

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

## **ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

навчальної дисципліни  
«Конструкція і технічне обслуговування авіаційних двигунів»  
обов'язкових компонентів  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
**272 Авіаційний транспорт**  
**(Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів)**

**За темою №8 «Протольодова система двигуна та її ТО»**

**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 28.08.2023 р. № 1

**Розробник:**

*Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки,  
спеціаліст вищої категорії Пономаренко А. В.*

**Рецензенти:**

- 1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор Тамаргазін О.А.*
- 2. Викладач циклової комісії аеронавігації, к.т.н., старший науковий співробітник, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Тягній В. Г.*

### **План лекції**

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

### **Література:**

#### **Основна література:**

1. Кулик М.С., Тамаргазін О.А. Конструкція, міцність та надійність газотурбінних установок і компресорів. Київ: НАУ, 2009. 477 с.
2. Терещенко Ю.М. Газотурбінні двигуни літальних апаратів, Київ: Вища школа, 2000. 319 с.
3. Царенко А.О. «Вертолiт Мі-8МТВ-1. Блок 3 Газотурбiнний двигун. (категорiя В1.3): Конспект лекцiй. Кременчук: КЛК ХНУВС, 2019. 303 с.
4. Царенко А.О. Вертолiт Мі-2. Блок 3 Газотурбiнний двигун. (категорiя В1.3): Конспект лекцiй. Кременчук: КЛК ХНУВС, 2021. 197 с.
5. Царенко А.О. «Вертолiт Мі-8(Т/П). Блок 3 Газотурбiнний двигун. (категорiя В1.3): Конспект лекцiй. Кременчук: КЛК ХНУВС, 2020. 243 с.

#### **Допомiжна лiтература:**

6. Кеба І.В. Конструкція і льотна експлуатація авіаційного двигуна ГТД 350. К.: Вища школа, 1987. 224 с.
7. Авіаційний газотурбінний двигун ГТД-350: Технічний опис. Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego «PZL-Rzeszów», 1977. 230 с.
8. Інструкція з експлуатації і технічного обслуговування двигуна ГТД-350. Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego «PZL-Rzeszów», 1977р.
9. Царенко А.О. Вертолiт Мі-2. Блок 3 Газотурбiнний двигун. (Категорiя В1.3): Конспект лекцiй. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 227 с.
10. Царенко А.О. «Вертолiт Мі-8Т. Блок 3 Газотурбiнний двигун. (Категорiя В1.3): Конспект лекцiй. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 250 с.

#### **Інформаційні ресурси в Інтернеті:**

11. [https://www.twirpx.com/files/science/transport/aircrafting/reference\\_helicopter\\_operation/](https://www.twirpx.com/files/science/transport/aircrafting/reference_helicopter_operation/)
12. <https://profbook.com.ua/gasoturbinni-dvyguny.html>
13. <https://www.yakaboo.ua/ua/konstrukcija-micnist-ta-nadijnist-gazoturbinnih-ustanovok-i-kompresoriv.html>

## Текст лекції

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

#### *А. 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 протизаморожувальну СИСТЕМУ»;
- ☐ відкладення льоду на візуальному сигналізаторі обмерзання і склах кабіни;
- ☐ зростання  $T_r$  при роботі двигуна на постійному режимі.

#### Б. Пристрій і робота протильодової системи

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

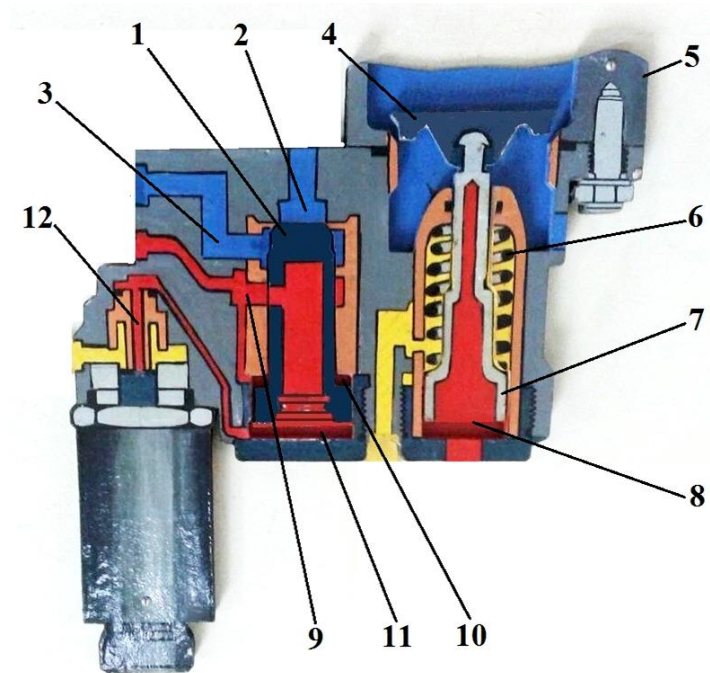


Рис. 1. Клапан перепуску повітря і клапан протиобледеніння:

1-клапан протиобледеніння; 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 обечайки ВНА і його лопатки обігріваються гарячим повітрям і частково маслом. Перепуск гарячого повітря з-за доцентрової ступені компресора виробляється клапаном протиобледеніння. Клапан протиобледеніння змонтований в загальному корпусі з клапаном перепуску повітря і кріпиться на корпусі компресора за 6 щаблем. 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 жиклер-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 антильодової 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.

