

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Авіаційні прилади та інформаційно-вимірювальні системи авіоніки повітряних суден та безпілотних літальних апаратів»
вибіркових компонент
освітньо - професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***141. Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка
(Електромеханіка)***

за темою № 11 - Прилади і сигналізатори контролю параметрів висотної системи і системи кондиціонування

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 авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023р № 1

Розробник:

Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст вищої категорії Хебда А.С.

Рецензенти:

- 1. К.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Шмельов Ю.М.*
- 2. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.*

План лекції:

1. Структура системи кондиціонування;
2. Елементи система управління потоком, температурою та вологістю та сигналізації.

Рекомендована література:

Основна література:

1. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.-
2. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
3. Харченко В.П. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І.Чепіженко, А.А.Тунік, С.В.Павлова. – К.: ТОВ «Абрис–принт», 2012. – 464 с.
4. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
5. Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.

Допоміжна література:

1. Приладове обладнання та електронна автоматика літальних апаратів/ В.А. Антілаторов, М.М. Петренко, А.В. Статигін. – Х.:ХНУПС, 2017.- 172с.
2. Єдині конспекти по АіРЕО Мі-8 на цикловій комісії.
3. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-8 - М.: Департамент повітряного транспорту, 1996.
4. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 13, 14)

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn2.pdf
2. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn3.pdf
3. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn1_ch2.pdf
4. http://aviadocs.net/RLE/Mi-2/CD1/RTO/Mi-2_RTO-75EP_ch2.pdf
5. http://aviadocs.com/RLE/Mi-8/CD1/TO/Mi-8_TO_kn4.pdf
6. http://www.aviadocs.net/RLE/Mi-8/CD1/TO/Mi-8_TO_kn1.pdf
7. http://flightcollege.com.ua/library/3_Mi_8_MTV_1_RTE%60_Kniga_4.pdf

Текст лекції

1. Структура системи кондиціонування

Система кондиціонування повітря призначена для створення нормальних умов життєдіяльності людини, а також для надійної роботи обладнання при польотах вертольота на висотах понад 2 км.

Окрім забезпечення основних параметрів (газового складу, тиску і 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 очистку від аерозольного, хімічного і інших засмічень.

Підтримання всіх параметрів на заданому рівні можна забезпечити в кабіні подачею повітря або його компонентів з необхідним расходом і певною температурою.

Крім обігріву та вентиляції кабін система використовується для обдування скління кабіни екіпажу з метою запобігання запотівання скла, а також для очищення кондиціонером повітря від аерозольних частинок.

Нормальний газовий склад повітря в герметичній кабіні літального апарата можна здійснити або безперервною подачею в кабіну свіжого повітря по незамкнутому циклу, або регенерацією (відновленням) повітря по замкнутому циклу.

Відповідно до зазначеними способами вентиляції повітря герметичних кабін і залежно від висоти польоту літального апарату кабіни прийнято класифікувати на герметичні кабіни вентиляційного (неавтономного) і герметичні кабіни регенераційного (автономного) типу.

Герметичні кабіни вентиляційного типу зазвичай використовуються для висот польоту близько 20-25 км, герметичні кабіни регенераційного типу - необмежена.

Чистота повітря та його склад забезпечуються системою вентиляції шляхом примусової подачі певної кількості свіжого повітря в кабіну. Регулювання тиску здійснюється перепуском надлишкової кількості повітря, безперервно надходить в кабіну, в атмосферу через клапан перепуску повітря регулятора тиску (РД). Регулювання температури здійснюється зміною теплоскладу повітря, що надходить в кабіну. Регулятор температури (РТ) автоматично управляє краном розподільника повітря, який пропускає гарячий свіже повітря або на охолодження, або безпосередньо спрямовує на вхід в кабіну.

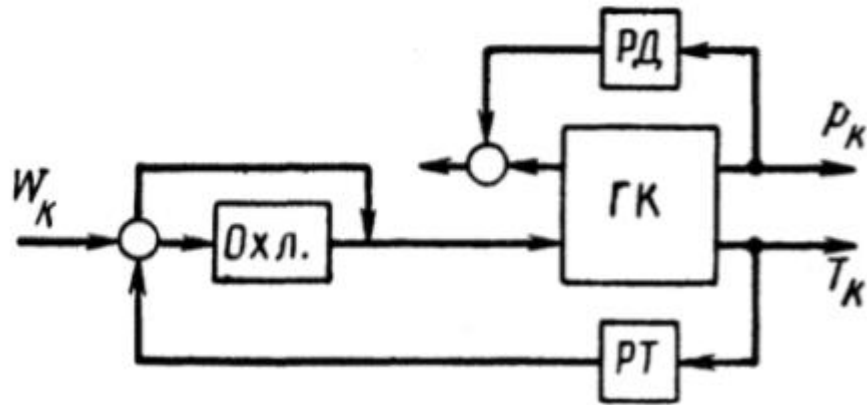


Рисунок 1 – Блок-схема системи кондиціонування повітря герметичній кабіні вентиляційного типу

На рисунку 1 відображені елементи:

ГК – герметична кабіна;

РД – регулятор тиску;

РТ – регулятор температури;

Охл. – система охолодження повітря

В кабінах вентиляційного типу сучасних вертольотів зазвичай відсутній контур регулювання відносної вологості і контур регулювання парціального тиску кисню. Необхідна величина парціального тиску кисню у вдихуваному повітрі на певних висотах польоту забезпечується використанням екіпажем систем кисневого живлення.

Система кондиціонування повітря герметичної кабіни регенераційного типу суттєво відрізняється. Блок схема такої системи наведена на рисунку 2.

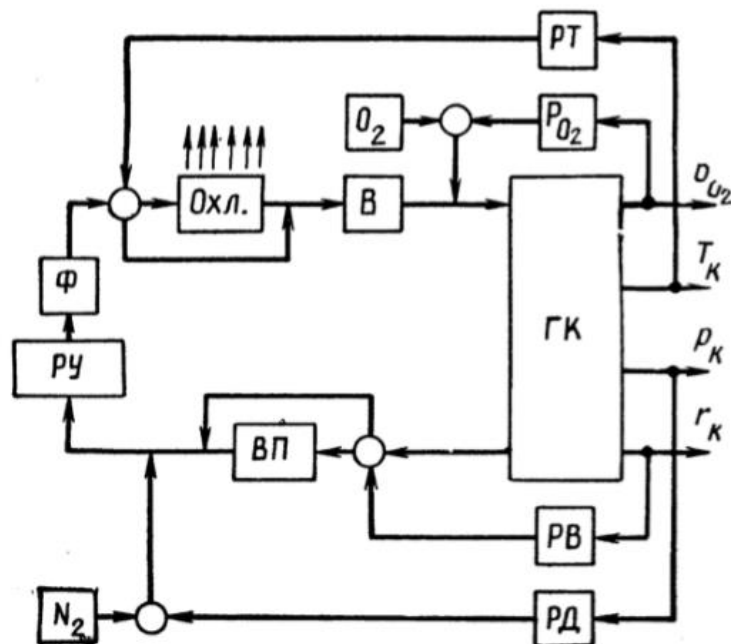


Рисунок 2 – Блок-схема системи кондиціонування повітря герметичній кабіні регенераційного типу

До системи кондиціонування повітря герметичній кабіні регенераційного типу входять:

- герметична кабіна (ГК);
- регулятор температури (РТ);
- регулятор парціального тиску кисню (pO_2);
- регулятор вологості (РВ);
- регулятор тиску (РД);
- запас кисню (O_2);
- вентилятор (В);
- система охолодження повітря (Охл.);
- вологопоглинач (ВП);
- фільтр (Ф);
- регенераційна установка (РУ);
- запас азоту (N_2).

На відміну від розглянутої системи кондиціонування вентиляційного типу, в даній схемі передбачено замкнутий контур циркуляції повітря через елементи регенераційної установки. Така система регенерації повітря повинна забезпечувати безперервне поглинання вуглекислого газу і пари води, що виділяються екіпажем, а також безперервно подавати необхідну кількість кисню в кабіну.

