

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

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

**Аеронавігація**

**за темою № 8. Силкові установки повітряних суден**

**Харків 2021**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 23.09.2021 № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою Кременчуцького  
льотного коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 22.09.2021 № 2

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021 №1

**Розробник:**

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Дерев'янка Іван Григорович

**Рецензенти:**

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

**План лекції:**

1. Призначення й характеристика силових установок
2. Конструкція елементів кріплення двигунів
3. Система запуску двигунів
4. Конструкція паливної система
5. Конструкція масляної системи
6. Вихлопні пристрої й засоби зниження інфрачервоної помітності
7. Пилозахисні пристрої
8. Система охолодження агрегатів

**Рекомендована література:****Основна література:**

1. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. «Конструкція літальних апаратів», К.: Вища освіта, 2001. – 383 с.
2. Голего О.М., Ігнатович С.Р., Кисляков В.В. «Системи керування повітряних суден: Конспект лекцій. – К.: НАУ, 2003. – 116 с.

**Допоміжна література:**

3. Володко А.М., Литвинов А.Л. "Основи конструкції і технічної експлуатації одногвинтових вертольотів", М., Машинобудування, 1996 - 252 с.
4. Глаголев А.Н. "Основи конструкції вертольотів", М, 1992 - 373 с.
5. Далін В.А. "Конструкція вертольотів". М.: Машинобудування, 1971 – 269 с.

**Інформаційні ресурси в Інтернеті**

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

## Текст лекції

### 1. Призначення й характеристика силових установок

Силова установка служить для створення потужності, що необхідна для обертання несучих, кермових гвинтів і допоміжних агрегатів вертольота. Вона містить у собі:

- двигуни,
- кріплення двигунів,
- систему запуску двигунів,
- паливну систему двигунів,
- масляну систему двигунів,
- охолоджувальні пристрої,
- систему пожежогасіння силової установки,
- вихлопні пристрої й засоби зниження інфрачервоної помітності,
- пилозахисні пристрої.

### 2. Конструкція елементів кріплення двигунів

Як відомо для серійних вертольотів використовуються поршневі й газотурбінні двигуни.

Поршневі двигуни звичайно використовуються для вертольотів невеликої вагової категорії. Кріплення їх здійснюється як за допомогою різноманітних фермових конструкцій, так і за допомогою консольних балкових кріплень із підкосами. Для амортизації коливань двигун встановлюється на гумові подушки.

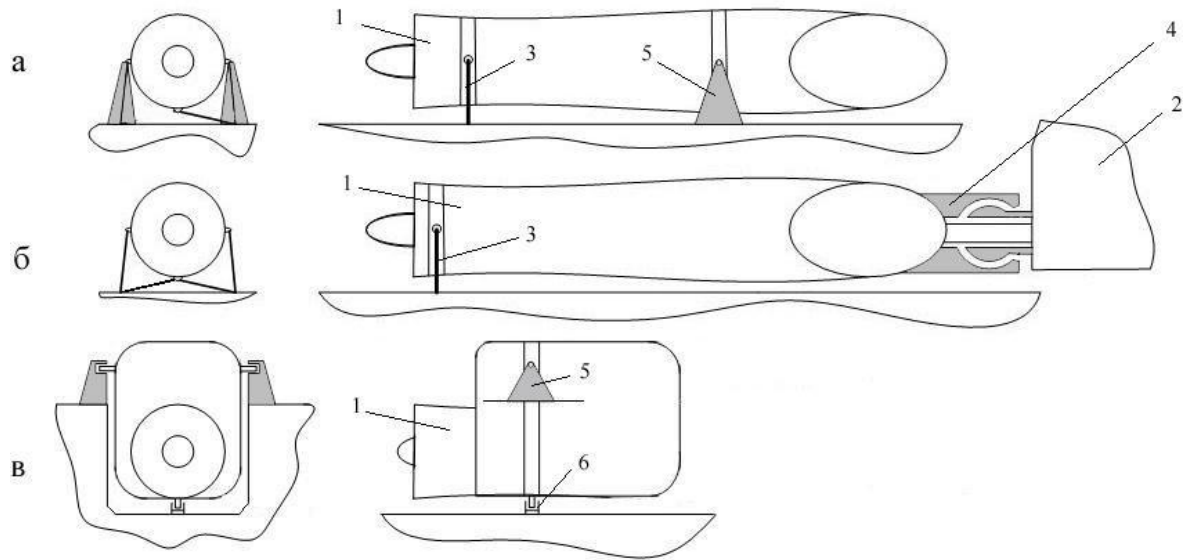
Газотурбінні двигуни кріпляться декількома способами, серед яких найбільше розповсюдження одержали три.

