

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни
«Загальні знання про ПС: Прилади»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

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

за темою № 2 - Мембранно-анероїдні прилади

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

Розробники:

- 1. Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст вищої категорії Хебда А. С.*
- 2. Викладач циклової комісії авіаційного та радіоелектронного обладнання, спеціаліст Рижик М. М.*

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 лекції

1. Приймач повітряного тиску ПВД-6М, система живлення мембранно-анероїдних приладів.
2. Барометричний двострілочний висотомір ВД-10К.
3. Висотомір електромеханічний ВЭМ-72Ф.
4. Показчик швидкості УС-450К.
5. Варіометр ВАР-30МК.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

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. 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 література:

1. Єдині конспекти по АіРЕО Мі-2 на цикловій комісії.
2. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 13, 14).

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. Офіційний сайт Державної авіаційної служби України <https://avia.gov.ua/>
<https://militaryarms.ru/voennaya-texnika/aviaciya/vertolet-mi-2-2/>
2. Інформаційний портал «Twirpx» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.twirpx.com>
3. Офіційний сайт наукової бібліотеки «KyberLeninka» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru>
4. Інформаційний портал «Allbest» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://allbest.ru>

Текст лекції

1. Приймач повітряного тиску ПВД-6М і система живлення мембранно-анероїдних приладів

Приймач повітряних тисків забезпечує подачу статичного тиску в камери показчиків швидкості УС-450К, висотомірів ВД- 10К, варіометрів ВР-10МК, датчика приладової швидкості ДАС і коректора-задатчика приладової швидкості КЗСП, а також повного (динамічного) тиску в камери показчиків швидкості УС-450К, датчика приладової швидкості ДАС і коректора-задатчика приладової швидкості КЗСП.

Для зменшення вібрації стрілки показчика швидкості в динамічній системі лівого ПВД-6М встановлений повітряний демпфер.

При польоті частина повітряного потоку гальмується у торця наконечника приймача. Внаслідок гальмування енергія руху повітря перетворюється в динамічний (надлишкове) тиск, величина якого пропорційна швидкості руху вертольота щодо повітря. В камері повного тиску встановлюється тиск, що дорівнює сумі динамічного і статичного тисків. Окремо статичний тиск невозмущеного потоку повітря відбирається через систему отворів, розташованих на циліндричній частині і досить віддалених від носової частини приймача.

Сприйняте приймачем повне (динамічне) і статичний тиск за допомогою трубопроводів підводиться до споживачів.

На вертольоті встановлені два приймача ПВД-6М. Приймачі ПВД укріплені в кронштейнах, які виконані у вигляді герметичних камер відстійників, з'єднаних з динамічної та статичної системою ПВД. В нижніх точках відстійників в спеціальних отворах для видалення вологи вкручені гвинти з ущільнювальними шайбами. Кронштейни укріплені на спеціальних пустотілих штангах. Штанги кріпляться зліва і справа до лобової частини фюзеляжу (ліхтаря) гвинтами.

Для запобігання обмерзанню всередині приймачів ПВД-6М поміщені обігрівальні елементи, які включаються вимикачами, встановленими на лівому і правому щитках електропульт.

Монтаж системи виконаний трубками з алюмінієвого сплаву перерізом 6х1 мм, з'єднання трубок з приладами і між собою виконано дюрітових шлангами з внутрішнім діаметром 4 мм.

Трубки статичної системи пофарбовані в сріблясто-блакитний колір, динамічної - в чорний.

Статичні системи показчиків швидкості, висотомірів, варіометрів і КЗСП підключені до крану ПВД і можуть за допомогою цього крана підключатися всі разом до лівого, правого ПВД-6М або обом відразу.

Кран ПВД встановлений зліва від приладової дошки лівого пілота внизу.

Основні технічні дані ПВД-6М:

- сила струму споживана електроопалювальними елементом при 27В становить 3,4 - 3,9А;

- витрата повітря при підводі тиску 75 мм рт.ст. не більше 15 л / хв;
- опір ізоляції при нормальних умовах не менше 20 МОм;
- герметичність динамічної та статичної камер при тиску 600 мм вод.ст. визначається зменшенням тиску на величину не більше 5 мм. вод.ст протягом 1 хв.

2. Барометричний двохстрілочні висотомір ВД-10К

Барометричний двохстрілочні 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 ВС. 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, зносу 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 показаний прилада 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 барометричної висоті і інформацію про абсолютну барометричної висоті у вигляді відносного потенціометричного виходу. Крім того, висотомір видає сигнал про встановлення на лічильнику тиску на рівні землі, рівного 1013,25 гПа.