Основними контурами регулювання даної схеми є: контур регулювання тиску РД і контур регулювання температури РТ.

Регулювання тиску здійснюється впливом через виконавчий орган регулятора тиску на систему подачі інертного газу (азоту N_2 або гелію He) в кабіну, а регулювання температури - зміною ступеня розсіювання тепла з кабіни в навколишнє середовище. Підтримання необхідної величини відносної вологості повітря здійснюється регулятором вологості РВ, яке впливає на вологопоглинач ВП.

Регулювання парціального тиску кисню забезпечується збагаченням повітря кабіни чистим киснем за допомогою регулятора парціального тиску кисню pO_2 .

2. Елементи система управління потоком, температурою та вологістю та сигналізації

Тиск і температура повітря, що відбирається від двигунів непостійні і змінюються в значних межах залежно від висоти польоту і температури атмосферного повітря.

Тому для стійкої роботи система подачі повітря використовуються пристрої для регулювання тиску, температури і кількості подаваного в кабіну повітря, глушники шуму і інші агрегати і пристрої.

Регулювання температури повітря в герметичній кабіні (ГК) відбувається в результаті зміни температури подаваного в кабіну повітря при відносно постійній витраті. Схеми систем регуляторів наведені на рисунку 3.

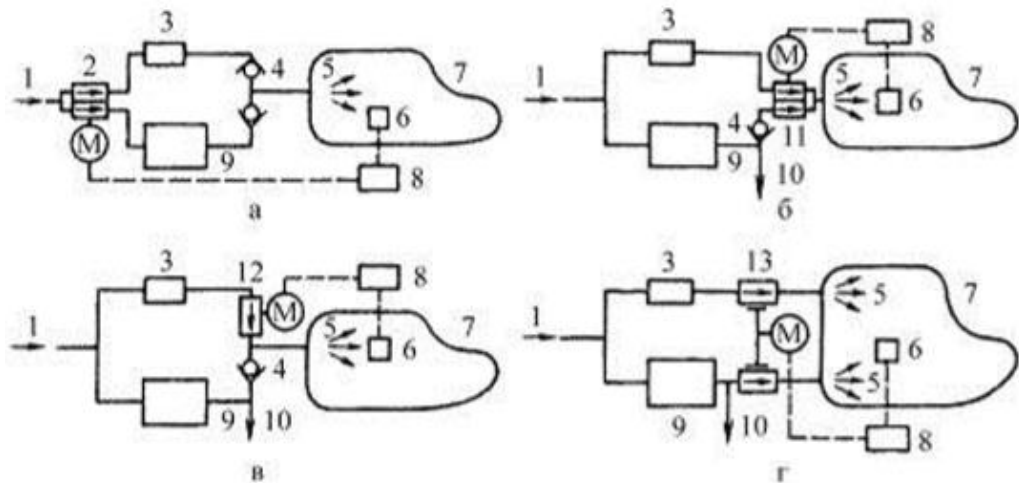


Рисунок 3 – Схеми систем регулювання температури повітря в ГК

На рисунку показані:

а – схема з розподільником повітря;

б – схема із змішувачем повітря;

в – схема з одноканальною заслінкою;

г – схема з роздільним введенням гарячого і холодного повітря.

1 - повітря, що надходить від двигуна, 2 - розподільник повітря, 3 - агрегати "гарячої" лінії, 4 - зворотний клапан, 5 - повітря, що надходить у кабінку, 6 - датчик температури, 7 - ГК, 8 - регулятор температури, 9 - агрегати "холодної" лінії, 10 - лінія відбору холодного повітря для створення мікроклімату, 11, 13 - змішувач, 12 - одноканальна заслінка, М – мотор.

Регулювання температури повітря в ГК відбувається наступним чином: повітря від компресора розділяється на дві лінії - "гарячу" і "холодну".

В "гарячій" лінії повітря в залежності від температури повітря компресора або частково охолоджується, або підігрівається і через регулятор витрати надходить до загального трубопроводу.

В "холодній" лінії повітря охолоджується і також надходить до загального трубопроводу, де змішується з гарячим повітрям.

Співвідношення між витратами подаваного в кабінку гарячого і холодного повітря визначається положеннями заслінок розподільника при схемою "а" або змішувача повітря при схемах "б" і "г", які управляються за допомогою приводу по команді датчика температури.

При схемі "в" в кабінку подається постійно холодне повітря, а потрібна температура забезпечується підмішуванням до нього гарячого повітря за допомогою заслінки регулятора температури. В деяких випадках для раціонального використання холодного чи гарячого повітря (холодне повітря - для створення навколо людини мікроклімату, гаряче повітря - для захисту скління від запотівання) як змішувач використовується сама кабінку (схема "г"). Розподільник і змішувач регулятора температури є агрегати з двома заслінками,

кінематично пов'язаними між собою важелями і керованими електро-або пневмо-механізмом.

Змішувач регулятора температури в кабіні зображений на рисунку 4.

Робота регулятора температури повітря в кабіні відбувається наступним чином: при відхиленні температури повітря в ГК біметалічна спіраль, змінюючи кут закрутки, замикає електричний контакт, і електричний струм після посилення надходить на обмотку електродвигуна, який повертає заслінки. Поворот заслінок змінює витрати гарячого і холодного повітря і призводить до зміни температури повітря ГК.

У зв'язку з великою інерційністю біметалічного термодатчика в даний час подібні регулятори температури замінюються на електронні регулятори.

Гаряче повітря від компресорів двигунів через зворотні клапани надходить в повітряно-повітряний радіатор для попереднього охолодження атмосферним повітрям.

В режимі максимально обігріву заслінка радіатора автоматично закривається, припиняючи його продувку забортним повітрям. Охолоджене повітря по магістральному трубопроводу через відкриту заслонку надходить в регулятор 6, який підтримує постійний надлишковий тиск, що важливо для чіткої роботи системи кондиціонування.

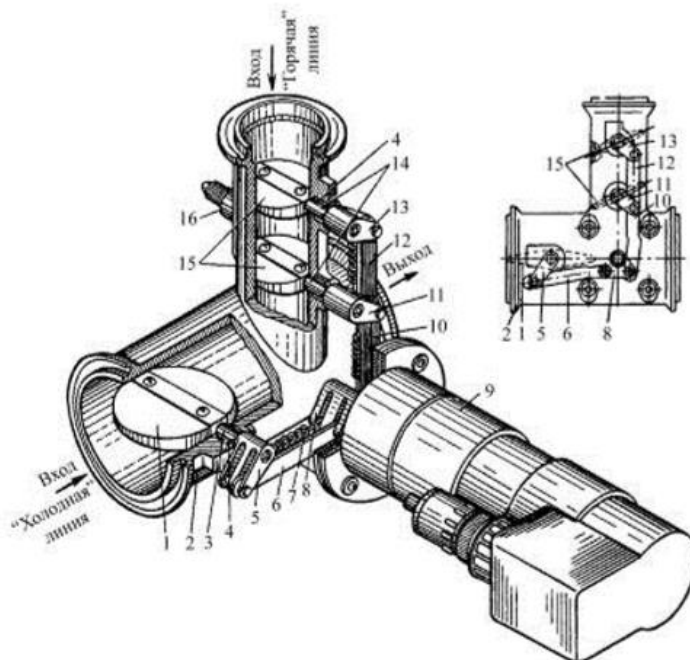


Рисунок 4 – Змішувач повітря з електромеханізмом

1 - заслінка "холодної" лінії, 2 - корпус, 3,14 - вісь, 4 - втулка, 5,11,13 - важіль, 6, 10, 12 - тяга, 7 - пружина, 8 - качалка, 9 - електромеханізм, 15 - заслінка "гарячої" лінії, 16 - дренажний штуцер

Гаряче повітря від компресорів двигунів через зворотні клапани 2 надходить в повітряно-повітряний радіатор 3 для попереднього охолодження

атмосферним повітрям. В режимі максимального обігріву заслінка 4 радіатора автоматично закривається, припиняючи його продувку забортним повітрям. Охолоджене повітря по магістральному трубопроводу через відкриту заслонку 5 (2) надходить в регулятор 6, який підтримує постійний надлишковий тиск, що важливо для чіткої роботи системи кондиціонування.

