

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни  
«Загальні знання ПС: Планер та системи, аварійне обладнання»  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт  
Аеронавігація**

**за темою № 10. Обладнання повітряних суден**

**Кременчук 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2023 № 7

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного  
коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 28.08.2023 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

**Розробник:**

*1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, викладач-спеціаліст Самохліб Олександр Олександрович*

**Рецензенти:**

- 1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор Тамаргазін О.А.*
- 2. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.*

### **План лекції:**

1. Фізична сутність, причини і наслідки явища обледеніння. Способи захисту від обледеніння.
2. Системи вентиляції та обігріву кабін.
3. Обладнання для перевезення вантажів.
4. Причини виникнення пожежі на ПС та класифікація засобів захисту від пожеж.
5. Принципові схеми систем пожежогасінням.

### **Основна література:**

1. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. «Конструкція літальних апаратів», К.: Вища освіта, 2010. – 383 с.
2. Кулик М.С., Тамаргазін О.А. Конструкція, міцність та надійність газотурбінних установок і компресорів. Київ: НАУ, 2012. 477 с.
3. Іноземцев А.А., Сандрацький В.Л. Газотурбінні двигуни. П.: ВАТ «Авіадвигун», 2011. 1024 с.

### **Допоміжна література:**

4. Царенко А.О. Вертоліт Мі-2. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 227 с.
5. Царенко А.О. «Вертоліт Мі-8Т. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 250 с.

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. <https://naurok.com.ua/uploads/files/2952962/285465.pdf>

### **Текст лекції**

#### **Фізичні умови зледеніння вертольотів у польоті**

У більшому числі випадків зледеніння повітряного судна відбувається при наявності переохолоджених крапель води — у хмарах, умовах дощу, мокрого снігу. Таке зледеніння називається краплинним і є найбільш важким видом зледеніння. Найбільша ймовірність зледеніння в польоті існує в діапазоні температур від 0 до  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Поряд із краплинним зледенінням зустрічається сублімаційне й сухе зледеніння. При сублімаційному зледенінні відбувається перехід водяних пар безпосередньо у твердий стан, минаючи рідку фазу. Сухе зледеніння - осідання на поверхнях вертольоту кристалів льоду при польоті в кристалічних хмарах.

Зледенінню піддаються несучі й кермовий гвинти, кромки забірників повітрядвигунів, лопатки прямого апарата й лопатки 1-й ступені компресора двигуна, скла кабін екіпажу, датчики приладів і ін.

При зледенінні НГ зростає профільний опір лопат, знижується піднімальна сила лопати, падає аеродинамічна якість. При несиметричному скиданні льоду з лопат НГ виникають вібрації, погіршується стійкість вертольоту.

Кермовий гвинт піддається зледенінню більшою мірою через менші розміри. Внаслідок значних відцентрових сил (приблизно в 5 разів більших, ніж у НГ) самоскидання льоду із КГ приведе до сильної вібрації й створює небезпеку пошкодження лопат НГ і стабілізатора зривистими шматками льоду.

Зледеніння на вході двигунів може відбуватися як при негативних, так і при позитивних температурах, що пояснюється адіабатичним розширенням повітря в каналі двигуна, при якому відбувається зниження його температури. Зледеніння входних частин може викликати помпаж двигунів. При скиданні шматків льоду можуть відбутися ушкодження лопаток компресора й наступне руйнування двигуна. Зледеніння лопаток входного напрямного апарата, робочих лопаток 1-ї ступені компресора змінює їхній аеродинамічний профіль, зменшує прохідний перетин між ними, що приводить до зменшення витрати повітря через компресор, підвищенню температури газів перед турбіною й зниженню ККД двигуна.

Зледеніння датчиків приладів викликає їхню відмову або неправильну роботу, що ускладнює пілотування вертольоту.

Для забезпечення безпеки польоту вертольотів у будь-яких метеорологічних умовах застосовуються спеціальні протилідові системи (ПОС).

До ПОС пред'являються наступні вимоги:

- надійність і ефективність роботи у всім діапазоні висот і швидкостей польоту при різних метеорологічних умовах;
- можливість регулювання інтенсивності обігріву при мінімальній витраті енергії;
- безпека в пожежному відношенні;
- наявність сигналізаторів початку й інтенсивності зледеніння;
- можливість контролю справності системи в польоті.

Сигналізатори зледеніння підрозділяються на дві групи: непрямої й прямої дії. Сигналізатори першої групи реагують на присутність в атмосфері переохолоджених крапель води. Принцип дії цих сигналізаторів заснований на вимірі таких характеристик, як тепловіддача або електропровідність повітря. Сигналізатори другої групи реєструють товщину шару льоду, що утвориться на датчику. Найпростішим сигналізатором другої групи є візуальний показник типу штиря, найпоширенішим - радіоізотопний сигналізатор.

Принцип дії радіоізотопного сигналізатора заснований на ослабленні  $\beta$ -випромінювання радіоактивного ізотопу шаром льоду, що утвориться на робочій поверхні виносного штиря-датчика. Датчик (мал. 1) включає лічильник  $\beta$ -часток 3 і циліндричний штир 6 у верхній частині якого розташований герметичний патрон 7 з радіоактивним ізотопом. По всій довжині штиря намотаний нагрівальний елемент 10 для періодичного нагрівання штиря.

При наростанні на штирі шару льоду товщиною 0,3 мм потік  $\beta$ -часток, що опромінює галогенний газорозрядний лічильник, послабляється настільки, що включається виконавче реле подачі сигналу «Зледеніння» і автоматичного включення ПОС. Одночасно періодично включається обігрів штиря 5, забезпечуючи повне скидання льоду. Якщо після вимикання обігріву штиря знову наростає шар льоду, то ПОС залишається включеною й описаний процес роботи сигналізатора повторюється.

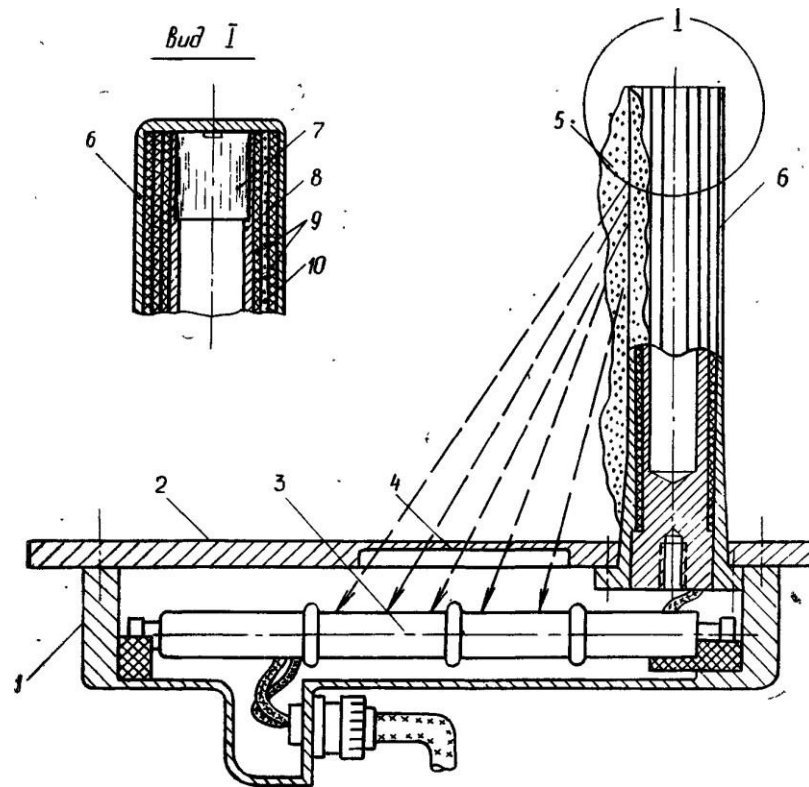


Рис. 1. Радіоізотопний сигналізатор зледеніння:

1 — корпус; 2 — обшивка каналу двигуна; 3 — лічильник  $\beta$ -часток; 4 — вікно; 5 — лід; 6 — штир; 7 — патрон з радіоактивним ізотопом; 8 — екран; 9 — ізоляція; 10 -електронагрівальний елемент

### Класифікація протилідових систем

Для захисту повітряних суден від зледеніння застосовуються механічний, фізико-хімічний і тепловий способи.

