

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Експлуатація авіаційного і радіоелектронного обладнання: вертоліт Мі-8МТВ»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***272 Авіаційний транспорт
(Аеронавігація)***

**За темою № 4 - Прилади контролю роботи двигунів, контролю
роботи трансмісії і систем вертольоту**

Кременчук 2023

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 авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023р № 1

Розробник:

Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст вищої категорії Хебда А.С.

Рецензенти:

1. К.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Шмельов Ю.М.

2. Заступник директора з ОЛР, командир авіаційного загону ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Гетьман Ю.Ю.

План лекцій:

1. Двострілочний тахометр ІТЕ-2.
2. Вимірювач режимів ІР-117 м.
3. Електричний моторний індикатор ЕМІ-3РІ.
4. Електричний моторний індикатор ЕМІ-3РВІ.
5. Вимірювальна апаратура 2ІА-6.
6. Однострілочний тахометр ІТЕ-1.
7. Показчик кроку гвинта УП21-15.
8. Термометр ТУЕ-48.
9. Паливний СКЕС-2027В.
10. Регулятор температури РТ-12-6 2 сер.
11. Електронний регулятор двигуна ЕРД-3ВМ.
12. Апаратура контролю вібрації ІВ-500Е.
13. Манометр ДІМ-100К.

Рекомендована література**Основна:**

1. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.-
2. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
3. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
4. Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.

Допоміжна:

5. Єдині конспекти по АіРЕО Мі-8МТВ на цикловій комісії.
6. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-8МТВ - М.: Департамент повітряного транспорту, 1996.
7. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 13, 14).

Інформаційні ресурси в Інтернеті

8. http://aviadocs.com/RLE/Mi-8MTV-1/Cd1/Rtye/Mi-8MTV1_RTE_Kniga1.pdf
9. http://aviadocs.com/RLE/Mi-8MTV-1/Cd1/Rlye/dop_topl_bak.pdf
10. http://aviadocs.com/RLE/Mi-8MTV-1/Cd1/Rtye/Mi-8MTV1_RTE_Kniga7.pdf
11. <https://infopedia.su/17x1034.html>
12. https://studopedia.su/14_58688_tema-.html

Текст лекцій

1. Двохстрілочний тахометр ІТЕ-2

Двохстрілочний тахометр ІТЕ-2 призначений для безперервного дистанційного вимірювання частоти обертання двигунів у відсотках від максимальної.

Вимірювання засноване на перетворенні частоти обертання ротора турбіни компресора в кутове переміщення стрілки магнітоіндукційного вимірювального вузла.

Комплект тахометра складається з двох датчиків Д-2М і двох двухстрілочних вимірників ІТЕ-2, при цьому кожен з двох датчиків з'єднаний з обома вимірювачами.

Вимірювач ІТЕ-2 здвоєний, складається з однакових вузлів, змонтованих в одному корпусі. Кожен вузол містить синхронний двигун і механізм вимірювача. На стрілках вимірювача є написи - «1» (для лівого двигуна) і «2» (для правого двигуна).

Датчики встановлені на коробках приводів лівого і правого двигунів, вимірювачі - на лівій і правій панелях приладів.

2. Вимірювач режимів ІР-117м

Вимірювач режимів ІР-117м призначений для дистанційного контролю режимів роботи двигунів ТВЗ-117МТ (ВМ).

Контроль режимів роботи двигунів заснований на вимірюванні тиску повітря за компресором, перетворенні його в переміщення бічних індексів вимірювача і порівнянні з режимами, зазначеними на центральному індексі, положення якого пропорційно атмосферному тиску і температурі навколишнього повітря.

Режим роботи двигуна визначається за вказівником режимів УР-117м становищем його бокового індексу щодо центральних індексів:

- злітний режим - бічний індекс знаходиться вище центрального індексу «Н»;
- номінальний режим - бічний індекс знаходиться вище центрального індексу «К» до положення навпроти індексу «Н»;
- крейсерський режим - бічний індекс знаходиться навпроти або нижче центрального індексу «К».

У комплект вимірника режимів ІР-117м входять:

- датчик висотної корекції ДВК;
- два приймача тиску ПМ-10МР;
- приймач температури П-1;
- показчик режимів УР-117м.

