

**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 №6 «Масильна 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.
2. Основні дані і елементи .
3. Циркуляція масла. Призначення, улаштування та робота агрегатів системи змащування.
4. Система суфлювання, її призначення і робота.
5. Несправності системи змащування, їх попередження та дії персоналу.

### 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. «Вертоліт Мі-8МТВ-1. Блок 3 Газотурбінний двигун. (категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК ХНУВС, 2019. 303 с.
4. Царенко А.О. Вертоліт Мі-2. Блок 3 Газотурбінний двигун. (категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК ХНУВС, 2021. 197 с.
5. Царенко А.О. «Вертоліт Мі-8(Т/П). Блок 3 Газотурбінний двигун. (категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК ХНУВС, 2020. 243 с.

#### Допоміжна література:

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. Вертоліт Мі-2. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 227 с.
10. Царенко А.О. «Вертоліт Мі-8Т. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. 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.

Система мастила двигуна виконує наступні функції:

- зменшує сили тертя між тертьовими поверхнями і механічний знос деталей;
- зменшує витрати потужності на подолання сил тертя;
- забезпечує відведення тепла від тертьових поверхонь;
- виносить із зазорів між тертьовими поверхнями продукти зносу деталей;
- запобігає корозії деталей.

Для змащування двигуна вертольота Мі-2 застосовується синтетичне масло Б-3В, яке володіє хорошими змащувальними властивостями і високою термохімічною стабільністю.

Поряд з позитивними якостями синтетичне мастило є високотоксичного рідиною, вона викликає набухання звичайної гуми та інших органічних матеріалів.

Не допускається падіння масла на лакофарбові покриття і електропроводку, які можуть від цього зруйнуватися. В процесі експлуатації не допускається змішування мінерального та синтетичного мастила, а також не допускається попадання палива в маслосистему з синтетичним мастилом.

### 2. Основні дані і елементи .

Система змащення – циркулярна, під тиском, нормально замкнута.

Основні дані маслосистеми:

Кількість масла, що заливається в маслобак при заправці, л..... 12,5

Мінімально допустима кількість масла в баку, л:

Для польоту..... 8

Після польоту..... 6

Тиск масла в системі, кг/см<sup>2</sup>:

на робочих режимах .....  $3,0 \pm 0,5$

на малому газі, не менше..... 1,5

Температура масла на виході з двигуна, С:

мінімальна для запуску без підігріву двигуна..... - 40

мінімальна для виходу на режим вище малого газу..... 30

мінімальна для тривалої роботи на робочих режимах ..... 60

рекомендована ..... 140

максимально допустима ..... 150

Витрата масла, л/год..... не більше 0,3

Систему змащення двигуна умовно можна розділити на зовнішню і внутрішню. До зовнішньої належать всі агрегати й елементи, встановлені на вертольоті. Внутрішню систему складають агрегати й елементи, встановлені на двигуні і всередині нього. Зовнішня маслосистема включає в себе маслбак, маслорадіатор, блок зливних кранів, кран перепуску масла, магнітну пробку, трубопроводи і шланги. Внутрішня маслосистема двигуна складається з блоку масляних насосів, масляного фільтра, системи трубопроводів, каналів і масляних форсунок.

### **3.Циркуляція масла. Призначення, улаштування та робота агрегатів системи змащування.**

Циркуляція масла в масляній системі здійснюється наступним чином. Масло з бака 17 по зовнішній трубці надходить у нагнітаючий насос 11, який під тиском подає масло в порожнину фільтра 9. Очищене у фільтрі від механічних домішок масло під тиском відкриває запірний клапан 10 і йде за трьома напрямками: через редукційний клапан 12, відрегульований на тиск  $3,0 \pm 0,5$  кг / см<sup>2</sup>, назад на вхід в нагнітає маслонасосів; по зовнішньому трубопроводу на змащування підшипника першої опори двигуна; по зовнішньому трубопроводу на змащування і охолодження підшипника третьої опори двигуна; по внутрішньому каналу корпусу фільтра, потім по каналах в стінках корпусу редуктора і каналам газозбірника на змащення і охолодження підшипників другої, четвертої, п'ятої та шостої опор двигуна і зубчастих передач редуктора. Прокачування масла через кожну опору двигуна визначається механічними і тепловими навантаженнями, що діють на опору, і встановлена прохідним перерізом масляних форсунок.

