

**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 повітряних суден»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

за темою 9 – Конструкція та міцність двигунової установки

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник:

Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач, Гвоздік С.Д.

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. Загальні відомості про силову установку.
2. Призначення та робота систем вертольота.

Рекомендована література:

Основна

1. Данілов В. А. Вертольот Мі-8МТВ. - Київ, 1995. - 295 с.
2. Дерев'янка І.Г. Конструкція і експлуатація вертольота Мі-8: Конспект лекцій. – Кременчук: КЛК ХНУВС, 2010. – 95 с.
3. Дерев'янка І.Г. «Конструкція і експлуатація вертольота Мі-8МТВ Навчальний посібник», Кременчук: КЛК ХНУВС, 2016.-91с.
4. (<https://klk.univd.edu.ua/uk/dir/177/biblioteka>)

Додаткова

4. Володько А.М., Литвинов А.Л. «Основи конструкції і технічної експлуатації вертольотів», Київ 1996. – 200 с.
5. Далин В.А. "Конструкція вертольотів". Київ, 1997 - 269 с.
6. Регламент технічного обслуговування вертольотів Мі-8МТВ, частина 1. Планер і двигунові установка, "Повітряний транспорт", 1993 р.

Інформаційні ресурси

7. <http://www.twirpx.com/files/transport/aircrafting/construction/helicop>.
8. http://www.twirpx.com/files/transport/aircrafting/reference_helicopter_operation/mi8_17/

Текст лекції

1. Загальні відомості про силову установку

Силова установка призначена для створення потужності, яка необхідна для обертання несучого і рульового гвинтів, а так само для приводу допоміжних агрегатів.

Силовая установка вертольота складається з:

- двох газотурбінних двигунів ТВЗ-117ВМ з пилотажними пристроями;
- допоміжної силової установки АІ-9В;
- елементів кріплення двигунів;
- капота;
- системи повітряного охолодження;
- паливної системи;
- масляної системи двигунів.

Двигун виконаний по одновальній схемою з вільною турбіною і складається з осьового дванадцяти ступінчатого компресора, кільцевої камери згоряння, двоступеневої турбіни компресора, двоступеневої вільної турбіни, коробки приводів, системи регулювання і протидії обледенільної системи.

Допоміжна силовая установка забезпечує автономний запуск основних двигунів за допомогою стиснутого повітря, а також може виконуватися як

джерело електроживлення при перевірці АіРЕО на землі і для живлення електромережі вертольота в польоті протягом 30 хвилин при відмові основних джерел електропостачання.

1.1. Кріплення двигунів

Двигуни встановлюються паралельно один одному, симетрично до поздовжньої осі вертольота з нахилом вперед вниз під кутом $4^{\circ} 30'$ до будівельної горизонталі фюзеляжу.

Кожен двигун кріпиться в передній частині за корпус компресора до двох вузлів на посиленому шпангоуті №2а центральній частині фюзеляжу чотирма стійками, і в задній частині - за допомогою сферичної опори до корпусу головного редуктора.

Регулювання співвісності двигуна з головним редуктором виробляється зміною довжини стійок, які мають різьбові хвостики.

Задня опора складається з сферичної втулки, яка кріпиться до корпусу головного редуктора, і сферичного фланця, який кріпиться до корпусу двигуна.

1.2. Капот

Капот закриває відсіки двигунів, головного редуктора, вентилятора і допоміжної силової установки АИ-9В. Він складається з наступних частин:

- тунелів входу повітря в двигуни (частина ПЗУ)
- тунелю входу повітря в вентилятор
- двох кришок рухових відсіків
- двох верхніх і двох бічних кришок вентиляторного відсіку
- однієї верхньої і двох бічних кришок редукторного відсіку
- двох кришок гідровідсіка
- двох кришок відсіку ВСУ
- шпангоутів №1 і №2 капотів

Тунель входу повітря в вентилятор клепаної конструкції, в передній частині має не обігрівається повітрязбірника, а в задній частині має фланець для кріплення до корпусу вхідного направляючого апарату вентилятора.

Підкапотний простір поздовжньої і поперечної протипожежними перегородками ділиться на три відсіки:

- відсік лівого двигуна
- відсік правого двигуна
- відсік головного редуктора.

Перед вильотом бортмеханік зобов'язаний:

- перевірити справність і надійність закриття замків капота;
- переконатися в тому, що на воздухозабірниках двигунів і вентилятора немає льоду, снігу і сторонніх предметів;
- переконатися, що в підкапотному просторі немає сторонніх предметів.

