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 системи авіоніки»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

за темою № 5 - Прилади контролю роботи двигунів, трансмісії, систем вертольоту.

Харків 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від _____ №___

СХВАЛЕНО
Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу
Протокол від _____№___

ПОГОДЖЕНО
Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від _____ №

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від _____ № __

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Стущанський Ю.В.

Рецензенти:
1. Заступник директора коледжу з навчальної та виховної роботи КЛК ХНУВС, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Шмельов Ю.М.
2. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.

План лекції:

1. Загальні відомості;
2. Однострілочний тахометр ІТЕ-1;
3. Двохстрілочний тахометр ІТЕ-2;
4. Апаратура контролю вібрації ИВ-500Е.
5.Призначення паливо вимірювальних комплексів;
6. Паливомір СКЕС-2027В.
7.Загальні відомості;
8. Манометри ДИМ-3, МВУ-100К.
9.Структура системи кондиціонування;
10.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. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкин. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
4. 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. Антілікаторов, М.М. Петренко, А.В. Статигін. – Х.:ХНУПС, 2017.-172с.
2. Єдині конспекти по AiPEO Mi-2 на цикловій комісії.
3. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Mi-2 - 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

Текст лекції

1. Загальні відомості

До приладів вимірювання частоти обертання, вібрації відносяться:

– двострілочний тахометр ІТЕ-2;
– однострілочний тахометр ІТЕ-1;
– апаратура контролю вібрації ИВ-500Е.

Принцип дії. Тахометр працює наступним чином. В обмотці статора датчика при обертанні ротора збуджується трифазний струм з частотою, пропорційною частоті обертання турбіни компресора двигуна. Струм по трьох проводах підводиться до обмоток статора синхронного двигуна вимірювача.

Частота обертання (число оборотів в хвилину) обертового магнітного поля щодо статора вимірювача пропорційна частоті струмів в фазових обмотках статора, і отже, пропорційна частоті обертання двигуна. Ротор двигуна вимірювача обертається з частотою, синхронної частоті обертання магнітного поля статора.

Ротор двигуна вимірювача складається з двох постійних магнітів і трьох гістерезисних дисків, з'єднаних разом. Взаємодія такого ротора з магнітним полем статора визначає взаємодію магнітних полів статора, постійних магнітів і гістерезисних дисків.

На кінці вала ротора двигуна укріплений магнітний вузол з шістьма парами постійних магнітів, між полюсами яких розташований чутливий елемент. При обертанні магнітного вузла в чутливому елементі индуктируются вихрові струми. В результаті взаємодії вихрових струмів з магнітним полем магнітного вузла створюється обертовий момент чутливого елемента, пропорційний частоті обертання магнітного вузла.

Обертального моменту чутливого елемента протидіє момент спіральної пружини, один кінець якої закріплений на осі чутливого елемента, інший - нерухомий. Так як момент спіральної пружини пропорційний куту її закручування, кут повороту чутливого елемента пропорційний частоті обертання магнітного вузла і відповідно - кутової швидкості обертання турбокомпресора двигуна.

Демпфірування коливань рухомих систем в здвоєному вимірнику забезпечується наявністю зубчастих передач від чутливого елемента на стрілку. Рух з чутливого елемента через зубчасту передачу передається на концентрично розташовані втулки і вісь з насадженими на них стрілками, які дають показання за шкалою вимірювача.

2. Однострілочний тахометр ИТЕ-1

Для вимірювання частоти обертання (числа оборотів в хвилину) несучого гвинта на вертольоті встановлені два однострілочний тахометра ІТЕ-1.

У комплект тахометра входять датчик Д-1М і покажчик ІТЕ-1. Датчики встановлені на головному редукторі, покажчики - на панелях приладів льотчиків.

Принцип дії однострілочний тахометра ІТЕ-1 аналогічний принципу дії двухстрілочного тахометра ІТЕ-2. Для підвищення стійкості стрілки і поліпшення показань приладу застосовано демпфірування рухомий системи вимірювача. При русі рухомої системи магнітний потік магнітів наводить в алюмінієвому диску вихрові струми, в результаті взаємодії яких з магнітним потоком магнітів рухлива система отримує гальмуючий момент.

Основні технічні дані:

- межі вимірювання 10 - 110%;
- похибка показань тахометра, не більше:
1. в діапазоні 60-100% - ± 0,5%;
2. в іншій частині шкали ± 1,0%;
- коливання стрілки вимірювача, не більше:
1. в діапазоні 10-15% - ± 1,5%;
2. в діапазоні 15-25% - ± 1,0%;
3. в іншій частині шкали ± 0,1%.

