

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ  
Циклова комісія аеронавігації**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

навчальної дисципліни «ПРИНЦИПИ ПОЛЬОТУ МІ-8 МТВ»,  
обов'язковий компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
272 Авіаційний транспорт (Аеронавігація)

**Тема 4.11 Вплив природнокліматичних умов на аеродинамічні  
характеристики вертольоту**

**м. Харків 2021**

**СХВАЛЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 23.09.2021 № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного коледжу  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 22.09.2021 № 2

**СХВАЛЕНО**

Секцією Науково-методичної  
ради ХНУВС зі спеціальних  
дисциплін  
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії аеронавігації  
Протокол від 30.08.2021 № 1

**Розробник:** викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст вищої категорії,  
викладач-методист Яцина Є.В.

**Рецензенти:**

1. Викладач циклової комісії аеронавігації, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, викладач-методист Тягній В.Г.
2. Професор кафедри аеронавігаційних систем навчально-наукового інституту Аеронавігації, електроніки та телекомунікації Національного авіаційного університету, доктор технічних наук, доцент Шмельова Т.Ф.

### **План лекції:**

1. Низькі і високі температури зовнішнього повітря.
2. Запилене повітря.
3. Вологий клімат.
4. Випадки зіткнень вертольотів з птахами.

### **Література:**

1. Ромасевич В.Ф., Аеродинаміка і динаміка польотів вертольотів, М., Воениздат, 1982.
2. Зозуля В.Б., Іванов Ю.П., Практична аеродинаміка вертольота Мі-8, М., Машинобудування, 1977.
3. Базов Д.І., Аеродинаміка вертольотів, М., Транспорт, 1972.
4. Яцунович М.С., Практическая аеродинамика вертольота Ми-8, М., Машинобудування, 1973.
5. Володко А.М., Основи льотної експлуатації вертольотів, М., Транспорт, 1984.
6. Володко А.М., Верховин М.П., Горшков В.А., Вертолети, Справочник, М., Воениздат, 1992.
7. Крилов А.А., Методика виконання польоту на вертольоті Мі-8, М., Повітряний транспорт, 1980.
8. Ромасевич В.Ф., Самойлов Г.А., Практична аеродинаміка польотів, Воениздат, М., 1980.
9. Інструкція екіпажу гелікоптера Мі-8 МТ, М. Воениздат, 1982.
10. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-8-МТВ, М., 1994.
11. Володко А.М., Експлуатація вертольотів в ускладнених умовах, М., Транспорт, 1997.

## **ВПЛИВ ПРИРОДНОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕРТОЛЬОТУ**

### **1. Низькі і високі температури зовнішнього повітря**

Умови низьких температур зовнішнього повітря характеризуються наступними загальними особливостями технічної експлуатації ПС всіх типів:

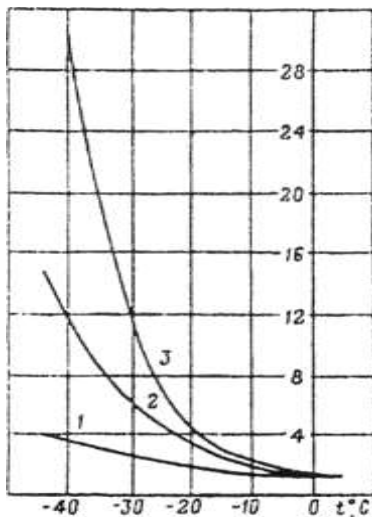
- у різних матеріалів авіаційних конструкцій не однакові коефіцієнти лінійного розширення;
- підвищується в'язкість спеціальних технічних рідин і мастил;
- істотно погіршується еластичність гумотехнічних виробів;
- можливо примерзання рухомих механічних елементів системи управління;
- бортові акумулятори навіть при короткочасній стоянці потрібно

систематично прогрівати, а при тривалій стоянці - знімати з ПС і переносити в тепле приміщення.

Різниця коефіцієнтів лінійного розширення матеріалу золотників і корпусів гідроагрегатів системи управління може викликати розрегулювання і відмови золотникових і розподільних пристроїв. Найбільшою мірою це проявляється по відношенню до парам метал - пластмаса, оскільки коефіцієнт лінійного розширення пластмас на порядок більше, ніж металів. Саме в цьому полягає основна причина руйнування поліхлорвінілових оболонок високочастотних і сполучних кабелів і електропроводів ПС в холодний період року.