По двох поясах кріпляться двигуни, що мають велику довжину. Передній пояс знаходиться в районі компресора й встановлюється на опорах з кульовими шарнірами. Задній пояс кріпиться до нерухливих кронштейнів, жорстко встановлених на шпангоутах. Рухливість передніх опор дозволяє компенсувати теплове розширення двигуна. Така система кріплення сприймає всі види лінійних і моментних навантажень. Опори забезпечуються

гумовими амортизаторами які частково компенсують поштовхи й вібрацію двигуна, зменшуючи динамічні навантаження.

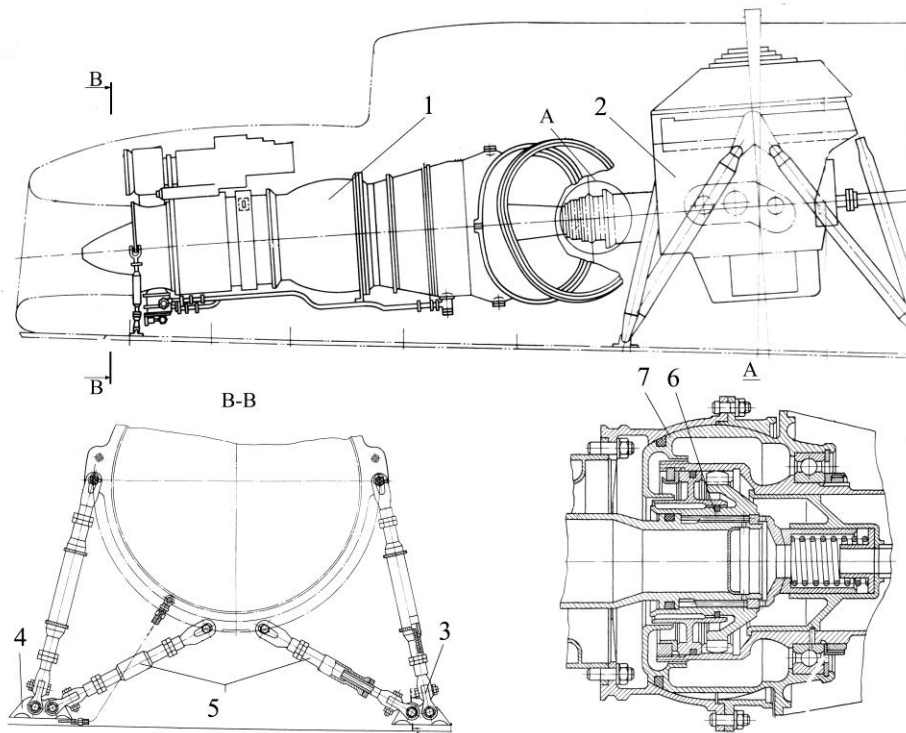
Інший спосіб кріплення відрізняється тим, що задній пояс винесений за межі двигуна. Ця опора являє собою сферичний шарнір, прикріплений безпосередньо до головного редуктора.

