслідок, до падіння тиску в системах, що приводить до їхніх відмов.

У паливній системі порушується герметичність зворотних клапанів і кранів, виникає витікання палива по ущільненнях насосів і в дюритових з'єднаннях. Необхідно нагадати, що підтягування з'єднань і навіть заміна негерметичних агрегатів найчастіше не приводить до усунення негерметичності. При температурах зовнішнього повітря нижче мінус 10°C варто спочатку підігріти зону витoku і тільки переконавшись, що після цього негерметичність не усувається, підтягти з'єднання або замінити негерметичний агрегат. У більшості випадків герметичність відновлюється після підігріву, тому що відновлюються еластичність і пружність гумових ущільнень. З цієї ж причини може порушуватися герметичність кабін, і навіть відбуватися руйнування шлангів і профілів герметизації, а також пневматиків коліс.

Різкі коливання температури впливають на механізми з різномірних металів. Деталі цих механізмів через різні коефіцієнти лінійного розширення не однаково змінюють свої розміри, що викликає збільшення напруг або появу великих зазорів у з'єднаннях.

Особливої уваги в зимовий час вимагають гальмівні колеса шасі. Сніг, що потрапив у гальма, тоне й у польоті можливе утворення на гальмових дисках крижаної плівки, що викликає відмови гальм при посадці. Для попередження цього явища після сильних снігопадів і хуртовин колеса рекомендується продувати стисненим повітрям або підігрівати.

В усіх випадках після видалення снігу і льоду з поверхні ПС необхідно ретельно оглянути щілини між органами управління і конструкцією планера, вузли підвіски рулів, елеронів та тримерів. Після сніжної хуртовини необхідно розкрити всі кришки лючків, зняти заглушки й оглянути місця можливого скупчення снігу

(повітрозабирачі, тунелі маслорадиаторів і інші агрегати).

Багато неприємностей у зимовий час завдає волога, що конденсується в трубопроводах і агрегатах різних систем. Вона викликає утворення крижаних пробок, примерзання рухливих елементів, обмерзання і закупорювання забірників дренажу паливних і масляних баків.

Найбільш піддана впливові аерокліматичних факторів паливна система ПС внаслідок того, що авіаційні палива мають властивість зворотної гігроскопічності, яка полягає в тому, що при високих температурах і надмірній вологості паливо насичується водою з повітря, а при низьких – волога виділяється з палива у вигляді мікрокрапель. Вони замерзають і випадають кристалами льоду в паливі та у вигляді інею, що осідає на стінках баків, не зайнятих паливом, агрегатах паливної системи, паливовимірювачах і ін., а при їхньому заповненні осідають у вигляді лапатоного снігу. При роботі двигунів замерзла вода (кристали льоду, сніжні пластівці) забиває сітки фільтруючих елементів, що може викликати припинення подачі палива до двигунів та їхню зупинку під час польоту (наприклад, катастрофа літака Ан-124 "Руслан" під Іркутськом, аварія літака Ан-70 під Омськом). У переважній більшості випадків температура палива в баках ПС на 5...25°C вище температури навколишнього повітря, а мінімальна його температура не буває нижче мінус 50°C. Унаслідок зниження в польоті температури палива і тиску в надпаливному просторі розчинність води різко зменшується. Так при охолодженні палива від 20 до 0°C з кожної тонни палива може виділитися у вигляді емульсії до 100 г води, а для дальньомагістральних літаків обсяг води, що виділилася, може досягати 6...10 л. При цьому відстійна вода, потрапляючи в зазори і тріщини герметизуючого шару баків-кесонів при зміні температури від позитивної до негативної на висоті польоту ПС, замерзає і розклинає шви, тріщини, відривається покриття від стінок баків, що в остаточному підсумку приводить до виникнення негерметичності і течі палива. Іній, що утворюється на стінках паливних баків та дренажних трубопроводів, може призвести до забивання дренажу і зминанню паливних баків при зменшенні висоти польоту ПС.

Для запобігання утворення кристалів льоду в паливі й обмерзання паливних фільтрів в умовах низьких температур зовнішнього повітря найбільш розповсюдженим методом є додавання в паливо спеціальних протикристалізуючих присадок, що підвищують розчинність води в паливі або утворюють з водою суміш, що має температуру кристалізації нижче експлуатаційних меж. Найбільше поширення одержали наступні присадки: тетрагідрофурфуриловий спирт (ТГФ) або його суміш з метанолом (ТГФ-М), а також етилцелозолів (рідина іонол "І"), що додаються в паливо кількістю 0,1...0,3% за об'ємом (тобто 1...3 кг на тунну палива) залежно від температури зовнішнього повітря (біля землі) : 0,1% при температурі до мінус 15°C ; 0,2% - при мінус 15...-25°C ; 0,3% при температурі нижче мінус 25°C. Ці присадки здатні утримувати в розчиненому стані близько 4% води стосовно своєї маси (тобто до 120 г у 1 т палива, коли об'ємна маса протикристалізаційної присадки 0,3%). Практично кількість води в паливі завжди менше цієї величини.

Крім використання спеціальних присадок на сучасних літаках застосовується підігрів палива в паливномасляних радіаторах, де паливо використовується як охолоджувальна рідина для зниження температури відпрацьованого мастила маслосистеми силових установок.

Для боротьби з негативними проявами відстійної води використовують систематичний злив відстою з низьких точок паливних баків до і після їх заправлення.

Таким чином, основні правила технічного обслуговування паливних систем при негативних температурах зводяться до наступного. Для запобігання утворенню інея не слід залишати ПС із незаправленими баками. Відстій палива необхідно зливати безпосередньо після прильоту і після заправлення ПС. Необхідно суворо дотримуватися інструкції щодо застосування протикристалізаційних присадок. При спрацьовуванні світлосигнальних табло, що вказують на забивання фільтрів будь-якого двигуна, необхідно зняти й оглянути фільтри всіх двигунів. Перед зльотом ПС рекомендується оглянути забірники повітря дренажних систем і переконатися у відсутності їхнього обмерзання.

Часто виникають відмови та пошкодження при низьких температурах агрегатів повітряних систем (пневмосистем) ПС. Вони викликані закупоркою трубопроводів конденсатом, що зібрався крижаними пробками у системах запуску, висотних системах, системах виміру статичного і динамічного тисків, повітряних гальмових системах. Для усунення подібних ушкоджень і попередження відмов систем регламенти ТО передбачають проведення заправлення систем повітрям (а також азотом, киснем) через фільтри-водовідокремлювачі, додаткові роботи з підігріву трубопроводів пневмосистем, продувку і злив конденсату з вологовідстійників та деяких інших місць системи.

Системи кондиціонування повітря в кабінах і салонах ПС працюють у широкому діапазоні перепаду температур від мінус 60 до плюс 60°C на землі й у повітрі. Тому регламентом їхнього технічного обслуговування передбачаються роботи, спрямовані на запобігання появі відмов і пошкоджень у цьому діапазоні температур. Необхідно враховувати, що при низьких температурах підвищується кількість запусків допоміжних силових установок для обігріву кабін ПС. У осінньо-зимовий період навігації необхідно відразу після зарулювання ПС на стоянку і зупинки двигунів встановлювати заглушки повітряних радіаторів для недопущення потрапляння в них снігу, льоду, що може привести до руйнування конструкції стільників.

Низькі температури приводять до затруднення запуску двигунів як унаслідок збільшення в'язкості мастил і сил тертя в з'єднаннях, так і через погіршення випаровування палива й умов його запалення. До того ж, при низьких температурах істотно знижується потужність пускових пристроїв, ємність джерел енергопостачання для запуску і т.д. Усі ці умови значно збільшують час виходу двигуна на режим малого газу і викликають збільшення температури газів, що дуже небезпечно для деталей ротора турбіни. Тому, щоб уникнути різкого підвищення температури, перегріву і короблення деталей гарячого тракту двигуна проводиться регулювання паливнокомандної апаратури, а саме зменшують подачу палива в процесі запуску відповідним регулюванням автомата запуску. При цьому збільшується час запуску, але умови роботи ГТД у процесі запуску полегшуються.