При експлуатації вертольотів взимку необхідно особливо ретельно регулювати натяг тросів системи шляхового керування, так як при зменшенні температури зовнішнього повітря сталеві троси коротшають менше, ніж дуралюмінова конструкції фюзеляжу ПС, тому натяг тросів помітно зменшується (рис.).

*підвищена в'язкість* спеціальних технічних рідини і мастил може привести до зниження чутливості систем автоматичного регулювання та керування, до погіршення робіт амортизаторів шасі, редуктором шарнірів, з'єднувальних муфт та інших рухомих механічних агрегатів, заповнених маслом (рис.).



**Рис. Залежність відносної кінематичної в'язкості авіаційних пально-мастильних матеріалів від температури зовнішнього повітря  $t$ . 1 - гас; 2 - масло гідравлічне;**

**3 - масло мастильна нафтове**

В'язкість мастил характеризує їх прокачуваність при даній температурі. Критичною є та температура, при якій подача масла до деталей, що труться, порушується або припиняється зовсім. Для малов'язких нафтових авіаційних мастил ця температура знаходиться в діапазоні  $-30 \dots -40 ^\circ\text{C}$ .

З цієї причини при підготовці вертольоту до запуску двигунів і після їх запуску забороняється перевіряти роботу гідросистеми шляхом переміщення педалей колійного управління, якщо температура масла в хвостовому редукторі нижче  $-20 ^\circ\text{C}$ . В цьому випадку потрібно попередньо прогріти хвостовий редуктор при роботі двигунів на режимі малого газу або від аеродромного підігрівача. Для попередження підвищеної тряски вертольоту при випробуванні гідросистеми слід відхиляти ручку циклічного управління поступово і плавно лише після прогрівання масла в шарнірах втулки несучого гвинта.

Загустіння мастила, якою змащуються відцентрові обмежувачі схилу лопатей, може привести до заїдання цих обмежувачів і подальшого удару лопатою по хвостовій балці вертольоту. Оскільки до виключення двигунів відмова обмежувача схилу визначити неможливо, вертоліт перед вимкненням двигунів слід встановити носом проти вітру.

Найбільш істотний вплив підвищена в'язкість масла надає на працездатність муфт вільного ходу головного редуктора вертольотів. Збільшуються, зокрема, сили тертя між сепаратором і зірочкою муфти, і, отже, погіршуються умови роботи

включає пристрої. Зменшується притискне зусилля на ролики з боку сепаратора, що, в кінцевому рахунку, може викликати розчіплювання муфти вільного ходу. Тому в умовах низьких температур перед вильотом потрібно обов'язково підігрівати головний редуктор в районі розташування муфт вільного ходу, використовуючи для цього спеціальні кожухи. Рекомендується також продути теплим повітрям відсіки качалок системи управління вертольоту.

При температурі повітря нижче  $-20^{\circ}\text{C}$  щоб уникнути застигання масла в радіаторах і маслопроводах головного редуктора після виключення двигунів і зупинки несучого гвинта необхідно злити частину масла з головного редуктора.

Низькотемпературні характеристики мастил і палив в основному визначають умови запуску двигунів. При температурі зовнішнього повітря нижче  $-5^{\circ}\text{C}$  запуск газотурбінних двигунів без спеціального підігріву утруднений, а при температурі нижче  $-15^{\circ}\text{C}$  практично неможливий.

Для забезпечення надійного запуску і подальшої нормальної роботи вертолїтних газотурбінних двигунів рекомендується:

- при температурі повітря нижче  $-15^{\circ}\text{C}$  після стоянки ПС підігрівати двигуни та маслосистеми наземним підігрівачем (не менше 15 - 20 хв. при температурі  $-15^{\circ}\text{C}$  і не менше 1 год. при температурі  $-40^{\circ}\text{C}$ ;
- в кінці підігріву, після досягнення температури на вході в двигун  $-10^{\circ}\text{C}$ , перевірити рукою вільне обертання ротора турбокомпресора двигуна на 3 - 5 обертів;
- при наявності льоду у вхідному пристрої підвести гаряче повітря у вхідному тракті двигуна;
- для збільшення тривалості стоянки вертольоту з підігрітими двигунами через 10 - 15 хв. після зупинки двигунів встановити заглушки на повітрозабірник і вихлопну трубу двигунів, а також зачохлити двигуни зимовими чохлами;
- при тривалій стоянці і відсутності необхідних коштів підігріву після охолодження двигунів провести їх запуск і прогрів на режимі малого газу;
- при температурі повітря нижче  $-40^{\circ}\text{C}$  зливати масло з маслосистем двигунів після польоту і заливати підігрітим до температури  $70 - 80^{\circ}\text{C}$  безпосередньо перед польотом.

