

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

## **ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни  
«Конструкція і експлуатація двигуна: Двигун ГТД-350»  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт (Аеронавігація)**

**за темою № 8 - Протильодова система та система перепуску повітря**

**Кременчук 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

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

**СХВАЛЕНО**

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

**ПОГОДЖЕНО**

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

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

**Розробники:**

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки,  
спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Царенко Андрій  
Олександрович

**Рецензенти:**

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

### План лекції:

1. Призначення, основні елементи та робота протилежодової системи.
2. Призначення та принципова схема, основні елементи і робота системи перепуску повітря.

### Рекомендована література:

#### Основна:

1. Царенко А.О. Вертоліт Мі-2. Блок 3 Газотурбінний двигун. (категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК ХНУВС, 2021. 197 с.

#### Додаткова:

2. Терещенко Ю.М. Газотурбінні двигуни літальних апаратів, Київ: Вища школа, 2000. 319 с.
3. Терещенко Ю.М. Теорія теплових двигунів. Київ: НАУ, 2009. 328 с.

#### Інформаційні ресурси в Інтернеті

4. Helicopter Mi-2. Flight Manual. Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego «PZL-Swidnik». URL.: [https://www.scribd.com/document/539086617/Mi-2-Helicopter-Flight-Manual?language\\_settings\\_changed=English](https://www.scribd.com/document/539086617/Mi-2-Helicopter-Flight-Manual?language_settings_changed=English) (дата звернення 26.08.2023)
5. Operating and Servicing Instructions for Engine GTD-350. Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego «PZL-Rzeszów». 270 p. URL.: <http://www.magniel.com/yuli/EngineGDT350.pdf> (дата звернення 26.08.2023)

### Текст лекції

#### 1. Призначення, основні елементи та робота протилежодової системи.

##### *Загальні відомості*

При роботі двигуна в умовах знижених температур і підвищеної вологості атмосферного повітря можливо обмерзання вхідного направляючого апарату ВНА. Освіта льоду на ВНА можливо і при плюсовій температурі до  $+5^{\circ}\text{C}$  внаслідок великої швидкості повітря в повітрозабірник. При цьому температура повітря нижче нуля.

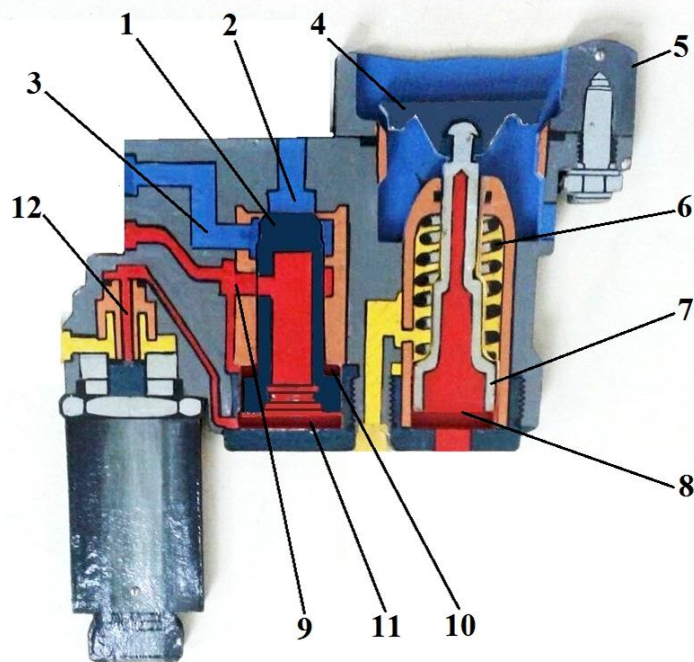
Наслідки обмерзання:

- ☐ збільшення вхідних втрат і зменшення потужності;
- ☐ підвищення температури газу за турбіною, що призводить до перегріву двигуна і руйнування лопаток турбіни;
- ☐ погіршення економічності двигуна;
- ☐ помпаж компресора і вимикання двигуна;
- ☐ збільшення рівні вібрації;

- забоїни на робочих лопатках ротора і їх руйнування.
- Ознаки обмерзання двигуна:
- загоряння табло «включити протильодову систему»;
  - відкладення льоду на візуальному сигналізаторі обмерзання і стеклах кабіни;
  - зростання Тг при роботі двигуна на постійному режимі.