Для забезпечення надійного запуску і подальшої нормальної роботи газотурбінних двигунів у холодний час року рекомендується виконувати ряд заходів:

– при температурі повітря нижче мінус 15°C після стоянки ПС підігривають двигуни та їх маслосистеми наземним підігривачем (не менше 15...20 хв при температурі -15°C та не менше 1 год при температурі мінус 40°C);

– наприкінці підігріву при досягненні температури мастила на вході в двигун приблизно +10°C перевірити рукою вільне обертання ротора турбокомпресора двигуна на 3...5 обертів;

– при виявленні льоду у вхідному пристрої підвести гаряче повітря підігривача у вхідний тракт двигуна;

– для збільшення тривалості стоянки ПС з підігрітими двигунами через 10...15 хв після зупинки двигунів варто установити заглушки на повітрозабирачі і вихлопну трубу двигунів, а також заохлити силові установки комплектами зимових чохлів;

– при тривалій стоянці ПС і відсутності необхідних засобів підігріву після охолодження двигунів необхідно зробити їхній запуск і прогріти на режимі малого газу;

– при температурі повітря нижче мінус 40°C і стоянках ПС більше 2...3 год необхідно зливати мастило з маслосистем двигунів відразу після їхнього вимикання та зупинки в мастилозправник, а перед наступним запуском заливати мастило в систему підігрітим до температури 70...80°C. При цьому для забезпечення гарного прогріву двигуна гарячим мастилом його заливають у систему при відкритих зливальних кранах і не закривають їх доти, доки з них не потече гаряче мастило.

Щоб полегшити запуск поршневих двигунів мастила, що застосовуються для них, розріджують бензином.

Збільшення в'язкості спеціальних технічних рідин погіршує чутливість систем автоматичного регулювання і управління, роботу амортизаторів шасі. Особливо багато додаткових турбот випадає в холодний зимовий період на той обслуговуючий авіаперсонал, що експлуатує вертольоти, тому що в конструкцію вертольотів входять такі специфічні агрегати як редуктори, шарніри втулок несучого і рульового гвинтів, з'єднувальні муфти й

інші рухливі механічні агрегати, заповнені мастилом.

Підвищення в'язкості мастила в зимовий період експлуатації впливає на працездатність муфт вільного ходу головного редуктора вертольота. Збільшуються сили тертя між сепаратором та зірочкою муфти і при цьому погіршуються умови роботи вмикаючого пристрою, зменшуються притискні зусилля на ролики з боку сепаратора, що в кінцевому рахунку може викликати розчіплювання (прослизання) муфти вільного ходу і мати тяжкі наслідки. Тому в умовах низьких температур необхідно особливо ретельно підігривати головний редуктор у районі розташування муфт вільного ходу, використовуючи для цього спеціальні підігривальні кожухи.

При температурі повітря нижче мінус 20°C, щоб уникнути замерзання мастила в радіаторах і мастилопроводах головного редуктора після вимикання двигунів та зупинки несучого гвинта, необхідно зливати частину мастила з головного редуктора.

Ущільнення масляних порожнин шарнірів втулки несучого і рульового гвинтів вертольотів здійснюється гумовими кільцями і манжетами, які в умовах низьких температур втрачають еластичність і піддаються усадці. Це приводить до підтікання мастила із шарнірів і викликає необхідність їхнього систематичного дозаправлення, а також усунення слідів підтікання на втулці й елементах конструкції вертольота.

При підготовці вертольота до запуску двигунів і після їхнього запуску забороняється перевіряти роботу гідросистеми шляхом переміщення педалей шляхового управління, якщо температура мастила в хвостовому редукторі нижче мінус 20°C. У цьому випадку потрібно попередньо прогріти хвостовий редуктор при роботі двигунів вертольота на режимі малого газу або прогріти його від аеродромного підігривача до запуску двигунів.

Для попередження підвищеної тряски вертольота при випробуванні гідросистеми ручку циклічного управління варто відхиляти поступово і плавно лише після прогріву мастила в шарнірах втулки несучого гвинта. Варто також враховувати, що загушення мастила, яким змащуються відцентрові обмежники звисання лопастей гвинта, може призвести до заїдання цих обмежників з наступним ударом гвинтом по хвостовій балці

вертольота. Оскільки до вимикання двигунів відмову обмежника звисання лопасті гвинта визначити неможливо, вертоліт перед вимиканням двигунів варто встановлювати носом проти вітру.

Замерзання вологи в рухливих елементах системи управління, гальм шасі, стулок може призвести до їх заклинювання і виходу з ладу. Тому для запобігання цим явищам рекомендується перед вильотом продувати теплим повітрям відсіки качалок управління, редукторний відсік, барабани коліс.

При дуже сильних морозах форма колеса шасі, яка змінена обтисненням на стоянці ПС, зберігається якийсь час унаслідок недостатньої морозостійкості гуми. У процесі рулювання або зльоту ПС, у якого колеса шасі зберігають при обертанні таку "заморожену" некруглу форму, створюються значні додаткові динамічні навантаження. Тому рекомендується при температурі зовнішнього повітря нижче мінус 30°C прогрівати ніші шасі не менше 20 хв.; заряджати пневматики коліс повітрям доцільно відповідно до верхньої межі допуску для попередження повертання пневматиків відносно барабанів коліс.

4.2. Особливості експлуатації і технічного обслуговування гідрогазових систем ПС в умовах жаркого клімату

При високих температурах зовнішнього повітря підвищується температура робочих рідин у паливній, масляній і гідравлічній системах ПС, що спричиняє виникнення деяких особливостей експлуатації.

У жаркий час обсяг заправки в баки палива варто зменшувати на 2...3% для забезпечення його розширенню від нагрівання. Варто мати на увазі також, що висока температура навколишнього середовища викликає інтенсивне випаровування палива, особливо при одночасному зменшенні атмосферного тиску, тобто на високогірних аеродромах у жаркий літній час. У зв'язку з цим для запобігання виникненню пожежі і вибуху при заправленні ПС необхідно суворо дотримуватись встановлених правил безпеки, зокрема, надійно заземлювати ПС і паливозаправник.

Важливе значення для забезпечення ефективності системи змащування в жаркий час має кількість мастила в системі.

Недостатня його кількість у маслобаку погіршує відведення тепла від вузлів двигунів, що змащуються. У той же час при надмірній кількості мастила в маслобаку можливий викид його надлишків через систему суфлювання в атмосферу. Тому маслобаки необхідно заправляти точно до тієї відзначки на масломірній лінійці, що зазначена в інструкції з експлуатації двигуна даного типу.

При підвищенні температури мастило розріджується, погіршуються його змащувальні властивості, підвищується зношування деталей, що особливо несприятливо позначається на високонавантажених підшипниках опор двигунів і зубчатих з'єднань редукторів. Тому екіпажі ПС повинні уважно контролювати показання покажчиків тиску і температури мастила, не допускаючи перевищення встановлених максимальних значень.

У силових установках вертольотів підвищення температури мастила на виході з двигуна і вході в головний редуктор може бути викликано також недостатнім обдуванням повітрям масляних радіаторів. У свою чергу, причинами цього можуть бути неправильне значення кута установки поворотних лопаток вентилятора для даних атмосферних умов, неповне відкриття стулок або засмічення сторонніми предметами стільників маслорадіаторів.

Варто також враховувати, що при підвищених температурах і вологості повітря на якості паливно-мастильних матеріалів починає позначатись діяльність бактерій, спор, цвілеподібних грибків. При цьому в ПММ утворюються студенисті відкладення і з'єднання типу сіркового ангідриду. Мастило починає розкладатися на рідку і тверду основи (явище синерезису) та втрачає свої антифрикційні і захисні властивості. У цих умовах потрібно частіше змінювати мастило, а в паливо додавати бактерицидні присадки (при відсутності спеціальних присадок може використовуватись рідина "Г").

