

**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 № 1 - Прилади вимірювання висоти польоту

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. Параметри навігації і пілотування;
2. Барометричний двохстрілочний висотомір ВД-10К;
3. Висотомір електромеханічний ВЕМ-72Ф, УВИД;
4. Перевірка висотоміру.

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. Параметри навігації і пілотування

В наші дні повітряні судна здатні літати на великі відстані і підніматися на великі висоти. Виконання польотів в загальному передбачає політ незалежно від часу доби, наявності хмарності та опадів, пори року. Але всі ці успіхи сучасної авіації були б неможливі, якби разом з розвитком вертольотів не відбувалося розвиток техніки, яка допомагає пілотові управляти літальним апаратом.

Керуючись показаннями всіляких приладів, екіпаж контролює і управляє роботою двигунів, інших агрегатів і систем повітряного судна, орієнтується в просторі, визначає висоту і швидкість польоту свого судна, отримує з землі інформацію про погодні умови і при необхідності кваліфіковану допомогу, підтримує зв'язок з диспетчерськими службами аеропортів.

Вважається, що одним з перших приладів, який застосували в авіації і повітроплавання, був статоскоп.

Застосовувався статоскоп ще на аеростатах для контролю підйому і спуску.

Принцип роботи цього приладу простий і заснований на тому факті, що зі збільшенням висоти польоту тиск падає. Отже, і стрілка приладу буде відхилятися на меншу величину. Якщо ж шкалу приладу проградувати не в одиницях тиску, а в метрах, то за показниками приладу можна буде судити про висоту польоту літального апарату.

Ледве з'явився літальний апарат, оснащений двигуном, відразу ж стало ясно - одним статоскопа для його управління не обійдешся. Для контролю та управління польотом і роботою мотора, інших агрегатів буде потрібно кілька десятків різного устаткування - приладів і механізмів, а для їх розміщення - добре обладнана, містка пілотська кабіна.

Політ в складних метеорологічних умовах і вночі немислимий без приладів, що показують положення літака в повітрі і напрямок його польоту.

При точних свідченнях авіаційних приладів, надійної їх роботи і правильному користуванні ними забезпечується безпека польоту.

Фізичний стан повітряного середовища, а також напрямок її переміщення щодо земної поверхні істотно впливають на траєкторію руху літака в будь-якій системі координат. Для оцінки руху літака по траєкторії використовуються геометричні та механічні величини, що характеризують просторове положення літака, швидкість і напрямок його руху в певний момент часу. Їх прийнято називати навігаційними елементами польоту і поділяти на навігаційні елементи і руху.

Висота польоту - це відстань по вертикалі від деякого рівня, прийнятого від початку відліку, до вертольоту.

2. Барометричний двострілочний висотомір ВД-10К

Барометричний двострілочний висотомір призначений для визначення відносної висоти польоту гелікоптера (щодо місця зльоту, посадки або іншого

пункту, в якому відомо барометричний тиск повітря).

Принцип дії висотоміра заснований на вимірюванні статичного тиску повітря, що оточує вертоліт.

Принцип роботи висотоміра ВД-10. Чутливим елементом приладу є блок анероїдних коробок, залишковий тиск повітря в яких одно 0,15 - 0,2 мм рт. ст.

У герметичний корпус висотоміра зі статичної камери ПВД підводиться статичний тиск. З підняттям на висоту тиск в корпусі приладу зменшується, що викликає деформацію анероїдних коробок. Через передавальний механізм хід анероїдних коробок передається на стрілки приладу.

Відлік висоти ведеться за показаннями двох стрілок на шкалі: велика стрілка показує висоту в метрах, - мала - висоту в кілометрах.

Розміщення висотоміра на ПС. Висотомір розміщується на лівій і правій панелях приладів пілотів і на приладовій дошці вантажної кабіни.

