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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Аеродинаміка, конструкції і системи вертольотів»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів
272: Авіаційний транспорт

за темою 9- Силові установки повітряних суден

Кременчук 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2022 № 8

СХВАЛЕНО
Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.08.2022 № 1

ПОГОДЖЕНО
Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 15.08.2022 р. № 1

Розробник: професор навчального відділу КЛК ХНУВС, викладач циклової комісії аеронавігації, к. т. н., с. н. с., спеціаліст вищої категорії, викладач – методист, Тягній В. Г.

Рецензенти:

1 Головний науковий співробітник ТОВ «Науково-виробниче об'єднання» «АВІА», к.т.н., с.н.с., Зінченко В. П.

2 Професор навчального відділу КЛК ХНУВС, викладач-методист циклової комісії енергозабезпечення та систем управління, к. т. н., професор, спеціаліст вищої категорії, Гаврилюк Ю. М.

План лекції

1. Призначення, вимоги, складові части и типи силових установок ПС.
2. Способи кріплення двигунів на повітряних суднах.
3. Загальні відомості про паливні системи.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в інтернеті

Основна**:**

1. Глаголєв А.Н. "Основи конструкції вертольотів", М, 1972 р. - 373 с.
2. Далін В.А. "Конструкція вертольотів". М .: Машинобудування, 1971 - 269 с.

Допоміжна:

1. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. «Конструкція літальних апаратів», К .: Вища освіта, 2001. - 383 с.
2. Володко А.М., Литвинов А.Л. "Основи конструкції та технічної експлуатації одногвинтових вертольотів", М., Воениздат, 1986.
3. Голего О.М., Ігнатович С.Р., Кисляков В.В. "Системи керування повітряних суден: Конспект лекцій. - К .: НАУ, 2003. - 116 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

6. http://www.twirpx.com/files/transport/aircrafting/construction/helicopters/

Текст лекції

ЛЕКЦІЯ 9.1

1. Призначення і характеристика силових установок

Силова установка служить для забезпечення несучих, рульових гвинтів і допоміжних агрегатів вертольоту потрібної потужністю. Вона включає:

- двигуни,
- кріплення двигунів,
- систему запуску двигунів,
- паливну систему двигунів,
- масляну систему двигунів,
- охолоджуючі пристрої,
- систему пожаротушення силової установки,
- вихлопні пристрої та засоби зниження інфрачервоної помітності,
- пилозахисні пристрої.

2. Способи кріплення двигунів на повітряних суднах

Як відомо для серійних вертольотів в світі використовуються поршневі і газотурбінні двигуни.

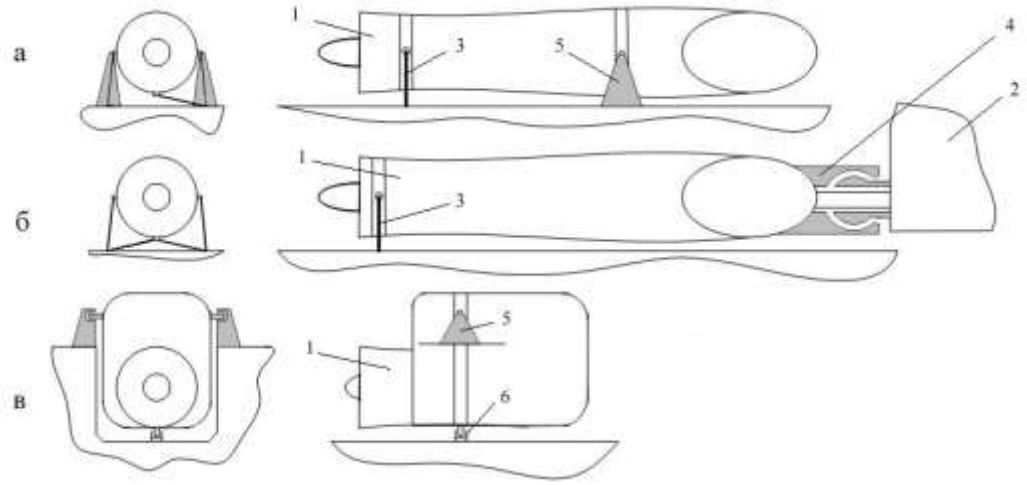
Поршневі двигуни зазвичай використовуються для вертольотів невеликий ваговій категорії. Кріплення їх здійснюється як за допомогою різноманітних ферменних конструкцій, так і за допомогою консольних балкових кріплень з підкосами. Для амортизації коливань двигун частіше встановлюється на гумові подушки.