Високий рівень сонячної радіації сприяє підвищеному зношенню і старінню гуми пневматиків шасі. У цих умовах необхідно регулювати тиск в пневматиках коліс по нижньому допуску, що сприяє зменшенню інтенсивності їх зношення. При цьому необхідно мати на увазі, що підвищення температури повітря на 15°C відповідно підвищує тиск в пневматиках на 12 –

13%. Особливу увагу треба приділяти гальмам коліс, що в умовах високих температур схильні до перегріву, короблення і розтріскування конструктивних елементів.

Крім того, при високих температурах підвищується натяг тросів у проводках управління, що вимагає їхнього постійного контролю та регулювання. Збільшується тиск в балонах протипожежної системи, в системі нейтрального газу, що інколи приводить до їхнього розрядження через запобіжний сигнальний пристрій.

В умовах високих температур зовнішнього повітря, найбільш характерних для тропічного клімату, помітно погіршуються польотні дані ПС, що обумовлено головним чином зменшенням розрахункової тяги та потужності їхніх двигунів.

Залежність тяги турбореактивного двигуна (ТРД) або потужності турбогвинтового двигуна (ТВД) від температури зовнішнього повітря визначається конкретним законом автоматичного регулювання даного типу двигуна.

ТРД регулюються таким чином, що кожному режиму їхньої роботи відповідає визначена годинна витрата палива. При підвищенні температури зовнішнього повітря ця залежність зберігається доти, поки температура газу перед турбіною не досягне межового значення, після чого система автоматичного регулювання зменшує витрату палива, а отже, і тягу (потужність) двигуна.

У двоконтурних ТРД, які встановлені на літаках типу Як-42 і Ту-154, система автоматичного регулювання підтримує тягу двигуна на злітному режимі незмінною аж до так званої розрахункової температури, коли частота обертання ротора турбокомпресора досягає граничноприпустимого значення. При подальшому підвищенні температури тяга двигуна на всіх режимах постійно зменшується.

Система автоматичного регулювання газотурбінних двигунів (ГТД) вертольотів також підтримує злітну потужність двигуна приблизно постійною доти, поки температура зовнішнього повітря не перевищить 30...40°C. При її подальшому підвищенні злітна потужність вертольотного ГТД інтенсивно падає, а при збільшенні висоти польоту вертольота обмежники потужності

двигуна спрацьовують при меншій температурі повітря. Отже, найбільш несприятливі умови використання зльотної потужності двигуна створюються в жаркий час року у високогірній місцевості.

Для поліпшення зльотних характеристик в умовах високих температур і зниженого барометричного тиску зовнішнього повітря на деяких ГТД, зокрема турбогвинтовому двигуні АІ-24 (літаки типу Ан-24) використовується система упорскування води в двигун. При включенні цієї системи спеціальні форсунки подають у повітрозабирач двигуна воду, що розбризкується яка, випаровуючись, відбирає тепло від повітря і знижує його температуру на вході в компресор. Тим самим відновлюється потужність двигуна на зльотному режимі. Внаслідок обмеженої кількості води в системі (приблизно 100 л) її використовують тільки під час зльоту і набору висоти ПС. Для заправлення системи застосовують тільки дистильовану воду, а також виконують ряд робіт, передбачених спеціальними інструкціями.

Поршневі двигуни, які використовуються на літаках типу Ан-2, Іл-14 та вертольотах типу Ка-26, невисотні, тому при підвищенні температури зовнішнього повітря і відповідно зменшення масового заряду повітря, що надходить у циліндри двигуна, потужність їх монотонно зменшується. Найбільш несприятливі умови для роботи поршневого двигуна складаються в тих випадках, коли високу температуру повітря супроводжує значне підвищення вологості (субтропічні або тропічні райони) та зниження атмосферного тиску (високогірні райони тропічної зони).

Питання для самоконтролю

1. У чому проявляється негативний вплив на ПММ низьких температур зовнішнього повітря?
2. Як впливають низькі температури на гумові ущільнення агрегатів функціональних систем?
3. Який вплив мають низькі температури на авіаційні палива?
4. Для чого і які додають в авіаційне паливо спеціальні присадки?

5. У чому полягають основні правила ТО паливних систем при низьких температурах?

6. Дайте характеристику особливостей ТО пневмосистем і систем кондиціонування повітря в кабінах ПС у зимовий період?

7. Охарактеризуйте особливості ТО силових установок ПС в умовах низьких температур повітря?

8. У чому полягають особливості ТО редукторів, шарнірів втулок гвинтів вертольотів у зимових умовах експлуатації?

9. Який вплив на характеристики ПММ мають високі температури?

10. Як необхідно регулювати тиск у колесах шасі при підвищених температурах повітря?

5. ОРНИТОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ

5.1. Небезпека, що створюється птахами, для польотів повітряних суден

У зв'язку з інтенсивним розвитком авіації і насиченням повітряного простору все більшою і більшою кількістю літаків і вертольотів виникла проблема попередження зіткнень їх із птахами. До кінця 50-х років минулого сторіччя льотні події з вини птахів відзначалися лише епізодично і протягом 50 років в усьому світі відбулися тільки три катастрофи легких літаків. На початку 60-х років у зв'язку з різким збільшенням швидкостей і розмірів літаків імовірність зіткнень із птахами зросла. Стрибокподібне збільшення погрози від птахів було викликано також широким застосуванням потужних газотурбінних двигунів, у результаті чого значно зросли не тільки швидкості і прискорення польоту, але і зменшився шум двигуна перед літаком. Птахам стало трудніше координувати свій політ, вчасно виявляти наближення літаків і ухилятися від зіткнення.

Одночасно зросла і небезпека зіткнення в зв'язку із

збільшеною силою зіткнення, і здатністю газотурбінних двигунів засмоктувати велику кількість птахів, які опиняються на шляху літака. Так, у США в 1960 р. відбулася важка катастрофа, коли пасажирський літак Локхід Електра потрапив у зграю шпаків, у результаті чого загинув 61 чоловік.

При розгляді небезпеки для авіації, створеної птахами, слід відповісти на два питання: чим погрожує літаку зіткнення з птахами і як часто ці інциденти відбуваються?

У практиці цивільної авіації зіткнення виникають як з окремо летючими дрібними і великими птахами (масою до 3-10 кг), так і зі зграями дрібних птахів. Так, у 1979 р. в околицях м. Чита літак Ту-154 під час зниження на висоті 4000 м зіткнувся з великим птахом, імовірно всього, орлом, і в результаті одержав велику пробоїну в крилі.

У 1978 р. літак Боїнг-737 бельгійської авіакомпанії в тренувальному польоті зіткнувся при розбігу зі зграєю диких голубів. Це привело до ушкодження двигунів і шасі, літак вискотився за межі ЗПС, перекинувся і згорів.

Найбільш часті й у той же час небезпечні зіткнення з птахами зазнають такі частини літака:

1. Передні частини крила, на яких виникають вм'ятини і пробоїни.

2. Лобове закрелення літака, яке при зіткненні з птахом пробивається, руйнується, а його осколки викликають поранення членів екіпажа.

3. Засмоктування окремих птахів чи цілої зграї двигуном приводить до руйнування лопаток компресора або різко зменшує надходження в нього повітря з усіма наслідками, які звідси випливають: руйнування двигуна, пожежа, відмова.

Для авіації, яка застосовується в сільському господарстві, особливу небезпеку становлять зіткнення з птахами під час проведення авіаційно-хімічних робіт, тому що ушкодження двигуна на гранично малій висоті при відсутності придатної для посадки площадки може привести до аварії чи катастрофи.

