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-пофесійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
272 Авіаційний транспорт (Аеронавігація)

Тема 4.4 Польоти в умовах опадів та зледеніння

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. Види та форми опадів
2. Вплив основних факторів на інтенсивність зледеніння
3. Політ в умовах обмерзання
4. Характерні помилки екіпажу

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 аэродинамика вертольота Ми-8, М., Машинобудування, 1973.
5. Володко А.М., Основи льотної експлуатації вертольотів, М., Транспорт, 1984.
6. Володко А.М., Верхозин 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 вертольоту Мі-8-МТВ, М., 1994.
11. Володко А.М., Експлуатація вертольотів в ускладнених умовах, М., Транспорт, 1997.

ПОЛЬОТИ В УМОВАХ ОПАДІВ ТА ЗЛЕДЕНІННЯ

ВИДИ ТА ФОРМИ ОПАДІВ

Опади -вода в твердому або рідкому стані, що випадає з хмар або осідає з повітря на поверхню землі. Опади з хмар дають більше 90% загальної маси води, що надходить з атмосфери на земну поверхню, менше 1% опадів припадає на росу, іній, мряка, твердий і рідкий наліт.

Для характеристики опадів використовують поняття їх кількості та інтенсивність. Кількість опадів вимірюється товщиною (в міліметрах) шару води, що утворюється в результаті опадів на водонепроникну поверхню. Інтенсивність опадів - его шар опадів, що випадають за одиницю часу (зазвичай за 1 хв).

Форма опадів - зовнішній вигляд кристалів льоду або крапель води, що випадають з хмар, є непрямим свідченням умов їх утворення. Розрізняють такі форми опадів:

- *сніг* - тверді опади у вигляді сніжинок (кристалів) різних розмірів, зазвичай сніжинки - зірочки правильної шестигранної форми. Якщо температура повітря близько нуля, сніжинки злипаються, утворюючи пластівці, нерідко досить великі;
- *заметіль* - перенесення снігу над поверхнею землі вітром достатньої сили;
- *сніжна крупа* - досить м'які матово-білі непрозорі крупинки округлої форми діаметром 2 - 5 мм;
- *крижана крупа* - прозорі крупинки діаметром 2 -5 мм з щільним білим ядром в центрі, що утворюються в тих випадках, коли краплі дощу або частково розтанули сніжинки замерзають при падінні;
- *град* - опади у вигляді шматочків льоду різного розміру, що мають неправильну або близьку до сферичної форму, їх діаметр до 150 мм, шар прозорого льоду в градини чергується з шарами непрозорого (каламутного) льоду. Град зазвичай випадає в теплу пору року при грозі разом з зливовим дощем;
- *крижаний дощ* - дрібні прозорі сферичні частинки діаметром 1 - 3 мм, які утворюються при замерзанні крапель дощу, що падають крізь нижній шар повітря з мінусовою температурою;
- *дощ* - рідкі опади з хмар у вигляді крапель діаметром 0,5 мм і більше;
- *мряка* - опади у вигляді дрібних крапель діаметром не більше 0,5 мм. Краплі настільки малі, що падіння їх майже непомітно для ока, вони здаються плаваю-ські в повітрі. Коли крапель багато, мряка стає схожою на туман, проте на відміну від туману краплі мряки випадають на земну поверхню;
- *мокрий сніг* - опади, що складаються з талого снігу або суміші снігу з дощем.

Найбільш поширеними опадами є сніг, дощ, мряка. Залежно від виду опади бувають моросящие, обложні і зливові.

Моросящі опади представляють собою дрібні краплі дощу (діаметром 0,5 мм) або дуже дрібні сніжинки і снігові зерна (сніжна мряка). Зазвичай вони випадають з низьких шаруватих або шарувато-купчастих хмар. Інтенсивність їх дуже мала і визначається не за кількістю опадів, що випали, а за ступенем погіршення горизонтальній дальності видимості.

Обложні опади - це тривалі опади у вигляді крапель дощу діаметром понад 0,5 мм або сніжинок, що випадають з купчасто-дощових хмар. В залежності від того, в якій частині фронтальної хмарної системи випадають обложні опади, вони можуть бути слабкими (близькими до мряки), помірними або сильними.