*Зниження еластичності* гумотехнічних виробів, що працюють в ущільнюючих вузлах при знакозмінних навантаженнях, при температурі зовнішнього повітря нижче  $-30 \dots -40^{\circ}\text{C}$  призводить до усадки ущільнень, розтріскуванню і руйнуванню гідрошлангів, дюритів, м'яких паливних баків, гумової ізоляції електропроводів. Тому саме в зимові місяці відзначається найбільша кількість несправностей вузлів герметизації паливної та пневмогідросистем, амортизаційних стійок, скла ліхтаря кабіни, системи сигналізації пошкодження лонжерона лопатей несучого гвинта вертольоту і ін.

При дуже сильних морозах форма колеса шасі, змінена обтисненням, зберігається деякий час внаслідок недостатньої морозостійкості гуми. В процесі рулювання або зльоту вертольоту, у якого колеса шасі зберігають при обертанні таку «заморожену» некруглу форму, створюються значні додаткові динамічні навантаження. Тому рекомендується при температурі зовнішнього повітря нижче  $-30^{\circ}\text{C}$  прогрівати ніші шасі не менше 20 хв, щоб пневматики коліс придбали необхідну форму, а заряджати пневматики повітрям доцільно відповідно до верхньою межею допуску.

Перед початком оглядів і профілактичних робіт на вертольоті слід прогрівати авіаційне обладнання теплим повітрям.

*замерзання вологи* в рухомих елементах системи управління шасі, стулок може привести до їх заклинювання і виходу з ладу. Для запобігання подібним явищам рекомендується перед вильотом продувати теплим повітрям ніші шасі, відсіки качалок управління, редукторний відсік вертольотів.

**Умови високих температур** зовнішнього повітря відображаються в основному на технічній експлуатації паливної, масляної і гідравлічної систем ВС внаслідок помітного збільшення температури відповідних робочих рідин.

У жарку пору року обсяг заливається в баки палива повинен бути зменшений на 2 - 3% для забезпечення можливості його розширення від нагрівання. Слід мати на увазі також, що висока температура зовнішнього повітря викликає інтенсивне випаровування палива, особливо при одночасному зменшенні атмосферного тиску, на високогірних вертодромах.

Для запобігання пожежі і вибуху при заправці ПС необхідно строго дотримуватися встановлених заходів безпеки, зокрема надійно заземлювати вертолiт і паливозаправник.

Важливе значення для забезпечення ефективності системи мастила в жарку пору має кількість масла в системі. Недостатня його кількість в маслобаку погіршує відведення тепла від змащуваних вузлів двигунів і трансмісії. З іншого боку, при надмірній кількості масла в маслобаку можливий викид масла через систему суфлювання в атмосферу. Тому маслобаки слід заправляти точно до тієї позначки на масломірній лінійці, яка вказана в інструкції з експлуатації двигуна і редуктора даного типу.

При підвищенні температури масла воно розріджується, погіршуються його змащувальні властивості, підвищується знос деталей, що особливо несприятливо сказується на високонавантажених підшипниках опор двигунів і редукторів. Тому екіпаж вертольоту повинен уважно контролювати показання показчиків тиску і температури масла, не допускаючи перевищення встановлених максимальних значень.

У вертолiтних силових установках підвищення температури масла на виході з двигуна і вході в головний редуктор може бути викликано також недостатнім обдувом повітрям масляного радіатора. У свою чергу, причинами цього можуть бути неправильне значення кута установки поворотних лопаток вентилятора для даних атмосферних умов, неповне відкриття стулок або засмічення сот маслорадіатора сторонніми предметами.