У теперішній час у світі щорічно реєструється близько 3600 зіткнень цивільних літаків із птахами і деякі з них закінчуються важкими наслідками. Однак ці дані не точні, тому що в багатьох

країнах облік зіткнень тільки ще налагоджується, а ряд інших не публікує цих зведень.

На кожну тисячу польотів цивільних літаків у країнах, де налагоджений добрий облік, приходиться в середньому 2-8 зареєстрованих зіткнень із птахами.

У цивільній авіації країн СНД, на думку фахівців, щорічно відбувалося понад 1000 зіткнень повітряних суден із птахами.

Крім загрози для життя екіпажу і пасажирів, зіткнення повітряних суден із птахами наносить цивільній авіації великий матеріальний збиток. Витрати на ремонт літаків і двигунів, ушкоджених птахами, складають щорічно в усьому світі десятки мільйонів доларів. Так, тільки одна японська авіакомпанія "Олл Ніппон Еруейз" щорічно втрачає з цієї причини 630 тисяч американських доларів.

У цивільній авіації країн СНД через зіткнення з птахами щорічно ушкоджувалося близько 80-90 авіаційних двигунів, з них близько 40 підлягало достроковій заміні. У багатьох випадках усунення пошкоджень на одному літаку обходиться в сотні тисяч гривень.

Небезпека зіткнень із птахами в останні роки збільшилася, що пояснюється цілим рядом причин:

1. Активне проникнення авіації в райони, де птахи раніше не були знайомі з літаками і, отже, не мають навичок щодо уникнення зіткнень з ними.

2. Заміна літаків із ПД літаками з ТРД і ТВД, що більш уразливі при зіткненні з птахами.

3. Зростання чисельності небезпечних для авіації птахів, викликаний проведеними в багатьох країнах заходами щодо охорони природи.

4. Збільшення кількості зимуючих птахів – чайок, качок, ворон, граків, шпаків - і концентрація їх біля населених пунктів, тобто в безпосередній близькості від аеродромів. Перехід до осідлого способу життя птахів викликано достатком харчових відходів у місцях поселення людини і наявністю незамерзаючих стічних вод.

5. Уміння птахів пристосовуватися до несприятливих змін навколишніх умов чи впливу, що робиться на них з боку людини. У

здатності птахів розпізнавати дійсну небезпеку полягає одна з головних труднощів відлякування їх від аеродромів, тому що ці заходи по суті є невразливими і птахи часто перестають звертати на них увагу.

6. Зачастівші навали окремих птахів на аеродроми. Ці явища відбуваються під впливом наступних факторів: виникнення аномальних погодних умов, урбанізація природного ландшафту, наявність на аеродромах умов, сприятливих для відпочинку і годівлі птахів.

Потепління клімату й урбанізація природного середовища створюють умови для перетворення мігруючих птахів в осідлих, що і спостерігається повсюдно. Вплив перерахованих факторів настільки великий, що і надалі слід очікувати тенденцію до збільшення зіткнень із птахами, незважаючи на прийняті заходи.

7. Збільшення інтенсивності нічних польотів і викликані цим небезпеки зіткнень з мігруючими в темряві птахами, яких не можуть виявити візуально екіпажі повітряних суден.

5.2. Орнітологічна обстановка на земній кулі

Терміном "орнітологічна обстановка" позначають розміщення і перельоти птахів, що представляють у даній місцевості реальну небезпеку для польотів повітряних судів.

Для того, щоб оцінити можливість зіткнення літака з птахами, передбачити заздалегідь заходи щодо їх попередження, необхідно знати фауну птахів на маршрутах і в зонах польотів, час їхніх сезонних міграцій, маршрути перельотів, висоту і швидкість, з якою вони летять, зони їх мешкання і розміщення зимівель.

На земній кулі нараховується 8590 видів птахів, з них 705 видів живуть у країнах СНД. Усіх птахів по характеру сезонних переміщень можна розділити на три категорії: осідлі, що кочують і перелітні. До осідлих відносять тих, які протягом року живуть в одній і тій же місцевості і яких-небудь регулярних переміщень не роблять. До тих, що кочують, зараховують птахів, які роблять переміщення по найближчих екологічно сприятливих районах, не маючи при цьому визначених міграційних шляхів і постійних зимівель. Перелітними називають птахів, що щорічно здійснюють

порівняно далекі регулярні перельоти по визначених шляхах і на визначені зимівлі. Така класифікація має умовний характер, тому що різні популяції птахів одного й того ж виду в різних частинах їхнього розміщення можуть бути то перелітними, то тими, що кочують, то осідлими.

Сезонні перельоти, прольоти чи міграції птахів викликані погіршенням умов їхнього мешкання у певні сезони року, у зв'язку з чим птахи змушені робити переміщення в район з більш сприятливою екологічною обстановкою. В міру просування до півдня кормові умови для птахів у зимовий час поліпшуються, відповідно до чого скорочується питома вага перелітних і збільшується відсоток тих, що кочують, і осідлих видів птахів. У північних районах країн СНД зимує майже в 2 рази менше видів птахів, ніж у південних районах (відповідно 150 і 280 видів).

Є чимало видів птахів (сіра куріпка, біла куріпка, кряква й ін.), які в умовах різкої зміни сезонної обстановки є дійсно перелітними птахами, у той час як в областях з більш м'яким кліматом вони стають тими, що кочують, чи навіть осідлими.

Річний цикл життя птахів складається з декількох періодів. У перелітних птахів, які представляють найбільшу небезпеку для авіації, він включає такі: розмноження, виліт молодняка з гнізд, післягніздові кочівлі, переліт на зимівлю (осіння міграція), зимівлю, переліт до місця гніздування (весняна міграція).

У період розмноження птахи роблять польоти, як правило, поодиночі чи невеликими групами. Вони відбуваються в основному вдень і досить інтенсивно протягом усього світлового дня. Більшість птахів робить їх на невеликих висотах (10-50 м), на невеликій відстані (10-15 км) і часто в різних напрямках.

У період вильоту молодняка з гнізд відбувається різке збільшення чисельності літаючих птахів, які розселяються на території в різних напрямках.

У період післягніздових кочівель багато птахів поєднуються у великі зграї, які кочують по кормних місцях. Відбувається територіальний перерозподіл птахів: з лісових масивів вони переміщуються на узлісся, поля, дороги. У цей час їх часто можна зустріти і на аеродромах.

У період осінньої, а також весняної міграцій перелітні птахи

переміщуються на сотні і тисячі кілометрів. Наприклад, граки, які гніздяться під Москвою, летять на зиму в Західну Європу. Багато з птахів, які розмножуються у нас, проводять зиму в країнах Африки, Західної Європи, Близького Сходу, Південно-Східної Азії і навіть Північної Америки.

Осінній і весняний перельоти більшість птахів роблять зграями, зграями вони тримаються і на місцях зимівель. Величина зграй коливається від невеликого числа особин (синиці, снігурі, деркачі й ін.) до декількох тисяч (шпаки, качки, буревісники). Серед птахів, які зимують у північних і помірних широтах, зграї нечисленні, частіше дрібні, нараховують одиниці і десятки особин. Великі скупчення спостерігаються в перелітних птахів (наприклад, у шпаків, качок, жайворонків, деяких куликів і ін.), які і на шляху прольоту, і на місцях зимівель мають щедрі корми.

Добова активність птахів під час сезонних міграцій у різних видів не однакова. Удень летять головним чином великі птахи: журавлі, лелеки, лебеді, хижі птахи, ворони. Переважна більшість перелітних, особливо дрібних, птахів мігрують уночі: співочі, зерноїдні, болотні, гороб'ячі й ін. Удень вони годуються і поповнюють запаси, необхідні їм для перельоту. Вдень і вночі летять чайки, крачки, чибіси, шпаки.

Найбільш висока інтенсивність весняного й осіннього прольотів відмічається в передсвітанкові години і протягом 3-4 год після сходу сонця. Потім інтенсивність міграції зменшується, а ввечері за 2-3 год до заходу сонця знову зростає і залишається високою протягом декількох годин після настання темряви.