3. Двохстрілочний тахометр ІТЕ-2

Призначений для безперервного дистанційного вимірювання частоти обертання двигунів у відсотках від максимальної. Вимірювання засноване на перетворенні частоти обертання ротора турбіни компресора в кутове переміщення стрілки магнітоіндукціонний вимірювального вузла.

Комплект тахометра складається з двох датчиків Д-2М і двох двохстрілочні вимірників ІТЕ-2, при цьому кожен з двох датчиків з'єднаний з обома вимірювачами.

Вимірювач ІТЕ-2 здвоєний, складається з однакових вузлів, змонтованих в одному корпусі. Кожен вузол містить синхронний двигун і механізм вимірювача. На стрілках вимірювача є написи - «1» (для лівого двигуна) і «2» (для правого двигуна).

Датчики встановлені на коробках приводів лівого і правого двигунів, вимірювачі - на лівій і правій панелях приладів.

Основні технічні дані:
- межі вимірювання 10 - 110%;
- похибка показань тахометра, не більше:
1. в діапазоні 60-100% ¬- ± 0,5%;
2. в іншій частині шкали ± 1,0%;
- коливання стрілки вимірювача, не більше:
1. в діапазоні 10-15% - ± 1,5%;
2. в діапазоні 15-25% - ± 1,0%;
3. в іншій частині шкали ± 0,1%.

4. Апаратура контролю вібрації ИВ-500Е

Апаратура контролю вібрації ИВ-500Е сер.2 призначена для безперервного контролю виброскорости корпусу двигуна, а також для світлової сигналізації про виникнення вібрації з рівнем віброшвидкості, превишающеім допустимий для даного типу двигуна.

До складу апаратури ІВ-500Е сер.2 входять:
- два пьезодатчика МВ-03-1 з кабелями;
- два узгоджувальних пристрої УСС-6 сер.2;
- двоканальний електронний блок БЕ-9Е сер.2.

П'єзодатчики МВ-03-1 розташовані на двигунах, що погоджують пристрої УСС-6 встановлено у вантажній кабіні междуу шпангоутами №№ 2 і 3 по правому борту.

Електронний блок БЕ-9Е встановлений на лівій етажерці в кабіні екіпажу.

Для контролю апаратури ІВ-500Е на лівій бічній панелі електропульт встановлена кнопка «КОНТРОЛЬ ІВ-500Е», а на лівій панелі приладів встановлені два табло з жовтими світлофільтрами «ЛЕВ ДВ ВІБР ПОВ», «ПРАВ ДВ ВІБР ПОВ», два табло з червоними світлофільтрами «ЛЕВ ДВ ВІБР ОПАС» («вимкнути ЛЕВ ДВ»), «ПРАВ ДВ ВІБР ОПАС» («вимкнути ПРАВ ДВ»).

Основні технічні дані.

Контрольований частотний діапазон 190 - 340 Гц.

Діапазон вимірювання віброшвидкості від 5 до 100 мм / с.

Налаштування включення сигналізації за рівнями вібрацій:

- ПЕРЕВИЩЕННЯ НОРМИ (включення жовтого табло) 45 мм / с;
- НЕБЕЗПЕЧНА ВИБРАЦИЯ (включення червоного табло) 60 мм / с.

Похибка включення сигналізації при досягненні заданого рівня віброшвидкості (в нормальних умовах) не більше 10% від верхньої межі вимірювання

Пьезодатчик МВ-03-1 призначений для перетворення виброускорения усталеною лінійної вібрації, що діє по осі чутливості, в електричну напругу, пропорційне цьому прискоренню.

В основі корпусу датчика є отвір для гвинта, в яке вкручується спеціальний гвинт для кріплення датчика на корпусі двигуна. Довжина приєднувального джгута - 750 мм.

Пристрій, що УСС-6 сер.2 призначене для узгодження вихідного опору пьезодатчика з вхідним опором каналу електронного блоку. Крім того, так як сигнал, що знімається з пьезодатчика, пропорційний віброприскоренню, а в апаратурі необхідно отримати сигнал, пропорційний виброскорости, пристрій, що виконує функцію інтегріровнія.

Пристрій, що має два з'єднувача: для підключення джгута пьезодатчика, для підключення до електронного блоку. У кожусі узгоджувального пристрою є отвір, закрите планкою, для доступу до змінного резистору з написом R7, який служить для регулювання показань індикатора вібрації при включенні ТСК (вбудованої системи контролю).

