

**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 № 3 - Прилади вимірювання вертикальної швидкості

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. Принцип роботи варіометра;
2. Варіометр ВАР-30МК;
3. Варіометр ВР-10;
4. Перевірка варіометра.

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. Антілікаторов, 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. Принцип роботи варіометра

Варіометр - пілотажний прилад, який показує швидкість зміни висоти польоту літального апарату.

Варіометр заміряє різницю тисків повітря в атмосфері і всередині корпусу приладу, що сполучається з атмосферою капілярів. Ця різниця тисків виникає при зміні висоти польоту і зникає, коли літальний апарат летить на постійній висоті.

Призначений для вимірювання та індикації вертикальної повітряної швидкості ВС при зниженні або наборі висоти. Принцип дії заснований на вимірюванні швидкості зміни статичного тиску при зміні висоти польоту. До складу конструкції входить блок манометричної коробки, стрілка, капіляр, трубопровід, шкала.

Як чутливий елемент використовується манометрична коробка. Внутрішня порожнина герметичного корпусу приладу повідомляється безпосередньо з магістраллю статичного тиску через капіляр.

Капіляр - скляна трубка з отвором малого перетину. Якщо літак летить горизонтально, то статична атмосферний тиск всередині манометричної коробки і тиск усередині корпусу будуть однакові і стрілка приладу показує нульову вертикальну швидкість. При зміні висоти польоту змінюється статичний тиск.

Основні елементи (умовно):

1. Ємність вільно собою сообщающаяся з атмосферою
2. Широкий канал для швидкого безперешкодного проходу повітря в першу ємність
3. Ємність собою сообщающаяся з атмосферою через капіляр
4. Мембрана
5. Капіляр
6. Механізм передачі рухів мембрани на стрілку-показчик

Усередині манометричної коробки це тиск встановлюється практично миттєво, а в корпусі приладу внаслідок опору капіляра тиск змінюється повільніше ніж усередині манометричної коробки. Чим більше вертикальна швидкість польоту, тим більше різниця тисків. Під дією різниці тисків манометрична коробка деформується. Деформація коробки через передавальний механізм передається на стрілку, яка відхиляється від середнього положення вгору при наборі висоти, вниз-при зниженні.

Варіометр необхідний для підтримки постійної швидкості підйому або зниження. Як і висотомір, варіометр є, по суті, барометр. Він вказує швидкість зміни висоти, вимірюючи статичний тиск. Є також електронні варіометри. Вертикальна швидкість вказується в метрах в секунду.

Приймальною частиною анероїда служить циліндрична металева коробка з концентрично-гофрованими (для більшої рухливості центру) підставами, всередині якої створено розрідження (сильфон). При підвищенні атмосферного тиску коробка стискається і тягне прикріплену до неї пружину (мембрану), а при зниженні тиску коробка роздувається, штовхаючи пружину. Переміщення кінця пружини через систему важелів передається на стрілку, що переміщається по шкалі. В останніх конструкціях замість пружини застосовують більш пружні коробки.

До шкалою анероїда може бути прикріплений дугоподібний термометр-компенсатор, який служить для внесення поправки в свідчення анероїда на температуру. Можливий інший вид температурного компенсатора, коли один з важелів передає рух від коробки до стрілки зроблений з біметалічного сплаву.

Для отримання істинного значення тиску показання анероїда потребують в поправках, які визначаються порівнянням з ртутним барометром. Поправок до анероїда три:

- на шкалу - залежить від того, що анероїд неоднаково реагує на зміну тиску в різних ділянках шкали;
- на температуру - обумовлена залежністю пружних властивостей анероїдних коробки і пружини від температури;
- додаткова, обумовлена зміною пружних властивостей коробки і пружини з часом.

Похибка вимірювань анероїда становить 1-2,5 мбар. Внаслідок своєї портативності анероїди широко застосовуються в експедиціях і побуті. Крім того, анероїди використовуються також як висотоміри. В цьому випадку шкалу анероїда градуіруют в метрах.

Барометр-анероїд - один з основних приладів, використовуваний метеорологами для складання прогнозів погоди на найближчі дні, так як її зміна залежить від зміни атмосферного тиску.

Для зменшення температурної похибки приладу всередині анероїдних коробок залишено невелику кількість сухого повітря з абсолютним тиском 40 - 50 мм рт. ст. При коливаннях температури зміна жорсткості коробок певною мірою компенсується зміною тиску повітря всередині коробок.

