

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни  
«Конструкція та міцність авіадвигунів»  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт  
(Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів)**

**за темою № 8 - Повітряна система двигуна**

**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 лекцій:**

1. Склад повітряної системи двигуна.
2. Призначення, склад і робота протилітальної системи двигуна.
3. Агрегати протилітальної системи двигуна.

### **Рекомендована література:**

#### **Основна:**

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

#### **Допомiжна:**

5. Терещенко Ю.М. Газотурбiннi двигуни лiтальних апаратiв, Київ: Вища школа, 2000. 319 с.

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

6. MI-17 Manual Del Motor TB3-117 Libro 1, 2001. 554 p. URL.: <https://www.scribd.com/document/438354005/MI-17-Manual-Del-Motor-TB3-117-Libro-1> (дата звернення 26.08.2023)
7. MI-17 Manual Del Motor TB3-117 Libro 2, 2001. 382 p. URL.: <https://www.scribd.com/document/438355792/Mi17-Manual-Del-Motor-TB3-117-Libro-2> (дата звернення 26.08.2023)
8. MI-17 Manual Del Motor TB3-117 Libro 3, 2001. 94 p. URL.: <https://www.scribd.com/document/438357322/Manual-del-Motor-TB3-117-Libro-3-pdf> (дата звернення 26.08.2023)

### **Текст лекції**

#### **1.Склад повітряної системи двигуна.**

Повітряна система двигуна включає в себе:

- систему наддуву опор
- відбори повітря для систем вертольота
- протиобмерзних систему (ПОС) двигуна

Система наддуву опор двигуна служить для забезпечення надійної роботи опор роторів і включає в себе наддув ущільнень і скидання повітря з повітряних порожнин опор.

*Наддув ущільнення I опори здійснюється повітрям, що подається від V ступеня компресора по трубопроводу (зліва, збоку, спереду).*

*Наддув ущільнення II опори відбувається безпосередньо повітрям через компресора через лабіринт і вторинним повітрям камери згоряння.*

*Наддув ущільнення III опори здійснюється повітрям, що подається від VII ступеня компресора по трубопроводу (праворуч).*

*Наддув ущільнення IV і V опор здійснюється повітрям, що подається від V ступеня компресора по трубопроводу (ліворуч, ззаду, знизу).*

Забезпечення необхідних величин тисків для наддуву ущільнень опор здійснюється підбором жиклерів, встановлених в трубопроводах наддуву.

На двигуні передбачено відбір повітря для систем вертольота:

- на протиобмерзних систему пилзахисні пристрої (ПЗУ);
- на ежектор ПЗУ;
- в систему кондиціонування повітря (при доопрацюванні);
- на обігрів костюмів пілотів (при доопрацюванні).

*Відбір повітря на протиобмерзних систему ПЗУ і на обігрів воздухопровода обдування термопатрон насоса-регулятора здійснюється через фланець справа.*

*Відбір повітря на ежектор ПЗУ здійснюється через штуцер відбору повітря справа.*

*Відбір повітря в систему кондиціонування повітря і на обігрів костюмів пілотів здійснюється через фланець зліва.*