Електронний блок БЕ-9Е сер.2 призначений для посилення сигналу, що надходить з датчика через пристрій, що в заданому частотному діапазоні, до необхідної величини з наступним випрямленням і перетворенням для забезпечення роботи світлових табло «ПЕРЕВИЩЕННЯ НОРМИ» і «НЕБЕЗПЕЧНА ВИБРАЦИЯ». З блоку також видається постійна напруга в систему автоматизованого контролю, пропорційне виброскорости в місці установки відповідного датчика.

Електронний блок БЕ-9Е сер.2 складається з двох вимірювальних каналів і блоку живлення, змонтованих на загальному шасі. На лицьовій панелі електронного блоку розташовані з'єднувачі ВХІД-ВИХІД і КОНТРОЛЬ. З'єднувач ВХІД-ВИХІД забезпечує з'єднання електронного блоку з іншими виробами апаратури. До з'єднувачу КОНТРОЛЬ підключається перевірочна установка впиваючись-У, за допомогою якої перевіряється працездатність апаратури. У робочому положенні з'єднувач КОНТРОЛЬ повинен бути закритий заглушкою з перемичками.

На лицьовій панелі блоку також є отвори, що забезпечують доступ до регулювальним потенціометрів, написи біля яких означають: «У» - посилення каналу, «Н» - сигналізація про перевищення норми, «О» - сигналізація про небезпечну вібрації, а також зазначено, до яких каналах електронного блоку відносяться ці позначення.

5.Призначення паливо вимірювальних комплексів

На більшості літаків встановлюються дві системи. Одна включає пристрої для вимірювання кількості палива в баках, управління порядком заправки його

на землі і вироблення в польоті, інша - для вимірювання сумарного і миттєвого витрат палива.

Спільне застосування систем обгрунтовано необхідністю вимірювати не тільки запас, а й витрата палива двигунами. У той же час відомо, що наявність на борту літального апарату військового призначення тільки витратоміра не гарантує точного визначення витрат і залишку палива в разі витоку палива з паливної системи в результаті пробою баків і інших причин. Але наявність на борту витратоміра і топливомера збільшує загальну масу обладнання, кількість візуальних приладів і ускладнює роботу льотчика. У зв'язку з цим в даний час намітилася тенденція до створення комбінованих систем - топлівомерно-витратомірного (паливо вимірювальних комплексів), що працюють на один показує прилад. Це дозволило, особливо для літаків-винищувачів, отримати виграш в масі, забезпечити точне вимірювання запасу палива в аварійних ситуаціях і при різних еволюціях літака, а також спростило індикацію поточних значень запасу і витрати палива.

Паливо вимірювальні комплекси крім виконуваних ними завдань вимірювання витрати палива і управління витратою передбачають широкі зв'язки з бортовими пристроями реєстрації (БУР), автоматизованими системами контролю (АСК) і наземними пунктами управління польотами, видають інформацію про располагаемой дальності і тривалості польоту в пілотажно-навігаційні комплекси.

В даний час на літаках знаходять застосування паливоміри-витратоміри типу ТР54, ТРВ, ТР1-3 і топлівомерно-витратомірного системи СТР2-2А, СТР6-2А, СТР6-5, СТР7-2А і інші.

Топлівомерно-витратомірного система СТР6-5А призначена для виконання наступних завдань:

–вимірювання і індикації запасу палива в одиницях маси (кілограмах) у всіх баках літака;

–обчислення і індикації располагаемой дальності польоту на поточному та оптимальному режимах роботи двигунів і польоту літака;

–контролю централізованої заправки палива і управління нею (на землі);

–сигналізації закінчення вироблення палива з баків, несправного стану системи СТР6-5А і паливної системи, нормального і гранично допустимого рівнів масла лівого і правого двигунів, допустимих рівнів гідросуміші в баках бустерной і загальної гідросистем (на землі);

–видачі інформації про запас, резервному запасі і витраті палива, про що розташовується дальності польоту, про несправному стані СТР6-5А і паливної системи, про повернення за запасом палива в бортове пристрій реєстрації (БУР) і контрольно-записує апаратуру (Кзл), в бортову систему контролю і

попередження екіпажа, в системи світлової сигналізації та мовної інформації, в наземні автоматизовані контрольно-ремонтні засоби (ЛКРС).

6. Паливомір СКЕС-2027В

Поплавковий паливомір СКЕС-2027В призначений для дистанційного сумарного і роздільного вимірювання запасу палива в баках вертольота, а також для сигналізації про заповнення баків при заправці і критичному залишку палива.

Принцип дії паливоміра заснований на вимірюванні величини активного опору датчика, мінливого в залежності від зміни рівня палива в баку. Для перетворення неелектричної величини, тобто висоти рівня палива, в електричну величину (активний опір) служать реостатні датчики для важеля поплавця типу, встановлені в баках вертольота і підключені до електровимірювальних що показує приладу.