Датчик ДВК розташований під підлогою кабіни екіпажу між шпангоутами №№ 3 Н і 4Н і приєднаний до статичній системі ПВД. Приймачі тиску ПМ-10МР встановлені у вантажній кабіні на верхній частині шпангоута № 5. Приймач

температури П-1 встановлений в передній частині рухового відсіку. Показчик режимів УР-117м розміщений на лівій панелі приладів.

3. Електричний моторний індикатор ЕМІ-ЗРІ

Електричний моторний індикатор ЕМІ-ЗРІ служить для дистанційного контролю роботи двигуна і є комбінованим приладом, що вимірює тиск і температуру масла.

У комплект приладу входять: - показчик УІЗ-3 2 серії; - датчик тиску масла ІМД-8; - приймач температури масла П-1.

На вертольоті встановлені два комплекти ЕМІ-ЗРІ (по одному на кожен двигун). Обидва показчика розташовані на центральному пульті, датчики тиску встановлені на двигунах, приймачі температури - в відсіках двигунів в трубопроводі маслосистеми.

Показчики УІЗ-3 2 серії, приймачі П-1, а також датчики ІМД-8 взаємозамінні.

Система вимірювання тиску масла харчується змінним струмом напругою 36 В 400 Гц, система вимірювання температури масла харчується постійним струмом 27 В.

4. Електричний моторний індикатор ЕМІ-ЗРВІ

Електричний моторний індикатор ЕМІ-ЗРВІ призначений для вимірювання тиску масла в головному редукторі і температури масла в проміжному і хвостовому редукторах.

У комплект приладу входять: - показчик УІЗ-6 2 серії; - датчик тиску масла ІМД-8; - приймач температури масла П-1.

Показчик УІЗ-6 - комбінований прилад, який вказує тиск і температуру масла, розташований на центральному пульті. Індукційний датчик ІМД-8 вимірює тиск масла в головному редукторі ВР-14 і встановлений на ньому. Приймачі П-1 вимірюють температуру масла в проміжному і хвостовому редукторах і встановлені на них.

Показчики УІЗ-6 2 серії, приймачі П-1, а також датчики ІМД-8 взаємозамінні.

Система вимірювання тиску масла харчується змінним струмом напругою 36 В 400 Гц, система вимірювання температури масла харчується постійним струмом 27 В.

5. Вимірювальна апаратура 2ІА-6

Вимірювальна апаратура 2ІА-6 призначена для вимірювання температури газів перед турбінами компресорів двигунів ТВЗ-117.

Принцип роботи апаратури заснований на компенсаційному методі вимірювання термоелектродвіжущей сили термопари. Джерелом сигналу для апаратури служать з'єднані паралельно хромель-алюмелеві термопари Т-102.

У комплект апаратури 2ІА-6 входять:

- - здвоєний термометр 2УТ-6К;
- - здвоєний усилитель 2УЕ-6Б;
- - дві перехідні колодки ПК-6.

Показчик 2УТ-6К встановлений на лівій панелі приладів, здвоєний підсилювач 2УЕ-6Б - на правій етажерці в кабіні екіпажу, перехідні колодки - у вантажній кабіні на верхній частині шпангоута № 4.

Для контролю апаратури 2ІА-6 на лівій бічній панелі розташовані кнопки «КОНТРОЛЬ 2ІА-6 ЗЕМЛЯ» і «КОНТРОЛЬ 2ІА-6 ПОВІТРЯ». При натисканні кнопки «КОНТРОЛЬ 2ІА-6 ЗЕМЛЯ» свідчення показчика 2УТ-6К повинні бути більше 950 ° С, а при натисканні кнопки «КОНТРОЛЬ 2ІА-6 ПОВІТРЯ» - менше 150 ° С.

6. Однострілочний тахометр ІТЕ-1

Для вимірювання частоти обертання (числа оборотів в хвилину) несучого гвинта на вертольоті встановлені два однострілочний тахометра ІТЕ-1.

У комплект тахометра входять датчик Д-1М і показчик ІТЕ-1. Датчики встановлені на головному редукторі, показчики - на панелях приладів льотчиків.