Ще один варіант використовується для двигунів які мають невелику відносну довжину. Як правило, це двигуни малої потужності з убудованим попереднім редуктором. У цьому випадку кріплення може здійснюватися по одному поясі 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 – серга, 4 – кронштейн, 5 – стійки, 6 – шліцьове з'єднання, 7 – кульова опора.

### 3. Система запуску двигунів

Для запуску двигунів попередньо необхідно здійснити обертовий рух вихідного вала, для поршневого двигуна, або компресора для газотурбінного. Попереднє розкручування двигунів при запуску звичайно здійснюють електричні стартери, які надалі використовуються як генератори. Якщо двигун вертольота має більшу потужність, то для запуску може застосовуватися допоміжна силова установка (ДСУ). Звичайно це малогабаритний газотурбінний двигун. Як робоче тіло в цьому випадку може служити повітря, що відбирається від компресора ДСУ. Це повітря, надходячи в основний двигун, змушує його розкручуватися. Другий двигун запускається під впливом потоку повітря від компресора вже запущеного першого двигуна.

#### 4. Конструкція паливної система

Паливна система служить для безперебійної подачі пального у двигуни. Паливо на борті розміщається в баках. Баки можуть бути як тверді металеві, так і м'які гумові. Розміщаються вони, як правило, під підлогою фюзеляжу. Однак, крім основних, бувають додаткові, розташовувані усередині фюзеляжу, підвісні - зовні літального апарата. Багато вертольотів мають видаткові баки, розташовані поблизу двигунів. У них перекачується паливо перед подачею в камеру згоряння. Баки мають магістралі, які з'єднують їх між собою. По шляху до точки споживання паливо проходить очищення у фільтрах. З нього видаляються тверді частки. Для того, щоб у баку не виникало розрідження застосовується дренаж - з'єднання з атмосферою через клапани. Поблизу двигунів встановлюється пожежний кран, необхідний для швидкого відсічення пального при виникненні пожежі в силовій установці. В основних або видаткових баках обов'язково присутній датчик аварійного залишку палива. При досягненні цього рівня він посилає сигнал у кабінку екіпажа, що може бути синхронізований з автоматичним радіосигналом.

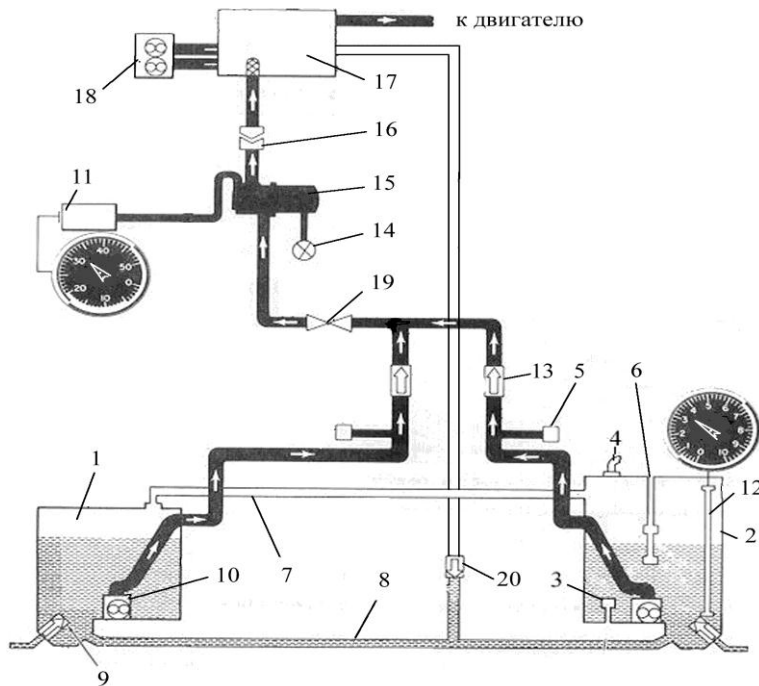


Схема паливної системи вертольота.