У комплект топливомера входять:

- реостатні датчики (4 шт.);
- показує прилад БЕ-09К;
- перемикач П-8УК;
- імітатор ИДП-1 датчика додаткового бака.

Що складає прилад і перемикач топливомера встановлені на правій панелі приладів. Імітатор, що підключається в схему топливомера при знятому додатковому баку, встановлений на виступі обшивки фюзеляжу над заливний горловиною додаткового бака.

На середньої панелі електропульт встановлений перемикач «ЗАПРАВКА-КОНТРОЛЬ» для перемикання ланцюга топливомера на сигналізацію про заповнення баків при заправці або на контроль за справністю ламп сигналізації заправки.

Сигнальні табло «БАК ПОВНИЙ» з білим світлофільтром, що загоряються при повній заправці, встановлені зовні фюзеляжу близько заправних горловин відповідних баків.

Сигнальне табло критичного залишку палива «ЗАЛИШИЛОСЯ 270 л» з червоним світлофільтром встановлено на правій панелі приладів. Табло підключено до системи «мигалками».

Основні технічні дані. Градуювальна похибка комплекту в% від номінального значення шкали роздільного контролю:

- нульова відмітка ± 2,5;
- перша відмітка ± 5,0;
- решта шкали ± 5,0.

Градуювальна похибка комплекту в% від номінального значення шкали сумарного контролю:

- нульова відмітка ± 3,0;
- перша відмітка ± 5,0;
- решта шкали ± 7,0.

Напруга живлення постійним струмом 27 В ± 10%.

Градуювальна похибка покажчика при температурі + 20 ± 5 ° С:

- на ділянці від початку до 80% її довжини ± 1,5%;
- на решті частини шкали ± 2%.

Похибка спрацьовування сигнального пристрою датчика не більше ± 3% від вимірюваного об'єму бака.

7. Загальні відомості

ДІМ-100К. Електричний дистанційний індуктивний манометр ДИМ-100К 3-й серії призначений для вимірювання надлишкового тиску в нейтральних рідинах.

Манометр складається з покажчика УІ1-100К (зображений на рисунку 1) 2-й серії і датчика ІД-100 3-й серії.

На вертольоті встановлені два комплекти манометра, по одному в основний і дублюючої гидросистемах. Покажчики розміщені на електропульт в кабіні льотчиків, датчики - на гідропанелі.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд покажчика тиску типу УИ1-100К

Основні технічні дані:

- напруга живлення 36 В 400 Гц;
- споживаний струм не більше 0,15 А;
- діапазон вимірювання 0 - 100 кг / см2;
- похибка показання, не більше ± 4 кг / см2.

Принцип дії. Під впливом надлишкового тиску мембрана деформується. Через шток ця деформація передається на якір, який змінює повітряні зазори магнітних ланцюгів котушок L1 і L2. При цьому в одного ланцюга зазор збільшується, в іншій - зменшується. Це викликає зміна індуктивності котушок L1 і L2.

Так як схема харчується змінним струмом, зміна індуктивності веде до перерозподілу струмів в рамках логометра. Тому кожному положенню якоря відповідає одне певне положення стрілки. Схема, що відображає принцип роботи манометру типу ДИМ зображена на рисунку 2.

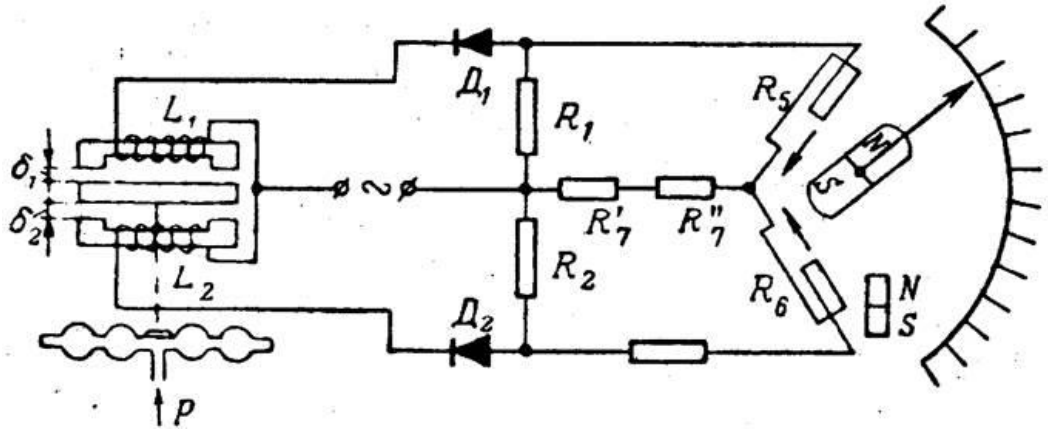


Рисунок 2 – Схема манометра типу ДИМ

8. Манометри ДИМ-3, МВУ-100К

Манометр ДИМ-3. Призначений для вимірювання надлишкового тиску повітря за двигуном АІ-9В.