## **2. Призначення, склад и робота протильодової системи двигуна.**

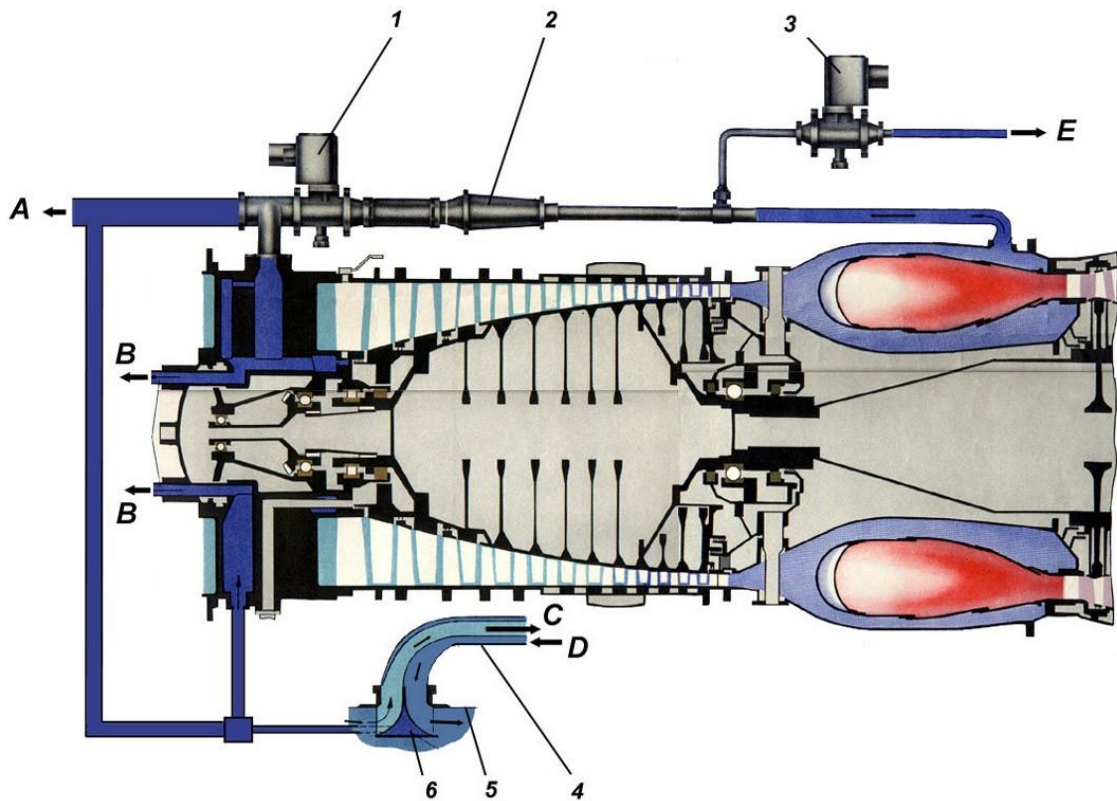
Протильодова система призначена для захисту вхідної частини компресора, а також повітрязабірника (або ПЗУ при його установці) при експлуатації двигуна в умовах, що сприяють утворенню льоду. В системі використовується вторинне повітря, що відбирається з камери згоряння. Гарячим повітрям обігріваються передні крайки горизонтальних стійок корпусу першої опори, лопатки ВНА і деталі ПЗУ. При відсутності ПЗУ обігрівається кок і передня кромка повітрязабірника двигуна.

У систему противообледеніння входить також сигналізатор обледеніння СО-121М, встановлений на вертольоті. Включення протильодової системи правого двигуна проводиться або автоматично по сигналу від СО-121М, або вручну, ПОС лівого двигуна - тільки вручну. Витрата повітря, що подається в систему, автоматично обмежується терморегулятором для зниження втрат потужності.

В електричному ланцюзі протильодової системи вертольота встановлений перемикач «Ручне» - «Автомат». Такий же перемикач мається на ланцюгу протильодової системи двигунів.

Сигналізатор СО-121М (СО-121ВМ) - являє собою одну каналну систему, що складається з датчика, перетворювача та монтажної рами РМ-5. Монтажна рама РМ-5 призначена для встановлення одного перетворювача.

Датчик ДСЛ-39МТ (рис.1) сигналізатора СО-121М складається з вібратора (1), корпуса (2), кронштейна (3) який має канал (4) повітряного обігріву кронштейна та отвір (5) для виходу гарячого повітря. Основною частиною



датчика є вібратор, в якому розташовані електромагнітна система збудження, мембрана та обмотка обігріву головки вібратора. Для скидання льоду з кронштейна в датчику є канал повітряного обігріву кронштейна, який при зледеніння подається гаряче повітря від виробу. Відпрацьоване гаряче повітря виходить із кронштейна через отвір (5).

Рис. 1. Схема відбору повітря від двигуна  
на протиобліднювальну систему та ежектор ПЗП

1 - заслінка 1919Т протиобледенительной системи; 2 Терморегулятор витрати повітря; 3 - Заслінка 1919Т пилезащитного пристрою; 4 - Повітропровід; 5 - Повітрозабірник термопатрона насоса-регулятора; 6 - Обігривається поверхня повітрозабірника; А – на обігрів поверхонь пилезащитного пристрою; В – на обігрів сепаратора ПЗП; С-до термопатрона; D – від термопатрона; Е – на ежектор ПЗП.

Принцип дії сигналізаторів ґрунтується на залежності частоти вихідного сигналу датчика від товщини плівки льоду, на його чутливому елементі - мембрані.