Принцип дії однострілочний тахометра ІТЕ-1 аналогічний принципу дії двухстрілочного тахометра ІТЕ-2. Для підвищення стійкості стрілки і поліпшення показань приладу застосовано демпфірування рухомий системи вимірювача. При русі рухомої системи магнітний потік магнітів наводить в алюмінієвому диску вихрові струми, в результаті взаємодії яких з магнітним потоком магнітів рухлива система отримує гальмуючий момент.

Основні технічні дані

межі вимірювання	10 - 110%
Похибка показань тахометра, не більше: - в діапазоні 60-100% - в іншій частині шкали	± 0,5% ± 1,0%
Коливання стрілки вимірювача, не більше: - в діапазоні 10-15% - в діапазоні 15-25% - в іншій частині шкали	± 1,5% ± 1,0% ± 0,1%

7. Показчик кроку гвинта УП 21-15

Показчик кроку гвинта УП21-15 призначений для дистанційного визначення кроку несучого гвинта.

У комплект приладу входять датчик ДС-11 і індикатор ІП21-15.

Зв'язок між датчиком і індикатором дистанційна сельсину, складається з сельсина-датчика і сельсина-приймача, що працюють в трансформаторному режимі.

Індикатор ПІ21-15 встановлений на лівій панелі приладів, датчик ДС-11 - на кронштейні, закріпленому на головному редукторі ВР-14. Датчик через регульовану тягу пов'язаний з кронштейном повзуна автомата перекоосу.

8. Термометр ТУЕ-48

Термометр універсальний електричний ТУЕ-48 призначений для дистанційного вимірювання температури масла в головному редукторі.

У комплект термометра входять:

- вимірювач ТУЕ-48;
- приймач температури П-1.

Вимірювачі та приймачі з різних комплектів відповідно взаємозамінні. Приймач П-1 встановлюється на головному редукторі, вимірювач - на центральному пультах.

9. Паливомір СКЕС-2027В

Важельний поплавковий паливомір СКЕС-2027В призначений для дистанційного сумарного і роздільного вимірювання запасу палива в баках вертольота, а також для сигналізації про заповнення баків при заправці і критичному залишку палива.

Принцип дії паливоміра заснований на вимірюванні величини активного опору датчика, мінливого в залежності від зміни рівня палива в баку. Для перетворення неелектричної величини, тобто висоти рівня палива, в електричну величину (активний опір) служать реостатні датчики для важеля поплавця типу, встановлені в баках вертольота і підключені до електровимірювальних що показує приладу.

У комплект паливоміра входять:

- реостатні датчики (4 шт.);
- що складає прилад БЕ-09К;
- перемикач П-8УК;
- імітатор ИДП-1 датчика додаткового бака.

Що складає прилад і перемикач паливоміра встановлені на правій панелі приладів. Імітатор, що підключається в схему паливоміра при знятому додатковому баку, встановлений на виступі обшивки фюзеляжу над заливний горловиною додаткового бака.

На середньої панелі електропульт встановлений перемикач «ЗАПРАВКА-КОНТРОЛЬ» для перемикання ланцюга паливоміра на сигналізацію про заповнення баків при заправці або на контроль за справністю ламп сигналізації заправки.

Сигнальні табло «БАК ПОВНИЙ» з білим світлофільтром, що загоряються при повній заправці, встановлені зовні фюзеляжу близько заправних горловин відповідних баків.

Сигнальне табло критичного залишку палива «ЗАЛИШИЛОСЯ 270 л» з червоним світлофільтром встановлено на правій панелі приладів. Табло підключено до системи «мигалками».

10. Регулятор температури РТ-12-6 2 сер.

Регулятор температури РТ-12-6 2 сер. призначений для автоматичного обмеження до заданої межі температури газів перед турбіною компресора двигуна шляхом впливу на паливну апаратуру.

Регулятор температури працює спільно з 14 паралельно з'єднаними термопарами Т-102 і виконавчим механізмом ІМ-47, встановленими на двигуні ТВЗ-117ВМ.

Регулятори РТ-12-6 2 сер. (2 шт.) Для двох двигунів встановлені на стелі вантажної кабіни у шп. №№ 3 і 4.

Контроль роботи регуляторів і виконавчих механізмів здійснюється кнопками «КОНТРОЛЬ РТ ДВИГУНІВ - ЛІВОГО», «КОНТРОЛЬ РТ ДВИГУНІВ - ПРАВОГО» і табло «ОГР n Тг ЛІВИЙ», «ОГР n Тг ПРАВИЙ», розташованими на лівій бічній панелі електропульт.