1 - лівий паливний бак, 2 - правий паливний бак, 3 - датчик аварійного залишку палива, 4 - дренаж, 5 - датчик тиску керуючий насосами, 6 - показчик рівня заправки

паливом, 7 - верхня сполучна магістраль, 8 - нижня сполучна магістраль, 9 - клапани доступу палива з додаткових паливних баків, 10 - насоси, 11 - датчик показчика тиску палива, 12 - датчик рівня палива, 13 - зворотний клапан, 14 - дренажний клапан, 15 - фільтри, 16 - пожежний кран, 17 - система керування подачею палива у двигун, 18 - насос, що підкачує, 19 - кран, сполучений з вимикачами насосів, 20 - клапан зливу надлишку палива.

### **5. Конструкція масляної системи**

Масляна система забезпечує подачу масла у двигуни і його очищення від твердих часток, що з'явилися в результаті роботи агрегатів, і пухирців газів. Масло необхідно для змащення вузлів двигуна й відводу деякої кількості тепла. Маслосистема має замкнутий контур, по якому здійснюється циркуляція рідини. Основний запас масла розміщується у твердих баках. По трубопроводах воно попадає у двигуни, після яких у суфлері здійснюється його відділення від пухирців газів. Потім воно проходить через фільтр, що сепарує тверді частки. Тут же перебувають датчики сигналізації про наявність металевої стружки в маслі. Як правило, її наявність означає початок руйнування вузлів двигунів, тому відповідний сигнал передається в кабінку екіпажа. Після фільтрів у теплообмінниках відбувається охолодження масла й повернення в його бак.

### **6. Вихлопні пристрої й засоби зниження інфрачервоної помітності**

Зниження інфрачервоної помітності вертольота знижує ймовірність виявлення й поразки вертольота у випадку участі в бойових діях. Це досягається зниженням температури вихлопних газів. Для рішення цього завдання відпрацьований газ або перемішують у термоізолюваній камері із забортним повітрям і потім випускають в атмосферу, або пропускають відпрацьовані гази перед викидом через спеціальні спрощені теплообмінники, які обдуваються більш холодним повітрям. У цьому випадку довгі канали вихлопних труб проходять через весь фюзеляж і дозволяють істотно знизити температуру. Однак частіше теплообмінні



канали мають невелику довжину й здійснюють викид безпосередньо в районі відсіку двигуна, маючи меншу ефективність.

## **7. Пилозахисні пристрої**

Компресори газотурбінних двигунів піддаються значної ерозії від піску й інших часток, які попадають у воздухозаборник. Для їхнього захисту на вході в тунелі воздухозаборників встановлюють пилозахисні пристрої (ПЗУ). Вони, як правило, використовують інерційний принцип дії. Приклад такого пристрою, що використовується на вертольотах російського виробництва. ПЗУ складається із вхідного тунелю 5, центрального обтічника 2, сепаратора 6, ежектора 1, переходника між вхідним тунелем і капотом ежектора, трубопроводів і протильодової системи. При роботі двигуна, запилене повітря проходить через вхідний кільцевий скривлений тунель А, утворений задньою частиною обтічника 2, колекторною губою 3 і зовнішньою обичайкою 4. При цьому під дією відцентрових сил частки пилу притискаються до поверхні обтічника й, переміщаючись разом із частиною повітря, попадають на вхід сепаратора 6 у канал Б, що представляє собою пилову пастку. Більша частина повітря, очистившись від пилу в першій ступені ПЗУ (скривленому тунелі А), проходить по каналу Б, утвореному зовнішньою обичайкою 4 і сепаратором 6, на вхід у двигун. Менша частина запиленого повітря, проходячи через сепаратор 6, очищається в ньому за рахунок повороту потоку в криволінійних міжкільцевих каналах В, Г, Д, надходить у канал Б и далі на вхід у двигун. Нарешті, найбільш запилене повітря (пиловий концентрат) проходить у канал Е и далі в трубопровід 7 виводу пилу. За рахунок розрідження, створюваного ежектором 1, пиловий концентрат відсмоктується й викидається за борт вертольота в атмосферу.