При зміні тиску, що діє на анероїдних коробку зовні, остання деформується. Ця деформація визначає переміщення шарнірно-з'єднаної з двох кінців тяги або повідця 9 і далі за допомогою описаної вище кінематичного ланцюга викликає поворот триба зі стрілкою.

2. 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 $\pm 3 \text{ м / с}$
- зміщення стрілки з нульової позначки шкали при нормальній температурі не більше $\pm 0,5 \text{ м / с}$;
- несплавним 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 $180 ^\circ$ не більше $\pm 0,75 \text{ м / с}$.

3. Варіометр ВР-10МК

Варіометр приєднаний штуцером до статичній системі приймача ПВД-6М.

Шкала отградуирована від 0 до 10 м / с на «спуск» і «підйом». Оцифровка шкали на відмітках «0», «2», «5», «10».

Принцип роботи приладу заснований на вимірюванні різниці тисків всередині манометричної коробки і в корпусі приладу. Манометрична коробка через трубопровід з'єднана зі статичної камерою ПВД, а корпус через капіляр з'єднаний з приймальною камерою варіометра.

Діаметр капіляра $0,4 \text{ мм}$. У горизонтальному польоті тиск всередині корпусу приладу дорівнює атмосферному. При цьому різниця тисків між корпусом і манометричної коробкою дорівнює «0» і стрілка стоїть на «0» шкали.

При підйомі вертольота атмосферний тиск зменшується, отже, тиск в корпусі перевищує тиск всередині манометричної коробки.

Під впливом утворився перепаду коробка стискається і через передавальний механізм пересуває стрілку по шкалі вгору від «0». Чим більше швидкість підйому або спуску, тим більше буде перепад тисків.

Користування варіометром. Перед польотом зовнішнім оглядом перевірити прилад. Допустиме зміщення стрілки від 0 перед зльотом має бути не більше $0,3$ малого ділення. Якщо зсув буде більше допустимого, необхідно котирувальному гвинтом встановити стрілку на нульову позначку шкали. Похибка приладу $\pm 1 \text{ м / с}$. Варіометр призначений для запізнювання в показаннях ($2-3 \text{ с}$) при переході вертольота в горизонтальний політ. Зі

збільшенням висоти польоту прилад дає занижені показання. Ця помилка незначна і льотчиком не враховується.

4. Перевірка варіометра

Варіометри, як і інші прилади, що мають пружинні чутливі елементи, мають інструментальні похибки.

В процесі роботи приладу змінюються пружні властивості чутливого елемента, порушуються первісна регулювання механізму і герметичність корпусу приладу. Тому варіометри підлягають періодичним перевіркам для визначення ступеня герметичності корпусу і величини похибки в показаннях.

Технічні допуски для ВР-10:

1. Похибки на всіх точках шкали не повинні перевищувати ± 1 м / сек.
2. Зміщення стрілки приладу з нульового розподілу не повинно перевищувати $\pm 0,3$ / сек.
3. Обмежувач повинен вступати в роботу в межах 12-20 м / сек.

Перевірка варіометра на установці КПУ-3 по контрольного приладу.

В якості контрольного приладу може бути використаний однотипний варіометр, похибки якого відомі. Перевірку проводять за таким порядком:

1. Стрілки перевіряється і контрольного приладів за допомогою кремальєри встановлюють на нуль.

2. Варіометри приєднують до колектора установки КПУ-3 точно так же, як при перевірці висотомірів.

3. Крани колектора 1 і 2 закривають, кран перемикач 3 ставлять в положення «Вакуум» і в бачку створюють якомога більшу розрядження. Після відкачування повітря з бачка кран-перемикач ставлять в положення «Зачинено».

4. Обережно відкривають кран 1 настільки, щоб стрілка контрольного варіометра встановилася на першому оцифрованому розподілі шкали. Показання контрольного і перевіряється варіометрів заносять у відповідні графі перевірконого листа.

Перевірку проводять на всіх оцифрованих поділках на «підйом», після чого, повідомляючи прилади з атмосферним тиском через кран 2, проводять перевірку на «спуск».

5. Проводять обробку перевірконого листа і визначають похибки перевіряється приладу з урахуванням похибок контрольного приладу.