### *Устрій і робота протильодової системи*

Повітрозабірник двигуна, який одночасно є і маслобаком, обігрівається гарячою олією, що надходить в нього з двигуна.



*Рис. 1. Клапан перепуску повітря і клапан протиобledenіння:*

*1-клапан протиобledenіння; 2 - порожнина підведення повітря з-за компресора; 3 - порожнина відведення повітря до ВНА; 4 - клапан перепуску повітря; 5 - корпус компресора; 6 - пружина; 7 - поршень; 8, 10, 11 - робочі порожнини; 9 – порожнина підведення палива від НР-40ТА; 12 -сопло;*

Кок обичайки ВНА і його лопатки обігріваються гарячим повітрям і частково маслом. Перепуск гарячого повітря з-за доцентрової ступені компресора виробляється клапаном протиобledenіння. Клапан протиобledenіння змонтований в загальному корпусі з клапаном перепуску повітря і кріпиться на корпусі компресора за 6 ступінню. До нього підводиться повітря з-доцентрової ступені компресора двома трубопроводами. На корпусі клапана є штуцер відбору повітря для потреб вертольота.

При включенні пілотом протильодової системи електромагнітний клапан МКТ-4-2 відкриває отвір сопла 12 і з'єднує зі зливом робочу порожнину 11, яка перебуває постійно під високим тиском палива, що

підводиться від насоса-регулятора НР-40ТА через порожнину 9 і жиклируючі отвори в клапані 1. Клапан відкривається під дією високого тиску в порожнині 10, і гаряче повітря через порожнину 3 і зовнішній трубопровід підводиться до ВНА. При вимиканні системи антиобледеніння системи знімається харчування МКТ-4-2 і його заслінкою відсікається робоча порожнину 11 від зливу. За рахунок різниці площ при однаковому тиску в порожнинах 10 і 11 клапан 1 закривається.

Ст. Льотна експлуатація ПОС двигунів

Перед польотом, в якому можливо обмерзання, необхідно перевірити справність роботи електромагнітних клапанів обігріву двигунів, для чого перемикач протилідової системи (ПОС) на центральному електрощитку встановити в положення «РУЧНЕ», при цьому засвітиться табло ПРОТИВООБЛ. СИСТЕМА ПРАЦЮЄ і має прослуховуватися спрацьовування кранів. Спрацьовування кранів обігріву двигунів необхідно перевірити також при встановленні вимикача ОБІГРІВ ДВИГУНІВ в положення ВКЛ. Після перевірок перемикач ПОС встановити в нейтральне положення, вимикач ОБІГРІВ ДВИГУНІВ в положення ВИКЛ.

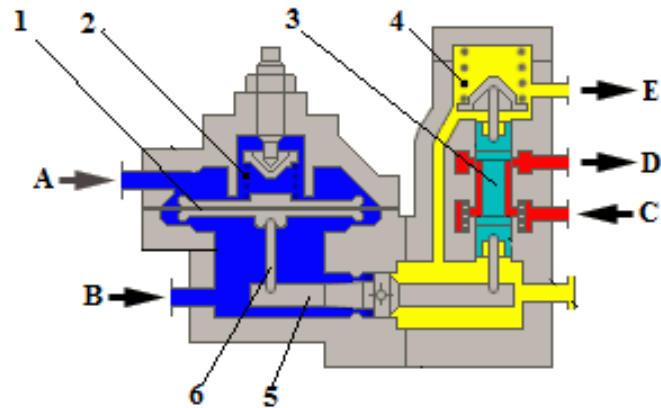
При температурі повітря  $+5^{\circ}\text{C}$  і нижче і наявності хмарності, туману, снігопаду, дощу або мряки ПОС двигунів необхідно включити після запуску двигунів і виходу їх на режим малого газу, встановивши вимикач ОБІГРІВ ДВИГУНІВ в положення ВКЛЮЧЕНО.

Спрацьовування ПОС двигунів при їх роботі контролюється не тільки по загорянню табло, але і по зростанню температури газу перед турбіною. Так, при включенні системи на номінальному режимі роботи двигуна температура газу може зрости приблизно на  $20^{\circ}\text{C}$ . При цьому необхідно стежити за тим, щоб температура газу не перевищувала максимально допустимої для даного режиму. При виключенні системи температура газу повинна знизитися до початкового значення.

## **2. Призначення та принципова схема, основні елементи и работа системи перепуску повітря.**

Система покращує пускові характеристики двигуна і захищає його від помпажа на режимі запуску. Вона складається з клапана перепуску повітря і датчика сигналів ДС-40Т, який керує роботою клапана.