## **2. Запилене повітря.**

Забруднення повітря пилом відбувається під впливом горизонтальних і вертикальних вітрових потоків і істотно зростає в міру наближення до земної поверхні.

Основне значення для експлуатації ПС має пил, що утворює тимчасове забруднення повітря і складається з досить великих пилинок. У більшості випадків вона є продуктом вітрової ерозії ґрунту, особливо в пустелях і напівпустелях в літню пору року. Поблизу промислових центрів атмосферу забруднюють викиди промислових підприємств і котелень, які надають не тільки ерозійний, але і

корозійний вплив на авіаційну техніку. У повітряному просторі навколо великих міст концентрація пилу становить зазвичай  $0.0005 - 0.001 \text{ г/м}^3$ , а в окремих найбільш «загазованих» районах досягає  $0.005 - 0.01 \text{ г/м}^3$ . У степовій і напівпустельній місцевості вміст пилу зростає в десятки і навіть сотні разів. Наприклад при експлуатації ПС з ґрунтових аеродромів на супіщаних ґрунтах концентрація пилу в повітрі може досягати  $0.5 - 1 \text{ г/м}^3$ .

*Запиленість повітря* в районі ґрунтового аеродрому залежить від мінерального і дисперсного складу ґрунту, його вологості, способу обробки верхнього шару, наявності та характеру трав'яного покриву, температурного і вітрового режимів, характеристик базуємих на аеродромі ПС і інтенсивності їх льотної експлуатації. В основному пил в атмосфері складається з неорганічної речовини, переважно кварцу і польового шпату. Частинки неорганічної пилу мають кристалічну структуру, шорстку поверхню і форму у вигляді пластинок, круглих лусочок, голочок. Органічна пил являє собою спори рослин, цвілеві грибки, бактерії, віруси, найдрібніші залишки комах і рослин, частинки волокон вовни та бавовни і ін. Міська пил містить близько 40% органічних речовин, що складаються головним чином з сажі і смол.

Деякі піщані райони містять як домішки до піску значну кількість водорозчинних солей, головним чином хлористих сполук сульфатів натрію і магнію. Під дією вітру ці солі переносяться разом з піском в атмосфері на великі відстані, посилюючи вплив на авіаційну техніку небезпекою корозійного ураження.

При роботі вертольоту на землі або в режимі зависання на малій висоті пил і пісок, підняті індуктивним повітряним потоком несучого гвинта, утримуються в підвішеному стані, утворюючи запорошене хмара. Працюючи в запиленому повітрі, лопаті несучого і рульового гвинтів піддаються масовому впливів-твію твердих частинок, які дряпають метал, викликають крихке і ПОЛІД-формаційні руйнування його поверхневого шару.

Твердість частинок пилу і піску значно вище твердості алюмінієвого сплаву лопатей, що обумовлює високу «ефективність» їх зношувальної дії.

Для запобігання абразивного зносу передні кромки лопатей оковують листової сталлю. Однак навіть сталева оковка швидко зношується, стає хвилястою, тому на більшості вертольотів передні кромки лопатей обклеюють листової гумою. Іноді на шар гуми накладають обкуття з нержавіючої сталі з поверхневою перхлорвиниловою стрічкою. Але і цей спосіб не вирішує повністю проблему захисту лопатей від абразивного зношування - при експлуатації вертольотів в інтенсивно запиленому повітрі руйнуються і сталева оковка, і гума.

Вплив пилу на системи і агрегати планера може супроводжуватися їх відмовами або розрегулюванням.

Ідеальне місце скупчення пилу - шарикопідшипники відкритого типу. Наслідками попадання в шарикопідшипники пилу є їх підвищений знос, туге обертання і навіть заклинювання.

Викликаючи інтенсивне руйнування захисних покриттів всіх видів і адсорбуючи вологу, пил в значній мірі сприяє утворенню атмосферної корозії на металевих деталях, особливо у важкодоступних для оглядів ділянках конструкції ВС. У багатьох випадках пил викликає появу плісняви.