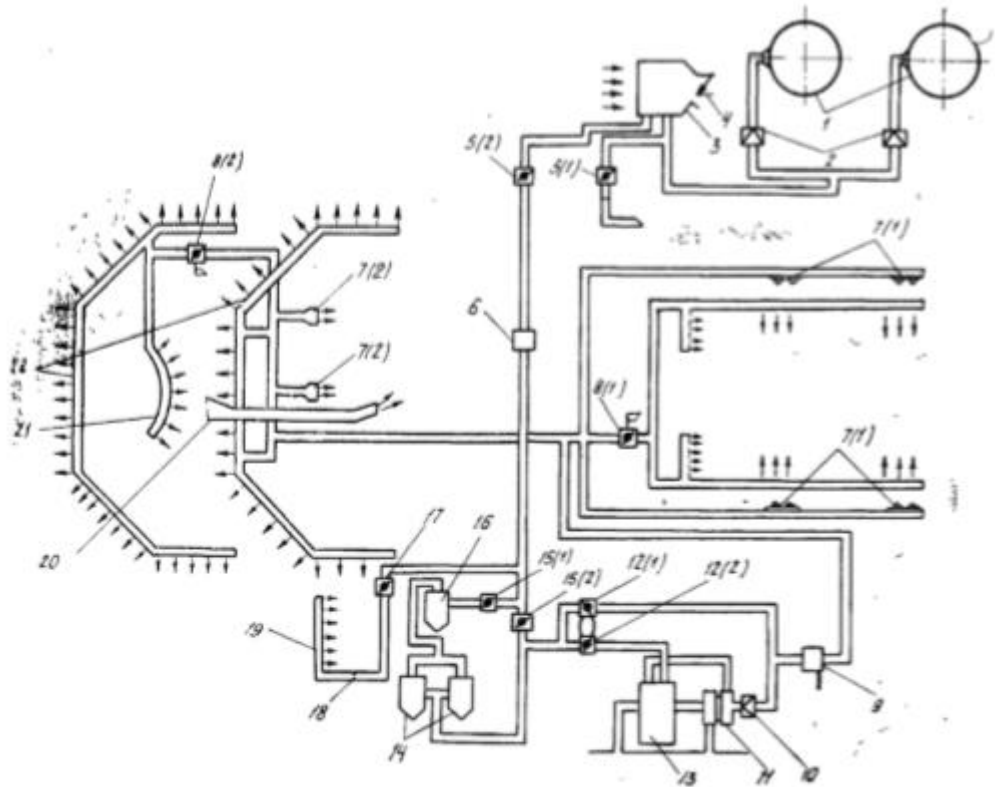


Рисунок 5 – Принципова схема системи вентиляції та регулювання температури повітря в кабіні

1 - компресори двигателів; 2 і 10 - обратні клапани; 3 і 13 - повітряно-повітряні радіатори; 4 - заслінка; 5 (1 і 2) - заслінка; 6 - регулятор постійного надмірного тиску, 7 (1 і 2) - патрубок індивідуальної вентиляції; 8 (1 і 2) - перекидний заслінка; 9 - вологоотделитель; 11 - турбоохолодильник; 12 (1 і 2) - блок заслінок; 14 - фільтроелемент; 15 (1, 2) і 17 - заслінки; 16 - передфільтр; 18 - дросель; 19 - колектор обдування стекол приладу наведення; 20 - висувний повітрозабірник; 21 - колектор обдування ніг оператора; 22 - колектор обдування скління кабіни

За регулятором надлишкового тиску 6 частина повітря через перекидний кран 17 надходить до патрубка 19 обдування скла обтекателя приладу наведення. Витрата повітря на обдув обмежується дроселем 18. Основна частина повітря по магістральному трубопроводу направляється до заслінок 15 (1) і 15 (2).

В залежності від положення цих заслінок повітря може безпосередньо подаватися до блоку заслінок 12 (1) і 12 (2) або ж через систему фільтрів 16 і 14, які забезпечують очистку повітря від отруйних речовин при прольоті

заражених зон, а також парів масла від двигунів. Включення і відключення фільтрів забезпечується 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 в повітряно-повітряний радіатор 13 і через нього в турбоохолодильнику 11, де відбувається подальше охолодження повітря. Пройшовши зворотний клапан 10, холодний повітря підмішується до гарячого, Року Польщі через заслінку 12 (1) і через влагоотделитель 9 надходить в систему роздаткових трубопроводів. В кабінку екіпажу повітря надходить через патрубки індивідуальної вентиляції 7 (2), колектори обдування скління кабіни 22 і колектор обігріву ніг оператора 21. В колектор вантажного відсіку повітря надходить через перекидну заслінку 8 (1). На патрубках індивідуальної вентиляції є насадки, за допомогою яких можна регулювати величину і напрямок потоку повітря.

Регулювання температури повітря, що надходить в кабінку екіпажу і вантажний відсік, здійснюється автоматичною системою, до якої 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 «холодній» магістралях. В результаті в кабіні встановлюється необхідна температура.

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

Для оберігання вологовідділювача від обмерзання нижня межа температури повітря, підтримуваний автоматикою, рівний плюс 5 ° С.

У системі передбачена також ручна регулювання температури повітря в кабіні. Для вентиляції кабіни екіпажу при польоті на малих висотах може використовуватися рухомий повітрязабірник 20.

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

Теплообмінники діляться на воздуховоздушного, паливо-повітряні і випарні. В воздуховоздушного теплообміннику гаряче повітря охолоджується атмосферним повітрям. По конструкції він може бути трубчастим, пластинчастим і поверхневим. В трубчатом теплообміннику гаряче повітря проходить всередині трубок, а продувочний (атмосферне) - між ними. Пластинчастий теплообмінник складається з плоских листів, між якими розташовуються гофровані листи. Гофри з'єднують плоскі листи і утворюють канали для проходження повітря. Пластинчастий теплообмінник, виконаний з алюмінієвого сплаву, ефективний і має широке застосування для охолодження повітря з температурою не більше 230° С. При більш високих температурах використовуються сталеві трубчасті теплообмінники. Поверхневий

теплообмінник вбудовується в повітрозабірник двигуна. Внутрішня обшивка повітрозабірника є теплопередаючою поверхнею і через неї тепло віддається повітрю, вступнику в двигун. Додаткове охолодження гарячого повітря досягається продувкою атмосферного повітря по гофре теплообмінника. Поверхневий теплообмінник складається з двох листів нержавіючої сталі, між якими роликовий зварюванням закріплений гофр. За гофре з боку каналу повітрозабірника проходить гаряче повітря, а по паралельних гофре - додатковий продувочний повітря, що забирається з каналу повітрозабірника і випускається в атмосферу. Поверхневі теплообмінники знаходять все більш широке застосування на сучасних НД. Паливноповітряний теплообмінник забезпечує більш інтенсивне охолодження повітря і застосовується при температурі повітря на вході до 350°C . Більш висока температура може викликати утворення в паливі продуктів розкладання і засмічення паливних фільтрів. Паливо забирається з паливної магістралі, прокачується через теплообмінник додатковим насосом і повертається в трубопровід подачі палива до двигуна. За іншим варіантом паливо з витратного бака насосом подається в теплообмінник і повертається в бак для підігріву палива. До топливовоздушная теплообмінникам пред'являються підвищені вимоги по герметичності.