Основна маса мігруючих птахів летить удень на висотах до 500 м, однак частина птахів пролітає на висотах 1,5-3 км, а в окремих випадках і ще вище. Наприклад, граків спостерігали на висоті 3300 м, журавлів – на 6000 м, а гусаків – навіть на висоті вище 8000 м. Уночі висота більшості перельотів складає 300-3000 м.

Польотна швидкість різних видів птахів коливається у великому діапазоні: від 40 до 160 км/год. Фактично ж рух птахів під час перельоту в багато разів повільніший, тому що вони досить часто роблять великі зупинки для відпочинку і пошуків корму. Так

швидкість просування мігруючих птахів на території країн СНД складає в середньому 50-60 км на добу.

Можна лише умовно вважати, що восени птахи летять на південь, а навесні на північ. У дійсності більшість птахів мігрує по звивистому шляху, причому часто в широкому напрямку.

У період зимівлі більшість птахів збирається в зграї, які двічі в день роблять перельоти на далекі відстані від 10 до 15 км: ранком на годівлю, увечері на ночівлю.

Помічено, що міграції птахів на будь-якій території мають переривчастий характер. Дні з інтенсивним прольотом чергуються з днями, коли міграція проходить слабо або взагалі не спостерігається. Причинами хвилеподібності міграцій є погодні умови (вітер, опади, температура повітря, хмарність, туман), а також циклічне коливання фізіологічного стану птахів.

В останні десятиліття великий вплив на міграції окремих птахів стали робити антропогенні фактори: початок польових робіт, збирання врожаю і т.д.

5.3. Аналіз зіткнень повітряних суден із птахами

У літературі статистичні дані про зіткнення ПС із птахами класифікуються й аналізуються по певних ознаках: тип ПС, місце удару, час доби, сезони року, етапи пілотування, висота, швидкість польоту. Уведено поняття "коефіцієнт зіткнень" - це кількість зіткнень, що приходить на певну кількість зльотів-посадок (звичайно 1000). У 1970-1972 рр. він дорівнював 0,1; у 1973-1978 рр. - 0,2; у 1979-1989 рр. - 0,3; у даний час більше 0,3.

Розподіл зіткнень по видах ПС істотно мінявся в різні роки в зв'язку з модифікацією літакового парку. У 1991 році їхнє співвідношення у відсотках було таким:

- турбореактивні літаки - 48%;
- турбогвинтові літаки - 38%;
- поршневі літаки - 10%;
- вертольоти - 4%.

В даний час найбільша частина зіткнень із птахами приходить на частку турбореактивних літаків. Це пояснюється, з одного боку, збільшенням їхнього числа стосовно інших типів ПС,

а з іншого, конструктивними й експлуатаційними особливостями цих літаків: велика швидкість, великий обсяг засмоктуваного повітря, незахищеність двигунів гвинтами, значні розміри лобових частин.

На частоту зіткнень впливають розміри, форма і забарвлення літаків, кількість, розташування двигунів і рівень створюваного ними шуму, розміщення і характер роботи бортових сигнальних пристроїв, швидкість і швидкопід'ємність. Одні з зазначених факторів сприяють, а інші перешкоджають зіткненням. У 1989 р. коефіцієнти зіткнень літаків країн СНД із птахами характеризувалися такими цифрами: Іл-62 і Іл-76 - 1,0 (більша кількість двигунів); Ан-24, Ан-26, Ту-154, Ту-134 - від 0,3 до 0,4 (велика інтенсивність руху); Як-40 - 0,2 (велика швидкопід'ємність і підвищений рівень шуму при зльоті); Ан-2 - 0,1 (невелика швидкість).

Практичний інтерес являють собою дані про частоту влучень птахів у різні частини ПС. Розподіл зіткнень по місцю удару у відсотках такий: двигун - 45, крило - 30, лобове засклення - 6, антена радіолокатора - 6, фюзеляж - 5, стабілізатор - 3, фара - 3, шасі - 2.

Найбільш масовими видами ушкодження авіаційної техніки є:

- пробоїни і вм'ятини на обшивці крил, фюзеляжу і вхідних пристроїв літаків;

- руйнування лобових стекол ліхтарів;

- деформація лопаток компресора, забоїни та вириви на вхідних крайках лопаток.

Випадки зіткнень по етапах пілотування розподіляються в такий спосіб, %: руління - 1, розбіг і пробіг - 5, зліт - 13, набір висоти - 25, політ по маршруту - 5, зниження - 39, посадка - 12.

Як видно, при зльоті, посадці, розбігу і пробігу, тобто безпосередньо на території аеродромів, була зареєстрована майже третина зіткнень із птахами. Зіткнення під час зльоту і посадки особливо небезпечні, оскільки при відмові двигуна літак здатний утратити висоту чи швидкість і це може призвести до аварії чи катастрофи.

Під час руління, розбігу і пробігу зіткнення ПС із птахами

реєструвалися порівняно рідко, що зв'язано з невеликими швидкостями руху літаків на цих етапах.

Дві третини зіткнень із птахами було зареєстровано на етапах зниження і набору висоти, при чому переважна частина зіткнень відбулася на висотах до 400 м, тобто поблизу аеродромів. При зниженні зменшується рівень шуму двигунів (як відлякуючий фактор), а траєкторія зниження більш полого, чим при зльоті і наборі висоти. Цими причинами, очевидно, пояснюється більша кількість зіткнень при зниженні в порівнянні з набором висоти.

Під час перебування ПС на ешелоні зареєстровано лише 5 % зіткнень із птахами, оскільки на великих висотах птахи зустрічаються рідко.

Однак невеликі літаки, а також вертольоти мають високий відсоток зіткнень на етапі крейсерського польоту, наприклад, Ан-2 – 62 %, вертольоти – 56 %. Особливо багато зіткнень відбувається при авіаційно-хімічних роботах – до 70 % від загальної кількості. Пояснюється це тим, що ці роботи виконуються на малій висоті, де найбільша імовірність зіткнення з птахами.

Розподіл зіткнень по швидкостях польотів ПС такий: до 100 км/год – 3 %; 101-300 км/год – 71 %; 301-500 км/год – 25 %; більше 500 км/год – 1 %.

Розподіл зіткнень у часі і просторі в основному залежить від інтенсивності польотів ПС і птахів, а також від способу життя птахів. Аналіз статистичних даних показує, що найбільш часто зіткнення реєструються наприкінці літа і першій половині осені і рідше – у зимові місяці. Помітний пік зіткнень навесні, але він менш виражений, ніж восени.

Частота зіткнень залежить також від часу доби. За 10-річний період вдень було зареєстровано 68 %, вночі – 32 % зіткнень, тобто в 2 рази менше. Найбільша кількість зіткнень припадає на період 6-12 годин дня (за місцевим часом).

З висотою кількість зіткнень різко зменшується внаслідок зниження інтенсивності польотів птахів. Так, до висоти 400 м кількість зіткнень складає 75 %, від 400 до 1000 м – 12 % і понад 1000 м – 13 %.

Для успішного запобігання зіткнень літаків із птахами необхідно знати, які з них найбільш часто становлять реальну

небезпеку для авіації. Розподіл числа зіткнень різних груп птахів у відсотках на території країн СНД такий: голуби – 25, чайки – 18, водоплавні (качки, гусаки) – 14, дрібні гороб'ячі (шпаки, жайворонки, ластівки) – 14, хижі – 13, вороніві (ворони, граки, галки) – 6, стрижі – 3, лелеки і журавлі – 2, інші – 2. У західній Європі перше місце по числу зіткнень займають чайки (більше 40 %).

При цьому зіткнення з голубами, у порівнянні з іншими птахами, реєструвалися частіше при наборі висоти, зі стрижами, хижими і водоплавними птахами – у крейсерському польоті; з чайками і воронівими – при розбігу, зльоті і пробігу. Чайки, вороніві та водоплавні птахи досить часто зіштовхуються з літаками в нічний час, а хижі і водоплавні птахи – на великих висотах.