При високій концентрації пилу паливні фільтри ПС і двигунів часто виявляються забитими пиловими відкладеннями. Частинки забруднень,

проникаючи через пори фільтрів, потрапляють в прецезійні пари паливорегулюючої апаратури і можуть викликати мимовільну зміну або «зависання» частоти обертання ротора турбокомпресора, помпаж і навіть зупинку двигуна. Відкладення забруднень в каналах паливних форсунок змінюють розрахункове температурне поле газового потоку, що, в свою чергу, може привести до тріщин і прогар елементів камер згоряння соплового апарату, газосборника, обриву лопаток турбіни.

Частина пилу потрапляє в масляну систему двигунів і редукторів і, циркулюючи разом з маслом, впливає на поверхні деталей, що труться. Накопичені в маслі тверді мінерали значно погіршують його протизносні властивості, негативно впливають на надійність і довговічність. Пил сприяє окисленню олії, захоплюючи на великій поверхні молекули кисню.

Заправка масляної системи повинна проводитися тільки через заправний фільтр. Оглядати фільтри необхідно при відсутності в повітрі піску і пилу, дотримуючись заходів, що оберігають від попадання піску в фільтри і масляні колодязі. Частинки атмосферного пилу забруднюють і гідравлічну систему ВС, проникаючи в неї через виконавчі штоки гідропідсилювачів і силових циліндрів, а в баки - через дренаж. Основна маса частинок забруднень при роботі гідросистеми знаходиться в підвішеному стані і рухається разом з робочою рідиною. Потрапляючи в зазори між поверхнями ковзаючих пар гідроагрегатів, тверді частинки атмосферного пилу можуть викликати збільшення сил тертя, а в деяких випадках і заклинювання деталей. При цьому твердість деяких компонентів забруднень перевершує твердість матеріалів тертьових пар гідроагрегатів, що істотно посилює інтенсивність їх зносу. Особливо схильні до впливу пилу ущільнення штоків силових гідроциліндрів.

У запиленому повітрі крім деталей компресора піддаються ерозійному зносу і руйнуванню спеціальне покриття елементів вхідного пристрою двигуна, внаслідок чого збільшується і ймовірність його обмерзання в відповідних погодних умовах. Потрапляючи в повітряний тракт системи автоматичного регулювання двигуна, пил може порушити його нормальне функціонування. Пил істотно прискорює знос лабіринтових ущільнень і підшипників ротора турбокомпресора, погіршує якість розпилу палива і охолодження форсунок камер згоряння.

*Захист двигуна* від ерозійного зносу забезпечується в сучасних умовах головним чином шляхом установки в повітрозабірник двигуна пилозахисного пристрою (ПЗУ). В даний час на вертольотах типу Мі-8 використовується інерційний пилозахисний пристрій з двома ступенями очищення повітря від пилу.

Ступінь очищення повітря від пилу за допомогою ПЗУ становить близько 75%, втрати потужності двигуна при включеному ПЗУ - 5.5%, при вимкненому - 2.5%, маса комплекту ПЗУ - близько 50 кг.

На вертольотах, обладнаних ПЗУ, при підготовці до польотів необхідно перевіряти чистоту сепаратора, знімаючи обтічник. Засмічення сепаратора травою і сторонніми предметами призводить до зниження і втрати працездатності ПЗУ, збільшує витрати потужності двигунів.

Діелектрична проникність пилу більше, ніж повітря, тому, осідаючи на пластини конденсатора, вона збільшує його ємність і змінює резонансну частоту контуру, знижує його добротність, так що можливо зменшення чутливості радіоелектронного обладнання, яке експлуатується в інтенсивно запиленому



повітрі.

Вплив пилу, що потрапляє на металеві частини апаратури авіаційного обладнання у вологому кліматі, проявляється насамперед у прискоренні їх корозії. Гігроскопічна пил приносить з вологого повітря на поверхню металів частки води, а органічний пил поглинає з атмосфери активні гази і також переносить їх на поверхню металу. Крім того, разом з пилом на поверхню ізоляційних матеріалів часто переносяться грибки, які знаходять в пилу живильне середовище. При сприятливих температурно-вологісних умовах це призводить до ураження авіаційних матеріалів цвілью.

### 3. Вологий клімат.

Підвищена вологість зовнішнього повітря може епізодично наблюдатися в багатьох районах не тільки Південної, а й Північної півкулі Землі в різні пори року, переважно в прибережних регіонах. Крім того, розглядається досить тривалий період експлуатації вертольотів в подібному регіоні, коли проявляється не тільки несприятливий вплив підвищеної вологості на обводненість паливно-мастильних авіаційних матеріалів, але і накопичуються пошкодження металевих матеріалів від атмосферної корозії.