Зливові опади- опади у вигляді великих крапель, великих пластівців снігу, іноді сніжної крупи або граду. Вони випадають з купчасто-дощових хмар, починаються зазвичай раптово, тривають недовго, але в ряді випадків можуть неоднозначних-кратно відновлюватися і супроводжуватися грозами та шквалами. Цей вид опадів типовий для нестійких повітряних мас, холодних фронтів і фронтів оклюзії.

Як свідчить практика експлуатації вертольотів, сильні зливові опади становлять найбільшу небезпеку, а саме:

- значно погіршують і спотворюють видимість внекабінной обстановки за рахунок розсіювання потоків світла, що призводить до удаваному збільшення відстані у всіх напрямках але порівняно з реальними величинами;
- можуть призводити до самовиключеніе двигунів у польоті, особливо турбовальних двигунів старих конструкцій типу ТВ2-117, що мають порівняно малі запаси газодинамічної стійкості (на Мі-8 МТВ з двигунами ТВ-3-117 ВМА і з ПЗУ практично виключено);

- погіршують аеродинамічні характеристики ВС внаслідок утворення водяної плівки на несучих поверхнях, збільшення шорсткості і несприятливих змін характеру їх протікання.

Навіть на сучасних вертольотах, наприклад типу Мі-8МТВ з двигунами ТВЗ-117ВМ, забороняється навмисно входити в зону зливових опадів при видимості менше 2000 м в діапазоні температур зовнішнього повітря -5 ° С <t <5 ° С щоб уникнути самовимикання двигунів (без встановленого пилозахисні пристрої), а при ненавмисному потраплянні в цю зону екіпаж повинен вжити всіх необхідних заходів щодо виходу з неї аж до виконання посадки на підібрану з повітря майданчик.

Крім того, серед зливових опадів на особливу увагу заслуговує град, який формується в купчасто-дощових хмарах в результаті злиття переохолоджених крапель з зернами крупи і замерзання крапель.

У рівнинних районах град буває порівняно рідко. Процеси формування купчасто-дощових хмар посилюються височинами, тому в передгірьях і горах ймовірність граду істотно зростає. Град зазвичай наблю-дається в період з квітня по вересень, найбільша повторюваність граду в травні - липні. Протягом доби найбільш ймовірно випадання граду в післяполуденні години переважно від 14 до 16 год. Тривалість граду зазвичай невелика, найчастіше до 5 хв, в 70 - 100% випадків вона не перевищує 15 хв. У 75 - 85% випадків град випадає при грозах.

Вплив сильного граду може викликати пошкодження хвостових відсіків лопатей несучого гвинта вертольота, що знаходиться на стоянці. У польоті обертаю-щіеся лопаті пошкоджуються незначно, тому небезпека граду також зводиться до погіршення і спотворення видимості.

Таким чином, несприятливий вплив опадів на умови виконання польоту на вертольоті полягає головним чином в погіршенні і спотворенні видимості закабинном простору, в тому числі що призводить до виникнення ілюзій.

Обледеніння - це відкладення льоду в польоті на різних обтічних частинах ПС, а також - це явище, при якому повітряне судно під час польоту або стоянки на аеродромі покривається шаром льоду Необхідні умови обмерзання - наявність в повітрі на висоті польоту переохолоджених крапель води і негативна температура поверхні ВС . Обледеніння спостерігається при температурах +2 ... -50 ° С, найбільша ймовірність (-98%) в зоні температур 0 ... -20 ° С.

Обледеніння літальних апаратів в більшості випадків відбувається в повітряному середовищі, що містить краплі переохолодженої води, в основному в купчастих або шаруватих хмарах, в умовах туману, мряки, дощу, мокрого снігу при мінусовій або околонулевой температурі навколишнього повітря.

Згідно багаторічним і численними спостереженнями найбільша ймовірність обмерзання існує в умовах підвищеної вологості повітря в діапазоні температур від 0 до - 20 ° С і особливо - від - 5 до - 10 ° С. Вхідні пристрої авіаційних двигунів можуть піддаватися обмерзання і при позитивних температурах навколишнього повітря (приблизно до + 5 ° С) - внаслідок адіабатичного розширення повітря у вхідному пристрої волога конденсується на його стінках і в подальшому замерзає.