У практиці спостерігалися різні напрямки руху ПС і птахів перед зіткненням:

- потужний рух літака і птахів, при якому звичайно літак урізався в зграю птахів передньою частиною фюзеляжу, крила, кіля, стабілізатора, повітрозабірником;

- зустрічний рух ПС і птахів, при якому птахи билися об різні частини планера;

- пересічні курси ПС і птахів.

У залежності від взаємного положення птахів і ПС у момент зіткнення можливі такі фізичні явища:

- удар;

- прибивання;

- засмокування птаха працюючим двигуном.

Як показують розрахунки, сила удару птаха розміром з чайку при швидкості польоту літака 320 км/год складає понад 3 т, а при швидкості 960 км/год уже близько 30 т, тому що вона зростає пропорційно квадрату швидкості співударяння. Наприклад, енергія удару під час зіткнення літака, що летить зі швидкістю 750 км/год об ширяючого птаха масою 1,8 кг (велику качку) еквівалентна енергії удару об той самий літак автомобіля масою в одну тонну, що рухається зі швидкістю 32 км/год.

Пробиванням називається такий випадок деформації і руйнувань при ударі, коли в обшивці, заскленні чи іншій перешкоді, яка сприймає удар, виходить наскрізний отвір.

При влученні в зону роботи двигуна птах засмоктується в його проточну частину, в результаті чого деформуються, а потім обриваються лопатки компресора, виникає помпаж і пожежа двигуна.

У результаті зіткнення найчастіше виникають такі відмови і несправності авіаційної техніки:

- заклинювання ротора двигуна внаслідок ушкоджень чи обриву лопаток ротора;
- пожежа в двигуні;
- виникнення великої негативної тяги при влученні птахів у тракт турбогвинтового двигуна;
- відмова пілотажно-навігаційних приладів при зльоті і посадці в результаті деформації або забивання їхніх приймачів;
- різке погіршення аеродинаміки літака внаслідок утворення пробойн;
- заклинювання чи руйнування рулів, елеронів, керованих стабілізаторів;
- вибухова декомпресія (раптова втрата надлишкового тиску) кабіни при пробиванні птахом заклення;
- утрата видимості внаслідок закривавлення птахом ліхтаря кабіни екіпажа.

Характер і значущість ушкодження ПС у разі зіткнення з птахом залежать від енергії удару в момент зіткнення, тобто від швидкості польоту літака і птаха, напрямку удару, розмірів (маси) птаха, конструктивних особливостей і міцності елементів ПС, а в ряді випадків і від висоти польоту (декомпресія).

5.4. Заходи щодо запобігання зіткненням ПС із птахами

Заходи щодо попередження і запобігання зіткнень ПС із птахами умовно можна розділити на такі групи: організація робіт з орнітологічного забезпечення польотів; створення дисконфортних

умов для птахів на аеродромах; засоби боротьби з птахами на аеродромах; спостереження і контроль за орнітологічною обстановкою; дії екіпажів щодо запобігання зіткненням із птахами.

Ефективність орнітологічного забезпечення безпеки польотів залежить від правильності вибору заходів боротьби з птахами, продуманості термінів проведення робіт, а також засобів і сил для їхнього виконання. Практика показує, що окремі невдалі спроби зменшити кількість зіткнень літаків із птахами викликані не тільки незнанням орнітологічної обстановки і запобіжних заходів, але і неправильною організацією даних заходів на аеродромах.

В інструкціях з орнітологічного забезпечення безпеки польотів у цивільній авіації різних країн закладені організаційні заходи, спрямовані на запобігання зіткненням ПС із птахами. Загальну організацію і контроль за проведенням цих заходів здійснює директор авіакомпанії, а проведення практичних робіт звичайно покладається на працівників служби руху, аеродромної служби і служби охорони авіапідприємства, льотний склад і інженера-інспектора з безпеки польотів.

Працівники служби руху здійснюють візуальний і радіолокаційний контроль за орнітологічною обстановкою, інформують екіпажі про виявлення птахів на шляху руху ПС, аналізують дані про фактичні й очікувані орнітологічні умови в районі аеродрому, при необхідності приймають рішення про тимчасове припинення польотів, керують діями пілотів для запобігання зіткненням.

Працівники аеродромної служби організують еколого-орнітологічне обстеження району аеродрому, залучаючи фахівців з наукових установ, здійснюють заходи щодо відлякування птахів, збирають збитих літаками птахів для аналізу.

Льотний склад оповіщає диспетчерів керування повітряним рухом про виявлені в районі аеродрому перельотах птахів, фіксує замічені випадки зіткнень із птахами, виконує певні дії по зменшенню імовірності і небезпеки зіткнення з птахами.

Працівники охорони відлякують птахів від аеродрому за вказівкою керівника польотів.

Електрики і радисти монтують на аеродромі автоматичні і напівавтоматичні пристрої по відлякуванню птахів і систематично перевіряють їхню працездатність.

Працівники авіатехнічного центру реєструють і передають відомості про ушкодження ПС птахами, усувають ушкодження.

Інженер-інспектор з безпеки польотів чи особа, яка його заміняє, реєструє, аналізує і доповідає керівному і льотному складу інформацію про зіткнення ПС із птахами, контролює правильне і своєчасне виконання інструктивних матеріалів по авіаційній орнітології.

В аеропортах, де введена посадка інженера-орнітолога, ряд заходів щодо орнітологічного забезпечення безпеки польотів повинні проводитися зазначеними фахівцями.

Приведені положення про організацію орнітологічного забезпечення на авіапідприємствах не є догмою. На найбільш птахонебезпечних цивільних аеродромах іноді створюються спеціальні групи по боротьбі з птахами чисельністю від 3 до 16 чоловік.

Важливим заходом для підвищення ефективності орнітологічного забезпечення польотів є організація в аеропортах занять по авіаційно-орнітологічній тематиці з усіма працівниками, що мають відношення до запобігання зіткнень ПС із птахами.

Авіаційні фахівці повинні бути добре інформовані про фауну птахів у районі базування й у зонах польотів, а також знати види птахів, які населяють райони базування ПС, їхні основні характеристики, спосіб життя, місця і терміни скупчень, що служить їжею для птахів, їхнє практичне значення. Для цього силами місцевих орнітологів проводяться еколого-орнітологічні обстеження аеродрому і його навколишньої території з наступним складанням карт-схем орнітологічної обстановки. Отримані знання допоможуть при прокладці маршрутів уникати тих зон, де спостерігаються скупчення птахів; при побудові профілю польоту обходити небезпечні висоти; правильно застосовувати засоби боротьби з птахами на аеродромах; проводити профілактичні заходи щодо зниження чисельності птахів.

Головним методом успішного зниження чисельності птахів на аеродромах і поблизу їх є створення дискомфортних умов для птахів, що досягається шляхом ліквідації умов, які сприяють їхньому скупченню і гніздуванню. Це досягається в такий спосіб:

1. Багато фахівців прийшли до висновку, що самим перспективним способом зниження чисельності наземних птахів є регулювання висоти травостою з урахуванням конкретних орнітологічних умов на даному аеродромі. У ряді країн порадики з аеродромної служби передбачають у випадку скупчення птахів на льотному полі робити скошування трави до висоти 20-25 см, щоб не створювати сприятливих умов для гніздування дрібних птахів і годівлі птахів середнього розміру (чайок, ворон, голубів та ін.). Для одних дрібних птахів травостій краще скошувати цілком, а при концентрації птахів середнього розміру травостій повинен бути якнайвище.

2. Деревя і чагарники, що виростають на аеродромах, повинні розташовуватися якнайдалі від ЗПС. У молодих посадках у порівнянні зі старими гаями, серед дерев хвойних чи декоративних порід у порівнянні з листвяними породами птахів водиться значно менше. Додатково скорочення чисельності і видового складу птахів можна досягти в результаті розчищення аеродромів і ближніх лісів від чагарників.