Механічний спосіб заснований на сколюванні або відриві шару льоду з поверхні відцентровими, аеродинамічними або іншими силами.

Фізико-хімічний спосіб заснований на використанні різних рідин, які знижують температуру замерзання переохолоджених крапель води, що попадають на поверхню, або зменшують силу зчеплення льоду з нею.

Тепловий спосіб заснований на нагріванні поверхні, що захищається, до температури танення льоду або випару плівки води.

По характеру роботи ПОС можуть бути розбиті на наступні дві групи: безперервної й циклічної дії. ПОС безперервної дії не допускають зледеніння поверхні. ПОС циклічної дії допускають утворення льоду певної товщини, а потім видаляють його.

Для захисту несучих і кермових гвинтів вертольотів застосовуються рідинні й електротеплові ПОС безперервної й циклічної дії.

### Рідинна протилідова система

Принципова схема рідинної ПОС наведена на мал. 2. Рідина (як правило, спирт або спиртогліцеринава суміш) з бака 7 надходить до відцентрового насоса 8 який може працювати у двох режимах: попередньому й підвищеному.

Попередній режим включають при польоті вертольоту в зоні передбачуваного зледеніння. При сильному зледенінні

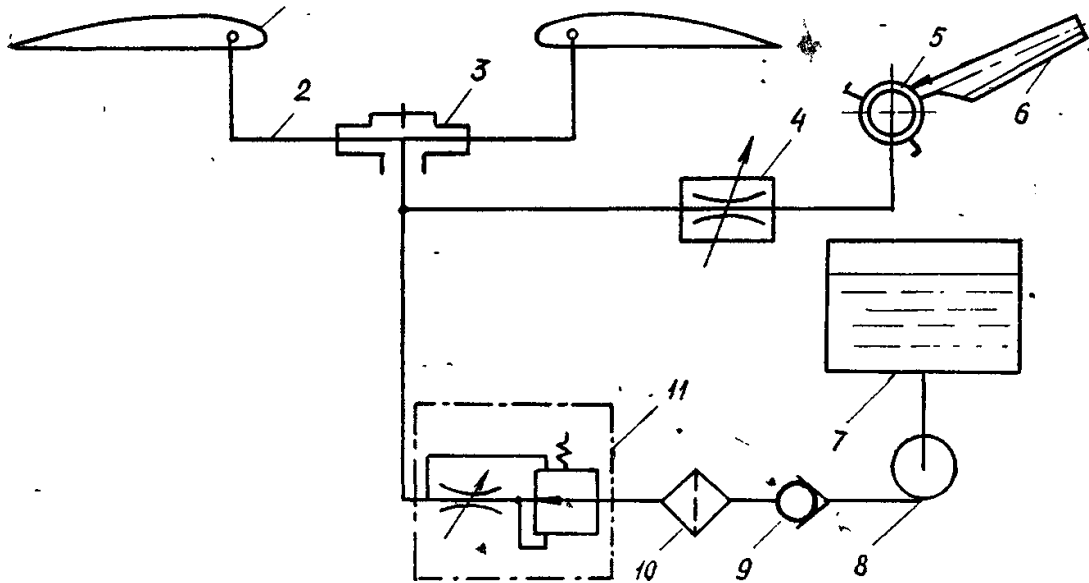


Рис. 2. Принципова схема рідинної протилідової системи: 1 -лопата НГ; 2 — гнучкий шланг; 3 — колектор НВ; 4 — дросель; 5 — колектор КГ; 6 — лопата КГ; 7 — бак; 8 — відцентровий насос; 9 — зворотний клапан; 10 — сітчастий фільтр; 11 -дросельний кран

ПОС включається на підвищений режим. Після насоса рідина через зворотний клапан 9, сітчастий фільтр 10 і дросельний кран 11, що регулює витрату рідини, надходить у нагнітаючу магістраль і далі до колекторів-розподільників 3 і 5 несучих і кермового гвинтів. З колектора-розподільника НГ рідина під дією відцентрових сил надходить у лопаті. Для більшого рівномірного розподілу рідини по довжині лопати НГ робоча частина розділена на кілька секцій. Рідина підводить до кожної секції по трубках, прокладеним у носку лопати. Секція являє собою овальну трубку, вклеєну під обкуттям передньої кромки лопати. Через отвори, розташовані по довжині лопати у два ряди в шаховому порядку, рідина витікає на верхню й нижню поверхні лопати й розноситься по них повітряним потоком.

Зворотний клапан утримує рідину в трубопроводі після першого включення насоса. Це забезпечує швидку подачу рідини до лопат при повторному включенні системи в польоті.

Рідина, що надходить у колектор-розподільник 5 кермового гвинта, викидається відцентровими силами через трубки в кільцевий приймач лопат і далі в жолобки лопат, з яких під дією відцентрових сил і повітряного потоку, що набігає, розливається по поверхні лопати 6.

Основними недоліками рідинної ПОС є неповне змочування поверхні лопатий і велика витрата рідини. Крім того, рідинна ПОС вимагає своєчасного включення при зледенінні, тому що запізніле включення системи може не дати бажаного ефекту.

### **Електротеплова протильодова система**

Для захисту несучого й кермового гвинтів найбільше поширення одержали електротеплові ПОС безперервної й циклічної дії.

Протильодовий захист лопаті НГ являє собою приклеєний по всій довжині носка лопати пакет, що складається з декількох шарів стеклоткани, між якими уклеєні електронагрівальні елементи (шини з нержавіючої сталі товщиною 0,08- 0,12 мм або шар струмопровідної тканини). Зовні пакет закритий тонким шаром гуми й захищений від абразивного зношування обкуттям з нержавіючої сталі. ПОС охоплює 12-20% хорди профілю. Аналогічно влаштована ПОС лопати кермового гвинта. Для подачі електроенергії на лопаті несучих і кермового гвинтів використовуються колекторні струмознімачі. ПОС лопат гвинтів споживає десятки й навіть сотня кіловат електроенергії, тому використовується почергове включення секцій спеціальним програмним механізмом.

### **Протильодові системи силових установок**

ПОС силових установок призначені для захисту від зледеніння повітрозабирачів, лопаток вхідного напрямного апарата, компресора й стійок переднього корпусу двигуна. Повітрозабирач, як правило, має ПОС електротеплової дії, а вхідний напрямний апарат і стійки обігріваються гарячим мастилом або повітрям, що відбирається від двигуна. Протильодова система двигунів, обладнаних пилозахисними пристроями, є найбільш складною й розгалуженою.

Повітряно-теплова ПОС полезахисного пристрою вертольоту Мі-26 показана на мал. 3. Запобігання утворення льоду здійснюється за рахунок обігріву поверхонь ПЗУ зсередини гарячим повітрям, що надходить після останньої ступінь компресора двигуна. При включенні перемикача ОБІГРІВ ПЗУ Й ДВИГУНІВ спрацьовує електроклапан перемикання 8 і повітря від 4-й ступені компресора високого тиску надходить до пневмоприводу заслінки 9, що відкриває її. Гаряче повітря (400°С) після 8-й ступені компресора через регулятор надлишкового тиску 10, що підтримує постійний тиск у системі, подається в ежектори 13, де змішується з холодним повітрям, що надходить через сітчасті фільтри 14. Охолоджене, до температури близько 200° С повітря надходить через радіальні стійки 4 і 15 на обігрів сепаратора, носка повітрозабирача, обтічника, зовнішньої стійки обтічника й патрубка 16.