Газотурбінні двигуни кріпляться декількома способами, серед яких найбільшого поширення набули три.

По двох поясів кріпляться двигуни, які мають велику довжину. Передній пояс знаходиться в районі компресора і встановлюється на опорах з кульовими шарнірами. Задній пояс кріпиться до нерухомих кронштейнів, жорстко встановленим на шпангоутах. Рухливість передніх опор дозволяє компенсувати теплове розширеннядвигуна. Така система кріплення сприймає всі види лінійних і моментних навантажень. Опори забезпечуються гумовими амортизаторами і частково компенсують поштовхи і вібрацію двигуна, зменшуючи динамічні навантаження.

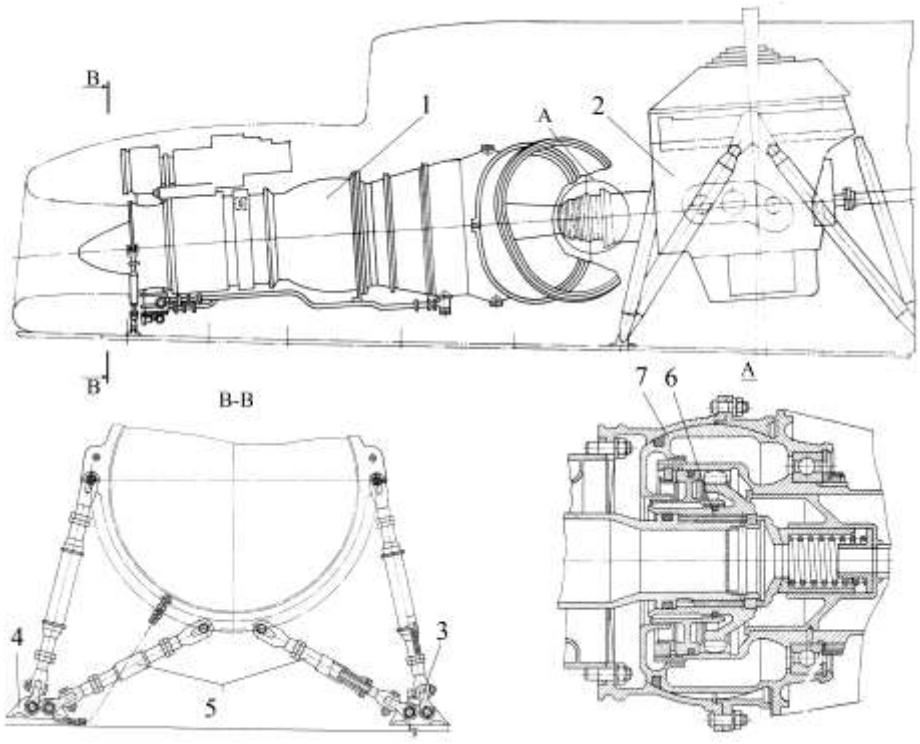
Інший спосіб кріплення відрізняється тим, що задній пояс винесено за межі двигуна. Ця опора являє собою сферичний шарнір, прикріплений безпосередньо до головного редуктора.

Ще один варіант використовується для двигунів мають невелику відносну довжину. Як правило, це двигуни малої потужності з вбудованим попередніми редуктором. В цьому випадку кріплення може здійснюватися по одному поясу в трьох точках.



Варіанти кріплення газотурбінних двигунів вертольотів.

1 - двигун, 2 - головний редуктор, 3 - тяга кріплення, 4 - кульова опора заднього кріплення, 5 - опорний кронштейн, 6 - шарнірне з'єднання.



Конструкція кріплення двигуна з кульовою опорою на головному редукторі.

1 - двигун, 2 - головний редуктор, 3 - сережка, 4 - кронштейн, 5 - стійки, 6 - шлицевое з'єднання, 7 - кульова опора.

Система запуску двигунів

Для запуску двигунів попередньо необхідно здійснити обертальний рух вихідного вала, для поршневого двигуна, або компресора для газотурбінного. Попередню розкрутку двигунів при запуску зазвичай здійснюють електричні стартери, які в подальшому використовуються як генератори. Якщо двигун вертольота має велику потужність, то для запуску може застосовуватися допоміжна силова установка (ЗСУ). Зазвичай це малогабаритний газотурбінний двигун. Як робоче тіло в цьому випадку може бути повітря, що відбирається від компресора ВСУ. Це повітря, надходячи в перший двигун, змушує його розкручуватися. Другий двигун запускається під впливом потоку повітря від компресора вже запущеного першого двигуна.

