

**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 № 6 - Система змащування та суфлювання**

**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.
2. Основні дані і елементи .
3. Циркуляція масла. Призначення, улаштування та робота агрегатів системи змазки.
4. Система суфлювання, її призначення і робота.
5. Несправності системи змазки, їх попередження та дії екіпажу.

### 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.

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 масел, а також не допускається попадання палива в маслосистем з синтетичної 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 ± 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

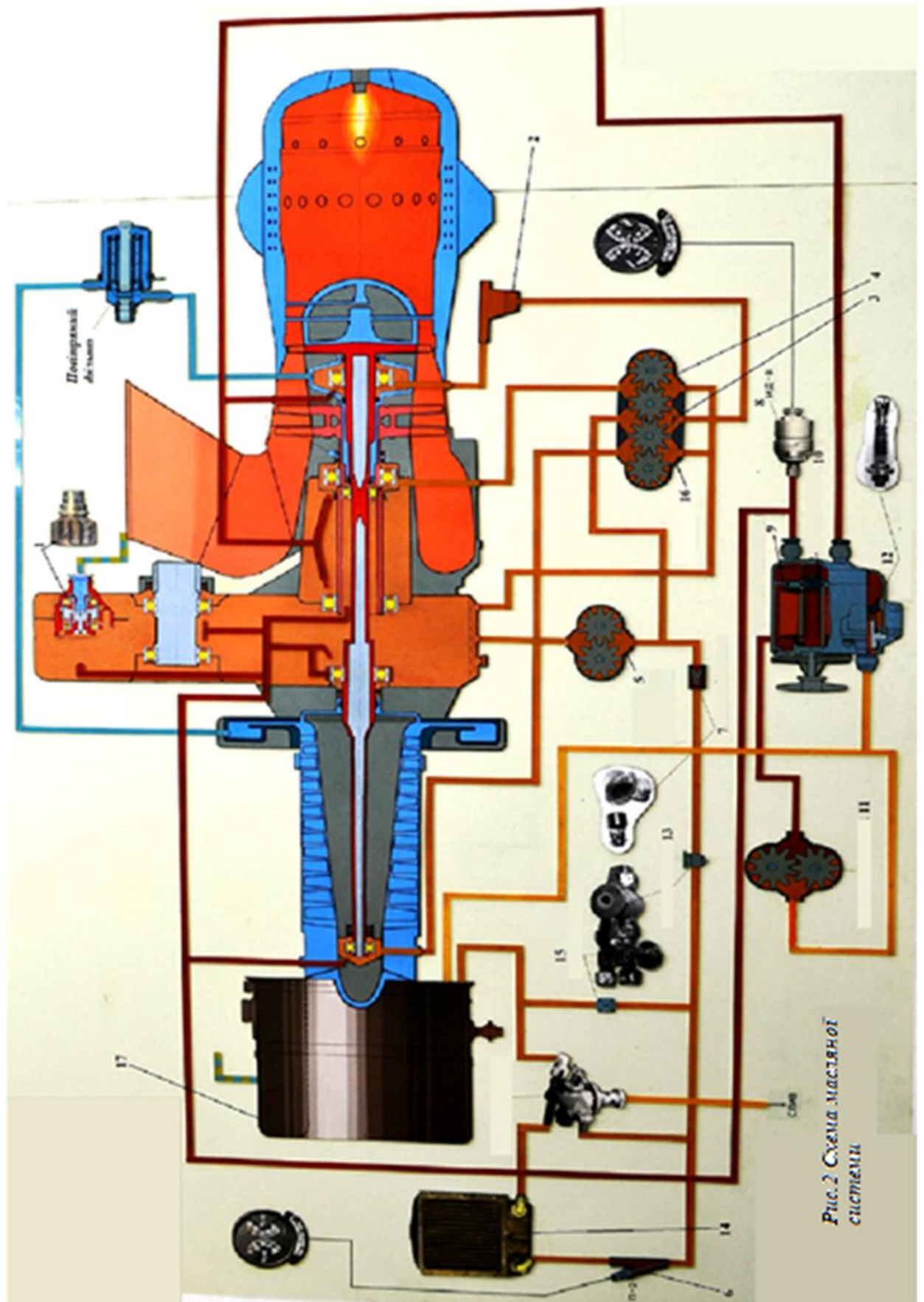
Систему змащення двигуна умовно можна розділити на зовнішню і внутрішню. До зовнішньої належать всі агрегати й елементи, встановлені на вертольоті. Внутрішню систему складають агрегати й елементи, встановлені на двигуні і всередині нього. Зовнішня маслосистема включає в себе маслобак, маслорадиатор, 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 змазки.**