При високій вологості повітря і значних перепадах температури, обумовлених добовим ритмом температури при стоянці ПС або його підйомом на висоту, вода, розчинена в паливі або маслі, не встигає перейти в повітря і виділяється у вигляді мікрокрапель. При цьому в нафтопродукті утворюється друга фаза - вільна вода, яка знаходиться в рівновазі з розчищеною в ній водою, не змішуючись з основним нафтопродуктом, і поступово осідає на дні і стінках паливних баків, в нижніх точках трубопроводів.

Між водою, розчищеною в нафтопродукті, і атмосферною вологою існує динамічна рівновага. При потеплінні, що супроводжується підвищенням темпів абсолютної вологості повітря, відповідно збільшується і вміст вологи в паливно-мастильних матеріалах. При різкому охолодженні відбувається перенасичення палива або масла розчищеною в них водою, яка не встигає повністю виділитися в повітря і утворює мікрокраплі по всьому об'єму нафтопродукту. При черговому потеплінні частина цих мікрокрапель знову розчиняється, а інша залишається у вигляді вільної води, тому необхідне до насичення кількість вологи нафтопродукт отримує з повітря. Багаторазове повторення цього процесу при зберіганні палив і олив у вологому повітрі викликає значне їх обводнення.

Найбільший негативний вплив на експлуатаційні властивості палива надає вільна вода у вигляді емульсії, що обумовлено великою поверхнею контактування між нафтопродуктом і водою. Наявність емульсійної води в паливі викликає нерівномірне розпилювання і погіршує умови випаровування палива, що в виключно несприятливих випадках може призвести навіть до зриву полум'я в камері згорання газотурбінного двигуна.

Присутність води у маслі погіршує його змащувальні властивості, збільшує здатність до піноутворення при попаданні повітря, в результаті чого погіршуються умови змащування деталей і можуть виникнути кавітаційні явища в масляній системі. В гідравлічній системі крім цього при вспіненні рідини знижується продуктивність насосів і швидкодія агрегатів управління, погіршується

стабільність роботи всієї системи.

При попаданні водомасляної емульсії між сполученими поверхнями зубів шестерень приводів і редукторів вертольотів товщина змазування плівки зменшується, а абразивний знос робочих поверхонь зубів відповідно зростає.

Присутність нерозчиненої емульсійної води в паливі і маслі сприяє розвитку окислювальних процесів, що викликають утворення органічних кислот, смол і нерозчинних опадів. Особливо інтенсивно протікають процеси окислення вуглеводнів при спільному впливі на них води і входять до складу забруднень металевих частинок, які грають роль каталізаторів при окисленні. Наприклад, час окислення авіаційного гідравлічного масла при наявності в ньому води складає близько 3500 год, а при наявності в якості забруднень частинок заліза - 400 год., частинок міді - 100 год..

*Корозійна агресивність* авіаційних паливно-мастильних матеріалів різко підвищується в присутності води, що в значній мірі ускладнює безпечну і регулярну експлуатацію ВС у вологому кліматі.

У практиці експлуатації ПС відзначаються випадки корозійного пошкодження основних металевих паливних баків, баків-кесонів, деталей паливних насосів, датчиків-показчиків рівня палива і інших елементів паливних систем. Корозійні процеси, що протікають в масляних і гідравлічних системах ПС і авіаційних двигунах в присутності води, викликають руйнування поверхонь змащуваних деталей, особливо високонавантажених труться. Крім того, утворюються тверді продукти корозії, які можуть забивати фільтри тонкого очищення масла і отвори малого діаметра в агрегатах масляних і гідравлічних систем. У присутності води продукти окислення вуглеводнів масла об'єднуються з корозійними забрудненнями і мікрокраплі води в агрегативної системи,

**Атмосферна корозія металів** є найбільш поширений вид корозійного руйнування металів, при цьому основним фактором, що визначає механізм і швидкість атмосферної корозії, є вологість повітря. За ступенем зволоження кородуючої металевої поверхні атмосферна корозія підрозділяється на суху, вологу і мокру. Основну увагу приділимо вологою корозії, в значній мірі визначає експлуатацію ВС в тропіках і приморських районах.