При включенні живлення сигналізатора мембрана датчика починає чинити коливання, частота яких визначається її жорсткістю. Порухення коливань мембрани проводиться за допомогою підсилювача змінного струму, що знаходиться в перетворювачі, та електромагнітної системи збудження, розташованої в датчику. При осіданні льоду на мембрані її жорсткість

підвищується, що призводить до збільшення частоти коливань. При товщині льоду, яка визначається чутливістю сигналізатора, частота коливань досягає такої величини, при якій спрацьовує частотний дискримінатор. Сигнал про зледеніння з дискримінатора надходить у блок вихідних команд, який формує команди "Зледеніння", "ПОС", "БАР", "РІ" у вигляді напруги постійного струму 27 В та команди на включення обігріву головки вібратора датчика та кронштейна датчиків ДСЛ-40Т, ДСЛ-40ТВ (для скидання льоду), а також для видачі відповідних сигналів на загоряння індикаторів ОБІГРІВ. Для надійного скидання льоду з головки вібратора та формування безперервного сигналу про зледеніння при проходженні об'єктом усієї зони зледеніння команда на вимикання обігріву головки вібратора має затримку на час  $(8 \pm 2)$  с, а вихідні команди "Зледеніння" "ПОС" "БАР", "РІ" та команда на вимикання обігріву кронштейна датчиків ДСЛ-40Т, ДСЛ-40ТВ мають затримку  $(140 \pm 40)$  з моменту зняття сигналу про зледеніння з дискримінатора.

Тимчасові затримки вимкнення вихідних команд формуються блоком тимчасових інтервалів по сигналу про зледеніння з дискримінатора.

При повторному наростанні льоду на мембрані (об'єкт продовжує перебувати в зоні зледеніння) затримка вихідних команд на  $(140 \pm 40)$  і команда на вимикання обігріву кронштейна датчиків ДСЛ-40Т, ДСЛ-40ТВ скидаються і процес повторюється.

### **3. Агрегати протилідової системи двигуна.**

*Терморегулятор* призначений для обмеження подачі гарячого повітря від компресора до обігрівачів елементів при роботі двигуна з включеною протилідовою системою на режимах вище малого газу з метою зниження втрат потужності.

Терморегулятор встановлюється в магістралі подачі гарячого повітря в систему противообледенения і з'єднується фланцями з трубопроводами.

На працюючому двигуні з включеною системою противообледенения гаряче повітря від компресора, проходячи через терморегулятор, нагріває біметалічну пружину, яка обертає рухливий сектор, змінюючи площа прохідного перетину.

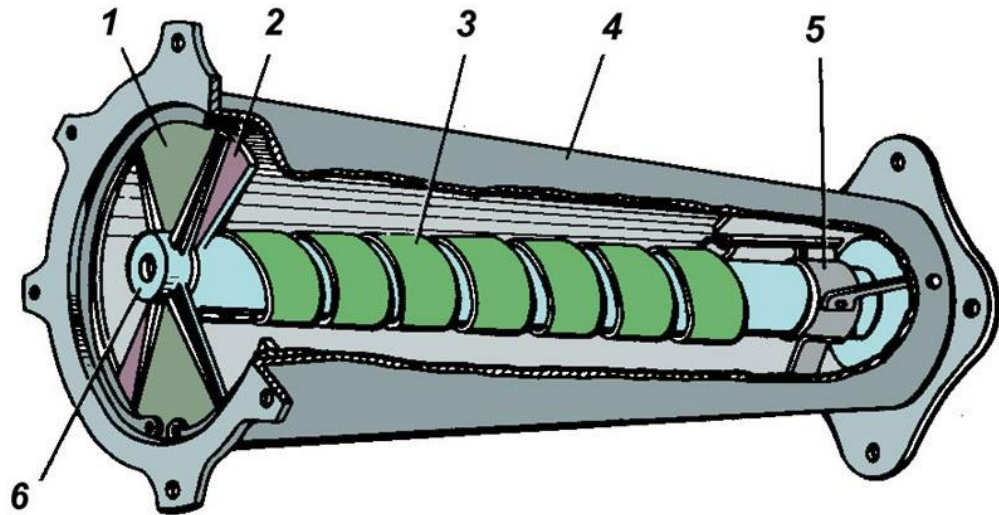
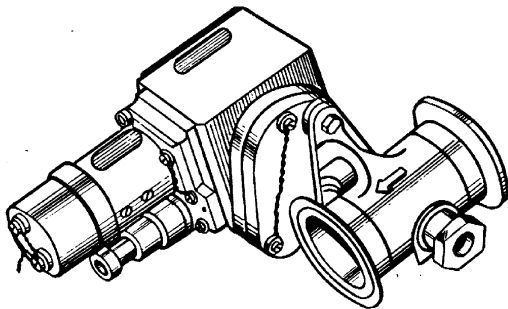