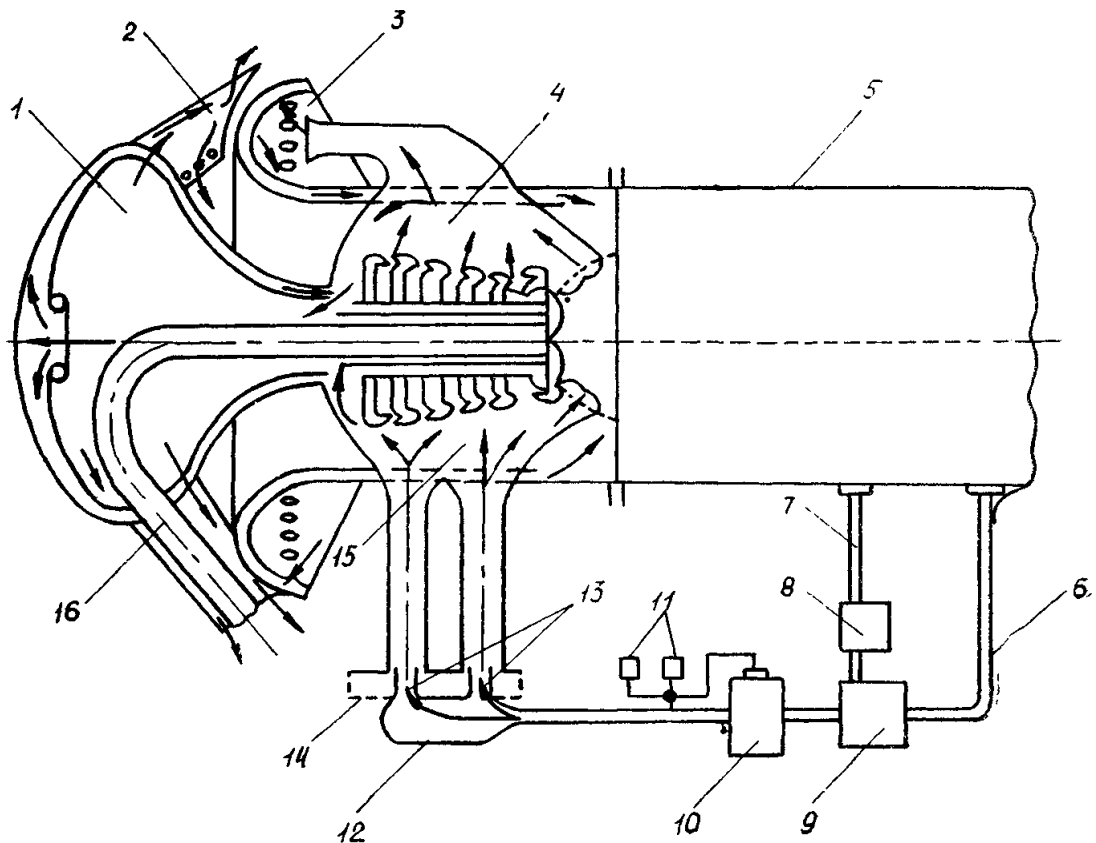


Рис. 3. Повітряно-теплова протильодова система пилозахисного пристрою вертольоту Мі-26: 1 — обтічник; 2 — зовнішня стійка обтічника; 3 — носок повітрозабирача; 4 і 15 — радіальна стійка сепаратора; 5 — двигун; 6 — магістраль відбору повітря після останньої ступені компресора, 7 — магістраль відбору повітря після 4-й ступені компресора; 8 — електроклапан переключення; 9 — заслінка із пневмоприводом; 10 — регулятор надлишкового тиску; 11 — сигналізатор тиску; 12 — розширник; 13 — ежектор; 14 — сітчастий фільтр; 16 — патрубок відводу пилу

### Система зовнішньої підвіски вантажу

Система зовнішньої підвіски вантажів застосовується для транспортування великогабаритних вантажів і техніки, для виконання складних монтажно-демонтажних робіт.

На вітчизняних вертольотах застосовується одноточкова зовнішня тросова підвіска. На легких вертольотах трос підвіски втримується спеціальним замком, встановленим під фюзеляжем, на балці або на шарнірно-маятниковому механізмі. На середніх і важких вертольотах для зовнішньої підвіски передбачається люк у вантажній підлозі, а замок, що втримує трос підвіски, кріпиться підкосами або усередині вантажної кабіни, або безпосередньо в прорізі люка (мал. 4).

Основними елементами системи зовнішньої підвіски є вантажний замок 3, вертлюг 6, трос 5, гак 7 і вантажні стропи 9. Для підйому троса використовується електролебідка 7, що входить до складу вантажно-розвантажувального обладнання.



Вантажний замок являє собою складний пристрій, призначений для кріплення вантажного троса, утримання вантажу в процесі транспортування, відчеплення вантажного троса при розвантаженні, а також для аварійного скидання вантажу в польоті. Вантажний замок іноді обладнується масовимірвальним пристроєм.

При відносно невеликій масі вантажу, що транспортується, (до 5 т) застосовується вантажний замок електромеханічного типу. Закриття такого замка при підвісці вантажу провадиться вручну, а відкриття - за допомогою електромагнітного спускового механізму. Передбачається також і ручне відкриття замка.

Для транспортування важких вантажів використовуються могутніші вантажні замки (мал. 5). Відкриття й закриття такого замка провадиться за допомогою гідроциліндра 6, підключеного до гідравлічного, системи вертольота. При закритті замка шток гідроциліндра вбирається. Цапфа 5 опускається до упору 3 і через ланки *ab* і *be* повертає гаки 1 щодо осей кріплення 2. Нижні частини гаків сходяться й захоплюють наконечник 7 вантажного троса. При такій конструкції замка сила ваги вантажу, що прагне розкрити гаки, створює в ланках *ab* і *be* зусилля, що притискають їх до упору 3 і надійно фіксуючі замок у закритому стані.

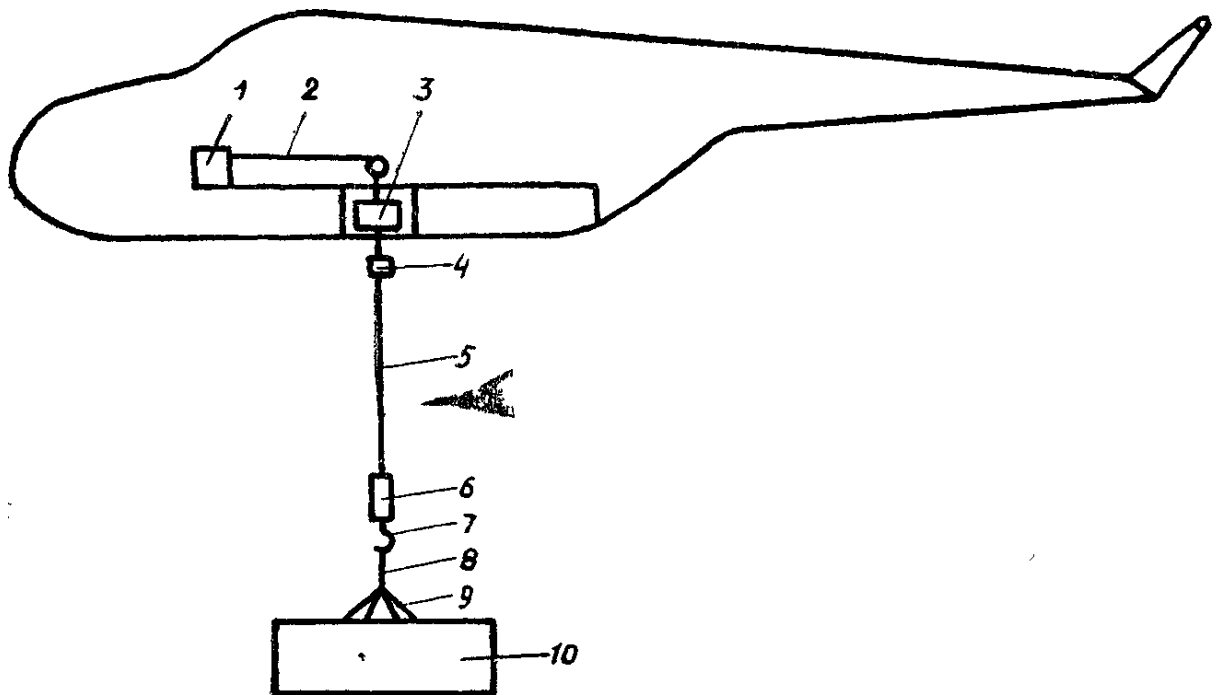


Рис. 4. Схема зовнішньої підвіски вантажів:

1 — електролебідка; 2 — трос лебідки; 3 — вантажний замок; 4 — універсальний шарнір; 5 — вантажний трос; 6 — вертлюг; 7 — гак; 8 — скоба; 9 — вантажні стропи; 10 — вантаж

При випуску штока гідроциліндра цапфа 5 переміщається верх, нижні частини гаків розходяться й звільняють наконечник вантажного троса.