Пилозахисний пристрій включається в роботу при подачі до ежектора стисненого повітря, що забирається за компресором двигуна. У конструкції

ПЗУ передбачена протильодова система, що виконана змішаною: одна частина вузлів обігрівается гарячим повітрям, що відбирається за компресором двигуна, інша частина має електрообігрівання.

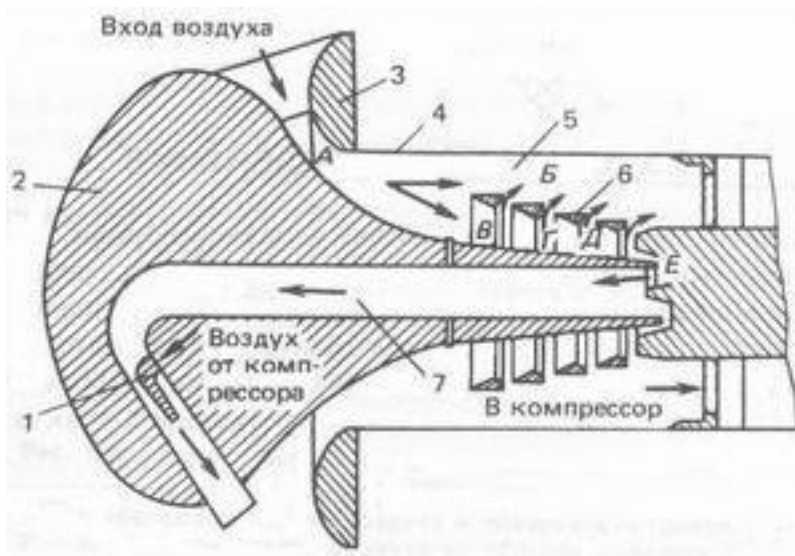


Схема роботи пилозахисного пристрою двигунів.

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

Ще один пристрій показаний на малюнку. У такому ПЗУ забруднене повітря надходить у вхідний пристрій через ряд нерухливих лопаток. У вхідному пристрої він закручується, у результаті чого більш важкі частки пилу й піску відкидаються до зовнішньої стінки, потім переміщаються в пилозбірник, де створюється розрідження й відбувається видалення часток за борт. Основна частина повітря проходячи через спрямляючі лопатки одержує осьовий рух попадає в компресор двигуна. Для районів з високим ступенем запилення в цей час застосовують пилозахисні блоки, що складаються з

великої кількості мініатюрних пристроїв, аналогічних вищеописаному.

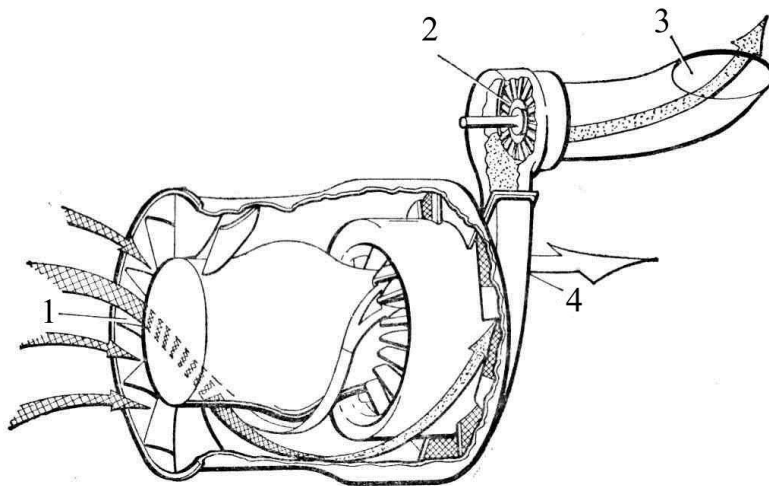
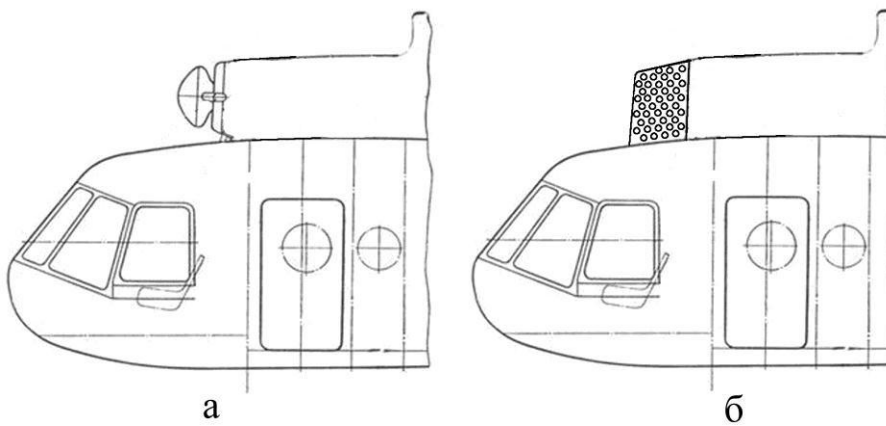