Принцип роботи висотоміра заснований на використанні барометричного методу вимірювання висоти, який полягає в тому, що по вимірної 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 показника зникає прапорець сигналізації відмови електроживлення і буде видна цифра «0».

Наземна перевірка. При включенні режиму «Автоконтроль» натисканням кнопки на лицьовій частині показника 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 барометричну 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; $\sim 5,5$ В 400 Гц (підсвічування приладів).

4. Показчик швидкості УС-450К

Показчик швидкості УС-450К призначений для вимірювання поступальної швидкості вертольота щодо повітряного середовища в напрямку польоту.

Принцип роботи приладу заснований на вимірюванні різниці між повним і статичним тиском набігаючого потоку повітря в польоті.

На задній стінці корпусу показчика є два штуцери, один з яких з'єднується з системою повного тиску ПВД, а інший служить для приєднання до системи статичного тиску ПВД. Ці сполуки виконуються трубками з алюмінієвого сплаву за допомогою дюрітових шлангів.

Похибки і їх облік. Показчик швидкості має інструментальні, методичні та аеродинамічні помилки.

До кожного вказівником швидкості прикладається поправочний графік, що враховує інструментальні помилки, який розташовується в спеціальній касети, закріпленої на профілі скління кабіни льотчиків.

Показчик швидкості УС-450К має дві методичні помилки: помилки через зміни щільності повітря і температурну помилку. З підняттям на висоту щільність повітря зменшується, отже, на висоті показання приладу будуть менше, ніж у землі. Щільність повітря також змінюється зі зміною температури. При температурі вище + 15 ° С показчик швидкості показує швидкість менше фактичної, а при температурі нижче + 15 ° С прилад завищує свідчення швидкості.

Аеродинамічні помилки виникають через похибки сприйняття тиску приймачем повітряного тиску ПВД-6М внаслідок завихрень і спотворень повітряного потоку від елементів конструкції вертольота.

Аеродинамічна помилка приведена в «Керівництві з льотної експлуатації вертольота Мі-8МТВ» і врахована в таблиці інструментальних помилок, яка встановлена в кабіні.

Основні технічні характеристики:

- похибка приладу при нормальній температурі на всіх оцифрованих відмітках шкали не більше ± 6 км / год;
- зміщення стрілки з нульової позначки при нормальній температурі і нормальному положенні шкали не більше ± 2 мм по дузі;
- варіація показань при нормальній температурі на всіх оцифрованих відмітках шкали не більше 6 км / год;
- герметичність статичної системи приладу така, що при розрядженні, відповідному швидкості 450 км / год, зменшення показання стрілки за 1 хв не більше 15 км / год.

5. Варіометр ВАР-30МК

Варіометр ВАР-30МК служить для вимірювання вертикальної складової швидкості підйому або зниження вертольота, а також для контролю горизонтального польоту. При горизонтальному польоті стрілка варіометра повинна стояти на нулі, що свідчить про незмінність висоти польоту. При порушенні горизонтальності польоту стрілка приладу відхиляється від нульового положення.

Принцип роботи приладу заснований на вимірюванні перепаду тисків.

Дія варіометра засноване на вимірі перепаду тисків, що виникає внаслідок запізнювання зміни тиску повітря в герметичному корпусі приладу, з'єднаному з навколишньою атмосферою через капіляр, в порівнянні зі зміною тиску в манометричній коробці приладу, з'єднаної зі статичною системою ПВД трубопроводом більшого діаметра.

На лицьовій стороні приладу є юстувальні гвинт, який служить для установки стрілки на нуль при регулюванні приладу на землі.

З'єднання приладу зі статичною системою ПВД здійснюється дюрітових шлангом.

Основні технічні дані:

- допустима похибка приладу при температурі $+ (20 \pm 5) ^\circ \text{C}$ не більше ± 3 м / с
- зміщення стрілки з нульової позначки шкали при нормальній температурі не більше $\pm 0,5$ м / с;
- неплавним ходом стрілки при плавній зміні вимірюваної величини при нормальній температурі не більше 1 м / с;
- герметичність приладу така, що при розрідженні, відповідному 145 мм рт.ст., падіння розрядження за 5 хв не більше 3 мм рт.ст. ;
- незбалансованість механізму при повороті на 180° не більше $\pm 0,75$ м/с.