Обледеніння ВС відбувається в хмарах, розташованих від землі до висоти 2-3 км. При негативних температурах найбільш ймовірно обмерзання в водних хмарах. У змішаних хмарах обмерзання залежить від водності їх капельножидкой частини, в кристалічних хмарах ймовірність обмерзання мала. У внутрімасові

шаруватих і шарувато-купчастих хмарах при температурах від 0 до -10 ° С майже завжди спостерігається обмерзання. Ці хмари розташовуються під шарами інверсії і мають значну водність біля верхньої кромки хмарності.

У фронтальній хмарності найбільш інтенсивне зледеніння ПС відбувається в купчасто-дощових хмарах, пов'язаних з холодними фронтами, фронтами оклюзії і теплими фронтами. У шарувато-дощових і високо-шаруватих хмарах теплого фронту інтенсивне зледеніння відбувається, якщо випадають слабкі опади або зовсім не випадають, а при рясних обложних опадах на теплому фронті ймовірність обмерзання мала.

Найбільш інтенсивне зледеніння може спостерігатися при польоті під хмарами в зоні переохолодження дощу і / або мряки. В хмарах верхнього ярусу обмерзання малоймовірно, однак слід пам'ятати, що можливо інтенсивне зледеніння в купчасто-дощових хмар і високо-шаруватих хмарах, якщо вони залишилися після руйнування грозових хмар. Обледеніння можливо при температурі від +5 до -50 ° С в хмарах, тумані і опадах.

При аналізі та оцінці метеорологічної обстановки в пунктах зльоту і посадки необхідно звернути увагу на висоту ізотерми 0 ° С, інтенсивність можливого обмерзання, товщину шару, висоту нижньої і верхньої меж шару обмерзання. Ці дані можна отримати при консультації. На картах погоди в районі можливого обмерзання ставляться умовні позначення (символи). Символ слабкого обмерзання не рекомендується вживати на картах погоди.

Основним показником обмерзання є його інтенсивність, яка характеризує швидкість утворення льоду (зміною товщини крижаного шару в одиницю часу) на передній кромці контрольного профілю або будь-якої іншої контрольної частини літального апарату. На основі існуючих норм слабка інтенсивність зледеніння відповідає швидкості наростання льоду на контрольному профілі до 0,35 мм / хв, середня - від 0,35 до 0,7 мм / хв і сильна - понад 0,7 мм / хв.

Іноді для оцінки небезпеки обмерзання використовується інтегральний показник - ступінь обмерзання, під якою розуміється товщина льоду, що осів на даній поверхні літального апарата за весь час його польоту в умовах обмерзання.

<u>Причини обмерзання</u>:

- сублімація водяної пари на поверхні ПС. Цей процес відбувається в ясному небі, коли холодну ВС потрапляє в більш тепле та вологе повітря. Такий стан може бути при швидкому зниженні з більш холодних верхніх шарів атмосфери в нижні, більш теплі шари або при вході в шар інверсії. У ясну морозну погоду сублімація водяної пари на поверхні вертольота може статися і на землі, на стоянці;
- замерзання переохолоджених крапель води, які стикаються з поверхнею ВС при польоті в хмарах, опадах, тумані - це основна причина обмерзання.

Найбільша вірогідність обмерзання - в крапельно-рідких хмарах, до яких відносяться низькі подінверсіонние шаруваті і шарувато-купчасті хмари. Вони відрізняються підвищеною водністю так як опади з них, як правило, не випадають або бувають слабкими. У шарувато-дощових хмарах обмерзання небезпечно при температурах 0 ...- 10 ° С, коли хмари складаються тільки з переохолоджених крапель.

Найбільш важке і інтенсивне зледеніння спостерігається при польоті під шарувато-дощовими і високо хмарами в зонах випадає переохолодженого дощу (це

характерно для перехідних сезонів, коли температура повітря у землі коливається в межах 0 ... -5 ° С.

Особливо швидке і сильне обмерзання спостерігається у фронтальних інверсіях, коли при підйомі теплого повітря над шаром холодного (теплий фронт) виникає «замерзлий дощ».