3. Можна використовувати безпечні хімічні і біологічні засоби для знищення комах, якими харчуються птахи.

4. Рекомендується застосовувати різноманітні засоби для відлякування птахів від будинків, розташованих поблизу аеродромів (мережі, пастки, рейки, шипи, в'язкі чи липкі речовини й ін.).

5. Для зменшення чисельності водоплавних і біляводних птахів робиться дренавання й осушення аеродромної території.

6. Рекомендується збільшення товщини дорожніх покриттів на аеродромі і поблизу його для зменшення розселення гризунів, які служать їжею для великих птахів.

7. Встановлено обмеження на розміщення поблизу аеродромів смітників, відходів і покидьків, звіроферм, скотарень і інших об'єктів, які принадають птахів: не ближче 13 км від центральної точки аеропорту і з того боку аеродрому, щоб птахи, які летять до об'єктів, не перетинали аеродромну територію.

8. Рекомендується, по можливості, уникати використання території аеродрому для сільськогосподарських потреб.

Велику ефективність щодо скорочення кількості птахів, що

накопичуються на аеродромах, дає застосування в даний час методів відлякування птахів, що досить прості, не вимагають великих матеріальних витрат і нешкідливі для навколишнього середовища.

Інші заходи щодо зменшення чисельності птахів одержали менше поширення. Вилов, винищення пернатих за допомогою ядохімікатів чи відстрілу, а також знищення пташиних гнізд, що раніше практикувалося в багатьох країнах, зараз майже ніде не зустрічаються по цілому ряді причин. По-перше, ці заходи є безперспективними, тому що місце знищених птахів відразу ж займають особини, які живуть в околицях. Оскільки вони не мають навички щодо запобігання зіткнення, реальна небезпека для літаків ще більше збільшується. Крім того, такі птахи більш обережні, і знищити їх значно важче. По-друге, винищити всіх мігруючих через аеродром птахів фізично неможливо, та й безглуздо. По-третє, одночасно з небезпечними для літаків птахами винищуються багато корисних і рідких, які охороняються законом, і які не являють собою особливої погрози для авіації. Застосування ядохімікатів до того ж наносить велику шкоду природі і самій людині. Будь-які заходи для винищення птахів є актом варварства стосовно живої природи і застосування їх на аеродромах заборонено.

Існують такі засоби відлякування птахів на аеродромах:

- біоакустичні установки;
- акустичні засоби;
- світлові сигнали;
- піротехнічні засоби;
- хижі птахи;
- опудала;
- хімічні засоби.

Найбільш ефективно, у порівнянні з іншими способами, біоакустичне відлякування птахів. Цей спосіб заснований на принципі використання природних реакцій птахів, наприклад на появу небезпеки (криків страху, біди), на “збір у дорогу” і т.д. Основною формою його використання є регулярна трансляція записаних на магнітофонну стрічку криків тривоги, біди, страху,

застереження, які видають птахи при небезпеці, і шумів птахів, що летять.

На практиці застосовуються біоакустичні установки трьох типів: стаціонарні, пересувні і напіврухливі. Усі три типи установок мають свої переваги і недоліки, однак пересувні установки все-таки мають більшу ефективність, тому що можуть майже впритул підходити до птахів, а також мають кращий захист від непогоди. Установки оснащені магнітофонами, підсилювачами, гучномовцями і касетами з записом потрібних звуків. За допомогою таких установок вдається знизити чисельність птахів у середньому на 80 %.

До недоліків такого способу можна віднести такі:

– труднощі в точному відтворенні, без перекручування, природних сигналів птахів. Вони переборюються створенням високоякісних біоакустичних установок у всьому діапазоні звукової частоти;

– звикання птахів до відлякуючих засобів, для чого їх приходиться часто замінювати, комбінувати з іншими чи вносити в їхню роботу інші зміни. Трансляцію запису сигналів варто робити у певний час доби й у певному порядку.

Як акустичні засоби відлякування найбільше поширення в даний час одержали карбідні гармати і рушниці. Принцип дії карбідних гармат полягає в тому, що в карбід регулярно надходить вода і газ, які утворюються при цьому, проникає в спеціальну камеру, де він від електричної чи кремнієвої іскри вибухає з сильним звуком. Частота пострілів може регулюватися швидкістю надходження води.

При самостійному застосуванні цього способу він не дає потрібного ефекту, тому що виявляється властивість звикання птахів. Ефективність підвищується при одночасному використанні піротехники або зброї, а в сполученні з біоакустичним методом стрілянина з газових гармат може досягати 100 % ефективності.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що відлякуючим птахів засобом можуть бути світлові сигнали. Особливо несприятливий вплив на птахів має сигнальне миготливе світло. У деяких країнах випускаються потужні лампи пульсуючого світла для відлякування птахів від різних об'єктів, наприклад, від ангарів.

Для попередження птахів про наближення літака використовуються бортові джерела світла (посадкові фари і пробліскові вогні). Включення посадкових фар вдень під час зльоту і посадки дозволяє зменшити коефіцієнт зіткнень із птахами в 2-3 рази, а вночі – приблизно в 5 разів.

Ведуться роботи з використання лазерів на аеродромах і літаках для відлякування птахів.

Піротехнічні засоби роблять на птахів вплив двох видів: акустичний – за допомогою сильного звуку і зоровий – спалахом вогню. У число піротехнічних засобів входять ракети, феєрверки і спеціальні патрони. Перевагою використання піротехнічних засобів є їхня доступність, простота в експлуатації, відносно невелика вартість, великий радіус дії і досить велика ефективність по відношенню до багатьох птахів (чайок, воронових, голубів, шпаків та ін.). Однак внаслідок звикання птахів необхідно застосовувати й інші засоби відлякування птахів: біоакустичні й акустичні.

Для розгону птахів на деяких аеродромах застосовуються пернаті хижакі, головним чином, соколи і яструби. Однак фахівці прийшли до висновку про недоцільність використання хижих птахів у зв'язку з великими матеріальними витратами на їхнє навчання і утримання і необхідністю мати на аеродромах персонал по догляду за ними.

Відлякуючий вплив мають також радіокеровані моделі, виготовлені у формі хижих птахів.

Відавна люди захищають сади і городи від навали пернатих за допомогою убитих птахів, розкладених чи розвішених на видних місцях. Цей старий, випробуваний спосіб знайшов успішне застосування на деяких аеродромах. Так як тушки мертвих птахів швидко псувалися, стали застосовувати їх опудала, виготовлені із синтетичного матеріалу.

На деяких аеродромах для відлякування птахів використовувалися пластикові опудала хижих птахів, змії, спеціальні металеві вертушки, червоні і сині прапорці, смужки з фольги, капронові сіті, скляні дзеркальні кулі, іграшки з блискучої фольги, а також електричні пристрої під напругою.

З хімічних речовин, які впливають на птахів, застосовуються авіциди – речовини, токсичні для птахів, і авіарепеленти –

речовини, які відлякують птахів, а також речовини, що мають липку консистенцію.

Найкращим способом попередження зіткнень літаків із птахами є завчасна інформація екіпажів про наявність птахів у зонах польоту і на маршрутах, особливо вночі. Цілком прийнятним і ефективним засобом виявлення скупчень птахів, що рухаються в повітрі, є радіолокаційні установки. З їх допомогою можна накопичувати інформацію про переміщення птахів. Труднощі виникають при розшифровці й аналізі ехо-сигналів від птахів, для чого використовуються різні технічні засоби: ЕОМ, фото- і кіноапаратура.

Велику перспективу для виявлення птахів на підходах до аеродрому обіцяють лазерні локатори.

Важливе практичне значення мають візуальні спостереження за птахами. Вони дозволяють одержати інформацію про появу птахів на шляху проходження літаків, на ділянках планування і зльоту і вчасно вжити попереджувальних заходів.