При підчепленні вантажу до вертольота трос електролебідки випускають через вантажний замок і з'єднують вручну з вантажним тросом. Після зльоту й

зависання вертольота електролебідка втягує вантажний трос у замок. Потім лебідка автоматично вимикається й одночасно закривається вантажний замок. Для запобігання обриву троса лебідки при можливих ривках вертольота в процесі підчеплення вантажу в замку є пристрій, що автоматично від'єднує вантажний трос при перевищенні розрахункових навантажень для троса лебідки.

Вільне відхилення вантажного троса в польоті від вертикального положення забезпечується спеціальним карданом, установленим у місці кріплення троса довантажного замка. Для виключення скручування вантажного троса у випадку обертання вантажу система зовнішньої підвіски обладнується вертлюгом 6 (див. мал. 4), опорний підшипник якого не передає на вантажний трос крутний моментів від вантажу.

Існують автоматичні системи гасіння коливань вантажу на зовнішній підвісці, у яких положення вантажу щодо вертольота постійно відслідковується датчиками кутів тангажу й крену, сигнали від яких надходять в автопілот і, впливаючи по певній програмі на органи керування, регулюють взаємне просторове положення вертольота й вантажу.

Для спостереження за вантажем на зовнішній підвісці застосовуються бортові телевізійні установки (вертоліт Мі-26), або вертольотом керують зі спеціальної кабіни, розташованої під фюзеляжем (вертоліт Мі-10К).

Довжина вантажного троса при транспортуванні вибирається виходячи з габаритів і маси вантажу, стану й розмірів злітно-посадочної площадки й повітряних підходів до неї. При підчепленні вантажу необхідно, щоб троси підвіски не торкалися гострих кромek конструкції вантажу. У місцях торкання встановлюють прокладки з гуми або брезенту.

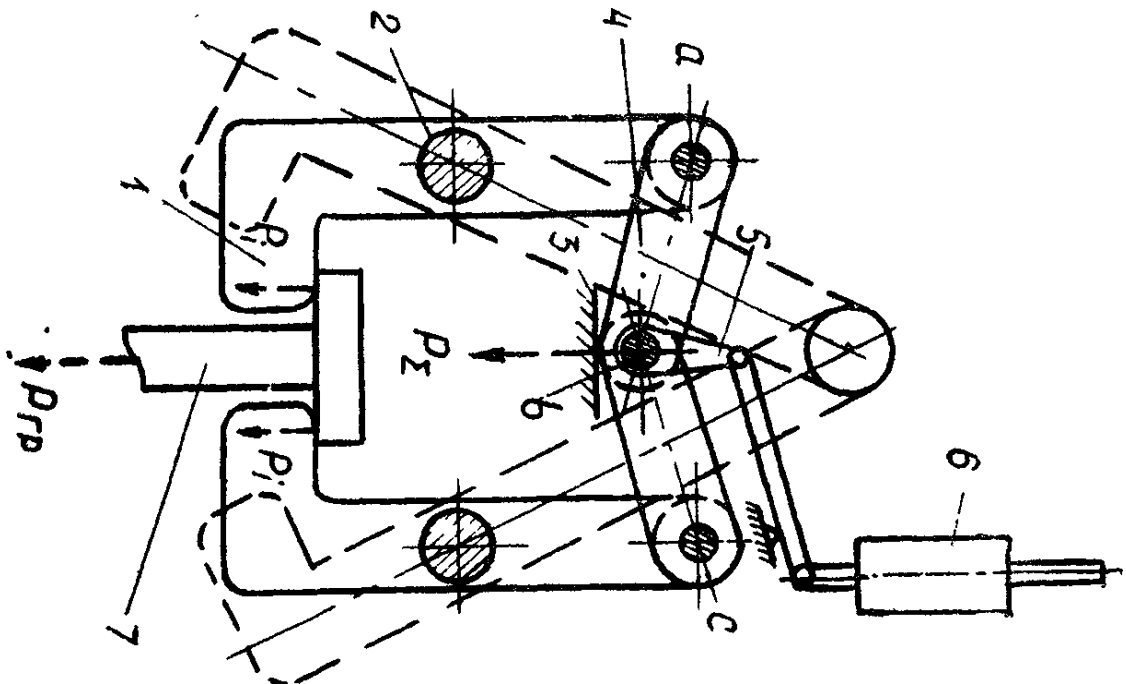


Рис. 5. Схема вантажного замка зовнішньої підвіски:

1 — гак; 2 — вісь гака; 3 — упор; 4 — ланка; 5 — цапфа; 6 —

гідроциліндр;<sup>7</sup> — наконечник вантажного троса.

### **Призначення й характеристика протипожежного обладнання**

Для попередження виникнення й розповсюдження пожежі, а також виявлення загоряння і його ліквідації на борту вертольота передбачаються відповідні конструктивні заходи, системи й прилади.

Бортові засоби боротьби з пожежами містять у собі:

- 1) Засоби пожежної ізоляції;
- 2) Засоби запобігання вибухів паливних баків;
- 3) Систему пожежогасіння.

### **Засоби пожежної ізоляції**

Раціональним способом зниження пожежної небезпеки й запобігання поширення полум'я є ізоляція за допомогою протипожежних перегородок найбільш відповідальних або пожежонебезпечних агрегатів. Звичайно відокремлюються відсіки:

1. правого двигуна,
2. лівого двигуна,
3. головного редуктора,
4. допоміжної силової установки.

Протипожежні перегородки виконуються подвійними, з титанового сплаву.

Для зменшення кількості повітря, що надходить у відсік редуктора при пожежі, як правило, передбачається можливість автоматичного закриття вхідних ступок вентилятора.

### **Засоби запобігання вибуху паливних баків**

Захист паливних баків від вибуху й загоряння завжди був важливою проблемою в авіабудуванні. Тому була розроблена велика кількість засобів підвищення живучості баків при їх пошкодженні тими або іншими факторами. Найбільше поширення набуло застосування пористих наповнювачів баків і систем нейтрального газу. Крім того, істотно знижує ризик загоряння палива використання м'яких баків. Виконані з пористої гуми, вони під вплив палива розбухають, сприяючи затягуванню пробоїн.

Наповнювачі баків складаються з окремих блоків і перегородок, виготовлених з матеріалу відкрито-пористої структури, звичайно пінополіуретану. Блоки й перегородки за своєю формою повторюють внутрішні контури баків. Пористість матеріалу наповнювачів запобігає поширенню полум'я й розвиток вибуху в баках при їхній поразці вогневими засобами. Перегородки зберігають форму м'яких баків і зберігають балансування пального.

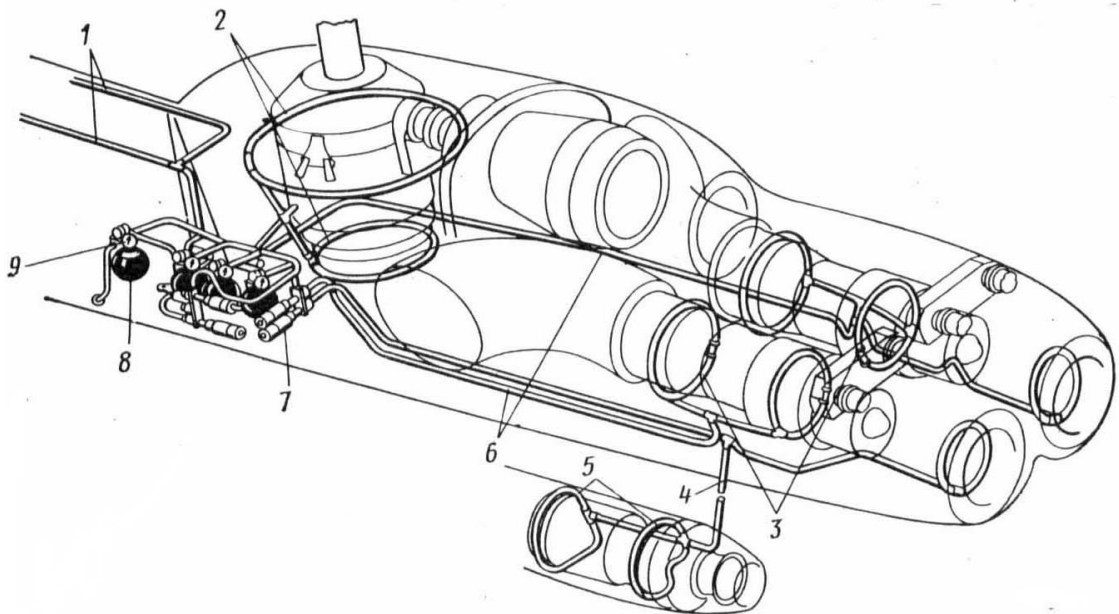
Якщо використовується система нейтральних газів, то простір, що звільнився після виробітку палива заповнюється негорючим газом. При пошкодженні бака вибух парів палива не відбувається.

