

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Авіаційні прилади та інформаційно-вимірювальні
системи авіоніки повітряних суден та безпілотних літальних апаратів»
вибіркових компонент
освітньо - професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***141. Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка
(Електромеханіка)***

за темою № 8 - Прилади вимірювання частоти обертання, вібрації

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. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.*

План лекції:

1. Загальні відомості;
2. Однострілочний тахометр ІТЕ-1;
3. Двохстрілочний тахометр ІТЕ-2;
4. Апаратура контролю вібрації ІВ-500Е.

Рекомендована література:

Основна література:

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. Харченко В.П. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І.Чепіженко, А.А.Тунік, С.В.Павлова. – К.: ТОВ «Абрис–принт», 2012. – 464 с.
4. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
5. Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.

Допоміжна література:

1. Приладове обладнання та електронна автоматика літальних апаратів/ В.А. Антілаторов, М.М. Петренко, А.В. Статигін. – Х.:ХНУПС, 2017.- 172с.
2. Єдині конспекти по АіРЕО Мі-8 на цикловій комісії.
3. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-8 - М.: Департамент повітряного транспорту, 1996.
4. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 13, 14)

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn2.pdf
2. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn3.pdf
3. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn1_ch2.pdf
4. http://aviadocs.net/RLE/Mi-2/CD1/RTO/Mi-2_RTO-75EP_ch2.pdf
5. http://aviadocs.com/RLE/Mi-8/CD1/TO/Mi-8_TO_kn4.pdf
6. http://www.aviadocs.net/RLE/Mi-8/CD1/TO/Mi-8_TO_kn1.pdf
7. http://flightcollege.com.ua/library/3_Mi_8_MTV_1_RTE%60_Kniga_4.pdf

Текст лекції

1. Загальні відомості

До приладів вимірювання частоти обертання, вібрації відносяться:

- двострілочний тахометр ІТЕ-2;
- однострілочний тахометр ІТЕ-1;
- апаратура контролю вібрації ІВ-500Е.

Принцип дії. Тахометр працює наступним чином. В обмотці статора датчика при обертанні ротора збуджується трифазний струм з частотою, пропорційною частоті обертання турбіни компресора двигуна. Струм по трьох проводах підводиться до обмоток статора синхронного двигуна вимірювача.

Частота обертання (число оборотів в хвилину) обертового магнітного поля щодо статора вимірювача пропорційна частоті струмів в фазових обмотках статора, і отже, пропорційна частоті обертання двигуна. Ротор двигуна вимірювача обертається з частотою, синхронної частоті обертання магнітного поля статора.

Ротор двигуна вимірювача складається з двох постійних магнітів і трьох гістерезисних дисків, з'єднаних разом. Взаємодія такого ротора з магнітним полем статора визначає взаємодію магнітних полів статора, постійних магнітів і гістерезисних дисків.

На кінці вала ротора двигуна укріплений магнітний вузол з шістьма парами постійних магнітів, між полюсами яких розташований чутливий елемент. При обертанні магнітного вузла в чутливому елементі індуктуються вихрові струми. В результаті взаємодії вихрових струмів з магнітним полем магнітного вузла створюється обертовий момент чутливого елемента, пропорційний частоті обертання магнітного вузла.

Обертального моменту чутливого елемента протидіє момент спіральної пружини, один кінець якої закріплений на осі чутливого елемента, інший - нерухомий. Так як момент спіральної пружини пропорційний куту її закручування, кут повороту чутливого елемента пропорційний частоті обертання магнітного вузла і відповідно - кутової швидкості обертання турбокомпресора двигуна.

Демпфірування коливань рухомих систем в здвоєному вимірнику забезпечується наявністю зубчастих передач від чутливого елемента на стрілку. Рух з чутливого елемента через зубчасту передачу передається на концентрично розташовані втулки і вісь з насадженими на них стрілками, які дають показання за шкалою вимірювача.

2. 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 двохстрілочного 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:
 1. в діапазоні 60-100% - $\pm 0,5\%$;
 2. в іншій частині шкали $\pm 1,0\%$;
- коливання стрілки вимірювача, не більше:
 1. в діапазоні 10-15% - $\pm 1,5\%$;
 2. в діапазоні 15-25% - $\pm 1,0\%$;
 3. в іншій частині шкали $\pm 0,1\%$.

3. 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 магнітоіндукційний вимірювального вузла.

Комплект тахометра складається з двох датчиків Д-2М і двох двухстрілочні 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.

Основні технічні дані:

- межі вимірювання 10 - 110%;
- похибка показань тахометра, не більше:
 1. в діапазоні 60-100% - $\pm 0,5\%$;
 2. в іншій частині шкали $\pm 1,0\%$;
- коливання стрілки вимірювача, не більше:
 1. в діапазоні 10-15% - $\pm 1,5\%$;
 2. в діапазоні 15-25% - $\pm 1,0\%$;
 3. в іншій частині шкали $\pm 0,1\%$.

4. 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, перевищувачий допустимий для даного типу двигуна.

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

- два пьезодатчика 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 междуу 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»).

Основні технічні дані.

Контрольований частотний діапазон 190 - 340 Гц.

Діапазон вимірювання віброшвидкості від 5 до 100 мм / с.

Налаштування включення сигналізації за рівнями вібрацій:

- ПЕРЕВИЩЕННЯ НОРМИ (включення жовтого табло) 45 мм / с;

- НЕБЕЗПЕЧНА ВИБРАЦІЯ (включення червоного табло) 60 мм / с.

Похибка включення сигналізації при досягненні заданого рівня віброшвидкості (в нормальних умовах) не більше 10% від верхньої межі вимірювання

Пьезодатчик МВ-03-1 призначений для перетворення віброприскорення усталеною лінійною вібрації, 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 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 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 впираючись-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 регулювальним потенціометрів, написи біля яких означають: «У» - посилення каналу, «Н» - сигналізація про перевищення норми, «О» - сигналізація про небезпечну вібрації, а також зазначено, до яких каналах електронного блоку відносяться ці позначення.