ВПЛИВ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗЛЕДЕНІННЯ

<u>На інтенсивність зледеніння впливають такі основні фактори:</u>

- *Температура повітря.* Найсильніше обмерзання спостерігається в інтервалі температур 0 ... -10 ° С, так як при цьому хмари складаються тільки з крапель води, що знаходяться в переохолодженому стані. Тому все хмарні елементи, з якими стикається ВС при польоті, будуть замерзати на його поверхні. При температурі нижче -10 ° С хмари стають змішаними, частина крапель замерзає. Чим нижче температура, тим більше в хмарі крижаних кристалів і менше крапель моди. Крижані кристали, б'ючись об ПС, які не примерзають до його поверхні, а несуться повітряним потоком.
- *Водність хмар.* Чим більше водність хмари, тим інтенсивніше обмерзання. Найсильніше обмерзання спостерігається в купчасто-дощових і купчасто-дощових хмарах при водності більше 1 г / м3.
- *Наявність і вид опадів.* В хмарах, з яких випадають опади, інтенсивність зледеніння зменшується, так як зменшується їх водність. Найсильніше обмерзання - в крижаному дощі. У мокрому снігу обмерзання слабке і помірне, в сухому снігу воно відсутнє.
- *Розміри переохолоджених крапель*. Чим більша краплі, тим інтенсивніше обле-Денене, так як вони мають велику силу інерції і, отже, тим більше крапель осяде і замерзне на виступаючої поверхні ВС. Дрібні краплі, які мають невелику масу, захоплюються повітряним потоком і разом з ним огинають гвинти і корпус вертольота.
- *Швидкість польоту* ПС до 300 км / год, коли ще відсутня вплив кінетичного нагріву. Чим більше швидкість польоту, тим інтенсивніше обмерзання, так як вертоліт в одиницю часу пролітає більшу відстань, і, отже, стикається з великою кількістю переохолоджених крапель. Крім того, зі збільшенням швидкості польоту зростає інерція крапель, і на поверхні вертольота осідають все більш дрібні краплі.

Аеродинамічний нагрів передньої кромки приблизно може бути визначений як: **Δt = V2 / 2000** , Де V - швидкість польоту, м / с.

Ця формула справедлива для умов адіабатичного нагрівання.

В реальних умовах обмерзання внаслідок тепловіддачі і випаровування вологи з обтічної поверхні ЛА нагрів виявляється на 40 - 50% нижче розрахункових значень. Якщо, наприклад, літак пробиває хмари зі швидкістю 720 км / год, то середній нагрів передньої кромки крила буде не 20 ° С. як це випливає з формули, а всього лише 10 - 12 ° С. В цьому випадку при температурі хмар нижче - 12 ° С відбудеться обмерзання літака, так як температура обтічної його поверхні виявиться нижче нуля. При температурі хмар вище -12 ° С або швидкості польоту вище 720 км / ч обмерзання ЛА виключається.

Найбільш часто схильні до обмерзання передні кромки крила, несучих і кермового гвинта, стабілізатора та кіля, лобові стекла ліхтаря, повітрозабірники

двигунів, елементи силової установки, розташовані у всмоктуючому каналі (стійки, лопатки направляючого апарату, захисні сітки), антени і приймачі повітряного тиску.

ПОЛІТ В УМОВАХ ОБМЕРЗАННЯ

Політ в умовах обмерзання супроводжується, як правило утворенням льоду на всіх лобових частинах вертольота: несучому і рульовому гвинтах, засклення ліхтарів кабін, датчиках приладів, воздухозаборниках двигунів, антенах. Це призводить до збільшення польотної маси, істотного погіршення аеродинамічних характеристик і льотних якостей, можливості помпажа, пошкодження і самовимикання двигунів, погіршення огляду, радіозв'язку і точності радіонавігації, витрати палива, до зменшення тяги двигунів, може вивести з ладу його компресор і ін. При цьому спотворюється показання ряду приладів ПС, може бути порушена радіозв'язок. Лід на склінні кабіни пілотів погіршує умови огляду, ускладнює візит ПС на посадку і виробництво самої посадки. Критичним в аспекті забезпечення безпеки польотів є, природно, обмерзання несучих і кермового гвинтів,

