**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
**Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів**

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

**Харків 2021**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**
Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.2021 № 8

**СХВАЛЕНО**
Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.09.2021 № 2

**ПОГОДЖЕНО**
Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021р. № 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. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.

**План лекції:**

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

## Рекомендована література:

**Основна:**

1. Царенко А.О. «Вертоліт Мі-8МТВ-1. Блок 3 Газотурбінний двигун. (категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 294 с.

**Додаткова:**

2. Данилов В.А., Занько В.М., Калінін Н.П., Кривко А.І. Вертоліт Мі-8МТВ. Конструкція і експлуатація. Москва: Транспорт, 1995. 295 с.
3. Богданов А.Д., Калінін Н.П., Кривко А.І. Турбовальний двигун ТВ3-117ВМ. Конструкція і технічна експлуатація. Москва: Повітряний транспорт, 2000. 392 с.
4. Керівництво з технічної експлуатації двигуна ТВ3-117.Книги 1,2,3. Москва: Транспорт, 1987. 706 с.
5. Орлов В.І. Конструкція і експлуатація двигуна ТВ3-117В: Навчальний посібник. Сизрань, 2003. 185 с.
6. Кеба І.В. Турбовальний двигун ТВ3 - 117ВМ/ВМА: Навчальний посібник. Кременчук, 2011. 148с.
7. Щеглов А.В. Вертоліт МІ-8МТ (МТВ). Вертоліт і двигуни: Навчальний посібник. Торжок: 344 Центр бойового застосування і перенавчання льотного складу армійської авіації, 2000. 252 с.

## 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 ступені 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 пилозахисні 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 протільодової системи двигуна.

Протизаморожувача призначена для захисту вхідної частини компресора, а також повітрозабірника (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 повітрозабірника двигуна.

У систему протівообледіненія входить також датчик обледеніння РІО-3М, встановлений на вертольоті. Включення противообледенительной системи правого двигуна проводиться або автоматично по сигналу від РІО-3М, або вручну, ПОС лівого двигуна - тільки вручну. Витрата повітря, що подається в систему, автоматично обмежується терморегулятором для зниження втрат потужності.

В електричному ланцюзі противообледенительной системи вертольота встановлений перемикач «Ручне» - «Автомат». Такий же перемикач мається на ланцюгу протіввобледінітельной системи двигунів. Введено контроль справності електрообігріву датчика сигналізатора РІО-3М і аварійне включення його обігріву в разі виходу з ладу електронного блоку.

Радіоізотопний сигналізатор обмерзання РІО-3М призначений для автоматичного включення противообледенительной системи вертольота і оповіщення екіпажу про початок обмерзання. Сигналізатор складається з датчиків і електронного блоку.

Датчик сигналізатора обмерзання встановлений в тунелі повітрозабірника вентилятора, а електронний блок в радіовідсіку. Датчик сигналізатора РІО-3М складається з корпусу 7 з фланцем 6, штиря 4 з кожухом 2, джерела радіоактивного випромінювання БІ-4А (поз. 1), електронагрівального елемента 3, лічильника заряджених частинок СТС-5 (поз. 8), штепсельного роз'єму 9 .

Принцип дії сигналізатора заснований на зміні потоку β- частинок, що випромінюються радіоактивним елементом джерела 1, який викликається утворенням шару льоду на поверхні кожуха 2 штиря при попаданні вертольота в зону обмерзання.

Потік β-частинок, проникаючи через кожух 2 штиря, йде через вікно у фланці 6 на лічильник 8 заряджених частинок (детектор), в якості якого в датчику сигналізатора обмерзання використовується галогенний газорозрядне лічильник типу СТС-5, що працює в імпульсному режимі. Лічильник заряджених частинок включений в схему електронного блоку, виконану на транзисторах.

При проходженні через лічильник β- частинок в ньому періодично виникає розряд, і з'являється при цьому електричний імпульс надходить на реєструючу систему електронного блоку. Утворилася на поверхні кожуха 2 штиря лід зменшує кількість β-частинок, що потрапляють на лічильник 8, внаслідок чого частота розрядів в лічильнику і частота електричних імпульсів, що надходять в електронний блок, змінюється. В електронному блоці це зміна періоду проходження імпульсів перетвориться в сигнал, що управляє, який замикає електричний ланцюг лампи табло «Обледеніння», який сповіщає про початок обмерзання. Одночасно включається нагрівальний елемент 3 датчика обмерзання, для видалення льоду з поверхні кожуха 2 штиря. Після видалення льоду електронагрівальний елемент 3 вимикається.