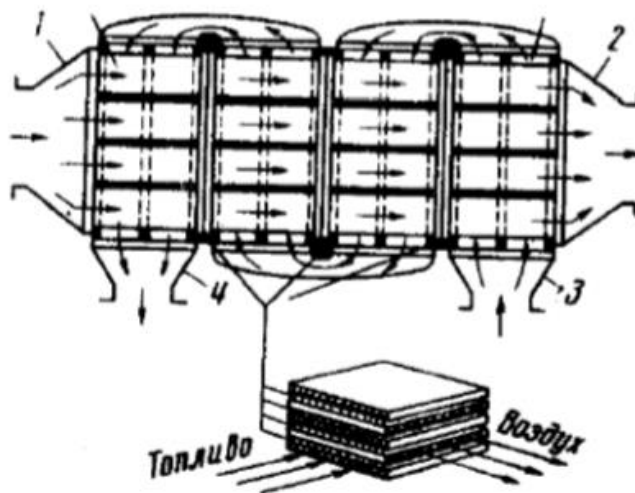


Рисунок 5 – Теплообмінник

1 - патрубок входу повітря; 2 - патрубок виходу повітря; 3 - патрубок входу палива; 4 - патрубок виходу палива

Випарний теплообмінник по конструкції подібний топливовоздушная теплообміннику. Різниця полягає в тому, що охолоджуваній повітря віддає тепло рідини, яка нагрівається до кипіння і інтенсивно випаровується. Як охолоджуючої рідини зазвичай використовують воду, оскільки вона має велику теплоту паротворення. Для запобігання замерзання в воду додають етиловий спирт. Однак застосування суміші веде до збільшення потрібного запасу рідини, так як теплота пароутворення суміші нижче, ніж чистої води. В інших випарних теплообмінниках воду або водоспиртову суміш вводять в потік охолоджуючого повітря. Випаровування води викликає суттєве зниження

температури продувочного повітря і підвищення ефективності роботи теплообмінника.

Повітро-повітряний радіатор (теплообмінник) призначений для попереднього охолодження повітря, що подається в кабінку вертольота. Він складається з трубок малого перерізу, по яких протікає охолоджуваний повітря. Межтрубчоне простір радіатора продувається зовнішнім повітрям, який подається швидкісним напором і підсмоктується вентилятором турбоохолодильника. Турбоохолодильник призначений для остаточного охолодження повітря, що надходить з повітро-повітряного радіатора. Він являє собою повітряну турбіну, в якій потенційна енергія стисненого повітря перетворюється в механічну роботу. Турбоохолодильник складається з двох основних частин: турбіни 8 і її завантажувального пристрою - вентилятора 1, закріплених на одному валу 9. Стисле повітря через патрубок 5 підводиться в сопловий апарат 6 турбіни. В сопловому апараті відбувається розширення повітря, в результаті якого температура і тиск повітря зменшуються, а швидкість зростає, (потенційна енергія стисненого повітря перетворюється в кінетичну енергію). Повітря, що виходить з 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 охолоджуваний повітря через патрубок 7 надходить в систему. Вентилятор 1 через патрубок 2 засмоктує атмосферне повітря і викидає його через патрубок 3, віддаючи йому механічну енергію турбіни.

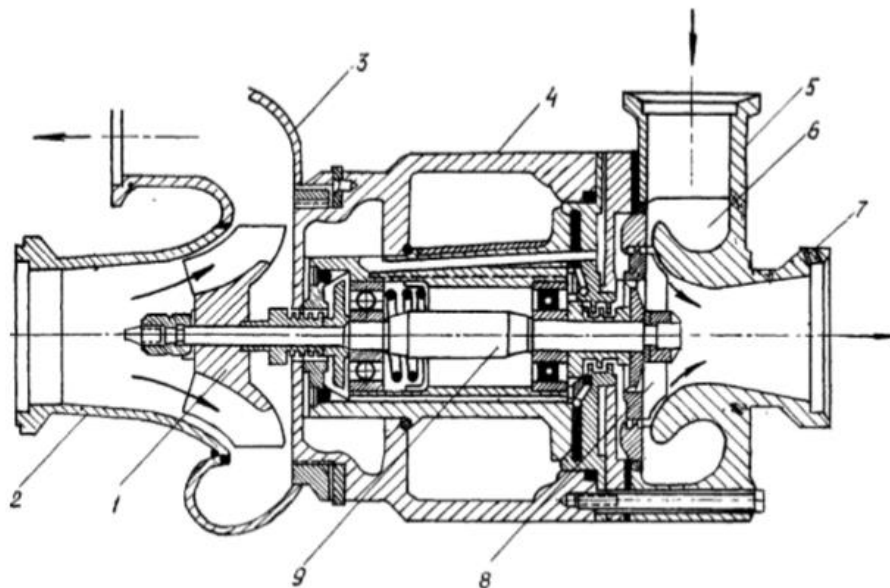


Рисунок 6 – Турбоохолодильник

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

Процес охолодження здійснюється за рахунок адіабатичного розширення повітря з віддачею енергії для обертання турбіни, крутний момент якої витрачається на привід вентилятора. Застосовувані турбоохолодильники дозволяють знизити температуру повітря на 50-120 ° С. і Подається в кабінку атмосферне повітря, забруднене зваженими в ньому твердими частинками (пилом) розміром від часток до десятків мікрон, називається аерозолем. До грубодисперсних аерозолів відносяться суміші з розміром частинок від 1 до 100 мкм, до вискодисперсним - з розміром менше 1 мкм.

Якщо яка потрапляє в кабінку разом з повітрям пил просто забруднює кабінку, то аерозолі, осідаючи на деталях електрорадіоустаткування, змінюють параметри обладнання, що неприпустимо. Тому в сучасних ВКВ наявність аерозольного фільтра вважається обов'язковим. В даний час розроблені спеціальні фільтруючі матеріали, які очищають повітря від вискодисперсних аерозолів. Ці матеріали складаються з ультратонких волокон поліакрилату або скляних і базальтових волокон і призначені для фільтрів, що працюють при температурі до 250 або 450 ... 600 ° С відповідно. Для очистки подається в кабінку повітря від аерозольних домішок масла Б-ЗВ, що потрапляють у ВКВ через ущільнення підшипників опор валів двигунів, служать фільтри з фільтруючими елементами з активованого вугілля і спеціальної тканини. При тривалих висотних польотах в кабінах вентиляційного типу спостерігається помітне осушення повітря внаслідок нестачі вологи в атмосферному повітрі, нагнітали компресором газотурбінного двигуна. В кабінах регенераційного типу на відміну від кабін вентиляційного типу, навпаки, спостерігається зайве зволоження повітря. Необхідна величина відносної вологості повітря кабіни може підтримуватися автоматично шляхом використання в системах кондиціонування спеціальних регуляторів вологості. Одним з основних елементів регулятора вологості є датчик вологості, що реагує на зміну відносної вологості повітря.

Принцип дії датчика вологості обумовлюється покладенням в основу його пристрою методом визначення вологості повітря. З відомих методів найбільш широке застосування отримали наступні методи визначення відносної вологості: психрометрический, точки роси, гігроскопічний. Психрометричний метод заснований на вимірюванні різниці показань двох термометрів, один з яких заміряє температуру насиченого повітря, а другий - температуру досліджуваного повітря. По різниці показань двох термометрів можна судити про ступінь насичення вологою досліджуваного повітря. Чим менше вологість випробовуваної середовища, тим більше різниця показань сухого і мокрого термометрів. В електричних психрометрах в якості вимірників температури можуть бути використані термометри опору, включені в мостові схеми; при цьому теплочутливі елементи вимірників температури сухого і вологого повітря поміщають в спеціальну трубку, по якій вентилятором проганяється випробовуваний повітря. При визначенні відносної вологості за методом точки роси фіксується температура, при якій водяна пара, що знаходиться в повітрі, досягає стану насичення і починає конденсуватися. Для знаходження точки

роси охолоджують деяку поверхню доти, поки водяна пара з шару повітря, що примикає до цієї поверхні, не почне на ній конденсуватися. В момент появи конденсату на поверхні фіксується температура досліджуваного повітря і температура поблизу поверхні, яка піддається конденсації. Потім за спеціальною таблицею визначається відносна вологість повітря. Поява точки роси сильно залежить від стану охолоджуваної поверхні, її чистоти, шорсткості і ступеня смачиваємості. Внаслідок зазначеного вимірювачі вологості, засновані на методі точки роси, в практиці застосовуються обмежено. Гігроскопічний метод заснований на здатності деяких матеріалів органічного або неорганічного походження приводити свою власну вологість у відповідність з вологістю досліджуваного повітря. Зазначене властивість є результатом поглинання води з повітря або випаровування зайвої власної води при мінливих вологості навколишнього повітря. Разом із зміною вологості ці матеріали або змінюють свої електричні властивості, або деформуються. Датчик вимірювача вологості, заснований на властивості неорганічної плівки змінювати свою електропровідність при зміні вологості, називають електролітичним датчиком. Він виготовляється з полімеру з домішкою хлористого літію LiCl .