3. Загальні відомості про паливні системи

Паливна система служить для безперебійної подачі пального в двигуни. Паливо на борту размешается в баках. Баки можуть бути як жорсткі металеві, так і м'які гумові. Розміщуються вони, як правило, під підлогою фюзеляжу. Однак, крім основних, бувають додаткові, що розміщуються всередині фюзеляжу, підвісні - зовні літального апарату. Багато вертольоти мають витратні баки, розташовані поблизу двигунів. У них перекачується паливо перед подачею в камеру згоряння. Баки мають магістралі, які з'єднують їх між собою. По дорозі до точки споживання паливо проходить очистку в фільтрах. З нього видаляються тверді частинки. Для того, щоб в баку не виникало розрідження застосовується дренаж - з'єднання з атмосферою через клапани. Поблизу двигунів встановлюється пожежний кран, необхідний для швидкої відсічення пального при виникненні пожежі в силовій установці. В основних або витратних баках обов'язково присутній датчик аварійного залишку палива. При досягненні цього рівня надсилається сигнал в кабіну екіпажу, який може бути синхронізований з автоматичним радіосигналом.

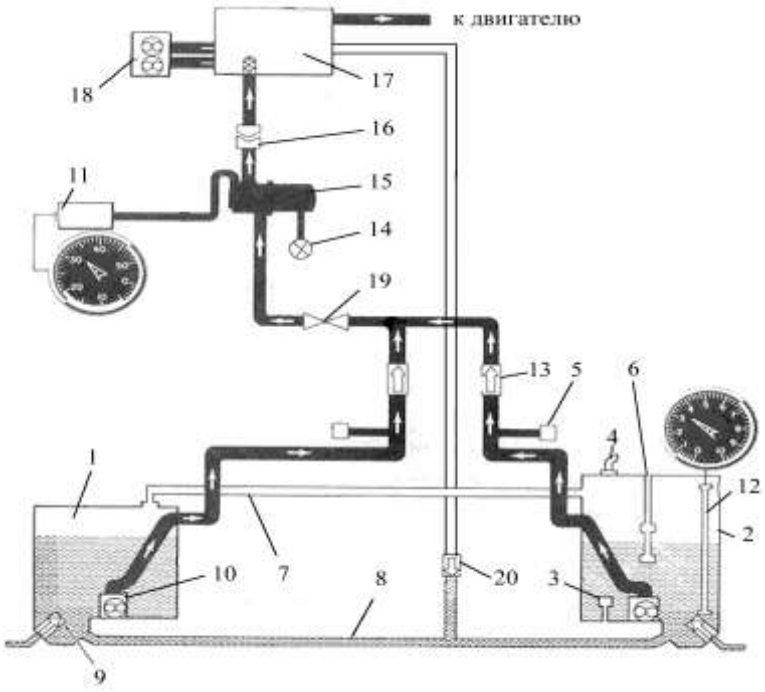


Схема паливної системи вертольота.

1 - лівий паливний бак, 2 - правий паливний бак, 3 - датчик аварійного залишку палива, 4 - дренаж, 5 - датчик тиску керуючий насосами, 6 - покажчик рівня заправки паливом, 7 - верхня сполучна магістраль, 8 - нижня сполучна магістраль, 9 - клапани доступу палива з додаткових паливних баків, 10 - насоси, 11 - датчик покажчика тиску палива, 12 - датчик рівня палива, 13 - зворотний клапан, 14 - дренажний клапан, 15 - фільтри, 16 - пожежний кран, 17 - система управління подачею палива в двигун, 18 - насос, що підкачує, 19 - кран, поєднаний з вимикачами насосів, 20 - клапан зливу надлишку палива.

Масляна система

Масляна система забезпечує подачу масла в двигуни і його очищення від твердих частинок, що з'явилися в результаті роботи агрегатів, і бульбашок газів. Масло необхідно для змащення вузлів двигуна і відведення певної кількості тепла. Маслосистема має замкнутий контур, за яким здійснюється циркуляція рідини. Основний запас масла розміщується в жорстких баках. По трубопроводах воно потрапляє в двигуни, після яких в суфлері здійснюється його відділення від бульбашок газів. Потім воно проходить через фільтр, сепаруючий тверді частинки. Тут же знаходяться датчики сигналізації про наявність металевої стружки в олії. Як правило, її наявність означає початок руйнування вузлів двигунів, тому відповідний сигнал передається в кабіну екіпажу. Після фільтрів в теплообмінниках відбувається охолодження масла і повернення в його бак.