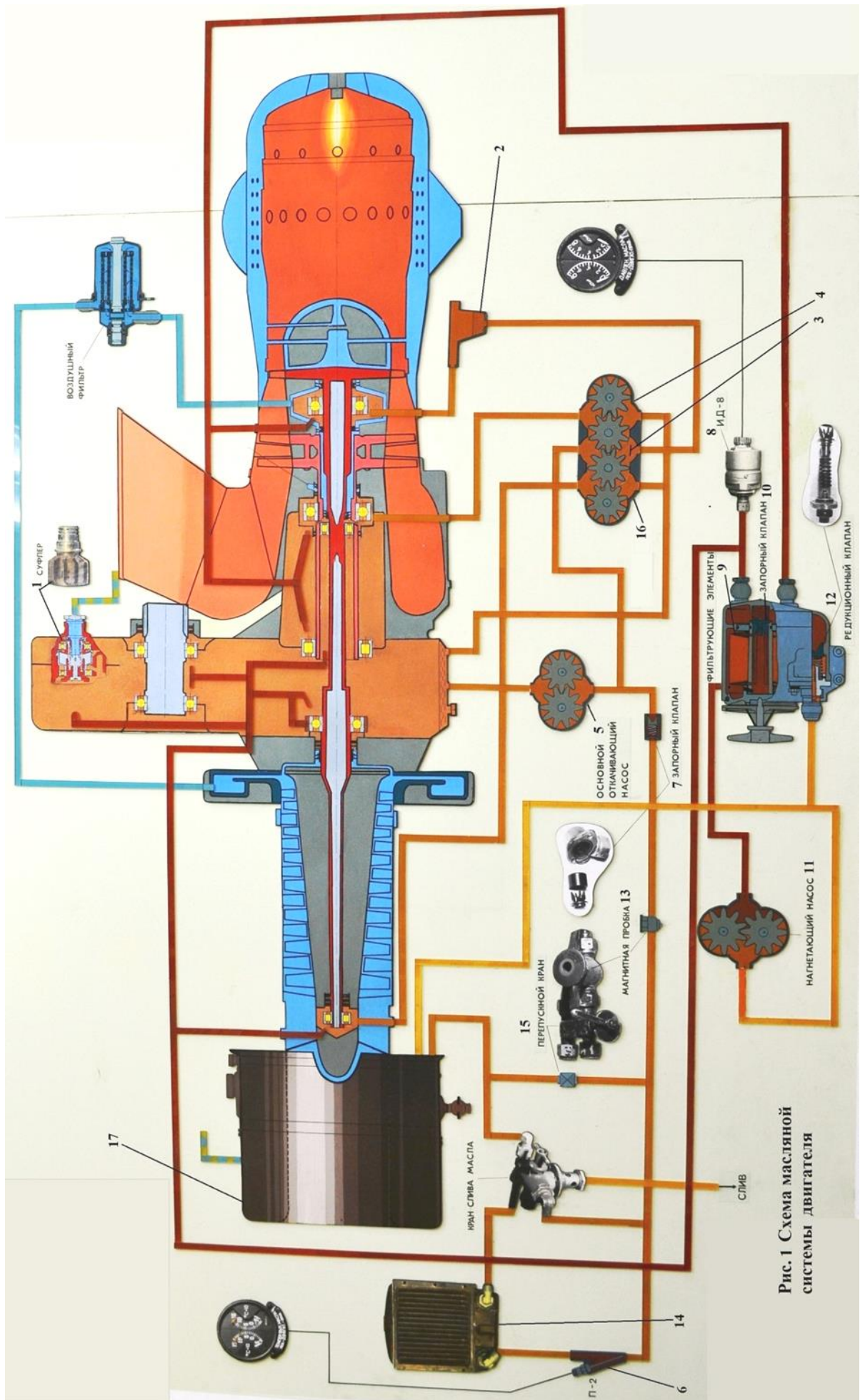


Рис. 1 Схема масляной системы двигателя

Відпрацьоване масло з першої опори двигуна відкачується насосом 16. Від насоса 16 масло частково зливається безпосередньо в порожнину редуктора, а інша його частина подається в канал виходу олії з основного відкачує насоса 5 в магістраль подачі масла в радіатор і далі в маслобак. Від третьої опори двигуна масло відкачується насосом 3 в картер редуктора. Для запобігання коксування масла після зупинки двигуна в трубці зливу масла з опори до відкачується насосами 3 встановлена додаткова ємність 2, в яку зливається масло з опори після припинення роботи насосів. Від четвертої та шостої опор двигуна відпрацьоване масло по внутрішніх каналах відкачується насосом 4 безпосередньо в порожнину редуктора і в магістраль подачі масла в маслобак. З другої, п'ятої і частково з шостої опор і з приводів двигуна масло зливається в картер редуктора, звідки відкачує насосом 5 подається через радіатор в маслобак. Продуктивність кожного насоса, що відкачує відповідає витраті масла через опору, з якої проводиться відкачка з урахуванням спінювання і нагрівання масла.

Запірні клапани 10, 7, встановлені в корпусі маслофільтра (нагнітальна магістраль) і в каналі відведення масла в радіатор (відкачують магістраль), перешкоджають перетіканню олії з маслобака в двигун при стоянці.

#### **4. Система суфлювання, її призначення і робота.**

Система суфлювання служить для забезпечення надійної роботи масляних ущільнень. Вона повідомляє повітряно-масляні порожнини двигуна з атмосферою і тим самим попереджає викид масла через ущільнення в газоповітряний тракт при підвищенні тиску в цих порожнинах. Підвищення тиску в олійних порожнинах при роботі двигуна може відбуватися внаслідок підігріву повітря і масла, а також, з-за прориву повітря і газу з газоповітряного тракту всередину масляних порожнин через ущільнення. При виході повітря з маслом в газоповітряний тракт двигуна відбуваються згорання масла і відкладення продуктів згорання на деталях конструкції двигуна. Крім того, збільшується витрата масла, погіршується його відкачування з олійних порожнин і зростає температура масла.