На зовнішній поверхні втулки, покритої полістирольним лаком з добавкою LiCl , розташована бифілярно платинова дрiт. Дві платинові дроти бифілярного обмотки виконують роль електродів твердого електроліту, електропровідні властивості якого залежать від величини відносної вологості повітря. Останнім часом в якості чутливого елемента вимірювача відносної вологості повітря стали широко використовувати органічні матеріали у вигляді тварин плівок. Зазначені плівки являють собою внутрішню оболонку сліпої кишки великої рогатої худоби, спеціальним чином оброблену. Датчик з тваринної плівки виконується у вигляді мембрани, закріпленої на кільці. Мембрана має вигляд усіченого конуса, в середині якого є жорсткий центр.

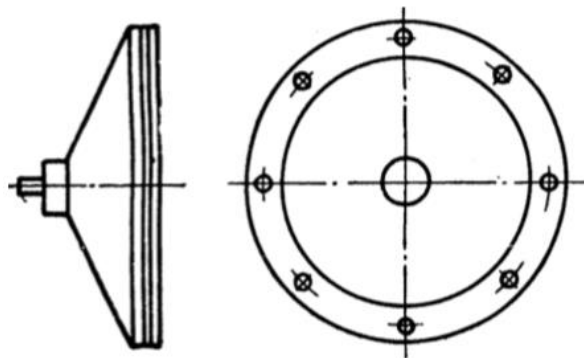


Рисунок 7 – Зовнішній вигляд датчика з органічної плівки

Для ілюстрації на рисунку 13.11.16 наведені статичні характеристики різних датчиків, виготовлених зі штучного волокна деяких видів, волоса і тваринної плівки.

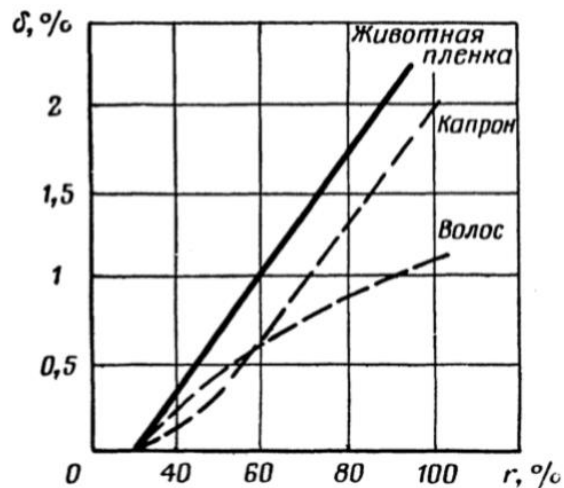


Рисунок 8 – Статичні характеристики датчиків вологості

Можна бачити, що найбільшою чутливістю володіє тваринна плівка. Датчик з тваринної плівки володіє також кращими динамічними характеристиками; постійна часу при швидкості обдування датчика до 4-5 м / сек лежить в межах 11-24 сек. Датчик, виконаний з волоса, при тих же умовах має постійну часу порядку 25 сек. Крім зазначеного, датчик з тваринної плівки у вигляді мембрани має достатню міцність, яка характеризується максимальною розривною навантаженням порядку 1 кГ.

Розглянутий датчик вологості з органічної плівки заснований на принципі зміни деформації плівки в функції відносної вологості повітря. Підтримання в кабіні заданій відносній вологості повітря досягається або штучним введенням парів води в систему кабіни вентиляційного типу, або поглинанням зайвої кількості вологи спеціальним осушувачем, поміщеним в кабіні регенераційного типу. Блок-схема системи регулювання вологості в основному визначається способом підтримки необхідної величини вологості повітря в кабіні. Проте конкретні блок-схеми будуть схожі між собою і відрізнятися лише виконавчими органами, зумовленими регулюючими чинниками.

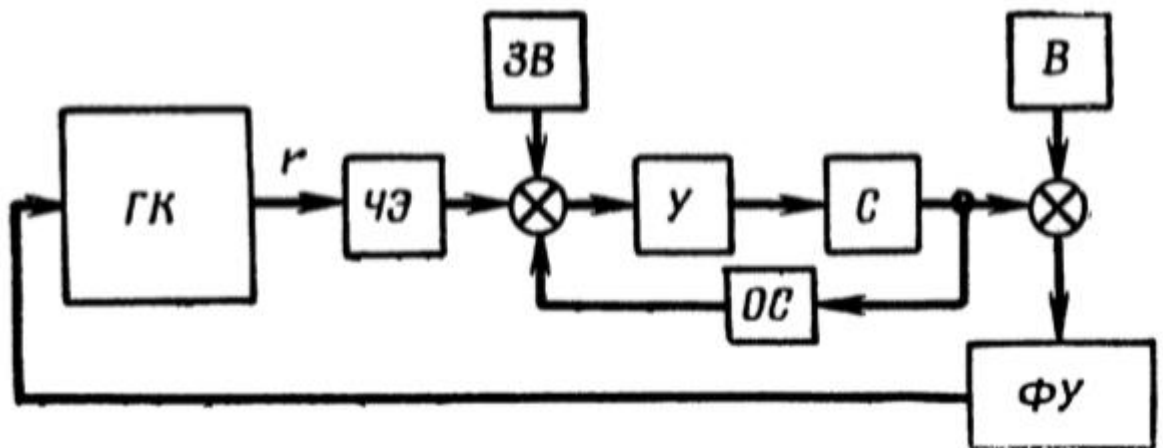


Рисунок 9 – Блок-схема системи регулювання вологості

ГК - герметична кабіна: ЧЕ - чутливий елемент по вологості; ЗВ - задатчик вологості; У - підсилювач: С - сервомотор: ОС - зворотний зв'язок; В - запас води: ФУ - форсуночний зволожувач

В схемі в якості чутливого елемента використовується електролітичний датчик, задатчиком служить змінний опір, включене разом з датчиком в схему порівняння електричних сигналів. Керуючий сигнал посилюється в кристалічному підсилювачі і надходить на сервомотор, який є звичайним соленоїдним електрокраном. Соленоїдний електрокрани служить для подачі води в форсуночний зволожувач.

Вода надходить під тиском близько 1,2 ат через змієвик в форсуночний розпилювач. В змієвику вода підігрівається гарячим повітрям від компресора газотурбінного двигуна. Для подсаживання і розпилення води до форсунки підводиться стиснене повітря під тиском приблизно 2 ат. Стиснене повітря, виходячи з великою швидкістю з форсунки, підсмоктує воду і розпорошує її, утворюючи водяний пил. Розпорошена вода випаровується в гарячому повітрі, який після зволоження надходить на вхід в кабіну.