Вихлопні пристрої та засоби зниження інфрачервоної помітності

Зниження інфрачервоної помітності вертольота знижує ймовірність виявлення і ураження вертольота в разі участі в бойових діях. Це досягається зниженням температури вихлопних газів. Для вирішення цього завдання відпрацьований газ або перемішують в термоізольованому камері з забортним повітрям і потім випускають в атмосферу, або пропускають відпрацьовані гази перед викидом через спеціальні спрощені теплообмінники, які обдуваються більш холодним повітрям .. В цьому випадку довгі канали вихлопних труб проходять через весь фюзеляж і дозволяють істотно знизити температуру. Однак частіше теплообмінні канали мають невелику довжину і здійснюють викид безпосередньо в районі рухового відсіку, володіючи меншою ефективністю.

Пилозахисні пристрої

Компресори газотурбінних двигунів схильні до значної ерозії від піску і інших частинок, які потрапляють в повітрозабірник. Для їх захисту на вході в тунелі повітрязабірників передбачають пилозахисні пристрої (ПЗУ). Вони, як правило, використовують інерційний принцип дії. Приклад такого пристрою, що використовується на вертольотах російського виробництва. ПЗУ складається з вхідного тунелю 5, центрального обтічника 2, сепаратора 6, ежектора 1, перехідника між вхідним тунелем і капотом ежектора, трубопроводів і протівобледенітельной системи. При роботі двигуна, запилений повітря проходить через вхідний кільцевої викривлений тунель А, утворений задньою частиною обтічника 2, колекторної губою 3 і зовнішньої обечайкой 4. При цьому під дією відцентрових сил частинки пилу притискаються до поверхні обтічника і, переміщаючись разом з частиною повітря, потрапляють на вхід сепаратора 6 в канал Б, який представляє собою пилову пастку. Велика частина запиленого повітря, очистившись від пилу в першого ступеня ПЗУ (викривленому тунелі А), проходить по каналу Б, освіченій зовнішньої обечайкой 4 і сепаратором 6, на вхід в двигун. Менша частина запиленого повітря, проходячи через сепаратор 6, очищається в ньому за рахунок повороту потоку в криволінійних межкольцевих каналах В, Г, Д, надходить в канал Б і далі на вхід в двигун. Нарешті, найбільш запилений повітря (пилової концентрат) проходить в канал Е і далі в трубопровід 7 виведення пилу. За рахунок розрідження, створюваного ежектором 1, пиловий концентрат відсмоктується і викидається за борт вертольота в атмосферу. Велика частина запиленого повітря, очистившись від пилу в першого ступеня ПЗУ (викривленому тунелі А), проходить по каналу Б, освіченій зовнішньої обечайкой 4 і сепаратором 6, на вхід в двигун. Менша частина запиленого повітря, проходячи через сепаратор 6, очищається в ньому за рахунок повороту

потоку в криволінійних межкольцевих каналах В, Г, Д, надходить в канал Б і далі на вхід в двигун. Нарешті, найбільш запилений повітря (пилової концентрат) проходить в канал Е і далі в трубопровід 7 виведення пилу. За рахунок розрідження, створюваного ежектором 1, пиловий концентрат відсмоктується і викидається за борт вертольота в атмосферу. Велика частина запиленого повітря, очистившись від пилу в першого ступеня ПЗУ (викривленому тунелі А), проходить по каналу Б, освіченій зовнішньої обечайкой 4 і сепаратором 6, на вхід в двигун. Менша частина запиленого повітря, проходячи через сепаратор 6, очищається в ньому за рахунок повороту потоку в криволінійних межкольцевих каналах В, Г, Д, надходить в канал Б і далі на вхід в двигун. Нарешті, найбільш запилений повітря (пилової концентрат) проходить в канал Е і далі в трубопровід 7 виведення пилу. За рахунок розрідження, створюваного ежектором 1, пиловий концентрат відсмоктується і викидається за борт вертольота в атмосферу. проходячи через сепаратор 6, очищається в ньому за рахунок повороту потоку в криволінійних межкольцевих каналах В, Г, Д, надходить в канал Б і далі на вхід в двигун. Нарешті, найбільш запилений повітря (пилової концентрат) проходить в канал Е і далі в трубопровід 7 виведення пилу. За рахунок розрідження, створюваного ежектором 1, пиловий концентрат відсмоктується і викидається за борт вертольота в атмосферу. проходячи через сепаратор 6, очищається в ньому за рахунок повороту потоку в криволінійних межкольцевих каналах В, Г, Д, надходить в канал Б і далі на вхід в двигун. Нарешті, найбільш запилений повітря (пилової концентрат) проходить в канал Е і далі в трубопровід 7 виведення пилу. За рахунок розрідження, створюваного ежектором 1, пиловий концентрат відсмоктується і викидається за борт вертольота в атмосферу.