2. Призначення та робота систем вертольота

2.1. Система повітряного охолодження

Система повітряного охолодження призначена для охолодження:

- маслорадіаторів двигунів;
- маслорадіаторів головного редуктора;
- генераторів змінного струму;
- повітряного компресора АК-50Т1;
- гідронасосів НШ-39М основний і дублюючої гідросистем.

Система повітряного охолодження складається з вентилятора, шпангоута №1 капота і повітропроводів.

Вентилятор осьового типу складається з направляючого апарату, робочого колеса, спрямляючого апарату, внутрішнього кожуха і зовнішнього кожуха. Кріпиться вентилятор фланцем зовнішнього кожуха до шпангоуту №1 капота і знизу підтримується підкосом. Продуктивність вентилятора регулюється на землі за допомогою дозувального диска, який має два положення: "З" (зима) і "Л" (літо).

Частота обертання робочого колеса ... 6031 об / хв

Продуктивність не менше 4,6 м / с

Споживана потужність 37,5 кВт

Вентилятор нагнітає повітря до шпангоуту №1 капота, де частина його продувається через повітряно-масляні радіатори і через патрубки виходить за капот в атмосферу. Друга частина повітря надходить через вікна в полості шпангоута №1 капота, який є розподільним колектором системи повітряного охолодження. Від шпангоута по повітропроводам повітря надходить на обдувку генераторів змінного струму, повітряного компресора і гідронасосів.

1.2. Паливна система

Паливна система призначена для розміщення необхідного кількості палива на вертольоті і для живлення основних двигунів, допоміжної силової установки і газового обігрівача паливом на всіх режимах польоту.

На вертольоті паливо розміщується на трьох стаціонарних і двох додаткового-них баках.

Застосовується паливо гас Т-1, ТС-1, РТ.

Ємність баків:

- витратний 445л
- лівий підвісний 1140л
- правий підвісний 1030л
- додаткові по 915л кожен.

Подача палива до двигунів виробляється з витратного бака підкачуючим насосом агр.463, який подає його через перекидний крани до підкачуючого насосів двигунів ДЦН-70А. Далі паливо проходить через фільтри тонкої очистки з сигналізаторами перепаду тиску і надходить до насосів-регуляторам НР-3ВМ.

У видатковий бак паливо постійно подається з підвісних баків двома перекачувальними насосами ЕЦН-91с.

Якщо на вертольоті встановлені додаткові баки, то з них паливо

самопливом надходить в підвісні баки. Таким чином, в першу чергувиробляється паливо з додаткових баків, в другу з - підвісних і в третю - з витратного бака.

Для запобігання витратного бака від переповнення при перекачуванні палива з підвісних баків в ньому встановлений поплавковий дозувальний клапан. На випадок відмови дозіруючого клапана в закритому положенні передбачений клапан перепуску, що забезпечує подачу палива з підвісних баків в витратковий, минаючи дозувальний клапан.

На випадок відмови одного з перекачувальних насосів ЕЦН-91с повідомлення підвісних баків між собою, що забезпечує вільне перетікання палива з одного бака в інший і перекачування палива з обох підвісних баків в витратковий одним насосом.

Робота насосів агр.463 і ЕЦН-91с контролюється за трьома світловим табло, розташованим на верхньому електричному пультах.

Витрата і кількість палива в баках контролюється поплавковим Паливним.

Витратний паливний бак встановлений в контейнері між шпангоутами №10 і 13 на стельовій панелі центральній частині фюзеляжу. Бак виготовлений з керосіностійкої гуми і прогумованої капронової тканини.

На верхній частині бака кріпиться плита, на якій встановлена заливна горловина, датчик паливоміра, патрубок підведення палива з підвісних баків, дозувальний поплавковий клапан, штуцер перепуску повітря і штуцер дренажу.

На нижній частині бака закріплений перехідник, на якому встановлений насос, що підкачує агр.463 і патрубок із зворотним клапаном для зливу палива з витратного бака.

Підвісні баки звареної конструкції. На верхній частині баків установлена заливна горловина, датчик топлівоміра і дренажний штуцер. На нижній частині баків уварені два штуцери міжбакового з'єднання, фланець зливного крана і фланець для установки перекачує насоса (на лівому баку спереду, на правому ззаду).

Підвісні паливні баки кріпляться зовні фюзеляжу за допомогою чотирьох залізних стрічок.

Додаткові баки звареної конструкції взаємозамінні. Кожен додатковий бак встановлений на ложементі клепаної конструкції, який кріпиться до підлоги вантажної кабіни. На верхній частині бака уварені заливна горловина, фланець топлівоміра і дренажний штуцер. На нижній частині бака уварені штуцер крана для зливу відстою і штуцер для з'єднання додаткового бака з підвісними баками через чотирьохходовий кран. Дренаж додаткових баків підключається до загальної дренажної системи. Заливна горловина виводиться назовні фюзеляжу між шпангоутами №8 і 9.