Олійні порожнини всіх опор двигуна безпосередньо або через мастилопроводи відкачування масла повідомлені з олійною порожниною редуктора. Олійна порожнину редуктора повідомляється з атмосферою через відцентровий суфлер 1, який встановлений у верхній частині порожнини корпусу редуктора і приводиться від валу вільної турбіни.

Масляні пари і масляна емульсія, прагнучи вийти з внутрішньої порожнини редуктора, надходять до обертової крильчатки суфлера. Емульсія проходячи через крильчатку, сепарується: масло, відкинуте лопатками

крильчатки до периферії, зливається назад в редуктор, а звільнений об'єм повітря через радіальні вікна у валику суфлера, штуцер і спеціальну трубку виводиться поза борт вертольота. Для спалювання парів мастила і невідсепарованого мастила трубка від відцентрового суфлера виводиться до зрізу вихлопного патрубку. Суфлювання масляного бака з атмосферою проводиться через спеціальну трубку, яка виведена поза борт вертольота.

## **5. Несправності системи змащування, їх попередження та дії екіпажу.**

1. Падіння тиску масла на виході з нагнітаючого масляного насоса. При цьому різко зменшується кількість мастила, що надходить на змазування підшипників опор і зубчастих передач двигуна. Найбільш несприятливо падіння тиску масла позначається на роботі підшипників (особливо підшипника третьої опори), які при недостатньому змазуванні можуть руйнуватися.

Причини:

- ☐ засмічення фільтра тонкого очищення масла механічними домішками, частками нагару або іншими продуктами коксування масла;
- ☐ підсмоктування повітря через негерметичні з'єднання на лінії масляний бак — нагнітаючий масляний насос. У цьому випадку при непрацюючому двигуні в місці негерметичності з'являється текти масла;
- ☐ недостатня кількість масла в маслобачі внаслідок недостатності заправки, витоків, більшої витрати масла при роботі двигуна.
- ☐ зменшення в'язкості масла внаслідок його перегрівання або зміни хімічного складу.
- ☐ заїдання редукційного клапана у відкритому положенні. При цьому тиск масла на підвищених режимах роботи двигуна може зберігатися в допустимих межах. При зменшенні режиму тиск масла різко зменшується, так як клапан виробляє безперервний перепуск олії з лінії нагнітання назад на вхід в насос.