Манометр ДИМ-3 складається з індуктивного датчика ІД-3 і покажчика УІ1-3. Датчик ИД-3 встановлено на лівому передньому підкосі редукторною рами, а покажчик УІ1-3 - на середній панелі електропульт.

Живлення манометра здійснюється однофазним змінним струмом напругою 36 В 400 Гц через запобіжник ПМ-2, розташований на щитку запобіжників.

Манометр МВУ-100К. Манометр МВУ-100К призначений для вимірювання тиску в загальній повітряної системі вертольота.

Принцип дії манометра заснований на залежності між вимірюваним тиском і пружними деформаціями чутливого елемента, які за допомогою передавального механізму перетворюються в обертальний рух стрілки.

Манометр встановлений на електропульт в кабіні льотчиків.

Основні технічні дані:

- діапазон вимірювання 0 - 100 кг / см2;
- робочий діапазон 10 - 50 кг / см2;
- похибка показань, не більше:

1. в робочому діапазоні ± 6 кг / см2;
2. в неробочому діапазоні ± 8 кг / см2.

Манометр МА-60МК. Манометр МА-60МК призначений для вимірювання тиску повітря в гальмівній системі коліс шасі.

Принцип дії манометра заснований на залежності між вимірюваним тиском і пружними деформаціями чутливого елемента, які за допомогою передавального механізму перетворюються в обертальний рух стрілки.

Манометр встановлений на електропульт в кабіні льотчиків.

Основні технічні дані:

- діапазон вимірювання 0 - 60 кг / см2;
- максимальний робочий тиск 40 кг / см2;
- основна допустима похибка показань при температурі 20 ± 5 ° С ± 2,4 кг / см2.

9. 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.

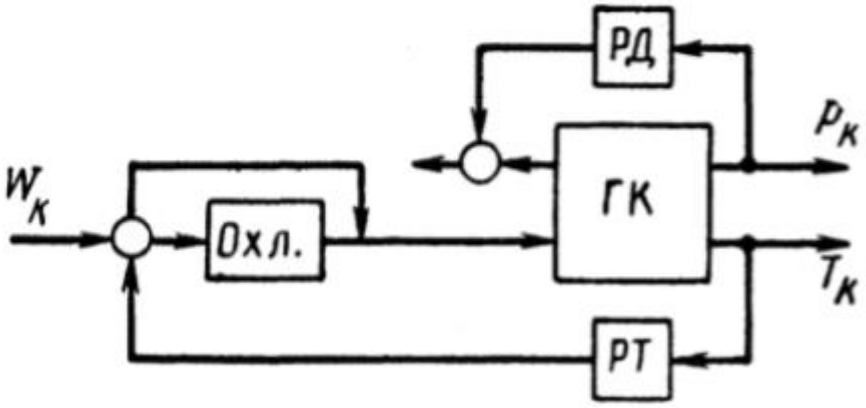


Рисунок 1 – Блок-схема системи кондиціонування повітря герметичній кабіни вентиляційного типу

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.

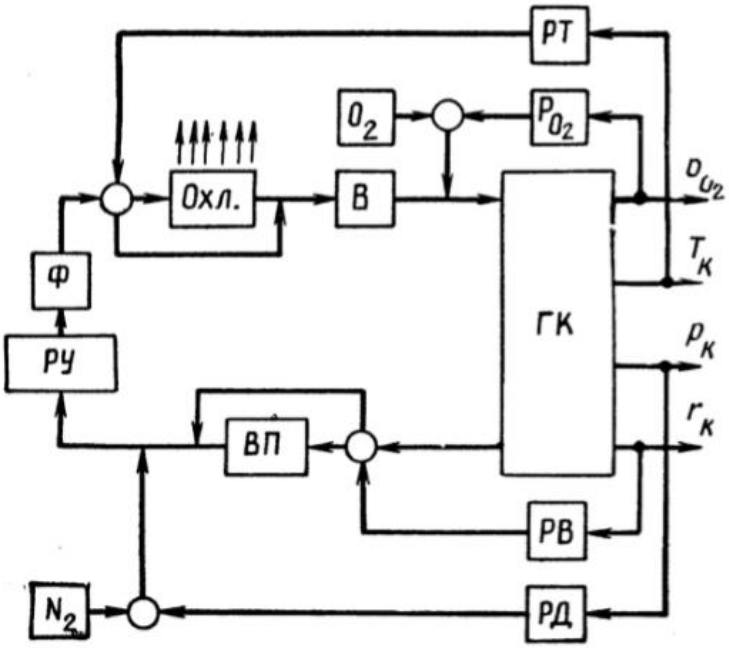


Рисунок 2 – Блок-схема системи кондиціонування повітря герметичній кабіни регенераційного типу