### Система пожежогасіння

Система пожежогасіння дозволяє виявляти й гасити пожежу, що виникла у вогнебезпечних зонах вертольота. Вона включає:

1. вогнегасники із рідиною для гасіння пожежі,
2. трубопроводи й форсунки,
3. систему сигналізації пожежі.

При виникненні пожежі датчики систем сигналізації видають сигнал у виконавчий блок, що ініціює зрив піропатронів у вогнегасниках. Тиск, що утворюється при цьому, виштовхує вогнегасячий состав у систему трубопроводів. Потім рідина через форсунки розпиляється в палаючому відсіку й накриває полум'я. Включення вогнегасників може відбуватися як в автоматичному режимі, так по команді з кабіни пілота.



Малюнок 6. Схема системи пожежогасіння.

1 - розпилювачі над контейнером паливного бака, 2 - розпилювачі у відсіку редуктора, 3 - розпилювачі у відсіку двигунів, 4 - трубопровід підведення вогнегасячої рідини у відсік газового обігрівача, 5 - розпилювачі колектори у відсіку газового обігрівача, 6 - трубопровід підведення вогнегасячої рідини у відсіки двигунів, 7 - блоки клапанів, 8 - вогнегасник, 9 - зворотний клапан.

На невеликих вертольотах система пожежогасіння може бути відсутня, а як активний засіб боротьби з вогнем використовується ручний вогнегасник.

Стационарна система пожежного захисту вертольота служить для виявлення й ліквідації пожежі у відсіках двигунів, у відсіку головного редуктора, видаткового паливного бака й допоміжної силової установки АІ-9, у відсіку газового обігрівача КО-50.

Для ліквідації пожежі в кабіні екіпажу й у пасажирському салоні є два переносних ручних вогнегасники ОУ-2. Один установлений на стінці шпангоута №5Н, а другий на правій вантажній стулці.

Стационарна система пожежного захисту вертольота включає наступне

обладнання:

- систему сигналізації про пожежу ССП-ФК;
- систему пожежогасіння.

Система сигналізації про пожежу ССП-ФК забезпечує:

- виявлення пожежі в відсіках вертольота, що мають захист;
- оповіщення екіпажу за допомогою світлової сигналізації;
- видачу додаткових сигналів оповіщення на апаратуру мовної інформації РИ-65Б и апаратуру автоматичної реєстрації параметрів польоту САРП-12ДМ (або БУР-1-2Ж);
- індикацію спрацьовування засобів пожежогасіння;
- перевірку справності системи й готовності її до дії.

Система пожежогасіння складається із двох вогнегасників 1-4-4, трубопроводів і розпилювачів вогнегасного состава, розміщених у захищених відсіках.

Спеціальний авіаційний вогнегасник 1-4-4 призначений для зберігання вогнегасячого состава й складається зі сталевого кульового балона місткістю 4 л і переходника, у якому встановлені чотири піроголовки ПГКц, манометр і запобіжна мембрана, що розривається, якщо тиск у балоні через перегрів перевищить  $200 \pm 20$  кгс/см<sup>2</sup>.

Балон заправляється вогнегасячим составом Фреон-114В2 масою 5,64 кг і для забезпечення подачі цього состава заряджається повітрям або азотом до тиску  $105 \pm 10$  кгс/см<sup>2</sup> при температурі 15°C. Передній вогнегасник спрацьовує по сигналу від системи сигналізації пожежі або від кнопок на пульті протипожежної системи. Задній вогнегасник спрацьовує тільки від кнопок, установлених на пульті протипожежної системи. Вогнегасники встановлені у відсіку головного редуктора.

Клапанна піроголовка Пгкц забезпечує запирання вогнегасного состава в балоні й має циліндричний корпус, у якому встановлені клапан із пружиною, цанговий замок, що втримує клапан у закритому положенні, дві піропатрони й запобіжна чека.

Піропатрони ПП-3 забезпечують відкриття цангового замка при подачі на них електроімпульса від системи сигналізації пожежі або від відповідних кнопок. Вони мають роздільні ланцюги живлення й розділені на дві групи по ланцюгах контролю.

Запобіжна чека запобігає випадковому відкриттю піроголовки й повинна постійно знаходитися на піроголовці зарядженого вогнегасника. Чека повинна зніматися з піроголовки після установки й приєднання вогнегасника до магістралей протипожежної системи, установки піропатронів і перевірки справності їх електричних ланцюгів.

Для правильного приєднання піропатронів їхні накидні гайки й відповідні їм колектора системи мають однаковий колір.

При виникненні пожежі в якому-небудь відсіку спрацьовує система сигналізації пожежі ССП-ФК. Вона включає табло, що сигналізує про пожежу, і видає електричний імпульс на відповідні піропатрони вогнегасника автоматичної черги. Після спрацьовування піропатронів тиском газів

відкривається цанговий замок, а тиском в середині балона відкривається клапан і вогнегасячий состав подається в той відсік вертольота, де виникла пожежа. Вогнегасний состав виходить із балона за час не більше 1,3 с і клапан закривається пружиною. Це виключає надходження вогнегасного состава в порожній балон, якщо виникне необхідність використовувати вогнегасник ручної черги.

Після ліквідації пожежі гасне табло, що сигналізує про пожежу у відсіку, але продовжує горіти табло "ПОЖЕЖА" на лівій приладовій дошці. Воно повинне згаснути тільки після натискання кнопки "ВИКЛ СИГНАЛ ПОЖЕЖІ".

При виникненні пожежі у відсіку КО-50 відбувається автоматичне вимикання КО-50 і розмикаються ланцюги електроживлення обігрівача

При виникненні пожежі у відсіку АИ-9 видається електросигнал на вимикання АИ-9 і блокування системи запуску АИ-9. Для зняття блокування після ліквідації пожежі необхідно виключити й включити АЗС "СИГНАЛІЗАЦІЯ".

При пожежі в будь-якому відсіку відбувається автоматичне включення апаратури РИ-65Б и інформація про пожежу через УКВ радіостанцію автоматично передається на пункт керування польотом.

Якщо пожежа буде виявлений візуально, а система сигналізації ССП-ФК не спрацює, то будь-яку піроголовку можна відкрити відповідною кнопкою з пульта протипожежної системи.

Для відкриття піроголовок вогнегасника ручної черги на пульті протипожежної системи встановлені ще чотири кнопки.

Контроль справності протипожежної системи полягає в перевірці системи сигналізації, справності піропатронів і ланцюгів їхнього живлення, і в перевірці тиску у вогнегасниках.

Контроль справності системи сигналізації полягає в перевірці справності сигнальних ламп і датчиків ДПС.

## **Системи обігріву й вентиляції кабін**

### **Вплив висотних умов на організм людини**

При польотах вертольотів на висотах понад 2 км екіпаж може зустрітись з такими небезпечними явищами, як кисневе голодування, низький барометричний тиск, низька температура.

У легенях людини відбувається насичення крові киснем  $O_2$  і видалення вуглекислого газу  $CO_2$  в атмосферу. Основним фактором, що визначає дифузію кисню з альвеолярного повітря в кров і вуглекислий газ у зворотному напрямку, є співвідношення парціальних тисків цих газів у крові й навколишнім повітрі.

Парціальний тиск кисню  $P_0$  у повітрі зменшується пропорційно зниженню загального атмосферного тиску. При цьому надходження кисню в кров загальмовується й настає гіпоксія - кисневе голодування, що супроводжується рядом функціональних розладів. До висоти 2 км людина не відчуває зниження тиску повітря, хоча й виникають деякі порушення

(знижується гострота зору, особливо в нічний час). При подальшому збільшенні висоти польоту порушується баланс між реакціями гальмування й збудження в корі головного мозку, але явище кисневого голодування виражено слабо, тому що посилюється діяльність серця й легенів. На висотах 3,5-4 км парціальний тиск кисню стає рівним 14-13 кПа (105-98 мм рт. ст.), при подальшому збільшенні висоти нормальний газообмін порушується, явища кисневого голодування розвиваються більш інтенсивно, аж до повної втрати працездатності.