Пилозахисні пристрій включається в роботу при подачі до ежектору стисненого повітря, що забирається за компресором двигуна. У конструкції ПЗУ передбачена протизаморожувача, яка виконана змішаної: одна частина вузлів обігрівається гарячим повітрям, що відбирають за компресором двигуна, інша частина має електрообігрів.

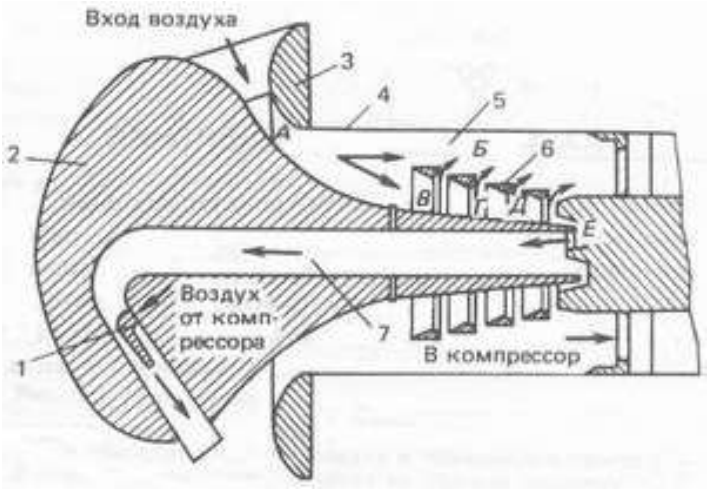


Схема роботи пилозахисні пристрої двигунів.

1 - ежектор, 2 - обтічник, 3 - колекторна губа, 4 - зовнішня обичайка, 5 - вхідний тунель, 6 - сепаратор, 7 - трубопровід виведення пилу.

Ще один пристрій показано на малюнку. В такому ПЗУ забруднене повітря надходить у вхідний пристрій через ряд нерухомих лопаток. У вхідному пристрої він закручується, в результаті чого більш важкі частинки пилу і піску відкидаються до зовнішньої стінки, потім переміщаються в мішок, де створюється розрідження і відбувається видалення частинок за борт. Основна частина повітря проходячи через спрямляются лопатки отримує осьовий рух потрапляє в компресор двигуна. Для районів з високим ступенем запиленості в даний час застосовують пилозахисні блоки, що складаються з великої кількості мініатюрних пристроїв, аналогічних до вищеописаного.

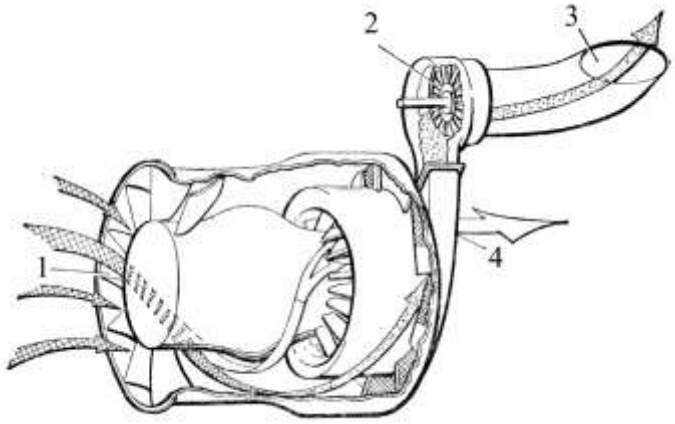
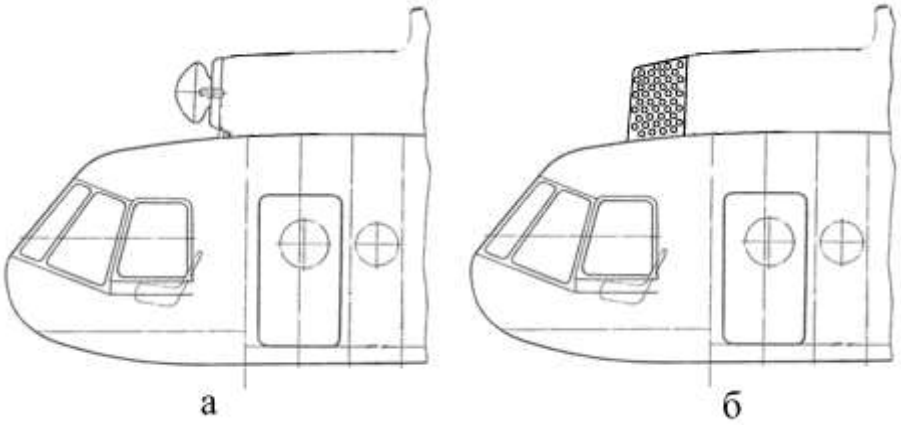