Вологовідділювач призначений для відділення вологи з повітря, що надходить в кабіну. Складність застосування механічних вологовіддільників у ВКВ пов'язана з малими розмірами (до 10 мкм) крапель вологи. Такі краплі не відокремлюються відцентровими силами, і їх необхідно коагулювати (укрупнювати) до розмірів 30 ... 50 мкм. Для цього на вході у влагоотделитель встановлюється коагулятор з дрібнопористої сітки (фетр), в порах якого краплі затримуються. В результаті утворюється плівка рідини, з якої потім повітряним потоком зриваються укрупнені краплі. Водяний туман надходить в коагулятор 1 і, осідаючи на сітці 2, у вигляді крапель потрапляє на гвинт 4 вологовідділювача.

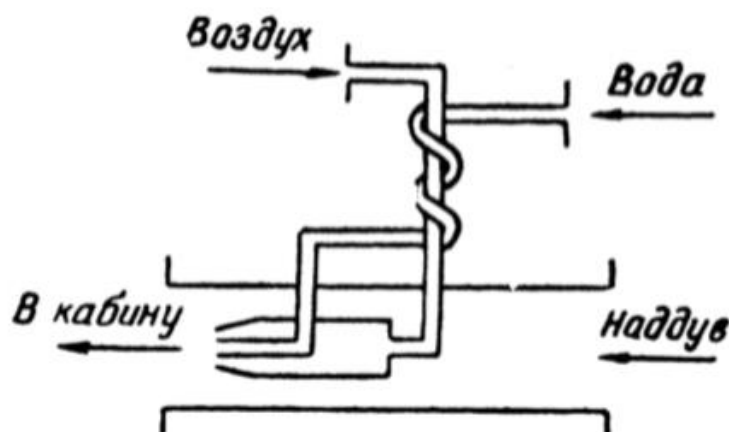


Рисунок 10 – Принципова схема форсуночного зволожувача

Рухаючись по спіральним траєкторіям, краплі вологи відкидаються відцентровими силами до стінок корпусу 8 гвинта і через кільцевої зазор 6 камери-пастки 5 виводяться в атмосферу через штуцер дренажу 7.

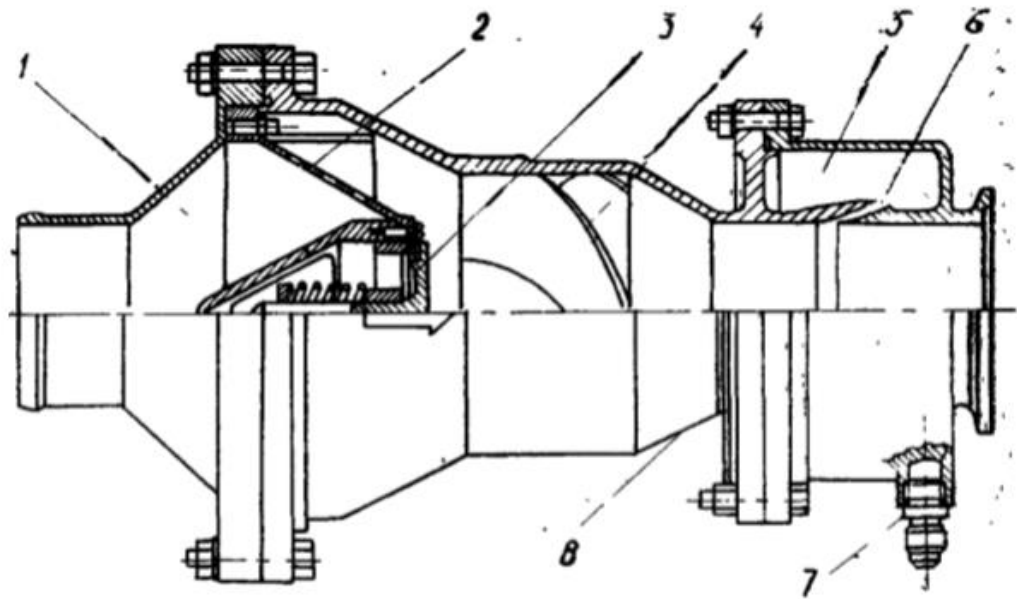


Рисунок 11 – Вологовідділювач

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

У разі засмічення сітки 2 повітря проходить через предохранительний клапан, що відкривається при підвищенні перепаду тиску. Крім описаної конструкції зустрічаються вологоотделители з обертовим сепаратором, в яких відділення відбувається внаслідок прилипання крапель води до лопат обертового сепаратора і утворення на поверхні плівки рідини, яка стікає потім у водозбірник. Зволожувачі повітря. На великих висотах атмосферне повітря стає практично сухим. При тривалих висотних польотах виникає неприємне відчуття сухості, яка може привести до захворювань гортані. Тому на деяких ВКВ встановлюються зволожувачі повітря. В увлажнителях повітря парогенераторна типу вода у вигляді пари надходить у повітря. Електроувлажнителі у ВКВ застосовуються рідко, так як при випаровуванні води в кип'ятильниках пар набуває неприємний специфічний запах. Великого поширення набули конструкції випарних зволожувачів з пневматичним розпиленням води безпосередньо в зволожувати повітря. Такий зволожувач, складається з трубки Вентурі, в горловині якої встановлені форсунки 9, дозуючі і розпилюючі воду в потоці повітря. Невипарених вода потрапляє на сітку 7, де випаровується.

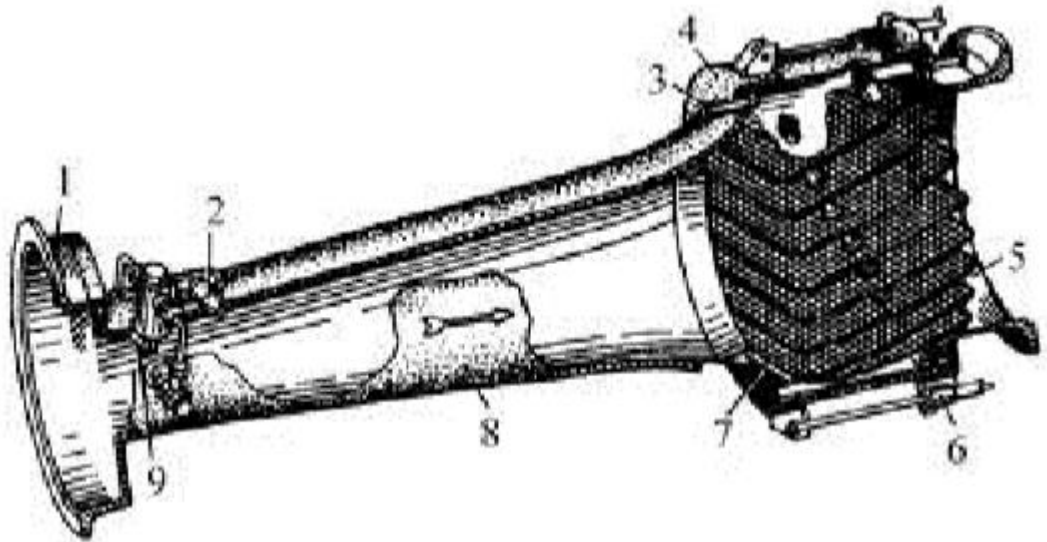


Рисунок 12 – Форсуночний зволожувач

1 - фланець, 2 - штуцер підведення води, 3 - чека, 4 - кільце, 5 - вихідний фланець, 6 - стяжний гвинт, 7 - сітка, 8 - корпус, 9 – форсунка

Глушники шуму призначені для зниження рівня шуму, що виникає у ВКВ від компресора двигуна, турбохолодильника, руху повітря по воздуховодам системи. Ці шуми проникають в кабінку. Зменшення шуму досягається зниженням швидкості руху повітря по воздуховодам, що пролягають в кабінці, установкою глушників шуму і деякими іншими заходами. Типовий глушник складається з циліндричного корпусу, всередині якого встановлена перфорована труба. Порожнина між трубою і корпусом заповнена пористим матеріалом, що поглинає звукові хвилі. Ступінь поглинання шуму в глушнику залежить від площі зіткнення повітря з пористим матеріалом, його товщини і звукоізоляційних властивостей.