Особливості та наслідки зледеніння гвинтів:

- лопаті несучого гвинта зледеніють значно інтенсивніше фюзеляжу, бо проходять при обертанні в 3 - 5 разів більшу відстань в переохолодженої повітряному середовищі. Тому слід оцінювати рівень обледеніння несучого гвинта по товщині шару льоду на склінні кабіни;
- як правило, в носовій частині лопаті (2 - 5 см по хорді) утворюється щільний лід, а позаду нього на відстані 10 - 20 см по хорді - нерівний горбкуватий лід;
- в кінцевій частині лопаті під впливом відцентрових сил і аеродинамічного нагріву при температурах вологого зовнішнього повітря до -20 ° С лід практично не утворюється. Кордон утворення льоду по довжині лопаті залежить головним чином від температури і водності повітря, а також режиму польоту вертольоту але в цілому інтенсивність зледеніння зростає по радіусу лопаті;
- обмерзання лопаті призводить до зміни її маси, моменту інерції, аеродинамічних характеристик і махового руху. В результаті цього зростає рівень і змінюється частотний спектр вібрацій конструкції, зменшуються скоропідйомність і максимальна швидкість польоту, погіршують стійкість, керованість і маневреність вертольоту;
- особливо сильний вплив на політ вертольоту в умовах обмерзання оказують зростання потрібної потужності (при постійній тязі несучого гвинта) або зменшення тяги при постійно потрібній потужності;
- при польоті з виключеною ПОС лопатей і температурі вологого повітря нижче -10 ° С потрібна потужність може зрости майже на 50%, що викличе необхідність істотної зміни режиму або ж припинення польоту. Наприклад, включення перед вильотом ПОС двигунів, несучого і кермового гвинтів на вертольоті Мі-8 МТВ пов'язане з потрібним зменшенням максимальної злітної маси ПС на -1000 кг;
- можливості існуючих ПОС щодо запобігання льодоутворення на лопатях обмежені, що накладає відповідні обмеження на умови льотної експлуатації вертольотів в осінньо-зимовий період. Зокрема, на вертольотах Мі-8 МТВ навмисні польоти в умовах обмерзання при температурі зовнішнього повітря менш -12 ° С заборонені;

- певну небезпеку при виконанні польотів в умовах інтенсивного зледеніння являє несиметричне, т. ч несвоєчасне і нерівномірне самовидалення льоду з лопатей несучого і рульового гвинтів, що призводить до сильної тряски вертольота і може викликати механічні пошкодження сусідніх лопатей, роторів компресорів двигунів, елементів фюзеляжу (в тому числі стабілізатора), антен. Несиметричне самоудаленіе льоду з лопатей відбувається переважно при температурах зовнішнього повітря -10 ...- 20 0С, причому на рульовому гвинті це проявляється в більшій мірі, ніж на несучому;
- будь-яке видалення з лопатей досить великих мас льоду представляє визна-поділену небезпека з точки зору механічних пошкоджень і порушення працездатності двигунів.

Основною умовою забезпечення безпеки польотів в умови обмерзання несучого і кермового гвинтів є завчасне включення електротеплової протиожеледної системи лопатей. При цьому ПОС несучих і кермового гвинтів, а також обігрів стекол кабіни екіпажу при температурі зовнішнього повітря + 5^0С і нижче слід включати вручну перед вирулюванні вертольота при появі ознак обмерзання (паморозь, туман, мокрий сніг). Якщо це не було зроблено на землі, а в польоті з'явилися перші ознаки зледеніння, наприклад лід на шибках пілотської кабіни і при цьому табло «Обледеніння» не світиться, необхідно включивши вручну ІІОС несучих і кермового гвинтів, а також обігрів датчика сигналізатора обмерзання. ПОС стекол кабіни слід включати при запотіванні, при перших ознаках появи льоду на стеклах і, нарешті, при загорянні табло «Обледеніння».