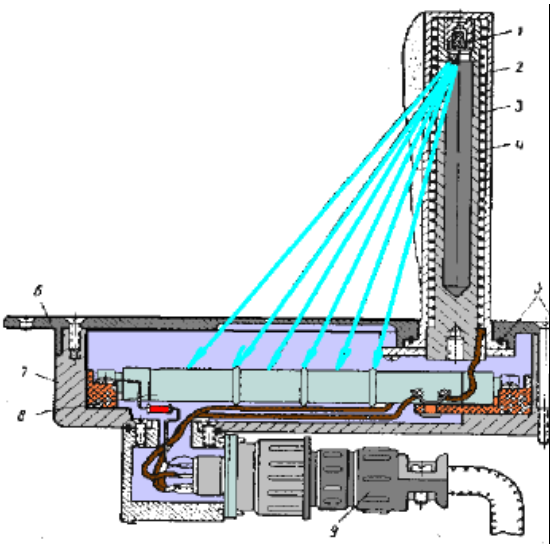
Керуючий сигнал від електронного блоку датчика обмерзання надходить також у блокувальний реле, що спрацьовує при установці перемикачів в положення «Автомат» і включає харчування від акумуляторної шини на керуючі обмотки інших реле, через замкнувшись контакти яких напруга подається одночасно на заслінки 1919Т.

При цьому загоряються лампи в табло «Протиобмерзна система включена», «Обігрів двигунів включений», «Обігрів ПЗУ включений» (роздільні табло для правого і лівого двигунів).

Після припинення обмерзання вимикання противообледенительной системи проводиться вручну натисканням кнопки, розташованої на лівій панелі верхнього електропульт. У деяких випадках протиобмерзних систему можна включити примусово, для чого перемикачі необхідно встановити в положення «Ручне».

Для контролю справності обігріву штиря датчика сигналізатора обмерзання РІО-3М немає табло «Обігрів датчика справний» і мікровимикач, встановлений на лівій панелі верхнього електропульт. Для включення обігріву штиря до випадку несправності електронного блоку сигналізатора, щоб уникнути обмерзання датчика, встановлений вимикач «Аварійне включення обігріву датчика». Сигналізатор обмерзання харчується змінним і постійним струмом. Ланцюги харчування змінним струмом підключені до шини генератора змінного струму, ланцюги живлення постійним струмом - бортовий мережі вертольота.

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



*Датчик сигналізатора РІО-3М*
1 джерело радіоактивного випромінювання БІ-4А,
2 кожух штиря,
3 електронагрівальний елемент, 4 штир,
5 герметизирующие прокладки, 6 фланець,
7- корпус датчика, 8-лічильник заряджених частинок СТС-5, 9 штепсельної вилки.

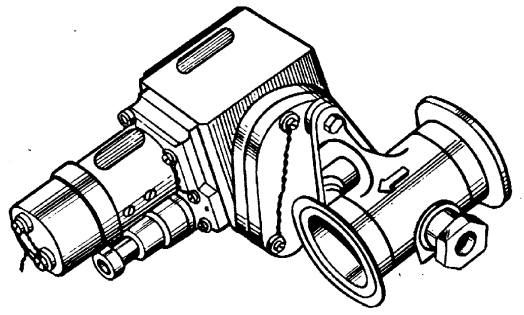
**3.Агрегати протильодової системи двигуна.**

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.

