

**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.

{Датчик ДАС призначений для виміру приладової швидкості в діапазоні від 80 до 800 км/год і видачі електричного сигналу, який буде пропорційний приладовій швидкості.

Принцип дії датчику приладової швидкості заснований на вимірі динамічного тиску (P_d) повітря, яке буде співвідноситись зі значенням приладової швидкості з подальшим перетворенням її в електричний сигнал потенціометром. Повний тиск підводиться від системи ПВД дюрітомиви шлангами до штуцера з відміткою «Д», а статичне – до штуцера з відміткою «С».

Датчик приладової швидкості встановлений під підлогою кабіни пілотів.}

{Коректор-задатчик швидкості приладової КЗСП призначений для видачі сигналу неузгодженості, пропорційного відхилення літального апарату від заданої швидкості польоту та відносного опору, пропорційного поточній приладовій (індикаторній) швидкості.}

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 незбуреного потоку повітря відбирається через систему отворів, розташованих на циліндричній частині і досить віддалених від носової частини приймача.

Сприймає 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 дюрітовими 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 крану 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.

Перевірка ПВД-6М

Для перевірки необхідно зняти чохла з ПВД і завдяки зовнішньому огляду переконатися в його справності, після чого необхідно перевірити справність електричного обігрівача, для чого на правій панелі АЗС увімкнути два АЗС «Обігрів ПВД» (лівий, правий), після чого на лівій і правій електрощитах верхнього електропультів увімкнути вимикачі «Обігрів ПВД» і натиснути кнопку «Контроль обігріву ПВД». При справному обігріві запалиться зелене табло «Обігрів ПВД справний».

Примітка: При відсутності сніжного покриву в умовах обледеніння або температури повітря +5°C і нижче перед вирулюванням потрібно перевірити обігрів ПВД.

Попередження: На землі вмикати обігрів дозволяється на час не більше ніж 1 хвилина (для уникнення перегорання нагрівачого елементу і закупорки приймача окалиною від перегріву приймача). Робоче положення перемикача статички повинно бути в положенні «Об'єднана».

Особливості експлуатації ПВД-6М

Для забезпечення безвідмовної роботи пілотажно-навігаційних приладів в період експлуатації необхідно стежити, щоб пил, бруд, волога не попадали через отвори приймачів тиску в трубопроводи статичного і динамічного тисків. Для цього після закінчення польотів на приймачі повітряного тиску надівають спеціальні чохла з червоними прапорцями.

2. Барометричний двохстрілочний висотомір ВД-10К

Барометричний двохстрілочний 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 дорівнює 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, 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 свідчень приладу при нормальній температурі не перевищує: 25 м на висотах от 0 до 600 м, 30 м на висотах от 900 до 3900 м и 50 м - на висотах от 4200 м і вище.

Робота висотоміра ВД-10К

Перед польотом оглядають прилад і переконуються в його справності. Стрілки приладу за допомогою кремольєри встановлюють на нуль. При цьому тиск на шкалі барометричного тиску повинен співпадати з тиском на аеродромі в точці приземлення, наведеному до місця стоянки ПС на аеродромі. Максимально допустиме відхилення не повинно перевищувати $\pm 1,5$ мм рт. ст. При відхиленні тиску більше ніж на $\pm 1,5$ мм рт. ст. прилад потрібно зняти з борту і перевірки в лабораторії АіРЕО. Відкручувати гайку кремольєри і узгоджувати барометричну шкалу безпосередньо на вертольоті не дозволяється ні авіатехніку, ні пілоту. Для визначення істинної висоти необхідно враховувати методичні і інструментальні помилки. Для цього при підході до аеродрому посадки запитують по радіо данні про погоду і за допомогою кремольєри вводять поправку в показання приладу, встановив на барометричній шкалі тиск аеродрому. При посадці на високогірному чи низинному аеродромі, де тиск виходить за межі 670-790 мм рт. ст., необхідно запитати висоту даного аеродрому відносно рівня моря і за допомогою кремольєри встановити трикутні індекси на цю висоту. Стрілки висотомірів покажуть висоту відносно рівня моря. В момент посадки стрілки приладів покажуть нуль. Якщо поставити трикутні індекси висотомірів на висоту аеродрому зльоту, то в момент посадки стрілки висотоміра покажуть перевищення висоти аеродрома посадки над висотою аеродрома зльоту.

Чохли та заглушки з приймачів повітряного тиску доцільно знімати на вертольоті безпосередньо перед зльотом. Чохли та заглушки повинні забезпечуватися червоними вимпелами і блокуватися зв'язкою з іншими заглушками, які потрібно знімати перед запуском двигунів.

3. Висотомір електромеханічний ВЕМ-72Ф

Висотомір електромеханічний ВЕМ-72Ф видає візуальну інформацію про відносну барометричну висоту і інформацію про абсолютну барометричну висоту 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 виміряній величиною абсолютного тиску визначається висота польоту.