Нормальна життєдіяльність людини на великих висотах може бути забезпечена підтримкою парціального тиску кисню у вдихуваному повітрі не менше 21,3 кПа (160 мм рт. ст.). Технічно це можна забезпечити за допомогою підвищення тиску вдихуваного повітря (створення герметичних кабін) або підвищення процентного вмісту кисню у вдихуваній суміші (застосування кисневих приладів).

Інтенсивність теплообміну між людським організмом і навколишнім середовищем залежить від температури, вологості й швидкості руху повітря, одягу, ваги виконуваної роботи. При відносній вологості повітря 40—60% і швидкості руху повітря до 0,5 м/с температура навколишнього середовища для забезпечення комфортних умов повинна бути 20—22° С улітку й до 24° С узимку.

Для забезпечення тривалого польоту вертольота необхідне створення в кабіні екіпажу звичної для людини киснево-азотної атмосфери з нормальними тиском і температурою. Це здійснюється за допомогою найпростіших систем вентиляції й обігріву кабін або більш складних систем кондиціонування.

У системах вентиляції й обігріву повітря підводить від компресора газотурбінного двигуна. Виходячи з кабіни через різні нещільності, повітря здійснює вентиляцію кабіни. Повітря, що надходить у кабінку, за допомогою спеціальних пристроїв може нагріватися або охолоджуватися, зберігаючи в кабіні задану температуру.

### **Призначення й принцип дії системи кондиціонування повітря**

Система кондиціонування повітря призначена для створення нормальних умов життєдіяльності людини, а також для надійної роботи обладнання при польотах вертольота на висотах понад 2 км. Крім забезпечення основних параметрів (газового складу, тиски й температури в кабіні екіпажу) необхідно підтримувати в певних межах температуру поверхні стінок, швидкість зміни тиску, характер і швидкість циркуляції повітря в кабіні, а також забезпечувати його очищення від аерозольного, хімічного й іншого засмічувань. Підтримка всіх параметрів на заданому рівні можна забезпечити в кабіні подачею повітря або його компонентів з необхідною подачею й певною температурою.

Відповідно до розв'язуваних завдань у системі кондиціонування повітря можна виділити дві підсистеми: одна з них робить очищення повітря, що подається для вентиляції й терморегулювання кабіни, інша регулює тиск у ній.

## Система вентиляції й регулювання температури повітря в кабіні

На мал. 1 представлена принципова схема системи вентиляції й регулювання температури повітря в кабіні сучасного вертольота із ГТД.

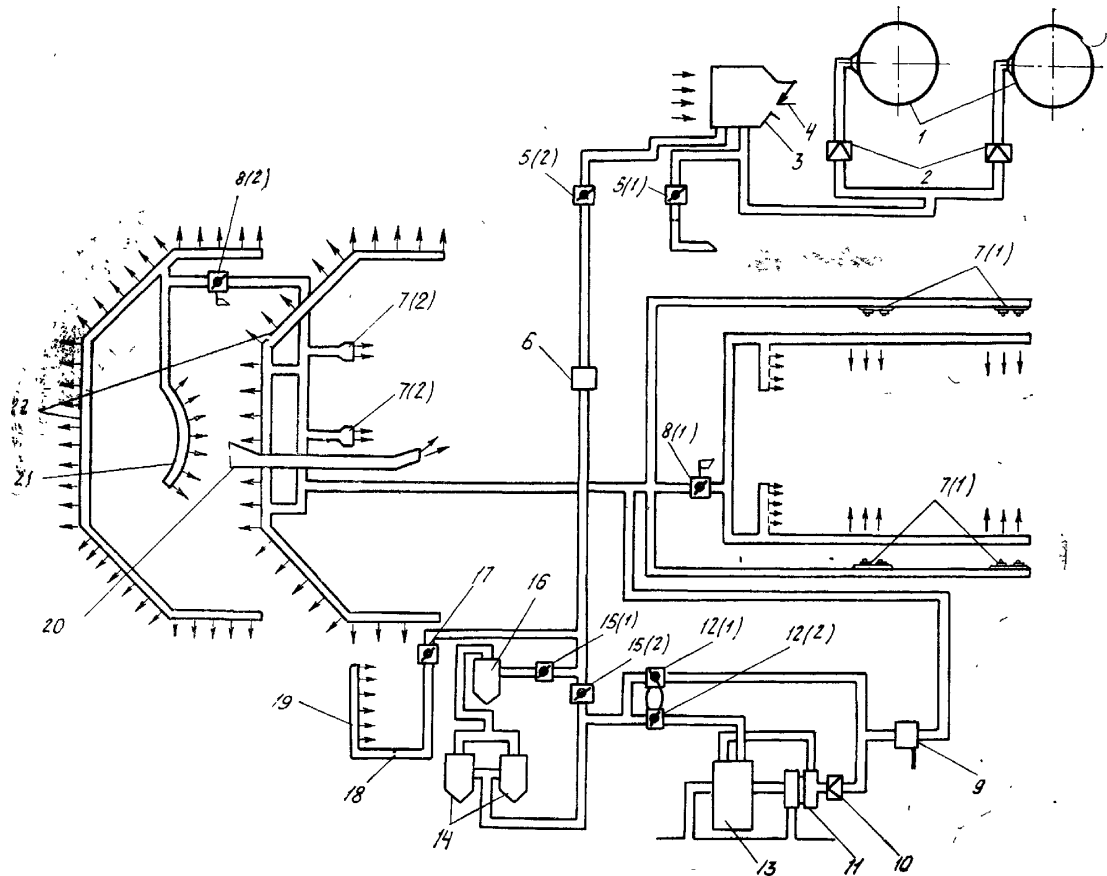


Рис. 1. Принципова схема системи вентиляції й регулювання температури повітря в кабіні: 1 — компресори двигунів; 2 і 10 — зворотні клапани; 3 і 13 — повітряно-повітряні радіатори; 4 — заслінка; 5 (1 і 2) — заслінка; 6 — регулятор постійного надлишкового тиску; 7 (1 і 2) — патрубок індивідуальної вентиляції; 8 (1 і 2) — перекирвань заслінка; 9 — вологовідокремлювач; 11 — турбохолодильник; 12 (1 і 2) — блок заслінок; 14 — фільтроелемент; 15 (1, 2) і 17 — заслінки; 16 — предфільтр; 18 — дросель; 19 — колектор обдування скла прибору наведення; 20 — висувний воздухозаборник; 21 — колектор обдування ніг оператора; 22 — колектор обдування остеклення кабіни

Гаряче повітря від компресорів двигунів через зворотні клапани 2 надходить у повітряно-повітряний радіатор 3 для попереднього охолодження атмосферним повітрям. У режимі максимального обігріву заслінка 4 радіатори автоматично закривається, припиняючи його продувку забортним повітрям. Охолоджене повітря по магістральному трубопроводі через відкриту заслінку 5 (2) надходить у регулятор 6, що підтримує постійний надлишковий тиск, що важливо для чіткої роботи системи кондиціонування.

За регулятором надлишкового тиску 6 частина повітря через перекирвний кран 17 надходить до патрубка 19 обдування скла обтічника приладу



наведення. Витрата повітря на обдув обмежується дроселем 18. Основна частина повітря по магістральному трубопроводі направляється до заслінок 15 (1) і 15 (2). Залежно від положення цих заслінок повітря може безпосередньо подаватися до блоку заслінок 12 (1) і 12 (2) або ж через систему фільтрів 16 і 14, що забезпечують очищення повітря від отруйних речовин при польоті заражених зон, а також пар масла від двигунів. Включення й відключення фільтрів виробляються вимикачем ФІЛЬТР на пульті льотчика.