Рис. 3. Терморегулятор витрати повітря, що подається на обігрів повітря

1 – Нерухомий сектор; 2 - Рухливий сектор; 3 – Біметалічна пружина; 4 – Корпус терморегулятора; 5 – Задня втулка; 6 – Передня втулка

Регулююча заслінка 1919Т призначена для відкриття та закриття магістралі гарячого повітря для нанесення системи двигуна.



Основні технічні дані:

Тиск повітря на вході (не більше) ..... 8 кгс / см<sup>2</sup>.

Температура повітря на вході (не більше) ..... 300°C.

Температура навколишнього повітря ..... - 60°C + 30°C

Тиск навколишнього повітря (не менше) ... 18,6 мм.рт.ст

Перетікання повітря при відкритій заслінці:

При тиску на вході 8 кгс / см<sup>2</sup> і температурі (20 ± 10) °C

Не більше ..... 10 кг / год.

При тиску на вході 1 кгс / см<sup>2</sup> і температурі 400°C

Не більше ..... 2,5 кг / годину.

Гідравлічне опір повністю відкритою регулюючою заслінки при витраті повітря 400 кг / год, тиск 8 кгс / см<sup>2</sup> і температурі (20 ± 10) °C

Не більше ..... 100 мм рт.ст.

Напруга постійного струму ..... (27 ± 2,7) В.

Сила споживаного струму (не більше) ..... 0,37А.

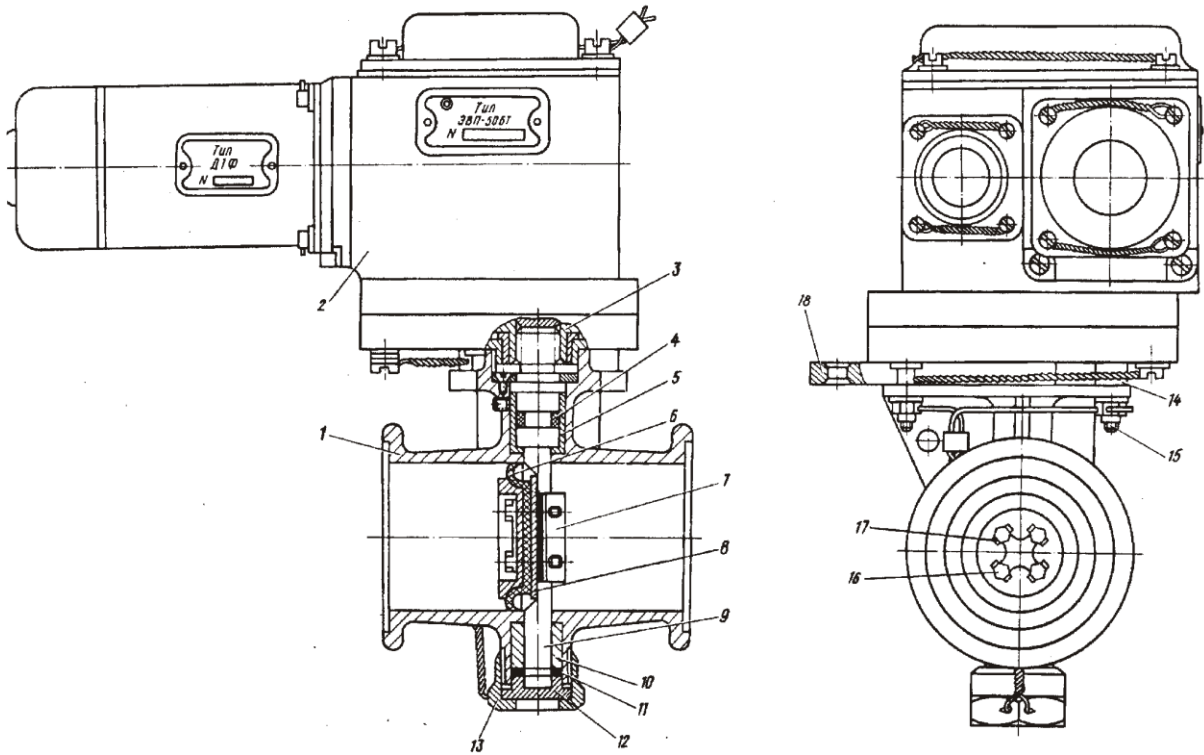
Маса (не більше) ..... 1,6кг.