До системи кондиціонування повітря герметичній кабіни регенераційного типу входять:

– герметична кабіна (ГК);
– регулятор температури (РТ);
– регулятор парціального тиску кисню (рО2);
– регулятор вологості (РВ);
– регулятор тиску (РД);
– запас кисню (О2);
– вентилятор (В);
– система охолодження повітря (Охл.);
– вологопоглинач (ВП);
– фільтр (Ф);
– регенераційна установка (РУ);
– запас азоту (N2).

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 N2 або гелію Не) 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 рО2.

10. 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.

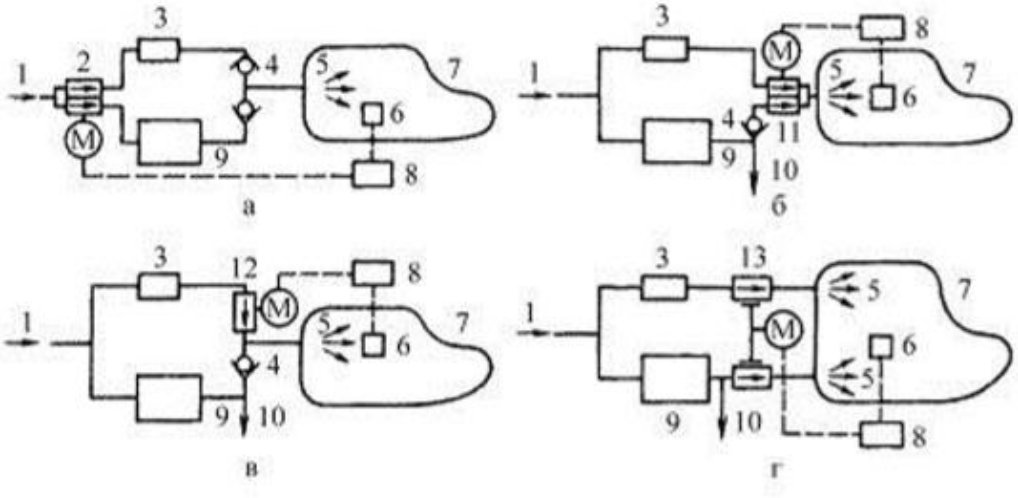


Рисунок 3 – Схеми систем регулювання температури повітря в ГК

На рисунку показані:

а – схема з розподільником повітря;

б – схема із змішувачем повітря;

в – схема з одноканальної 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 кабіну, 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 трубопровід.

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

Співвідношення між витратами подаваного в кабіну 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 кабіну 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 кабіна (*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.

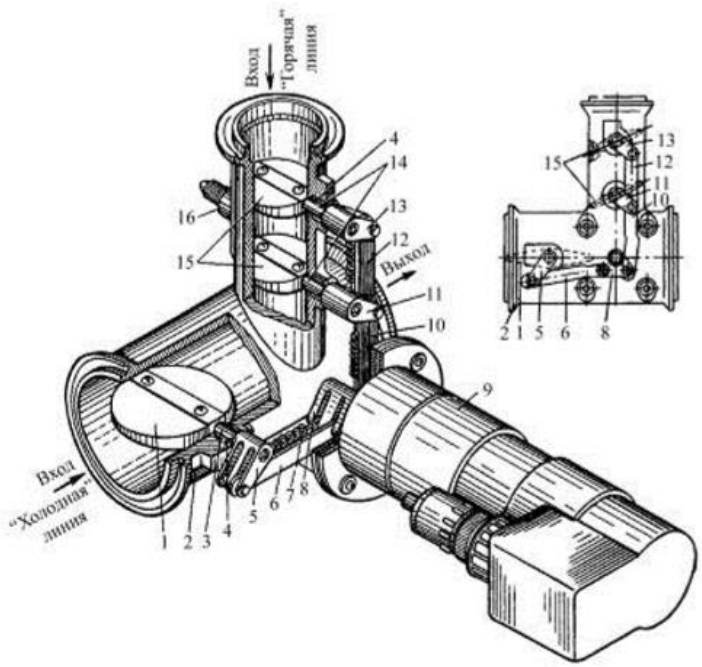


Рисунок 4 – Змішувач повітря з електромеханізмом

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.