Управління висотоміром. На лицьовій стороні приладу є ручка кремальєри, за допомогою якої можна встановлювати стрілки приладу в нульове положення, якщо висоту польоту необхідно вимірювати щодо місця зльоту або в положення, відповідне статичному тиску в місці посадки, якщо висоту польоту потрібно виміряти щодо кінцевого пункту польоту.

Похибка, види, облік. Висотомір має інструментальні і методичні помилки.

Інструментальні помилки виникають через недосконалість обробки деталей приладу, неточності зборки, регулювання, якості матеріалів, з яких виготовлені деталі приладу, знос деталей в процесі експлуатації.

Інструментальні помилки визначаються при перевірці висотоміра в лабораторних умовах на спеціальній установці. Допустимі похибки приладу від інструментальної помилки заносяться в спеціальну таблицю показань по ешелонах.

Поправочні таблиці вкладаються в спеціальні касети, встановлені на лівій бічній панелі електропульт і на кришці щитка запобіжників на правому борту кабіни пілотів.

Методичні помилки висотоміра ВД-10 виникають через недосконалість методу вимірювання, який покладено в основу принципу роботи приладу. Висотомір має три методичні помилки:

- помилка через зміну атмосферного тиску у землі;
- температурна помилка;
- помилка через зміни рельєфу місцевості.

Перед зльотом необхідно перевірити регулювання висотоміра, для чого за шкалою барометричного тиску встановити тиск 760 мм рт.ст. При цьому рухливі трикутні індекси на шкалі приладу повинні встановитися проти «0» шкали. Допустиме відхилення зовнішнього індексу від «0» ± 10 м, при більшій відхиленні індексу прилад необхідно замінити.

Встановити стрілки приладу на «0», при цьому барометрична шкала висотоміра повинна показувати тиск на аеродромі зльоту, звірити його з тиском, отриманим від метеостанції (диспетчера). Допустиме розходження в тиску перед зльотом не повинно перевищувати $\pm 1,5$ мм рт.ст.

При більшій різниці тисків виліт ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ.

Основні технічні характеристики:

- діапазон вимірюваних висот 0-10000 м;
- варіація показань приладу при нормальній температурі не перевищує:

25 м на висотах від 0 до 600 м, 30 м на висотах від 900 до 3900 м і 50 м - на висотах від 4200 м і вище.

3. Висотомір електромеханічний ВЕМ-72Ф

Висотомір електромеханічний ВЕМ-72Ф видає візуальну інформацію про відносну барометрическую висоту і інформацію про абсолютну барометрическую висоту у виді відносного потенціометрического виходу. Крім того, висотомір видає сигнал про встановлення на лічильнику тиску на рівні землі, рівного 1013,25 гПа.

Принцип роботи висотоміра заснований на використанні барометрического методу вимірювання висоти, який полягає в тому, що по виміряної величиною абсолютного тиску визначається висота польоту.

Відносна висота нотних відраховується щодо деякого обраного рівня, наприклад місця зльоту або посадки:

Нотна = Набс - Але,

де: нотні - відносна висота;

Набс - абсолютна висота;

Але - барометрична висота на рівні землі.

При включенні електроживлення висотомір видає сигнал 27В наявності електричного живлення напругою ~ 115 В 400 Гц. У прорізи циферблата показчика зникає прапорець сигналізації відмови електроживлення і буде видна цифра «0».

Наземна перевірка. При включенні режиму «Автоконтроль» натисканням кнопки на лицьовій частині показчика показання висотоміра змінюється не менше ніж на 400 фут і в прорізи циферблата з'являється прапорець. При відпуску кнопки показання повертається до початкового значення з точністю ± 30 фут, прапорець зникає.