Ланцюги харчування регуляторів підключені до акумуляторної шини через запобіжники ПМ-2 «РЕГ ТЕМПЕР рухатись ЛЕВ (ПРАВ)», встановлені на панелі запобіжників.

11. Електронний регулятор двигуна ЕРД-3ВМ

Електронний регулятор двигуна ЕРД-3ВМ призначений для вироблення керуючих впливів на виконавчий механізм ІМ-47 насоса-регулятора НР-3ВМ, який регулює витрату палива при регулюванні частоти обертання турбокомпресора, на виконавчий механізм МКТ-163 перебудови упору автомата приємності і на виконавчий механізм ІМ-3А зупинки двигуна при розкручуванні вільної турбіни .

До складу ЕРД-3ВМ входять три функціональних вузла: джерело живлення, автомат захисту вільної турбіни (АЗСТ) і контур обмеження частоти обертання турбокомпресора (контур ТК).

Регулятор ЕРД-3ВМ працює спільно з датчиками ДТА-10 (2 шт.) Частоти обертання вільної турбіни, ДЧВ-2500 частоти обертання турбокомпресора, приймачем температури П-77, вимірювальним комплексом тиску ІКД27Да-220-780.

Регулятори ЕРД-3ВМ (2 шт.) Встановлено у вантажній кабіні на стелі між шпангоутами №№ 3 і 4.

Датчики ДТА-10, ДЧВ-2500 встановлені в кожному двигуні, приймач П-77 - в повітропроводі обдування термопатрон насоса-регулятора двигуна.

Вимірювальні комплекси тиску ІКД27Да-220-780 (2 шт.) Для обох двигунів встановлені під підлогою кабіни льотчиків між шпангоутами №№ 2Н і 3Н і підключені до статичній системі ПВД.

Харчування регулятора ЕРД-3ВМ проводиться від шини акумуляторів через запобіжники ПМ-2 «ЕРД ЛЕВ», «ЕРД ПРАВ», від шини ВУ через запобіжники ПМ-2 і плавкі вставки ВП1-1В «ЕРД ЛЕВ», «ЕРД ПРАВ», розташовані на щитку запобіжників у вантажній кабіні.

Включення харчування регуляторів проводиться вимикачами, розташованими на центральному пульті.

Регулятор ЕРД-ЗВМ має схему вбудованого автоматичного контролю, що працює циклічно. При виявленні відмови в одному, двох або трьох циклах система вбудованого контролю регулятора зберігає на ІМ-47 керуючий сигнал попереднього справного циклу, а при збереженні відмови протягом чотирьох циклів поспіль і більше знімає керуючий сигнал з виконавчого механізму, МКТ-163 і сигналізатора «ЧР ЛЕВ (ПРАВ) ДВ » і формує команду на табло « ОТКЛ ЕРД ЛЕВ ДВ », « ОТКЛ ЕРД ПРАВ ДВ », яка знімається автоматично в разі, якщо система контролю перестав фіксувати відмову. При запуску двигунів табло «ОТКЛ ЕРД ЛЕВ ДВ», «ОТКЛ ЕРД ПРАВ ДВ» горять до $n_{тк} = 60\%$.

Основні технічні дані

Напруга живлення	$27В \pm 10\%$
споживана потужність	не більше 60 Вт
Точність підтримки регульованих параметрів на землі і в польоті: - розрахункової частоти обертання $n_{тк}$ - максимальної частоти обертання $n_{тк\max}$ - наведеної частоти обертання $n_{тк\text{ін}}$ - частоти обертання $n_{тк}$ на надзвичайному режимі	$\pm 0,5\% \pm 0,15\%$ $\pm 0,35\% \pm 0,6\%$
Частота видачі керуючих сигналів на ІМ-47	24,41 Гц
Затримка видачі керуючого сигналу на ІМ-3А	не більше 0,03 с

12. Апаратура контролю вібрації ІВ-500Е

Апаратура контролю вібрації ІВ-500Е сер.2 призначена для безперервного контролю віброшвидкості корпусу двигуна, а також для світлової сигналізації про виникнення вібрації з рівнем віброшвидкості, що перевищує допустимий для даного типу двигуна.