Обледеніння силової установки вертольота становить значну небезпеку. Обмерзання зазвичай піддаються повітрозабірник, вхідний канал двигуна, лопатки вхідного направляючого апарату, робочі лопатки і лопатки спрямляющего апарату перших ступенів компресора, агрегати двигуна, розташовані у вхідному тракті (сигналізатори обледеніння, датчики тиску, температури і т. п.) . Як правило, найбільша кількість льоду відкладається на нерухомих елементах вхідного тракту компресора і менше - на робочих лопатках.

Обледеніння вхідної частини двигуна викликає порушення форми і розмірів проточної частини, зміни параметрів повітря на вході в компресор і характера течії повітря у вхідному каналі, зменшення секундної витрати повітря і ступеня підвищення тиску повітря в компресорі, потужності двигуна, підвищення температури газів перед турбіною, збільшення рівня вібрації двигуна внаслідок несиметричного освіти і скидання льоду з робочих лопаток компресора.

ХАРАКТЕРНІ ПОМИЛКИ ЕКІПАЖУ:

1.Невключення перед вильотом противообледенительной системи при негативні-котельної температурі зовнішнього повітря. Внаслідок ненадійної роботи датчика сигналізатора обмерзання типу РІО-3 своєчасне автоматичне включення ПОС двигунів не було забезпечено, що призвело до потрапляння вертольота в важкі умови обмерзання і серйозного авіаційному інциденту;
2. Запізніле включення ПОС при знаходженні вертольота в зоні інтенсивного зледеніння, що призвело до потрапляння шматочків льоду у вхідні пристрої двигунів і самовимикання одного з них;

3. Виконання польоту в неприпустимих умовах обмерзання при температурі вологого зовнішнього повітря менше - 12^0 С, що привело до наростання льоду на носовій частині лопатей несучого гвинта, істотного погіршення керування і стійкості вертольоту, тряски його конструкції і завершилося авіаційною подією.

Перед входом в зону можливого обмерзання або при раптовому попаданні в зону сильного обмерзання льотним екіпажем повинна бути включена протожеледна система повітряного судна, якщо КЛЕ або еквівалентний йому документ не передбачає іншого порядку використання такої системи.

Якщо вжиті заходи по боротьбі з обмерзанням ПС виявляються неефективними і не забезпечується безпечне продовження польоту, командир ПС за погодженням з органом УПР в контрольованому повітряному просторі змінює висоту і / або маршрут польоту для виходу в район, де можливо безпечне продовження польоту, або приймає рішення про відхід на запасний аеродром. Командиру вертольоту при попаданні в зазначені умови дозволяється здійснити посадку на майданчик, підібраний з повітря. При цьому може застосовуватися сигнал терміновості.

Польоти в умовах обмерзання можуть виконуватися тільки на ЛА, оборудовай протизаморожувача. На сучасних ЛА набули поширення повітряно-теплові, електротеплові і електроімпульсні протиожеледні системи (ПОС). Вони забезпечують захист від утворення льоду, а також видалення льоду з поверхонь, що обігріваються ЛА. Від обмерзання на ЛА захищаються предкрилки, носки крила, стабілізатора та кіля, повітрозабірники і вхідний направляючий апарат двигунів, лобові стекла і кватирки ліхтаря кабіни екіпажу, приймачі повного тиску, датчики кутів атаки, передні кромки лопатей і коки повітряних гвинтів. Функціонування електротеплових і електроімпульсних ПОС забезпечується літаковими джерелами електроживлення, а повітряно-теплових - гарячим повітрям, що відбирають від двигунів.

Обігрів стекол включається з землі на весь час польоту незалежно від кліматичних умов, а двигунів на землі - незалежно від обмерзання при температурі зовнішнього повітря нижче + 5 ° С при наявності туману, мряки, дощу або снігопаду. Досвід експлуатації доводить, що повітряно-теплові системи досить ефективні і надійні в роботі. Слід мати на увазі, що при польоті на знижених режимах роботи двигуна знижуються витрата і температура повітря, що відбирається для нанесення системи. При зниженні, наприклад, температура повітря на вході в протиожеледну систему може бути нижче в 2 рази, ніж в режимі набору висоти. При цьому знижується і ефективність дії системи. Не рекомендується також включати повітряно-теплову систему на максимальному режимі роботи двигуна,