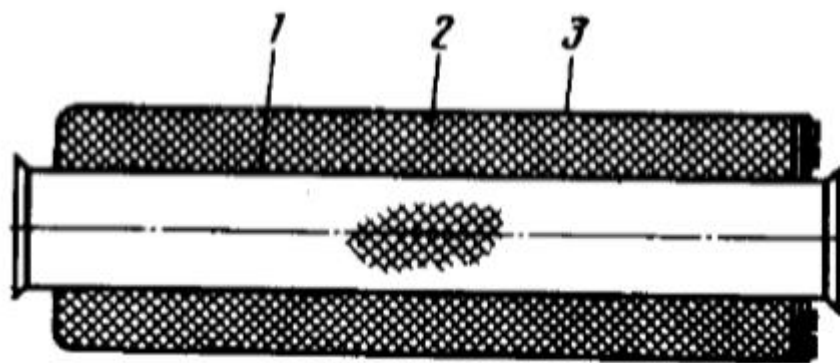


Рисунок 13 – Схема глушника шуму

1 - перфорований циліндр; 2 - звукоізоляційна набивка; 3 – корпус

Ефективні і компактніші багатокамерні глушники, де діє не тільки звукоізоляція, а й відбиток звукових хвиль до джерела шуму, що викликає додавання і загасання хвиль. На ділянці з'єднання трубопроводів з двигунами встановлені термокомпенсатори, що складаються з сталевих сильфонів в сталевий оплетке і двох фланців. Термокомпенсатори призначені для

компенсації температурних і механічних деформацій в місці з'єднання трубопроводів з двигунами. Всі фільтри і більшість трубопроводів покриті теплоізоляційним матеріалом. Повітропроводи системи працюють у важких умовах: на деяких ділянках мають місце високі тиску і температури; великі перепади температур викликають температурні деформації; пульсації тиску в потоці повітря створюють змінні навантаження. На повітропроводи передаються вібрації, що діють на різні частини НД. Матеріал повітропроводів вибирається залежно від умов роботи відповідної ділянки системи. Від компресора двигуна до теплообмінника зазвичай ставлять труби з жароміцної сталі, після теплообмінника - з титанових сплавів, за турбоохолодильнике - з алюмінієвих сплавів. На ділянках з невеликими температурами можуть застосовуватися неметалеві труби. Для поглинання вібрацій і компенсації змін довжини повітропроводів при зміні температури встановлюються температурні компенсатори, що складаються із сталевих сильфонів в сталевий оплетке і двох фланців. Термокомпенсатори призначені для компенсації температурних і механічних деформацій в місці з'єднання трубопроводів з двигунами. При зміні довжини воздухопровода компенсатор стискається або розтягується, зберігаючи герметичність стику труб.

Якщо прокладка циліндричного трубопроводу утруднена, на окремих ділянках можуть встановлюватися труби еліптичної і плоскої форми. Такі трубопроводи зазвичай покривають вібропоглинаючим матеріалом з метою зменшення вібрацій плоских стінок, отже, і створюваного ними рівня шуму. Повітропроводи майже по всій довжині покривають теплозвукоізоляційним матеріалом, щоб уникнути теплові втрати і зменшити передачу тепла на агрегати, електропроводку та інші елементи НД.

Зворотні клапани перекривають прохід повітря від одного двигуна до іншого в разі відмови одного з них.

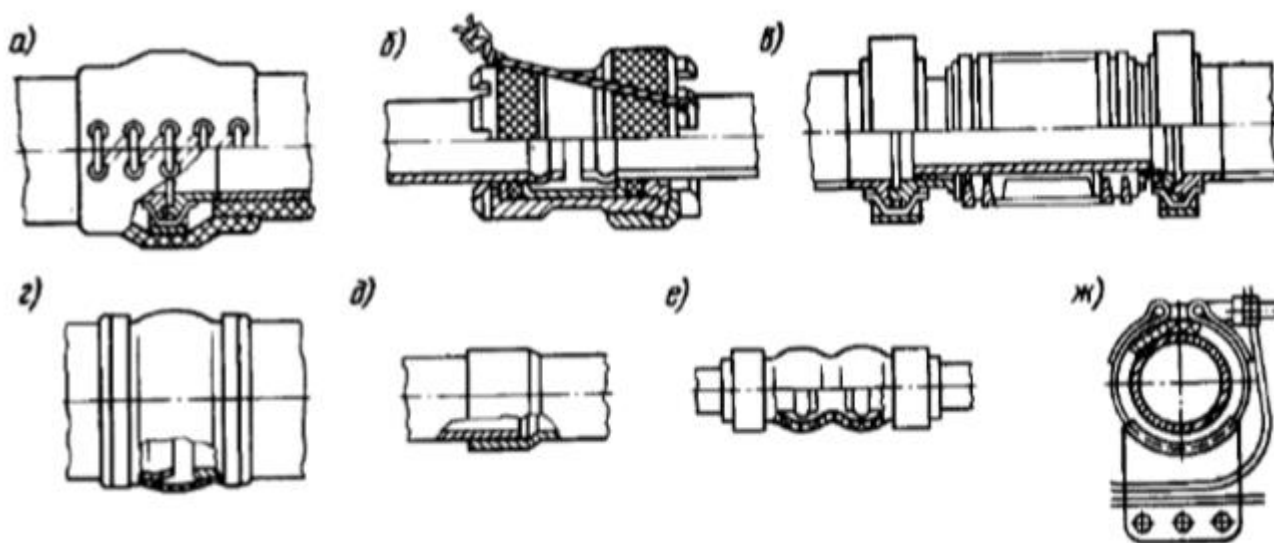


Рисунок 14 – Типові з'єднання трубопроводів

а - фланцеве з'єднання хомутом; б - обмежено-рухоме з'єднання; в - з'єднання сильфоном (температурний компенсатор); г - з'єднання гумовим

патрубком; д - телескопічне з'єднання; е - з'єднання гофрованим гумовим патрубком; ж - типове кріплення трубопроводу до конструкції

Повітря з розподільного короба подається спочатку в канали панелей, а з них в кабінку або, навпаки, спочатку надходить в кабінку, а потім через канали в панелях направляється на вихід в атмосферу. Перший спосіб менш економічний, але покращує комфортні умови для пасажирів за рахунок більш теплих стінок кабіни. У другому способі для обігріву панелей використовується відпрацьований повітря, що підвищує економічність системи.

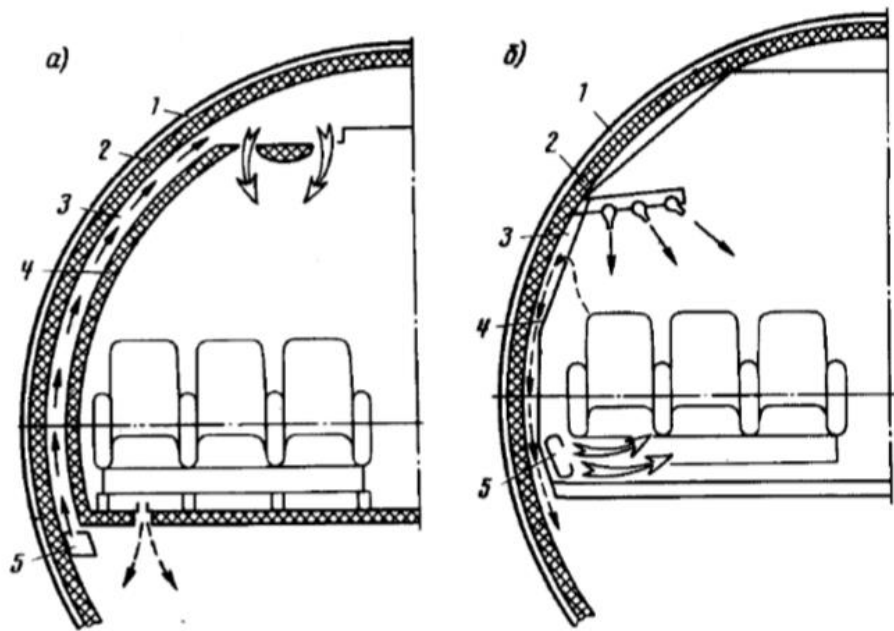


Рисунок 15 – Схеми панельного обігріву кабіни

а - пряма панельна система; б - зворотна панельна система; 1 - обшивка; 2 - зовнішня теплозвукоізоляція; 3 - повітряний канал; 4 - внутрішня теплозвукоізоляція; 5 - розподільний короб

Повітря, що відбирається від компресорів двигунів, проходить через:

- термокомпенсатори;
- зворотні клапани;
- відкриту перекривну електрозаслонку.