До складу апаратури ІВ-500Е сер.2 входять:

- два п'єзодатчика МВ-03-1 з кабелями;
- два узгоджувальних пристрої УСС-6 сер.2;
- двоканальний електронний блок БЕ-9Е сер.2.

П'єзодатчики МВ-03-1 розташовані на двигунах, що погоджують пристрої УСС-6 встановлено у вантажній кабіні між шпангоутами №№ 2 і 3 по правому борту. Електронний блок БЕ-9Е встановлений на лівій етажерці в кабіні екіпажу.

Для контролю апаратури ІВ-500Е на лівій бічній панелі електропульт встановлена кнопка «КОНТРОЛЬ ІВ-500Е», а на лівій панелі приладів встановлені два табло з жовтими світлофільтрами «ЛЕВ ДВ ВІБР ПОВ», «ПРАВ ДВ ВІБР ПОВ», два табло з червоними світлофільтрами «ЛЕВ ДВ ВІБР ОПАС» («вимкнути ЛЕВ ДВ»), «ПРАВ ДВ ВІБР ОПАС» («вимкнути ПРАВ ДВ»).

Пьезодатчик МВ-03-1

Пьезодатчик МВ-03-1 призначений для перетворення віброускорення усталеною лінійною вібрацією, що діє по осі чутливості, в електричну напругу, пропорційне цьому прискоренню.

В основі корпусу датчика є отвір для гвинта, в яке вкручується спеціальний гвинт для кріплення датчика на корпусі двигуна. Довжина приєднувального джгута - 750 мм.

Пристрій, що УСС-6 сер.2

Пристрій, що УСС-6 сер.2 призначене для узгодження вихідного опору пьезодатчика з вхідним опором каналу електронного блоку. Крім того, так як сигнал, що знімається з пьезодатчика, пропорційний віброприскоренню, а в апаратурі необхідно отримати сигнал, пропорційний виброскорості, пристрій, що виконує функцію інтегрування.

Пристрій, що має два з'єднувача: для підключення джгута пьезодатчика, для підключення до електронного блоку. У кожусі узгоджувального пристрою є отвір, закрите планкою, для доступу до змінного резистору з написом R7, який служить для регулювання показань індикатора вібрації при включенні ТСК (вбудованої системи контролю).

Електронний блок БЕ-9Е сер.2

Електронний блок БЕ-9Е сер.2 призначений для посилення сигналу, що надходить з датчика через пристрій, що в заданому частотному діапазоні, до необхідної величини з наступним випрямленням і перетворенням для забезпечення роботи світлових табло «ПЕРЕВИЩЕННЯ НОРМИ» і «НЕБЕЗПЕЧНА ВИБРАЦІЯ». З блоку також видається постійна напруга в систему автоматизованого контролю, пропорційне виброскорості в місці установки відповідного датчика.

Електронний блок БЕ-9Е сер.2 складається з двох вимірювальних каналів і блоку живлення, змонтованих на загальному шасі. На лицьовій панелі електронного блоку розташовані з'єднувачі ВХІД-ВИХІД і КОНТРОЛЬ. З'єднувач ВХІД-ВИХІД забезпечує з'єднання електронного блоку з іншими виробами апаратури. До з'єднувачу КОНТРОЛЬ підключається перевірна установка впиваючись-У, за допомогою якої перевіряється працездатність апаратури. У робочому положенні з'єднувач КОНТРОЛЬ повинен бути закритий заглушкою з перемичками.

На лицьовій панелі блоку також є отвори, що забезпечують доступ до регульовальним потенціометрів, написи біля яких означають: «У» - посилення каналу, «Н» - сигналізація про перевищення норми, «О» - сигналізація про небезпечну вібрацію, а також зазначено, до яких каналів електронного блоку відносяться ці позначення.

13. Манометр ДИМ-100К

Електричний дистанційний індуктивний манометр ДИМ-100К 3-й серії призначений для вимірювання надлишкового тиску в нейтральних рідинах.

Манометр складається з показчика УІ1-100К 2-й серії і датчика ІД-100 3-й серії.

На вертольоті встановлені два комплекти манометра, по одному в основний і дублюючої гидросистемах. Показчики розміщені на електропульт в кабіні льотчиків, датчики - на гідропанелі.