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 маслonaсосів; по зовнішньому трубопроводу на змазування підшипника першої опори двигуна; по зовнішньому трубопроводу на змазування і охолодження підшипника третьої опори двигуна; по внутрішньому каналу корпусу фільтра, потім по каналах в стінках корпусу редуктора і каналам газосборника на змазку і охолодження підшипників другою, четвертою, п'ятою та шостою опор двигуна і зубчастих передач редуктора. Прокачування масла через кожен опору двигуна визначається механічними і тепловими навантаженнями, що діють на опору, і встановлена прохідним сеченієм масляних форсунок.



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 трубі 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 крильчатці суфлера. Емульсія проходячи через крильчатку, сепарується: масло, отброшенне лопатками крильчатки до периферії, зливається назад в редуктор, а звільнився повітря через радіальні вікна у валику суфлера, штуцер і спеціальну трубку виводиться за борт вертольота. Для спалювання парів масла і неотсепарированного масла трубка від відцентрового суфлера виводиться до зрізу вихлопного патрубку. Суфлювання масляного бака з атмосферою проводиться через спеціальну трубку, яка виведена за борт вертольота.

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

1. Падіння тиску масла на виході з нагнітаючого масляного насоса. При цьому різко зменшується кількість масла, 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 маслобаке 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 екіпажу:

☐ якщо тиск масла по приладу зменшується нижче 2,5 кгс/см<sup>2</sup>, то необхідно зменшити режим роботи двигуна. На крейсерському режимі дозволяється продовжувати політ при тиску масла не нижче 2 кгс/см<sup>2</sup>.

☐ якщо тиск масла падає нижче 2 кгс/см<sup>2</sup>, то необхідно вимкнути двигун;

2. Відсутність тиску масла при прокрутці двигуна після рас-консервації.

Причини:

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

☐ несправність датчика або показчика тиску масла, несправність електричної ланцюга вимірювання тиску масла.

Дії екіпажу: 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 повітрязабірником, збільшує



підігрів повітря на вході в двигун, що приводить до зменшення максимальній потужності двигуна і підвищення його температурного режиму.

Причини:

- ☐ недостатня кількість масла в масляному баці;
- ☐ засмічення сот маслорадиатора з зовнішньої сторони легкими механічними предметами, які при роботі двигуна на землі піднімаються повітряним потоком від несучого гвинта і вентилятором направляються в маслорадиатор;
- ☐ 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 маслорадиатора, коли термостатичний клапан радіатора перепускає масло повз охолоджуючих сот в масляний бак;
- ☐ тривала робота на підвищених режимах в умовах високих температур зовнішнього повітря у землі;
- ☐ руйнування деталей опор двигуна.

Дії екіпажу:

- ☐ 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 значний 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 клапана у відкритому положенні, при цьому виявляється текти 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 масляному порожнини опори відбувається вибивання масла через ущільнення в проточну частину двигуна. Наявність цього дефекту поряд з підвищеною витратою масла супроводжується димний вихлоп з двигуна, особливо після його зупинки;
- ☐ викид масла з трубки суфлірування маслобака внаслідок пере-заливки 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 екіпажу: при витраті масла в двигуні вище 0,3 л / ч експлуатація двигуна до усунення причин заборонена.