Підвісні паливні баки з'єднані між собою за допомогою двох трубопроводів, які проходять під підлогою вантажної кабіни. На передньому трубопроводі встановлено один механічний кран клапанного типу і один електричний кран 768600МА. На задньому трубопроводі встановлено один електричний кран 768600МА.

Електричні крани призначені для роз'єднання підвісних баків при

виконанні польотів в зоні бойових дій. Обидва крана управляються одним вимикачем "кільце. Баків", який встановлений на пульті паливної системи. Контроль за станом кранів здійснюється за допомогою табло на пульті паливної системи.

Нормальне положення кранів - "ВІДКРИТІ". Їх слід закривати перед зливом палива з одного підвісного бака, щоб роз'єднати підвіс-ні баки, а також перед заправкою підвісних баків, щоб в процесі заправки паливо не перетікало з одного бака в інший. Після заправки крани необхідно відкрити.

Для зливу палива з підвісних і додаткових баків під фюзеляжем, в районі шпангоута № 8 встановлено загальний зливний кран.

Чотириходовий кран встановлений в магістралі з'єднання додаткового-них баків з підвісними. Кран розташований під підлогою вантажної кабіни. Управління краном здійснюється ручкою, яка може фіксуватися в чотирьох положеннях: відкритий лівий додатковий бак, відкритий правий додатковий бак, відкриті обидва бака, закриті обидва бака.

Два паливних насоса ЕЦН-91с. Призначені для подачі палива з підвісних баків в видатковий. Встановлюються насоси всередині підвісних баків в спеціальному монтажному блоці. Управління роботою насосів ведеться за допомогою двох вимикачів, які розташовані на електрощитку паливної системи. Продуктивність насоса 3800 л / ч при перепаді тиску не менше 0,8 кг / см².

Паливний насос агр.463 . Призначений для подачі палива з витратного бака до насосів ДЦН-70А двигунів. Встановлюється насос на переходнику, закріпленому на нижній частині витратного бака. Управління роботою насоса виконується за допомогою одного вимикача, який розташований на електрощитку паливної системи. Продуктивність насоса 4000 л / ч при перепаді тиску не менше 0,8 кг / см².

Три сигналізатора тиску СД-29А призначені для включення світлового табло сигналізують про роботу насосів. Надмірний тиск, при якому замикаються контакти СД-29А не менше 0,15 кг / см². Встановлено вони на стінці шпангоута №12 з боку вантажної кабіни. Два сигналізатора приєднуються до трубопроводів за перекачувальними насосами ЕЦН-91 і один підключений до магістралі за насосом, що підкачує агр.463.

Дозувальний поплавковий клапан призначений для запобігання переповнення витратного бака при перекачуванні палива з підвісних баків. Клапан підтримує рівень палива в видатковому баку 415 ± 10 л. Установ-льон він всередині витратного бака і кріпиться до верхньої плиті. Зверху над клапаном до плити кріпиться патрубок підведення палива з підвісних баків. До фланців патрубку кріпляться кран перепуску палива і два штуцери під-з'єднання магістралі перекачування. На виході з штуцера встановлені об-ратні клапани, які запобігають перекачування палива з одного під-весну бака в інший при відмові одного з насосів ЕЦН-91с.

Кран перепуску призначений для подачі палива в видатковий бак минаючи поплавковий клапан при його відмові в закритому положенні.

Відкриття та закриття крана здійснюється електромеханізмом ЕПШ-150М,

який контролюється настінним вимикачем, встановленим на електрощитку паливної системи.

Два пожежних (перекривного) крана 768600МА призначені для закриття магістралей харчування двигуна паливом. Встановлено в відсіку головного редуктора. Відкриваються і закриваються крани за допомогою електричного механізму ЕПШ-150М, управління яким здійснюється вимикачами, встановленими на пульті паливної системи. Положення кранів контролюється по жовтим табло, встановленими під перемикачами. При закритому положенні кранів табло горять. Перекривний кран повинен знаходитися в положенні «відкрити» і в польоті і на стоянці. Перекривного (пожежним) краном користуватися тільки під час пожежі в руховому відсіку, або в разі неможливості зупинки двигуна краном зупинки і в будь-якому випадку по команді КВС.

Дренажний бачок встановлений на лівому борту фюзеляжу між шпангоутами №4 і 5. У бачок зливається дренажний паливо з агрегатів паливної системи. На нижній частині бачка встановлений кран для зливу рідини. Злив палива з дренажного бачка проводиться після кожної посадки вертольота.