#### Льотна експлуатація ПОС двигунів

Перед польотом, в якому можливо обмерзання, необхідно перевірити справність роботу електромагнітних клапанів обігріву двигунів, для чого

перемикач протильодової 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 двоплечевого 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, редуційними вхідним і вихідним жиклерами повітряного фільтра. У нижню порожнину мембранного механізму по каналу В підводиться повний тиск повітря за осьовими ступенями компресора.

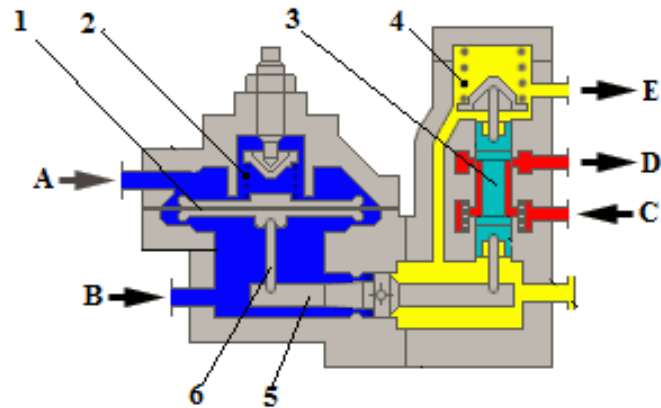
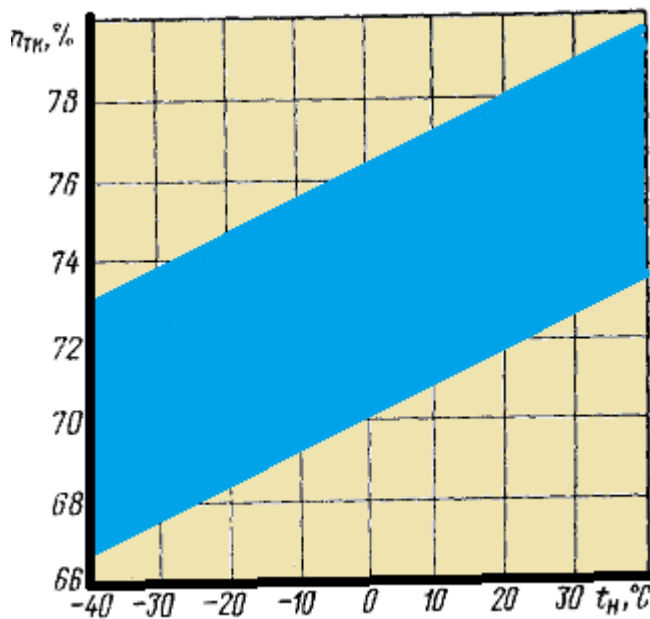


Рис. 2. Датчик сигналів ДС40Т:

1 - мембрана; 2, 4 - пружини; 3 - золотник; 5 - важіль; 6 - голка; А – підведення повітря із-за компресора; В - підведення повітря із-за осьових ступенів компресора; С - підведення високого тиску палива от НР-40ТА; D- підведення високого тиску палива до клапану перепуска повітря; Е - слив палива

На непрацюючому двигуні клапан перепуску повітря під взаємодією пружини на поршень знаходиться в закритому положенні. У початковий момент запуску тиск повітря, що підводиться по каналу 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 золотника по каналу С, перепускається золотником по каналу D в порожнину 8 (див. Рис. 1) поршня 7 клапана 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 перепуску 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.



Зависимость частоты вращения турбокомпрессора, на которой происходит автоматическое закрытие клапана перепуска воздуха от температуры наружного воздуха

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.

#### Питання для самоконтролю:

1. Дати характеристику роботи клапана перепуску повітря.
2. Дати характеристику роботи електромагнітного клапана.
3. Дати визначення та принципи роботи датчика сигналів ДС-40.
4. Визначити залежність частоти обертання турбокомпресора від температури зовнішнього повітря при спрацюванні клапана перепуску повітря.

Відповіді присилати на зворотню адресу: [sky.ntl.pnmrnk@gmail.com](mailto:sky.ntl.pnmrnk@gmail.com) з обов'язковим зазначенням ПІБ курсанта і назви навчальної групи.