*Інтенсивність*, т. е. головним чином швидкість протікання атмосферної корозії, визначається вологістю і температурою повітря, наявністю в ньому агресивних домішок, фізико-хімічними властивостями і станом поверх-ності металу.

За інших рівних умов швидкість атмосферної корозії металів істотно зростає після досягнення першого критичного порога вологості ( $\approx 70\%$  відносної вологості) і ще більш значно зростає після другого критичного порога відносної вологості ( $\approx 97\%$ ). Випадання роси завжди означає перевищення другого критичного порога вологості для більшості металів і тому істотно прискорять процес корозії. При поєднанні високої температури повітря з вологістю, яка перевищує критичну, процес атмосферної корозії прискорюється. Однак збільшення температури повітря супроводжується зменшенням його відносної вологості, надає, як правило, уповільнює вплив на процес атмосферної корозії.

Інтенсивна атмосферна корозія настає досить швидко тільки в тому випадку, якщо в атмосфері присутні не тільки волога, по і агресивні домішки у вигляді кислих газів, вугільного пилу, різних солей і т. п. З іншого боку, при вологості

повітря, менше критичної, корозія металів навіть при високій концентрації сірчистого газу незначна.

Таким чином, кожен з розглянутих факторів окремо, т. Е. Висока вологість і забрудненість повітря, сам по собі не робить істотного впливу на процес атмосферної корозії. Небезпечне прискорення корозії металів викликається тільки спільною дією цих двох основних факторів.

Основними джерелами забруднення атмосфери агресивними газами і мінеральними солями є промислові підприємства, моря і океани. Сірчистий газ надходить в атмосферу при спалюванні кам'яного вугілля, нафти і газу на підприємствах чорної і кольорової металургії, сірчаноокислотних заводах і теплових станціях. Тому особливо небезпечні опади, що випадають в промислових районах, де велике кількість корозійно-активних домішок. Не випадково в промислових районах корозія розвивається в 5 - 7 разів.

Основні профілактичні заходи щодо попередження та вчасному виявленні корозійних поразок авіаційної техніки, експлуатуємої у вологому кліматі, такі:

- укриття ПС чохлами при тривалій стоянці;
- видалення вологи з місць її можливого скупчення;
- попередження механічних порушень суцільності захисних покриттів;
- своєчасна підфарбовування пошкоджених ділянок обшивки;
- ретельний огляд планера і силової установки для виявлення корозії;
- своєчасне і якісне відновлення мастила рухомих елементів конструкції;
- своєчасне і повне видалення потоку електролітів кислотних і лужних акумуляторних батарей;
- якісна обробка відповідних деталей після спрацювання бортових протипожежних балонів;
- виняток промивання ВС миючими засобами, не передбаченими інструкцією з технічної експлуатації.

При чохлах вертольотів необхідно мати на увазі, що після дощу або випадінні сильної роси повітря під чохлами зволожується, утворюється своєрідна «лазня» і корозійні процеси можуть протікати навіть інтенсивніше, ніж на неукритих поверхнях ПС. Тому відразу ж після дощу слід зняти і просушити чохла. Чохли, надіті на вертоліт, не повинні мати щілин і провисати для запобігання скупченню на них вологи.

Для збереження захисних покриттів ВС потрібно керуватись такими загальними правилами:

- ходити по обшивці тільки в м'якому взутті;
- застосовувати при роботі на обшивці чисті і сухі текстильні або гумові килимки;
- користуватися тільки драбинами і драбинами, кінці яких обшиті гумою або м'якою тканиною;
- видаляти лід з обшивки тільки теплим повітрям, а не механічним способом.

При тривалому зберіганні ВС авіадвигуни та інші знімні агрегати авіатехніки піддають консервації із застосуванням інгібіторів корозії.

**3. Випадки зіткнень вертольотів з птахами** спостерігаються у всіх широтах, в усі пори року і доби, але найбільш популярні вони під час весняної та осінньої міграції птахів, в ранні ранкові і пізні вечірні години. Взимку основна маса птахів

зосереджується в жарких країнах, серйозно загрожуючи безпеці польотів. У середній смузі зимують птахи в пошуках їжі літають, як правило, у світлий час доби на невеликі відстані на висотах, що не перевищують 100 м.