Датчик сигналів ДС-40Т (рис. 2) складається з золотникового механізму і двухплечевого важеля, що з'єднує ці механізми. Золотник встановлений в каналі перепуску палива з лінії високого тиску насоса-регулятора НР-40ТА до клапану перепуску повітря. У верхню порожнину мембранного механізму по каналу А підводиться тиск повітря через компресора, редуційоване вхідним і вихідним жиклерами повітряного фільтра. У нижню порожнину мембранного механізму по каналу В підводиться повний тиск повітря за осьовими ступенями компресора.



*Рис. 2. Датчик сигналів ДС40Т:*

1 - мембрана; 2, 4 – пружини; 3 - золотник; 5 – важіль; 6 - голка; А -подача повітря з-за компресора; В – подача повітря з-за осьових ступенів компресора; С – подача палива високого тиску від НР-40ТА; D- подача палива високого тиску до клапану перепуску повітря; Е - злив палива

На непрацюючому двигуні клапан перепуску повітря під дією пружини на поршень знаходиться в закритому положенні. У початковий момент запуску тиск повітря, що підводиться по каналу В в нижню порожнину мембранного механізму, перевищує тиск повітря, що підводиться по каналу А в верхню порожнину мембранного механізму, і золотник утримується в верхньому положенні. Паливо з високим тиском від насоса-регулятора НР-40ТА, що підводиться до золотнику по каналу С, перепускається золотником по каналу D в порожнину 8 (див. Рис. 1) поршня 7 клапану перепуску повітря. Під дією цього тиску поршень стискає пружину 6 і відкриває клапан перепуску повітря.

У міру збільшення частоти обертання турбокомпресора змінюється відношення тисків у верхній і нижній порожнинах мембранного механізму, тиск повітря у верхній порожнині мембранного механізму збільшується швидше, і мембрана 1 (рис. 2) датчика сигналів зміщується вниз. Коли мембрана встановиться в нейтральне положення, золотник 3, переміщаючись вгору, прикриває канал 3 підведення високого тиску палива, а канал D підведення палива до клапану перепуска повітря повідомляє з зливним каналом Е. При подальшому збільшенні частоти обертання турбокомпресора золотник повністю перекриє канал С і клапан перепуску повітря під дією пружини на поршень закривається.

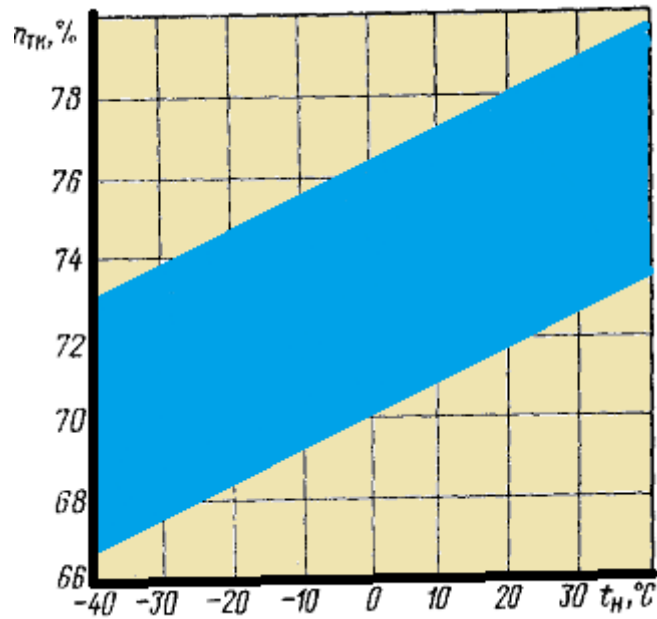


Рис.3

Частота обертання турбокомпресора, на якій відбувається автоматичне закриття клапана перепуску повітря, залежить від температури зовнішнього повітря і визначається за спеціальним графіком (рис. 3). При зменшенні режиму роботи двигуна відкриття клапан перепуску відбудеться в порядку, зворотному вище описаного, але на кілька меншій частоті обертання турбокомпресора. Гістерезис між відкриттям і закриттям клапана перепуску повітря становить приблизно 4% і закладений в систему становищем золотника для стійкої роботи клапана. Перевірка закриття клапана перепуску повітря проводиться на прогрітому двигуні при повільному збільшенні частоти обертання турбокомпресора.