Час повного відкриття або закриття ..... (29 + 8,7-5,8) сек.

Примітка.

1. Тиск повітря на вході показано надлишковий.
2. При тиску до 1 кгс / см<sup>2</sup> температура повітря на вході допускається до 400°C.
3. Допускається підвищення температури при закритій регулюючій заслінці:  
режим 1 - температура повітря на виході 450°C, тиск повітря на вході 6 кгс / см<sup>2</sup>, тривалість до 5 хвилин.  
режим 2 - температура повітря на вході 350°C, тиск повітря на вході 4,5 кгс / см<sup>2</sup>, тривалість до 40 хвилин.



*Регулююча заслінка 1919T*

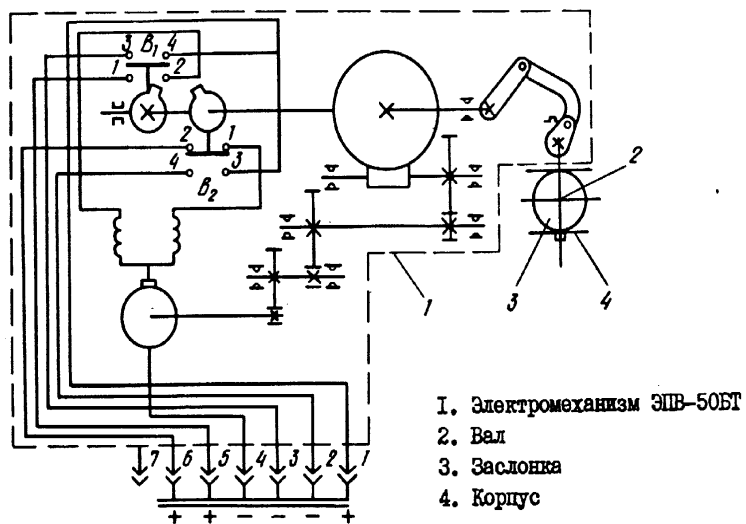
Корпус (1) має форму труби з двома фланцями, зовні має прилив трикутної форми з ребрами для кріплення виконавчі електричні (2). Заслінка укріплена на валу (9) за допомогою чотирьох гвинтів, являє собою диск (8) з манжетою (6). Манжета грає роль пружного елемента і перешкоджає перетіканню з однієї порожнини в корпусі іншу. Для запобігання витoku на потовщеною шийці вала (9) є канавка для ущільнювального кільця (4). Шлицевий кінець вала (9) входить в шлицеву втулку (3) виконавчі електричні. Електромеханізм до корпусу регулюючої заслінки кріпиться трьома шпильками (15), що проходять через дистанційну втулку (14) і кронштейн (18). Кільце ущільнювача (11), стиснуті гайкою (13), створює герметичне ущільнення.

Регулювання подачі повітря заслінкою здійснюється від електричного імпульсу, що подається виконавчі електричні. При подачі електричного імпульсу на електромеханізм (1) вісь (2) і закріплена на ній заслінка (3) повертається на відкриття або закриття прохідного перетину в залежності від знака подається імпульсу. Для одержання рівномірного по часу рівномірного



зміни прохідного перетину заслінки в електромеханізм включений чотирьохфазний механізм.

Принципова схема регулюючої заслінки.



Позначення клем штепсельного роз'єму

- 1 «плюс» сигналізації,
- 2 сигнал лівого крайнього положення (заслінка відкрита),
- 3 сигнал крайнього правого положення (заслінка закрита),
- 4 «мінус» електродвигуна,
- 5 праве обертання вихідного вала виконавчі електричні (закриття заслінки),
- 6 ліве обертання вихідного вала виконавчі електричні (відкриття заслінки).