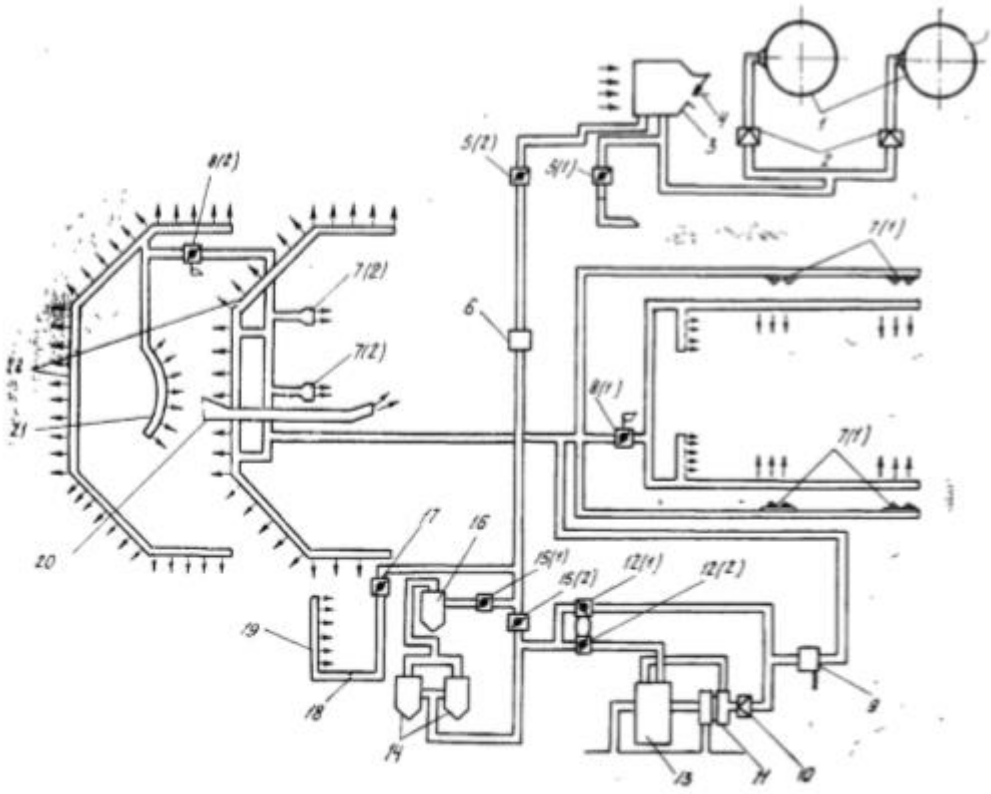


Рисунок 5 – Принципова схема системи вентиляції та регулювання температури повітря в кабіні

1 - компресори двігателей; 2 і 10 - обратние клапани; 3 і 13- повітряно-повітряні ра¬діатори; 4 - заслінка; 5 (1 і 2) - заслінка; 6 - регулятор постійного надмірного тиску, 7 (1 і 2) - патрубок індівідуальной вентиляції; 8 (1 і 2) - перекривного заслінка; 9 - влагоотделитель; 11 - турбохолодильнике; 12 (1 і 2) - блок заслінок; 14 - фільтроелемент; 15 (1, 2) і 17 - заслінки; 16 - передфільтр; 18 - дросель; 19 - колектор обдування стекол приладу наведенія; 20 - висувний повітрозабірник; 21- коллектор обдування ніг оператора; 22 - колектор обдування скління кабіни

За регулятором надлишкового тиску 6 частина повітря через перекривний 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 заслінкам 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 ФИЛЬТР 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 турбохолодильнику 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 кабіну 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 перекривну 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 кабіну 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 «гарячої» і «холодної» 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, турбохолодильнику 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 повітрозабірник 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 теплопередающей 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 роликовій 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 ° С. 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.