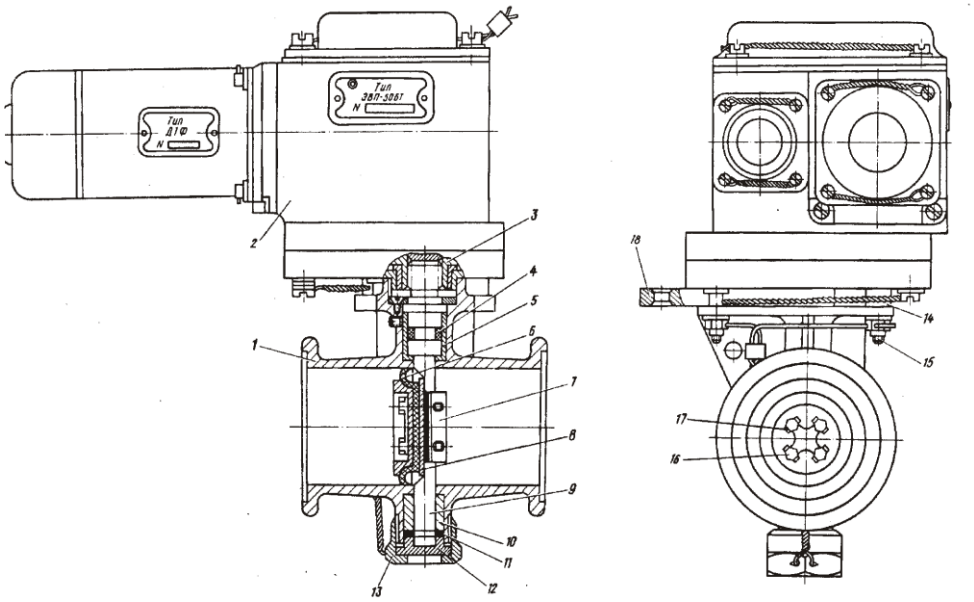
*Регулююча заслінка 1919Т.*

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 / см2.
Температура повітря на вході (не більше) ..... ... 300ºС.
Температура навколишнього повітря ..... ..- 60ºС + 30ºС
Тиск навколишнього повітря (не менше) ... ... 18,6 мм.рт.ст
Перетікання повітря при відкритій заслінці:
При тиску на вході 8 кгс / см2 і температурі (20 ± 10) ºС
Не більше ..... 10 кг / год.

При тиску на вході 1 кгс / см2 і температурі 400ºС
Не більше ..... .2,5 кг / годину.
Гідравлічне опір повністю відкритою регулюючої заслінки при витраті повітря 400 кг / год, тиск 8 кгс / см2 і температурі (20 ± 10) ºС
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 надлишкове.
2. При тиску до 1 кгс / см2 температура повітря на вході допукается до 400ºС.
3. Допускається підвищення температури при закритій регулюючої заслінки:
режим 1 - температура повітря на виході 450ºС, тиск повітря на вході 6 кгс / см2, тривалість до 5 хвилин.
режим 2 - температура повітря на вході 350ºС, тиск повітря на вході 4,5 кгс / см2, тривалість до 40 хвилин.



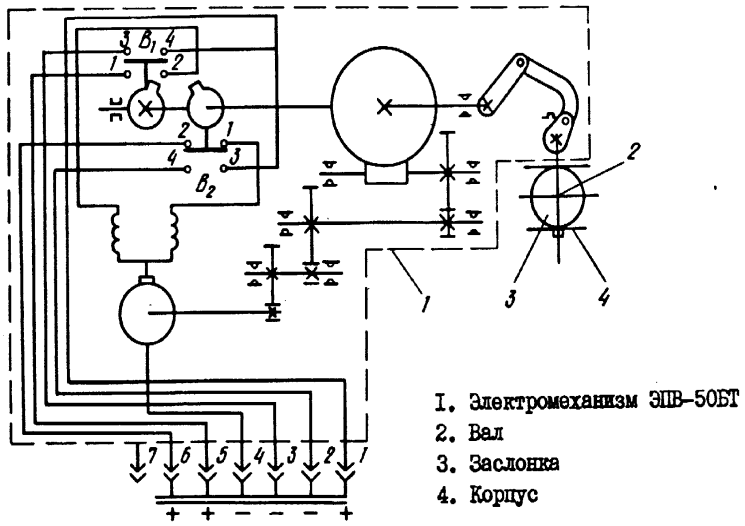
*Регулююча заслінка 1919Т*

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 корпусу іншу. Для запобігання витоку на потовщеною шийці вала (9) є канавка для ущільнювального кільця (4). Шлицевой кінець вала (9) входить в шлицевую 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).