Через вказані системи потрапляє в залежності від температури зовнішнього повітря або в воздуховоздушного радіатор, де піддається охолодженню, або через іншу електрозаслонку в обхід повітро-повітряного радіатора. Далі повітря потрапляє у фільтри, очищується в них а надходить в турбоохолодильнике, де відбувається його остаточне охолодження. Потім кондиціонований повітряний потік надходить в магістральний трубопровід і далі в систему роздавальних трубопроводів. Патрубки і короба забезпечені насадками, за допомогою яких можна регулювати витрату повітря і напрямок потоку. Одночасно повітря може виходити через щілини колекторів обдування стекол.

Регулювання температури повітря перед фільтрами і повітря, що подається в гермокабіни, здійснюється вручну за допомогою трипозиційного перемикача на пульті управління ВКВ у льотчика або автоматично. В польоті вентиляцію кабіни екіпажу можна здійснювати зовнішнім повітрям за допомогою висувного повітрозабірника, розташованого перед лобовим склом льотчика. Відкривається і закривається цей повітрозабірник рукояткою, що має проміжне і два граничних положення. При польоті вертольота над зоною зараження для виключення можливості попаданні в кабінку зовнішнього повітря крім фільтра ВКВ забезпечує наддув гермокабіни повітрям із заданим надлишковим тиском, який підтримується автоматично системою регулювання тиску. На вертольотах Мі-8 основним агрегатом ВКВ служить гасовий обігрівач типу КО-50, розміщений із зовнішнього боку правого борта фюзеляжу в капоті, що є продовженням правого підвісного паливного бака. Гасовий обігрівач, що включає в себе вентилятор, паливну коробку, апаратуру управління та регулювання, може, працювати в автоматичному, ручному і вентиляторному режимах.

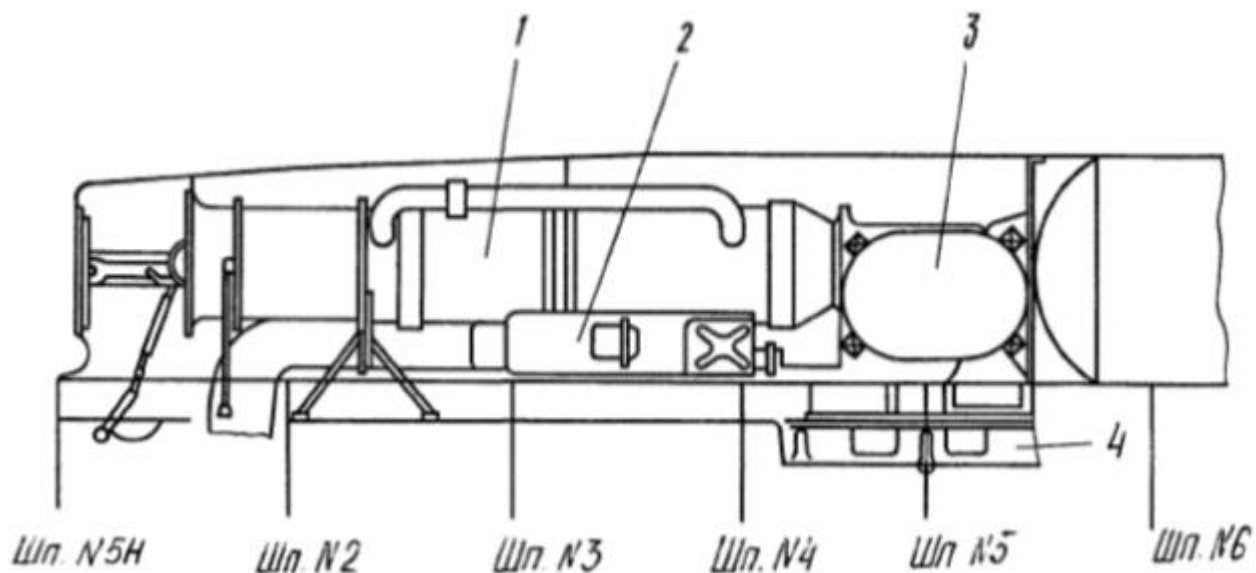


Рисунок 16 – Схема розміщення гасового обігрівача КО-50

- 1 - обігрівач КО-50; 2 - полиця з обладнанням, що взаємодіє з обігрівачем;
3 - паливна коробка; 4 - короб опалення

При роботі обігрівача в автоматичному режимі опалення нагріте повітря подається вентилятором через опалювальні короба, з'єднувальні повітроводи і патрубки у вантажну кабінку і кабінку екіпажу, а температура повітря підтримується постійної залежно від положення задатчика температури. Ручне управління забезпечує роботу обігрівача на максимальному (повну) і середньому режимах тепло вироблення. При цьому для прискорення підігріву кабін в зимових умовах може використовуватися так званий режим рециркуляції, коли повітря для обігрівача забирається не зовні вертольота через повітрозабірник капота обігрівача, а з вантажної кабіни через відповідний патрубок. Робота ВКВ в вентиляторному режимі забезпечує охолодження

обігрівача і вентиляцію кабін вертольота в теплу пору року. При цьому включається вентилятор без подачі палива в обігрівач, повітря забирається з атмосфери через повітрозабірник і подається без підігріву в кабіни по тих же каналах, що і в режимі опалення.

Догляд за ВКВ полягає в своєчасному і ретельному виконанні оглядів і регламентних робіт. При огляді системи слід звертати увагу на її герметичність, відсутність на агрегатах і деталях слідів корозії, вм'ятин та інших механічних ушкоджень, а також на надійність кріплення агрегатів і трубопроводів, справність контровки. Характерна несправність системи - пошкодження або передчасна вироблення ресурсу фільтруючих елементів, що призводить до появи в кабінах вертольота запаху масла або вугільного пилу на вихідних отворах колекторів ВКВ. Можливий вихід з ладу агрегатів автоматики ВКВ, в результаті чого обумовлений повітря не надходить в кабіни. У цих випадках проводиться заміна елемента, що відмовив. Після заміни агрегатів і трубопроводів високонапірної частини системи обов'язкове перевірка ВКВ на герметичність за допомогою аеродромного балона стисненого повітря. Управління ВКВ - електричне і здійснюється за допомогою апаратури, встановленої на щитку «КОНДІЦІОНІРОВАНИЕ.ОБОГРЕВ», розташованому на лівому пульті бортінженера.

Електрична схема ВКВ забезпечує:

- Роздільне включення відбору повітря для ВКВ від компресора кожного двигуна і ВСУ;
- Роздільне включення і регулювання температури в герметичній кабіні і у вантажній кабіні;
- Автоматичне і ручне регулювання температури в кабінах;
- Автоматична підтримка заданої температури і мінімальної витрати повітря при роботі ВКВ в автоматичному режимі;
- Включення вентиляції гермокабіни зовнішнім повітрям;
- Контроль витрати повітря, що відбирається від двигунів для ВКВ, сигналізацію включення ВКВ (відкривання заслінок), засмічення повітряного фільтра, перевищення допустимої температури повітря у вантажній кабіні;
- Відключення всієї системи ВКВ при запуску двигунів і відключення обігріву вантажної кабіни при включенні ПЗУ двигунів. відсіку та на стельової панелі вантажної кабіни.