В даний час ще не створені спеціальні бортові засоби щодо відлякування птахів на безпечній відстані від літака по шляху його проходження, хоча такі дослідження проводилися, зокрема з мікрохвильовим електромагнітним полем, що знерухомило птахів, і лазером. Але ці засоби не одержали застосування на повітряних судах через свою громіздкість, великі енерговитрати і небезпеку для людини.

Тому для зменшення ймовірності і небезпеки зіткнення з птахами пілотам рекомендується виконувати такі дії:

1. По можливості уникати робити польоти, особливо підйом і зниження в тих ділянках маршруту, де регулярно відбуваються інтенсивні перельоти птахів.

2. У разі виявленні птахів перед літаком під час польоту за маршрутом слід облітати їх стороною або пролітати над ними, а під час заходу на посадку – іти на друге коло. Якщо птахи знаходяться на ЗПС, потрібно припинити зліт.

3. Рекомендується включати посадкові фари і пробліскові вогні на висотах нижче 3000 м.

4. Необхідно зменшити швидкість польоту в припустимих межах при перетинанні ділянки місцевості з високою ймовірністю зіткнення з птахами.

5. Під час зльоту по можливості збільшити вертикальну швидкість підйому, щоб швидше залишити небезпечну зону.

6. Підтримувати оптимальну температуру лобового застеклення літаків для підвищення його ударної стійкості.

7. Не підлітати близько до ширяючих у височині великих хижаків.

8. Якщо зіткнення з птахом відбулося, то слід припинити політ і зробити вимушену посадку навіть при відсутності порушень у роботі двигунів, тому що ушкодження можуть проявитися тільки через якийсь час.

9. Вчасно і правильно інформувати про всі зіткнення з птахами.

Орнітологічне забезпечення безпеки польотів включає також конструктивні заходи, спрямовані на поліпшення стійкості авіаційних конструкцій проти ударів. Сюди відноситься, в основному, створення міцних стекол і захист двигунів від улучення птахів і інших сторонніх предметів.

Питання для самоконтролю

1. Чим викликано збільшення небезпеки від зіткнення із птахами?

2. Чим погрожує літаку зіткнення з птахами?

3. Як часто відбуваються інциденти зіткнення літаків з птахами?

4. Охарактеризувати орнітологічну обстановку на земній кулі.

5. Визначити шліхи і інтенсивність сезонних міграцій птахів.

6. Проаналізувати розподіл зіткнення повітряних суден із птахами за різними ознаками.

7. На яких етапах польоту зіткнення з птахами найчастіше і найнебезпечніші і чому?

8. Які птахи мають зіткнення з повітряними судами частіше?

9. Які явища і несправності виникають у момент зіткнення ПС і птахів?

10. Назвіть групи заходів щодо запобігання зіткненням ПС із птахами.

11. Розкажіть про організацію орнітологічного забезпечення безпеки польотів.

12. Визначіть шляхи ліквідації умов, які сприяють скупченню і гніздуванню птахів.

13. Розгляньте засоби відлякування птахів на аеродромах і їх переваги та недоліки.

14. Які дії рекомендуються виконувати пілотам для зменшення імовірності небезпеки зіткнень з птахами?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АВИАЦИОННЫЕ материалы и их обработка: Учеб. пособие / В.С. Раковский, Л.Х. Райтбарг, Н.Д. Роттенбергер, М.Я. Геллис. – М.: Машиностроение, 1997, - 311 с.
2. АКСЕНОВ А.Ф., ЛОЗОВСКИЙ В.Н. Износостойкость авиационных топливно-гидравлических агрегатов. – М.: Транспорт, 1986. – 240 с.
3. АНИКИН Н.В., НАЗАРОВ Ю.В. Техническая эксплуатация самолетов. – М.: Транспорт, 1984. – 199 с.
4. АНИСИМОВ А.А., СМирНОВ В.Ф. Биоповреждения в промышленности и защита от них. Горький., ГТК, 1980, - 264 с
5. АСТАПЕНКО П.Д., БАРАНОВ А.М., ШВАРЕВ И.М. Авиационная метеорология: Учеб. пособие. – М.: Транспорт, 1985. – 262 с.
6. АСТАПЕНКО П.Д., БАРАНОВ А.М., ШВАРЕВ И.М. Погода и полеты самолетов и вертолетов. Л., Гидрометиздат, 1980, 280 с.
7. ВАСИЛЕНКО В.Т., ЧЕРНЕНКО Ж.С. Влияние эксплуатационных факторов та топливную систему самолетов. – М.: Машиностроение, 1985. – 184 с.
8. ВОЛОДКО А.М. Эксплуатация самолетов и вертолетов в усложненных природных условиях. – М.: Транспорт, 1981. – 158 с.
9. ДАВЫДОВ Е. Осторожно: грозы! – Авиация и космонавтика, 1980, №6, с. 42-43.
10. ЕМЕЛИН М.И., ГЕРАСИМЕНКО А.А. Защита машин от коррозии в условиях эксплуатации. – М., Машиностроение, 1980. – 322 с.
11. ИГНАТЬЕВ Р.А. Биологическое повреждение авиационной техники. Тыл и снабжение Советских Вооруженных сил, №6, 1984.
12. ИССЛЕДОВАНИЕ процессов подготовки, применения и контроля качества авиаГСМ и спецжидкостей, - Киев, КИИГА, 1987. – 157 с.
13. КАМАЛДИНА И.И. Исследование условий поражения самолета молниями в негрозовых зонах. Труды главной

геофизической обсерватории им. Воейкова, М., 1980, № 424, с. 16-24.

14. КРАВЧЕНКО И.В. Летчику о метеорологии. – М.: Воениздат, 1982. – 256 с.
15. КОБЫШЕВА Н.В., КОСТИН С.И., СТРУЧНИКОВ Э.А. Климатология. – Л.: Гидрометиздат, 1980. – 344 с.
16. РЫБАКОВ К.В., ЖУЛДЫБИН Е.Н., КОВАЛЕНКО В.П. Обезвоживание авиационных горюче-смазочных материалов. – М.: Транспорт, 1979. – 181 с.
17. СКРИБАЧИЛИН В.В., АБРАМЕНКО И.Г., МИХАЙЛОВА Л.К. Микробиологическое разрушение материалов и деталей АТ. - Проблемы безопасности полетов. 1981. – №4.
18. СМирНОВ Н.Н., ИЦКОВИЧ А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.
19. ТЕХНИЧЕСКАЯ эксплуатация летательных аппаратов. Учеб. для вузов / Н.Н. Смирнов, Н.И. Владимиров, Ж.С. Черненко и др. Под ред. Н.Н. Смирнова. – М.: – Транспорт, 1990. – 423 с.
20. ЧЕРНЕНКО Ж.С., ГЕРМАНЧУК Ф.К., ТУГАРИНОВ А.С. Характеристика сложных климатических условий и особенности технической эксплуатации силовых установок в этих условиях: Учеб. пособие для вузов. – Киев: КИИГА, 1989. – 103 с.
21. ШАГОВ В., НИКИТИН В.С. С грозой не шутят. – Авиация и космонавтика, 1979, №7, с. 30-31.

Навчальне видання

ДМИТРИЄВ Сергій Олексійович
ТУГАРІНОВ Олександр Степанович
ЧОХА Юрій Миколайович

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
І ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
ПЛАНЕРА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ
ПОВІТРЯНИХ СУДЕН У СКЛАДНИХ
ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

Курс лекцій

В авторській редакції

Підп. до друку 02.12.05. Формат 60x84/16. Папір офс.
Офс. друк. Ум. фарбовідб 36. Ум. друк. арк. 8,14. Обл.-вид арк. 8,75.
Тираж 100 пр. Замовлення №267-1. Вид. №24/І.

Видавництво НАУ
03680. Київ-680, проспект Космонавта Комарова, 1

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК №977 від 05.07.2002