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

$$H_{\text{відн.}} = H_{\text{абс}} - A_{\text{барамет.}},$$

де:

$H_{\text{відн.}}$ - відносна висота;

$H_{\text{абс}}$ - абсолютна висота;

$A_{\text{барамет}}$ - 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 барометричну висоту в діапазоні від 0 до 41000 фут при зміні атмосферного тиску P_0 на рівні землі від 700 до 1075 гПа і абсолютну барометричну висоту ($H_{\text{абс}}$) від мінус 1500 до 41000 фут;

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

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

- несплавний хід стрілки не перевищує 30 фут при зміні статичного тиску;

- різниця інформації між значеннями відносної барометричної висоти і абсолютної барометричної висоти, наведеної до встановленого значення P_0 (атмосферного тиску), 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).

Робота висотоміра ВД-10К

Перед польотом оглядають прилад і переконуються в його справності. Стрілки приладу за допомогою кремольєри встановлюють на нуль. При цьому тиск на шкалі барометричного тиску повинен співпадати з тиском на аеродромі в точці приземлення, наведеному до місця стоянки ПС на аеродромі. Максимально допустиме відхилення не повинно перевищувати $\pm 1,5$ мм рт. ст. При відхиленні тиску більше ніж на $\pm 1,5$ мм рт. ст. прилад потрібно зняти з борту і перевірки в лабораторії АіРЕО. Відкручувати гайку кремольєри і узгоджувати барометричну шкалу безпосередньо на вертольоті не дозволяється ні авіатехніку, ні пілоту. Для визначення істинної висоти необхідно враховувати методичні і інструментальні помилки. Для цього при підході до аеродрому посадки запитують по радіо данні про погоду і за допомогою кремольєри вводять поправку в показання приладу, встановив на барометричній шкалі тиск аеродрому. При посадці на високогірному чи низинному аеродромі, де тиск виходить за межі 670-790 мм рт. ст., необхідно запитати висоту даного аеродрому відносно рівня моря і за допомогою кремольєри встановити трикутні індекси на цю висоту. Стрілки висотомірів покажуть висоту відносно рівня моря. В момент посадки стрілки приладів покажуть нуль. Якщо поставити трикутні індекси висотомірів на висоту аеродрому зльоту, то в момент посадки стрілки висотоміра покажуть перевищення висоти аеродрома посадки над висотою аеродрома зльоту.

Чохли та заглушки з приймачів повітряного тиску доцільно знімати на вертольоті безпосередньо перед зльотом. Чохли та заглушки повинні забезпечуватися червоними вимпелами і блокуватися зв'язкою з іншими заглушками, які потрібно знімати перед запуском двигунів.

Перевірка ПВД-6М

Для перевірки необхідно зняти чохла з ПВД і завдяки зовнішньому огляду переконатися в його справності, після чого необхідно перевірити справність електричного обігрівача, для чого на правій панелі АЗС увімкнути два АЗС «Обігрів ПВД» (лівий, правий), після чого на лівій і правій електрощитах верхнього електропультів увімкнути вимикачі «Обігрів ПВД» і натиснути кнопку «Контроль обігріву ПВД». При справному обігріві запалиться зелене табло «Обігрів ПВД справний».

Примітка: При відсутності сніжного покриву в умовах обледеніння або температури повітря $+5^{\circ}\text{C}$ і нижче перед вирулюванням потрібно перевірити обігрів ПВД.

Попередження: На землі вмикати обігрів дозволяється на час не більше ніж 1 хвилина (для уникнення перегорання нагрівачого елементу і закупорки приймача окалиною від перегріву приймача). Робоче положення перемикача статички повинно бути в положенні «Об'єднана».

Особливості експлуатації ПВД-6М

Для забезпечення безвідмовної роботи пілотажно-навігаційних приладів в період експлуатації необхідно стежити, щоб пил, бруд, волога не попадали через отвори приймачів тиску в трубопроводи статичного і динамічного тисків.

Для цього після закінчення польотів на приймачі повітряного тиску надівають спеціальні чохла з червоними прапорцями.

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 динамічним і статичним тиском набігаючого потоку повітря в польоті.

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

Шкала приладу має градуювання від 0 до 450 км/год з оцифруванням через 50 км/год і ціною поділки 10 км/год.

Похибки і їх облік.

Показчик швидкості має інструментальні, методичні та аеродинамічні помилки.

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

Методичні похибки вказівника швидкості виникають в наслідок зміни густини повітря з підняттям на висоту і відмінністю температури повітря від стандартного значення.

При визначенні швидкості потоку по швидкісному напорі вважалось, що густина повітря – постійна величина. На насправді вона змінюється, з підняттям на висоту густина повітря зменшується, отже при одній і тій же самій швидкості на великій висоті буде відповідно менший швидкісний напір, а отже, і менші показання приладу. Градування приладу проводиться за щільності повітря, що відповідає тиску 760 мм рт. ст., тому з підняттям на висоту показання приладу занижуються.

При наборі висоти температура зменшується, що призводить до збільшення густини повітря. Градування приладу проводиться при температурі 15°, тому при меншій температурі прилад дає завищені показники. Але з підйомом на висоту тиск падає швидше, ніж температура, тому показання приладу стають все більш заниженими.