Основні технічні дані:

- висотомір вимірює відносну барометрическую висоту нотних в діапазоні від 0 до 41000 фут при зміні атмосферного тиску P_0 на рівні землі від 700 до 1075 гПа і абсолютну барометрическую висоту Набс від мінус 1500 до 41000 фут;

- відлік висоти здійснюється за допомогою чотирехбарабанного лічильника і стрілки з точністю до 5 фут. Тиск P_0 встановлюється вручну на чотирехбарабанном лічильнику;

- висотомір працює при температурі навколишнього середовища від 60 до - 60 ° С;

- неплавним ходом стрілки не перевищує 30 фут при зміні статичного тиску;

- різниця інформації між значеннями відносної барометрической висоти і абсолютної барометрической висоти, наведеної до встановленого значення P_0 ,

не перевищує:

- 1) 50 фут в діапазоні тиску P_0 від 980 до 1020 гПа;
- 2) 80 фут при інших значеннях P_0 .

- неузгодженість показань лічильника тиску P_0 з атмосферним тиском при свідченні $H = 0$ не перевищує:

- 1) $\pm 1,5$ гПа при тиску $P_0 = 1013,25$ гПа;
- 2) $\pm 2,0$ гПа при тисках $P_0 = 800$ і 1046 гПа.

- електроживлення висотоміра здійснюється напругою:

- 1) ~ 115 В 400 Гц;
- 2) $= 27$ В;
- 3) $\sim 5,5$ В 400 Гц (червоний підсвіт).

4. Перевірка висотоміру

Барометричні висотоміри через певні проміжки часу піддаються перевіркам з метою визначення стану герметичності корпусу і величини інструментальних похибок.

Допуск на герметичність корпусу повинен бути таким: при створенні в корпусі приладу розрядження, відповідного показаннями 6000 м, зменшення показань приладу має бути не більше 100 м за одну хвилину.

Невідповідність показань шкали тисків показаннями великої стрілки приладу має бути не більше ніж на ± 3 ділення.

Висотомір повинен нормально працювати в межах тисків від 780 до 124 мм.рт.ст. Методика перевірки на герметичність висотоміра на установці КПУ-3:

Стрілки приладу за допомогою кремальєри встановлюють на нуль, штуцер приладу за допомогою гумового шланга з'єднують з вакуумним насосом, після чого з корпусу приладу викачують повітря до тих пір, поки стрілки не покажуть висоту 6 000 м. Після досягнення показань 6 000 м шланг, що з'єднує прилад з вакуумним насосом, затискають і спостерігають за показаннями приладу. Протягом однієї хвилини велика стрілка повинна зміститися не більше ніж на 100 м в сторону зменшення висоти. При цих умовах корпус приладу вважається герметичним. Переконавшись в герметичності корпусу, приступають до перевірки приладу на величину його шкалового похибок і варіацій. Перевірка полягає в звірянні показань висотоміра з показаннями контрольного приладу виправленими на його похибки.

1. Перед перевіркою стрілки висотомірів встановлюють на нуль.

2. Крани 1 і 2 закривають, кран-перемикач 3 ставлять в положення «Вакуум» і в бачку установки створюють розрядження. Після закінчення роботи насоса кран перемикач ставлять в положення «Зачинено». Працюючи краном 1, перевіряють роботу механізму приладу до максимальних показань, тобто до 10 000 м, при зменшенні тиску, а працюючи краном 2 - при збільшенні тиску.

3. Переконавшись у справності механізму, перевіряють висотомір на величину інструментальних похибок.

4. Показання приладів знімають при зменшенні тиску на всіх перевірених

точках шкали до максимальної межі показань приладу. Показання контрольного і перевіряється висотомірів заносять у відповідні графи перевірконого листа. Після 15 хвилинної витримки на максимальному розподілі шкали, працюючи краном 2, знімають показання приладів при збільшенні тиску.

5. Заповнений перевірки лист обробляють в наступному порядку:

А) показання контрольного приладу виправляють з урахуванням його похибок;

Б) обчислюють похибки перевіряється висотоміра;

В) обчислюють варіацію

6. Якщо похибки і варіації не перевищують технічних допусків, обчислюють середні похибки і викреслюють їх графік.