Заслінки 12 (1, 2) розподіляють повітря на дві магістралі: «гарячу» і «холодну». Повітря «холодної» магістралі через заслінку 12 (2) надходить у повітряно-повітряний радіатор 13 і через нього в турбоохолодильник 11, де відбувається подальше охолодження повітря. Пройшовши зворотний клапан 10, холодне повітря підмішується до гарячого, минаючому через заслінку 12 (1) і через вологовідокремлювач 9 надходить у систему роздавальних трубопроводів. У кабінку екіпажу повітря надходить через патрубки індивідуальної вентиляції 7 (2), колектори обдування остеклення кабіни 22 і колектор обігріву ніг оператора 21. У колектор вантажного відсіку повітря надходить через перекривну заслінку 8 (1). На патрубках індивідуальної вентиляції є насадки, за допомогою яких можна регулювати величину й напрямок потоку повітря.

Регулювання температури повітря, що надходить у кабінку екіпажу й вантажний відсік, здійснюється автоматичною системою, у яку входять датчики температури, підсилювально-перетворювальний пристрій і задатчик, за допомогою якого екіпаж задає бажане значення температури. При відхиленні температури в кабіні від заданої задатчиком підсилювально-перетворювальний пристрій включає виконавчі механізми блоку заслінок 12 (1) і 12 (2), змінюючи співвідношення витрат повітря в «гарячій» і «холодної» магістралях. У результаті в кабіні встановлюється необхідна температура.

У режимі охолодження заслінки 12 (1 і 2) закривають «гарячу» лінію й повністю відкривають «холодну». При цьому все повітря охолоджується в повітряно-повітряних радіаторах 3 і 13, турбоохолоджувачі 11 і надходить у систему роздавальних трубопроводів.

Для запобігання вологовідокремлювача від обмерзання нижня межа температури повітря, підтримувана автоматикою, дорівнює плюс 5° С. У системі передбачене також ручне регулювання температури повітря в кабіні. Для вентиляції кабіни екіпажу при польоті на малих висотах може використовуватися висувний повітрязабірник 20.

При запуску двигунів і роботі їх на малих обертах закривається заслінка 5 (2) і відкривається заслінка 5 (1), що запобігає потраплянню парів масла в систему й забезпечує їхнє скидання в атмосферу.

### **Система регулювання тиску повітря в кабіні**

Підтримка заданого тиску в кабіні вертольота здійснюється шляхом зміни кількості повітря, що випускається з її. Такий спосіб регулювання дозволяє також забезпечувати в кабіні задані температурний режим, вологість і нормальну концентрацію вуглекислого газу.

На мал. 2 представлена принципова схема системи регулювання тиску повітря в герметичній кабіні вертольота. Для виключення влучення в кабіну зовнішнього повітря крім фільтра через нещільності конструкції при польоті над зонами зараження система забезпечує в ній надлишковий тиск близько 500 мм вод. ст. ( $\sim 5 \cdot 10^3$  Па).

Виконавчим агрегатом системи є клапан підбурення  $b_v$  випускаючий в атмосферу зайва кількість повітря, що надходить у кабіну із системи вентиляції й регулювання температури. Роботою цього клапана управляють датчики тиску  $I$ , настроєні на тиск 500 мм вод. ст.

Надмембранна порожнина  $B$  клапана  $b$  через дюзу  $A$  повідомляється з кабіною й через відкритий електропневмоклапан  $5$  з підмембранними порожнинами датчиків 1. Підмембранна порожнина  $B$  клапана  $b$  через отвори  $\Gamma$  з'єднується також з кабіною. Надмембранні порожнини датчиків з'єднуються з атмосферою.

Таким чином, у вихідному положенні клапан  $b$  закритий своєю пружиною, а на мембрани  $4$  датчиків діє перепад тисків між кабіною й атмосферою. При зростанні перепаду тисків понад 500 мм вод. ст. мембрана, стискаючи пружини 2, прогинаються настільки, що відкриваються клапани 3 датчиків і повітря з їх підмембранних порожнин і порожнини  $B$  клапана  $b$  стравлюється в атмосферу.

Малі розміри дюзи  $A$  не забезпечують поповнення порожнини  $B$  повітрям з кабіни, тому тиск у ній падає й клапан  $b$  відкривається різницею тисків на його мембрані.

Витікання повітря через відкритий клапан приводить до зниження тиску в кабіну й перепаду на мембранах датчиків.

У випадку виникнення розрідження в кабіні клапан  $b$  відкривається зовнішнім тиском і відбувається заповнення кабіни атмосферним повітрям.

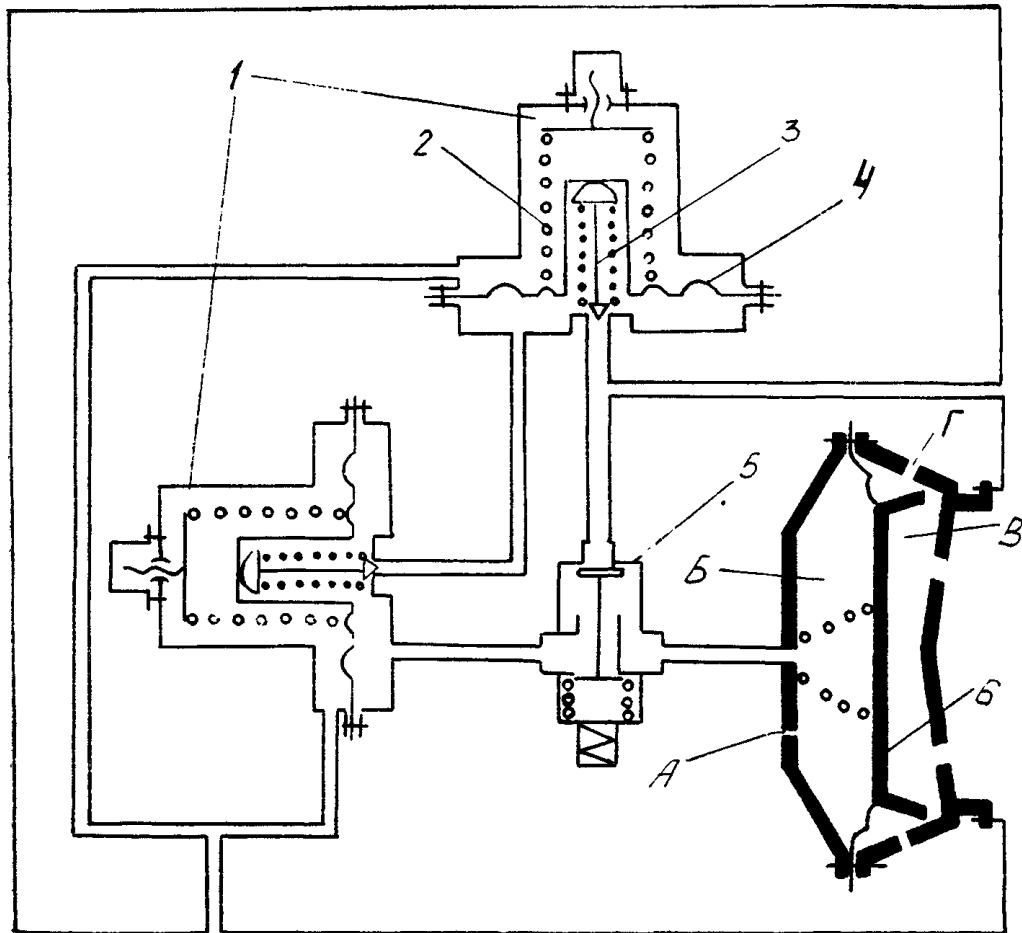


Рис. 3. Принципова схема системи регулювання тиску повітря в кабіні: 1— задатчик надлишкового тиску; 2— пружина; 3 — клапан; 4 — мембрана; 5 — електро-пневмоклапан, 6 -клапан; А, Г -дюза; Б-Б- надмембранна порожнина; В - підмембранна порожнина

Осі задатчиків зорієнтовані під кутом  $90^\circ$  друг до друга для виключення відкриття клапанів 3 під дією перевантажень. Тому що клапани з'єднані послідовно, то спрацювання одного з них під дією перевантаження не приводить до повідомлення порожнини Б з атмосферою.

При включенні електропневмоклапана 5 порожнина Б безпосередньо з'єднується з атмосферою й клапан відкривається кабіним тиском на його мембрану через отвори Г. Керування клапаном 5 здійснюється спеціальним сигналізатором, що спрацьовує при підвищенні тиску в кабіні більше 750 мм вод. ст., або вручну тумблером РОЗГЕРМЕТИЗАЦІЯ КАБІНИ.