Схема роботи пилозахисного пристрою двигунів.

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



Установка одиночного (а) і блокового (б) пилозахисного пристрою на вході у двигун.

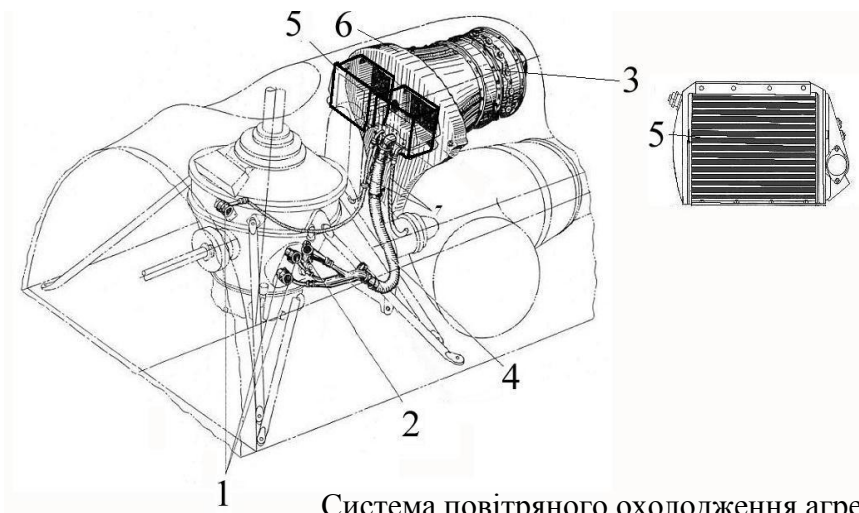
## 8. Система охолодження агрегатів

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

Подачу холодних мас повітря звичайно забезпечує осьовий вентилятор, що нагнітає повітря в місткість - ресивер. З ресивера відбувається роздача повітря теплообмінникам і гнучким шлангам. Гнучкі шланги можуть підводити потік повітря до окремих нагрітих елементів, наприклад - гідронасосам. Теплообмінники мають канали, що обдуваються забортним повітрям, по яких тече робоча рідина. Теплова взаємодія рідини з повітрям забезпечує передачу тепла від бортових систем в атмосферу.

Вентилятор звичайно має сезонне регулювання. Регулювання його здійснюється відкриттям або закриттям вхідного отвору

Повітря після теплообмінника має підвищену температуру, однак значно більш низьку, чим 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 - кожуhi гідронасосів, 2 - кожух повітряного компресора, 3 - осьовий вентилятор, 4 - гнучкі трубопроводи підведення повітря до опори кожного двигуна, 5 - теплообмінники, 6 - ресивер.