З настанням весни мільйони птахів спрямовуються на північ до місць свого гніздування. Летять вони зазвичай широким фронтом, проте в деяких районах виникають щільні і порівняно вузькі потоки птахів. Величина зграй коливається від невеликого числа особин до декількох тисяч в залежності від виду птахів і великої кількості корму. Маршрути міграційних перельотів, як правило, пролягають уздовж великих річок, узбережжя морів і великих водойм, гірських хребтів і долин. Весняний міграційний переліт більшості птахів (~ 70%) днем відбувається на висоті до 500 м, а вночі - до 800 м.

Вдень близько 30% птахів летить на висоті до 1000 м і вночі - до 1500 м.

У гірських районах птахи летять на висотах 3000-4000 м і вище. Чим більше птиці, тим на більшій висоті вони літають.

Після кількох днів інтенсивного прольоту птахи зазвичай відпочивають в екологічно сприятливих районах, здійснюючи лише короткі польоти на висоті 50 - 100 м. Якщо ці райони розташовані поблизу вертодромів, ймовірність зіткнення з птахами вертольотів, що виконують зліт і посадку, в такі дні різко зростає.

Протягом доби інтенсивність міграції також коливається: зазвичай птахи починають політ приблизно за годину до світанку, з настанням світанку активність перельоту збільшується і триває ще 2-3 г, а в наступні години спостерігається помітний спад.

Осінь міграція птахів в принципі підкоряється зазначеним закономірностям. Однак конкретні характеристики і особливості весняної та осінньої міграції птахів в окремі роки, місяці, дні можуть помітно відрізнятися від описаних, що вимагає систематичного спостереження і прогнозу метеорологічної і орнітологічної обстановки в зоні вертодромів і на трасах польоту вертольотів.

*Зіткнення вертольотів з птахами* становлять реальну загрозу безпеці польотів, так як майже в половині таких випадків птахи вдаряються в двигуни і приблизно в 20% випадків - в скління кабіни екіпажу.

Наслідки попадання птахів в двигун визначаються головним чином їх масою і кількістю, а також розмірами і режимом роботи самого двигуна. Потрапивши в повітрязабірник птахи порушують розрахункову структуру повітряного потоку на вході в компресор, що призводить до зниження запасу стійкості його роботи. Тому, якщо двигун працював на режимі, досить близькому до кордону стійкості компресора, потрапляння зграї птахів може викликати помпаж і навіть самовиключення двигуна в польоті. Якщо великий птах викликає руйнування і відділення елементів повітрязабірника, вони потрапляють в проточну частину двигуна, що також може привести до серйозних наслідків.

Відносно пошкодження обшивки і скління ПС встановлено, що сила удару птаха пропорційна квадрату швидкості польоту ПС. Так, сила удару морської чайки при швидкості польоту ПС  $300 \text{ км / год}$  становить приблизно 3000 кг. Хоча швидкості польотів сучасних транспортних вертольотів менше зазначеної величини, зіткнення з великим птахом масою 1 - 2 кг на швидкості 200 -  $250 \text{ км / год}$  може привести до пробивання скління кабіни екіпажу з очевидними наслідками, що практично зазначалося в практиці експлуатації.

*Профілактичні заходи* щодо запобігання зіткнень вертольотів з птахами в зоні

вертодромів:

- знищують звалища сміття і харчових відходів;
- осушують невеликі водойми і болота;
- обмежують посадки сільськогосподарських культур і плодових рослин;
- регулярно скошують траву до появи насіння;
- систематично ведуть боротьбу з гризунами, дощовими черв'яками, комахами, які залучають птахів;
- закладають або закривають сіткою горищні вікна аеродромних і близько розташованих приміщень;
- застосовують відомі засоби відлякування птахів.

Для попередження зіткнення з птахами на трасах польоту ПС ведуть систематичні візуальні і цілодобові радіолокаційні спостереження за птахами, результати яких доповнюються даними від розвідників погоди, екіпажів пролітаючих ПС, інформацією спеціальних орнітологічних установ.

При високій активності або концентрації птахів в районі вертодрому і на трасі польоту диспетчер може змінити ешелони та маршрути польотів, обмежити або навіть взагалі заборонити польоти.