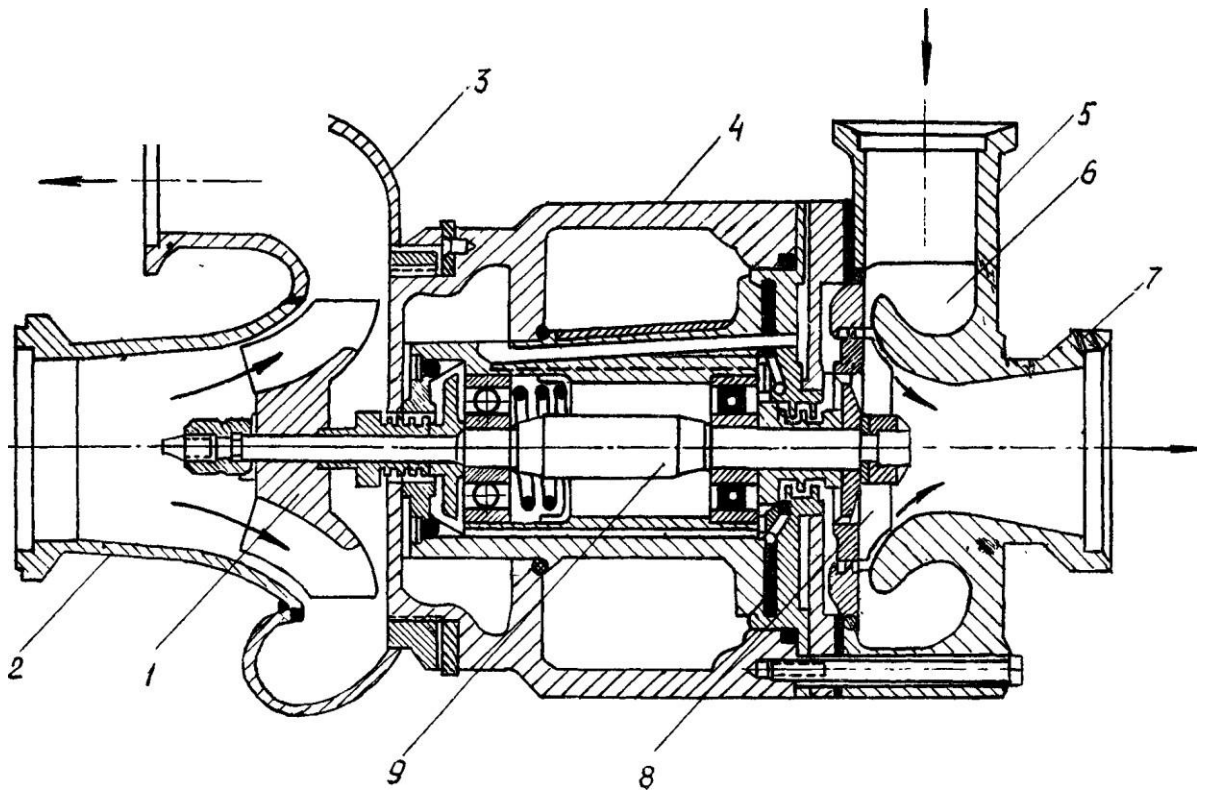


Рис. 4. Турбоохолодильник

1 - вентилятор, 2 — патрубок підведення повітря до вентилятора; 3 — патрубок відводу повітря від вентилятора; 4 — корпус; 5 — патрубок підведення повітря до турбіни; 6 — сопловий апарат турбіни, 7 — патрубок виводу повітря з турбіни, 8 — диск турбіни; 9 — вал

### Агрегати системи кондиціювань повітря

**Турбоохолодильник** призначений для остаточного охолодження повітря, що надходить із повітряно-повітряного радіатора. Він являє собою повітряну турбіну, у якій потенційна енергія стисненого повітря перетворюється в механічну роботу.

Турбоохолодильник складається із двох основних частин: турбіни 8 і її завантажувального пристрою - вентилятора 1, закріплених на одному валу 9. Стиснене повітря через патрубок 5 підводить у сопловий апарат 6 турбіни. У сопловому апараті відбувається розширення повітря, у результаті якого температура й тиск повітря зменшуються, а швидкість зростає, (потенційна енергія стисненого повітря перетворюється в кінетичну енергію). Повітря, що виходить із соплового апарату з великою швидкістю, надходить на робочі лопатки диска турбіни 8 і приводить її в обертання (кінетична енергія повітря перетворюється в механічну роботу). З турбіни охолоджуване повітря через патрубок 7 надходить у систему. Вентилятор 1 через патрубок 2 засмоктує атмосферне повітря й викидає його через патрубок 5, віддаючи йому механічну енергію турбіни.

Застосовувані турбоохолоджувачі дозволяють знизити температуру

повітря на 50—120° С.

**Вологовідокремлювач** призначений для відділення вологи з повітря, що надходить у кабінку. Водяний туман надходить у коагулятор і, осідаючи на сітці 2, у вигляді крапель попадає на гвинт 4 вологовідокремлювача. Рухаючись по спіральних траєкторіях, краплі вологи відкидаються відцентровими силами до стінок корпусу 8 гвинта й через кільцевий зазор 6 камери-уловлювача 5 виводяться в атмосферу через штуцер дренажу 7.

У випадку засмічування сітки 2 повітря проходить через запобіжний клапан, що відкривається при підвищенні перепаду тиску.

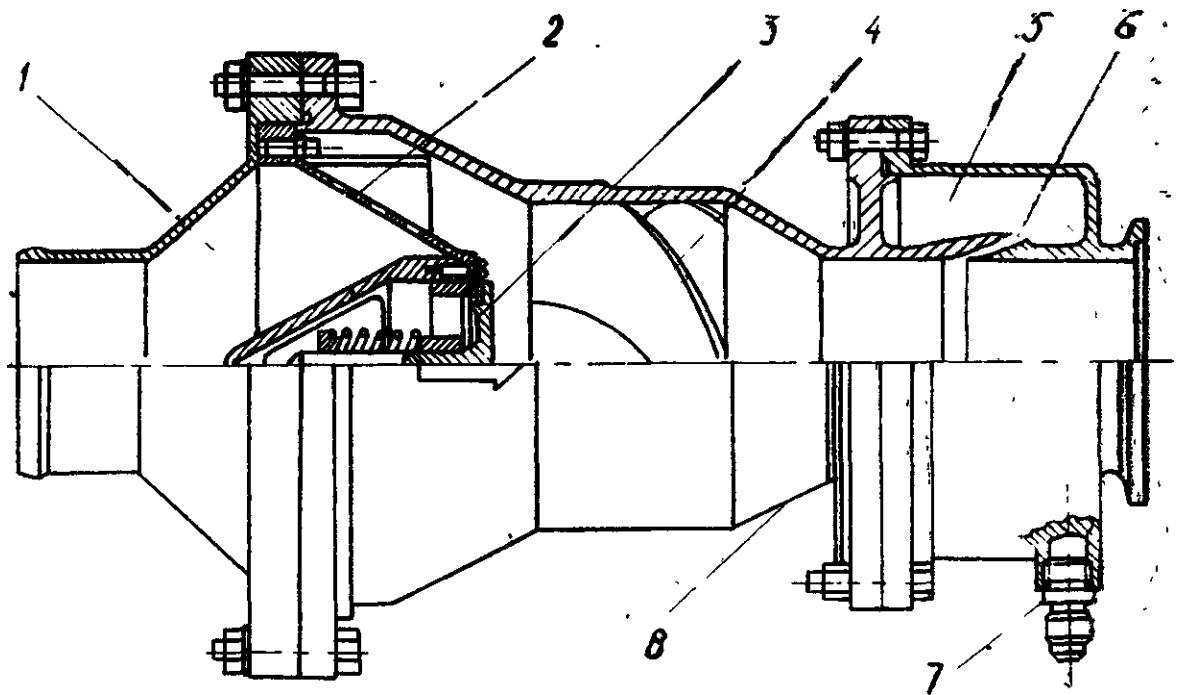


Рис. 5. Вологовідокремлювач:

1 — коагулятор; 2 — сітка; 3 — запобіжний клапан; 4 — гвинт вологовідокремлювача; 5 -камера-пастка; 6 — кільцевий зазор; 7 -штуцер дренажу; 8 — корпус гвинта