Схема роботи пилозахисні пристрої двигунів.

1 - забруднене повітря, 2 - додатковий вентилятор, 3 - тверді частинки, 4 - очищене повітря.



Установка одиночного (а) і блочного (б) пилозахисні пристрої на вході в двигун.

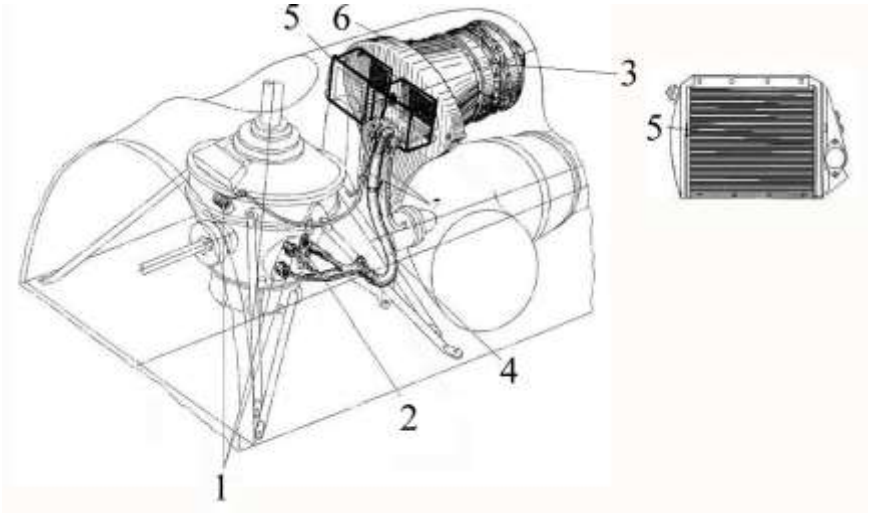
8. Система охолодження

Примусова система охолодження на вертольоті служить для охолодження масла в двигунах, головному редукторі, гідравлічних насосах. Якщо на вертольоті використовується поршневий двигун, то система охолодження забезпечує основний теплообмін двигунів.

Подачу охолоджуючих мас повітря на борту зазвичай забезпечує осьової вентилятор, який нагнітає повітря в ємність - ресивер. З ресивера відбувається роздача повітря теплообмінникам і гнучких шлангах. Гнучкі шланги можуть підводити потік повітря до окремих нагрітим елемента, наприклад - Гідронасоси. Теплообмінники мають канали, обдуваються забортним повітрям, по яких тече робоча рідина. Теплове взаємодія рідини з повітрям забезпечує передачу тепла від бортових систем в атмосферу.

Вентилятор зазвичай має сезонну регулювання. Регулювання його здійснюється відкриттям або закриттям вхідного отвору

Повітря після теплообмінника має підвищену температуру, проте значно нижчу, ніж температура вихлопних газів двигуна, тому на деяких іноземних вертольотах це повітря використовують для охолодження відпрацьованих газів, що дозволяє знизити інфрачервону помітність повітряного судна.



Система повітряного охолодження агрегатів:

1 - кожухи гідронасосів, 2 - кожух повітряного компресора, 3 - осьовий вентилятор, 4 - гнучкі трубопроводи підведення повітря до опори кожного двигуна, 5 - теплообмінники, 6 - ресивер.