Дії персоналу:

- ☐ якщо тиск масла по приладу зменшується нижче  $2,5 \text{ кгс/см}^2$ , то необхідно зменшити режим роботи двигуна. На крейсерському режимі дозволяється продовжувати політ при тиску масла не нижче  $2 \text{ кгс/см}^2$ .
- ☐ якщо тиск масла падає нижче  $2 \text{ кгс/см}^2$ , то необхідно вимкнути двигун;

2. Відсутність тиску мастила при прокрутці двигуна після розконсервації.

Причини:

- ☐ неправильне під'єднання трубопроводів для підведення і відведення масла з двигуна;

☐ несправність датчика або покажчика тиску масла, несправність електричного ланцюга вимірювання тиску масла.

Дії персоналу: прокручування припинити.

### 3. Підвищення температури масла на виході з двигуна.

При цьому значно зменшується відведення тепла від підшипників і інших тертьових деталей двигуна, зменшується в'язкість масла і погіршуються його змащувальні властивості. Це може призводити до руйнування підшипників опор двигуна. Надмірний нагрів маслобака, внутрішній канал якого є повітрозабірником, збільшує підігрів повітря на вході в двигун, що приводить до зменшення максимальної потужності двигуна і підвищення його температурного режиму.

Причини:

☐ недостатня кількість масла в масляному баці;

☐ засмічення сот маслорадіатора з зовнішньої сторони легкими механічними предметами, які при роботі двигуна на землі піднімаються повітряним потоком від несучого гвинта і вентилятором направляються в маслорадіатор;

☐ неправильне положення крана перепуску масла, коли масло не проходить через радіатор, а перепускається з двигуна безпосередньо в маслобак. При експлуатації при температурі зовнішнього повітря вище  $+15^{\circ}\text{C}$  кран перепуску масла повинен перебувати в положенні "Закрито";

☐ несправність маслорадіатора, коли термостатичний клапан радіатора перепускає масло повз охолоджуючі соти в масляний бак;

☐ тривала робота на підвищених режимах в умовах високих температур зовнішнього повітря у землі;

☐ руйнування деталей опор двигуна.

Дії персоналу:

☐ при зростанні температури масла по приладу вище  $150^{\circ}\text{C}$  необхідно зменшити режим роботи двигуна.

☐ якщо зростання температури не зупиняється, необхідно припинити політ або вимкнути двигун.

### 4. Підвищена витрата масла з маслосистеми двигуна.

Ця несправність може не викликати зовнішніх порушень в роботі двигуна і визначається практично після польоту при перевірці рівня масла в баку. Однак значна витрата масла може викликати падіння тиску та підвищення температури масла.

Причини:

□ поява витоків масла у зовнішніх з'єднаннях маслопроводів і агрегатів маслосистеми (підтікання масла з зовнішніх з'єднань елементів маслосистеми не допускається);

□ заїдання запірних або редуційного клапанів у відкритому положенні, при цьому виявляється підтікання масла з вихлопних патрубків або з першої опори двигуна під час стоянки вертольота;

□ порушення прохідності трубки суфлірування третьої опори двигуна через закупорки нагаром. Внаслідок підвищення тиску в масляній порожнині опори відбувається вибивання масла через ущільнення в проточну частину двигуна. Наявність цього дефекту поряд з підвищеною витратою масла супроводжується димним вихлопом з двигуна, особливо після його зупинки;

□ викид масла з трубки суфлірування маслобака внаслідок перезавправки маслобака, попадання води в масло, зміни хімічного складу масла;

□ викид масла з трубки відведення повітря від відцентрового суфлера внаслідок прориву повітря і газів всередину масляних порожнин із-за руйнування опор, несправності радіатора або відкачує масляного насосу.

Дії персоналу: при витраті масла в двигуні вище 0,3 л / ч експлуатація двигуна до усунення причин заборонена.