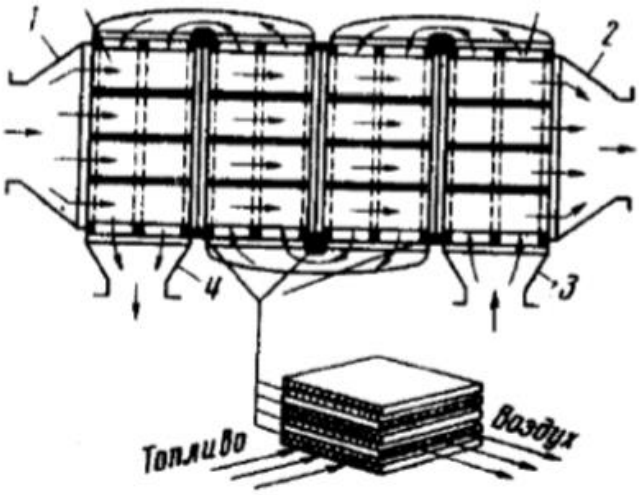


Рисунок 5 – Теплообмінник

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 охолоджуваний 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 теплообменниках воду або водоспіртовую 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 кабіну вертольота. Він складається з трубок малого перерізу, по яких протікає охолоджуваний повітря. Межтрубочное простір радіатора продувається зовнішнім повітрям, який подається швидкісним напором і підсмоктується вентилятором турбохолодильнике. Турбохолодильник призначений для окончательного охолодження повітря, що надходить з повітро-повітряного радіатора. Він являє собою повітряну турбіну, в якій потенційна енергія стисненого повітря перетвориться в механіческую роботу. Турбохолодильник складається з двох основних частин: турбіни 8 і її завантажувального пристрою - вентилятора 1, закреплен¬них на одному валу 9. Стисле повітря через патрубок 5 підводиться в сопловой апарат 6 турбіни. В сопловому апараті проісходіт розширення повітря, в результаті якого температура і тиск повітря зменшуються, а швидкість зростає, (потен¬ціальная енергія стисненого повітря перетворюється в кінетичну енергію). Повітря, що виходить з соплового апарату з великою швидкістю, надходить на робочі лопатки диска турбіни 8 і пріводіт її в обертання (кінетична енергія повітря преобразуется 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 5, віддаючи йому механічну енергію турбіни.

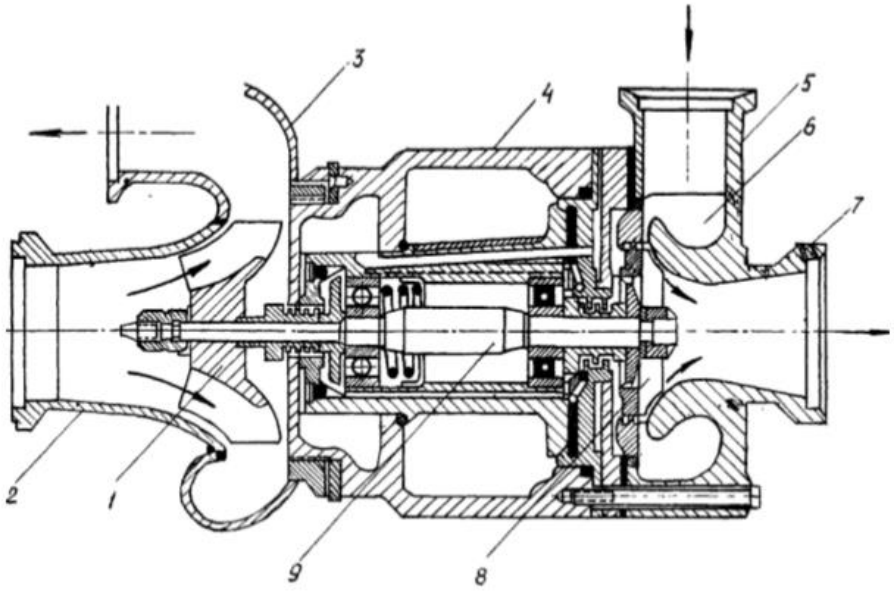


Рисунок 6 – Турбохолодильник

1-вентилятор, 2 - патрубок підведення повітря до вентилятора; 3 - патрубок відводу повітря від вентилятора; 4 - корпус; 5 - патрубок підведення повітря до турбіни; 6- оопловой 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 затрачається на привід вентилятора. Застосовувані турбохолодильнике дозволяють знизити темпера¬туру повітря на 50-120 ° С. і Подається в кабіну атмосферне повітря, забруднене зваженими в ньому твердими частинками (пилом) розміром від часток до десятків мікрон, називається аерозолем. До грубодисперсних аерозолям відносяться суміші з розміром частинок від 1 до 100 мкм, до високодисперсним - з розміром менше 1 мкм.

Якщо яка потрапляє в кабіну разом з повітрям пил просто забруднює кабіну, 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 високодисперсних 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 кабіни 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 регенерационного 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 покладеним 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 випробуваної середовища, тим більше різниця показань сухого і мокрого термометрів. В електричних психрометрами 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 смачиваемости. 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 вологи з повітря або випаровування зайвої власної вологи 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.