Тож, підсумовуючи вище сказане:

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. Похибки вимірів істинної швидкості зі збільшенням висоти польоту на малих висотах складають ± 15 км/год.

Інструментальні помилки виникають внаслідок пружного наслідку і гістерезу мембранної коробки, тертя в передавальному механізмі і неточності градування шкали. Інструментальні помилки враховуються за графіком, який складається під час перевірки приладу в лабораторії АіРЕО. Перевірка приладу повинна проводитися не рідше ніж 1 раз на 3 міс. Графік поправок встановлюється ліворуч у нижній частині центральної панелі приладової дошки.

Допустимі інструментальні помилки не повинні перевищувати ± 5 км/год.

Шкала показчика швидкості відградуйована від 0 до 450 км/год, оцифрування через 50 км, ціна малого ділення 10 км/год, похибка показань при температурі $+20^{\circ}$ - 6 км/год. Неплавність ходу стрілки не більше одного мм по дузі шкали.

Інструментальні похибки вимірювань виникають через недосконалість обробки деталей приладу, неточності складання, регулювання, якості матеріалів, з яких виготовлені деталі приладу, зносу деталей у процесі експлуатації. Інструментальні помилки визначаються під час перевірки показчика швидкості в лабораторних умовах на спеціальній установці ІВС-1. Інструментальні похибки складаються з аеродинамічними похибками, перевіряються за допустимими погрішностями і заносяться в спеціальну таблицю поправок показань приладу по ешелонах.

Поправочні таблиці вкладаються в спеціальні касети, встановлені на лівій бічній панелі електропульту для УС-450 КВС і на кришці щитка запобіжників на правому борту кабіни пілотів для УС-450 2-го пілота.

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.

Примітка: На малих швидкостях польоту до 20 км/год показник швидкості працює нестійко.

5. Варіометр ВАР-30МК

Варіометр ВАР-30МК служить для вимірювання вертикальної складової швидкості підйому або зниження вертольоту, а також для контролю горизонтального польоту і використовується, як пілотажний прилад.

Варіометр приєднаний штуцером до статичної системи приймача ПВД-ф6М.

Шкала відградуйована від 0 до 10 м/сек на «спуск» та «підйом».

Відцифровка шкали на відмітках «0», «2», «5», «10».

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.

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

Варіометр складається з герметичного корпусу, в якому встановлена манометрична коробка, що є чутливим елементом приладу. Манометрична коробка через передавальний механізм впливає на стрілку.

Варіометр є дуже чутливим приладом та швидко реагує на невеликі зміни вертикальної швидкості польоту.

Тому варіометр дозволяє витримувати задану висоту польоту з більшою точністю.

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.

У горизонтальному польоті тиск усередині корпусу приладу дорівнює атмосферному. При цьому різниця тисків між корпусом і манометричною **коробкою дорівнює "0" і стрілка стоїть на "0" шкали.**

При підйомі вертольота атмосферний тиск зменшується, отже, тиск у корпусі перевищує тиск усередині манометричної коробки. Під впливом перепаду тисків, що утворився, коробка стискається і через передавальний механізм пересуває стрілку за шкалою вгору від «0». Чим більша швидкість підйому або спуску, тим більшим буде перепад тисків, тим більшими будуть показання варіометру.

Варіометр працює в такий спосіб. У землі тиск повітря всередині манометричної коробки та в корпусі приладу однаковий, і стрілка варіометра знаходиться на нулі. При наборі висоти атмосферний тиск зовнішнього повітря знижується. Тиск повітря у внутрішній порожнині манометричної коробки починає зменшуватися зі швидкістю пропорційної швидкості набору висоти, а в корпусі приладу тиск зменшуватиметься значно повільніше за рахунок виходу повітря через капілярну трубку. Під впливом різниці тисків манометрична коробка стискається і рух передає на стрілку, що показує вертикальну швидкість підйому вертольота.

При переході вертольота в горизонтальний політ перепад тиску повітря всередині манометричної коробки і корпусі приладу буде прагнути до нуля, і стрілка варіометра тільки через 2-3 с встановиться на нуль. Отже, варіометр не відразу показує прямолінійний горизонтальний політ, а з деяким запізненням, і це треба враховувати при користуванні приладом у польоті та при перевірці працездатності анероїдних мембранних приладів на гелікоптері.

При зниженні гелікоптера тиск повітря у внутрішній порожнині манометричної коробки збільшується швидше, ніж у корпусі приладу. Манометрична коробка розширюватиметься і впливатиме на стрілку, яка покаже вертикальну швидкість зниження вертольота.

При зниженні гелікоптера тиск усередині манометричної коробки збільшується, а всередині корпусу приладу утворюється розрідження повітря. При цьому манометрична коробка розширюється і стрілка приладу переміщається вниз від нульової позначки шкали.

При торканні гелікоптера об землю тиск повітря в корпусі приладу і всередині манометричної коробки вирівнюється через 2-3 с і стрілка варіометра встановлюється на нульову позначку шкали.

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

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 $180 ^\circ$ не більше $\pm 0,75$ м/с.