Система дренажу баків є трубопровід, який сої-диня верхні частини всіх паливних баків між собою і виходить за фюзеляж на правому борту фюзеляжу між шпангоутами №12 і 13. У відсіку гідроблока дренажний трубопровід зігнутий у вигляді петлі, на верхній частині якої приварений відкритий патрубок, з'єднана з атмосферою.

Харчування паливом допоміжної силової установки АИ-9 здійснюється з витратного паливного бака. У магістралі харчування ЗСУ встановлено електромагнітний клапан 610200А і фільтр 11ТФ30СТ.

1.3. Маслосистема

Кожен двигун має свою автономну масло систему циркуляційного типу. Конструктивномаслосистема двигуна може бути розділена на внутрішню частину, змонтовану на двигуні і зовнішню частину, розташовані на фюзеляжі.

Зовнішня частина маслосистеми кожного двигуна включає в себе:

- маслобак з суфлерним бачком;
- повітряно-масляний радіатор;
- два зливних крана;
- прилади контролю (манометр і термометр);
- трубопровід.

Масло з маслобака по трубопроводу забору надходить до нагнітати насоса масляного агрегата МА-78. Від нього масло під тиском через запірний клапан і фільтр підводиться на мастило коробки приводів, п'яти опор і центрального приводу двигуна.

З коробки приводів масло відкачується насосом МНО-78 безпосередньо в бак, минаючи повітряно-масляний радіатор.

З першої опори двигуна і центрального приводу масло відкачується двома насосами маслоагрегата МА-78 також безпосередньо в бак, минаючи повітряно-

масляний радіатор.

З інших опор масло відкачується трьома насосами маслоагрегата

МА-78 через радіатор в бак. Трубопровід відкачування масла з двигуна і трубопровід повернення масла з радіатора в бак з'єднані клапаном перепуску. Через клапан перепуску частина масла надходить в бак минаючи радіатор, що виключає вибивання масла в проточну частину двигуна при збільшенні протитиску у зовнішній магістралі більше $1,25 \text{ кгс} / \text{см}^2$.

Зовнішня частина маслосистеми кожного двигуна включає в себе:

- маслобак з суфлерним бачком;
- повітряно-масляний радіатор типу 2281Б;
- два зливних крана;
- прилади контролю (манометр і термометр);
- трубопроводи.

Маслобак звареної конструкції. Встановлено в відсіку двигунів і кріпиться до двох ложементів на стельовій панелі. На верхній частині бака розташована заливна горловина з кришкою, притискним гвинтом і траверс. На нижній частині розташовані штуцери: підведення масла з двигуна і

радіатора, забору масла в нагнітаючу секцію маслонасосів і зливний кран 600400М.

Зверху зсередини бака приварений суфлерний (розширювальний) бачок лабіринтового типу. На верхньому днище суфлерного бачка є штуцер, з'єднаний з трубопроводом суфлювання двигуна, а на нижньому днище - отвір для відводу в маслобак масла, виділеного з парів масла.

Суфлерний бачок служить для повідомлення маслобака з атмосферою. У ньому відбувається відділення парів масла від повітря. Конденсат масла стікає в бак, а очищене повітря перепускається в атмосферу через трубопровід, що виходить на зріз вихлопної труби двигуна.

Повітряно-масляний радіатор призначений для охолодження відкачуваного з двигуна масла. Він виготовлений з алюмінієвого сплаву і встановлено ззаду вентилятора. Радіатор складається з корпусу, трубок сот і терморегулятора. Терморегулятор має термочутливий елемент і забезпечує прохід частини масла, минаючи соти радіатора, якщо його температура на виході з радіатора нижче $60 - 65^\circ \text{C}$. Терморегулятор служить запобіжним клапаном: при перепаді тиску в радіаторі більше $2 \text{ кгс} / \text{см}^2$ масло перепускається в бак, минаючи соти радіатора незалежно від температури масла.

Зливні крани 637600А встановлені у відсіку головного редуктора. Один кран служить для зливу масла з бака, а другий - для зливу масла з двигуна і маслорадіатора.

Сигналізатор стружки СС-78 встановлений в магістралі відкачуваного з двигуна масла на вході в маслорадіатор. Він призначений для постійного контролю за станом труться деталей двигуна.

Тиск масла в лінії нагнітання вимірюється датчиком ВД-8, який встановлений в трубопроводі підведення масла до опор двигуна.

Температура масла на виході з двигуна змиритися з допомогою

приймач температури П-1.

Датчик тиску масла ВД-8, приймач температури П-1 і показчик УІЗ-3 входять в комплект вимірника ЕМІ-3Р.