

**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 № 5 - Прилади контролю роботи двигуна, трансмісії та систем  
гелікоптера**

**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. Загальні відомості.
2. Тахометри.
3. Манометри.
4. Електричні моторні індикатори.
5. Вимірювач режимів IP-117м.
6. Вимірювальна апаратура 2IA-6.
7. Термометри.
8. Показчик кроку гвинта УП-21-15.
9. Паливомір СКЕС-2027В.
10. Регулятор температури РТ-12-6.
11. Електронний регулятор двигуна ЕРД-3ВМ.
12. Апаратура контролю вібрації ІВ-500Е.

**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. Загальні відомості

До приладів контролю роботи двигунів і трансмісії відносяться:

- двохстрілочні тахометр ІТЕ-2;
- вимірювач режимів ІР-117м;
- електричний моторний індикатор ЕМІ-3РІ;
- електричний моторний індикатор ЕМІ-3РВІ;
- вимірювальна апаратура 2ІА-6;
- однострілочний тахометр ІТЕ-1;
- показчик кроку гвинта УП-21-15;
- термометр ТУЕ-48;
- топливомер СКЕС-2027В;
- регулятор температури РТ-12-6;
- електронний регулятор двигуна ЕРД-3ВМ;
- апаратура контролю вібрації ІВ-500Е;
- електричний дистанційний індукційний манометр ДИМ-3;
- термоелектричний термометр ТСТ-282С.

До приладів контролю гідравлічної і повітряної систем вертольота відносяться:

- електричний дистанційний індукційний манометр ДИМ-100К;
- манометр МВУ-100К;
- манометр МА-60МК.

До допоміжних приладів відносяться:  
термометр ТВ-45, ТВ-19.

### 2. Тахометри

На вертольоті встановлені два тахометра:

- двохстрілочні тахометр ІТЕ-2;
- однострілочний тахометр ІТЕ-1.

Двохстрілочні 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 двохстрілочні 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%  $\mp \pm 0,5\%$ ;
  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  $\pm 0,1\%$ .

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 індукуються 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.

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 покажчик ІТЕ-1. Датчики встановлені на головному редукторі, покажчики - на панелях приладів

льотчиків.

Принцип дії однострілочний тахометра ІТЕ-1 аналогічний принципу дії двухстрілочного 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:
  - в діапазоні 10-15% -  $\pm 1,5\%$ ;
  - в діапазоні 15-25% -  $\pm 1,0\%$ ;
  - в остальній частині шкали  $\pm 0,1\%$ .

### 3. Манометри

**ДИМ-100К.** Електричний дистанційний індуктивний манометр ДИМ-100К 3-й серії призначений для вимірювання надлишкового тиску в нейтральних рідинах.

Манометр складається з показчика УП1-100К 2-й серії і датчика ІД-100 3-й серії.

На вертольоті встановлені два комплекти манометра, по одному в основний і дублюючої гидросистемах. Показчики розміщені на електропульті в кабіні льотчиків, датчики - на гідропанелі.

Основні технічні дані:

- напруга живлення 36 В 400 Гц;
- споживаний струм не більше 0,15 А;
- діапазон вимірювання 0 - 100 кг / см<sup>2</sup>;
- похибка показання, не більше  $\pm 4$  кг / см<sup>2</sup>.

Принцип дії. Під впливом надлишкового тиску мембрана деформується. Через шток ця деформація передається на якір, який змінює повітряні зазори магнітних ланцюгів котушок L1 і L2. При цьому в одного ланцюга зазор збільшується, в іншій - зменшується. Це викликає зміна індуктивності котушок L1 і L2.

Так як схема харчується змінним струмом, зміна індуктивності веде до перерозподілу струмів в рамках логометра. Тому кожному положенню якоря відповідає одне певне положення стрілки.

**Манометр ДИМ-3.** Призначений для вимірювання надлишкового тиску повітря за двигуном АІ-9В.

Манометр ДИМ-3 складається з індуктивного датчика ІД-3 і показчика УП1-3. Датчик ІД-3 встановлено на лівому передньому підкосі редукторною рами, а показчик УП1-3 - на середній панелі електропульту.

Харчування манометра здійснюється однофазним змінним струмом напругою 36 В 400 Гц через запобіжник ПМ-2, розташований на щитку запобіжників.

**Манометр МВУ-100К.** Манометр МВУ-100К призначений для вимірювання тиску в загальній повітряній системі вертольота.

Принцип дії манометра заснований на залежності між вимірюваним тиском і пружними деформаціями чутливого елемента, які за допомогою передавального механізму перетворюються в обертальний рух стрілки.

Манометр встановлений на електропульт в кабіні льотчиків.

Основні технічні дані:

- діапазон вимірювання 0 - 100 кг / см<sup>2</sup>;
- робочий діапазон 10 - 50 кг / см<sup>2</sup>;
- похибка показань, не більше:
  1. в робочому діапазоні  $\pm 6$  кг / см<sup>2</sup>;
  2. в неробочому діапазоні  $\pm 8$  кг / см<sup>2</sup>.

**Манометр МА-60МК.** Манометр МА-60МК призначений для вимірювання тиску повітря в гальмівній системі коліс шасі.

Принцип дії манометра заснований на залежності між вимірюваним тиском і пружними деформаціями чутливого елемента, які за допомогою передавального механізму перетворюються в обертальний рух стрілки.

Манометр встановлений на електропульт в кабіні льотчиків.

Основні технічні дані:

- діапазон вимірювання 0 - 60 кг / см<sup>2</sup>;
- максимальний робочий тиск 40 кг / см<sup>2</sup>;
- основна допустима похибка показань при температурі  $20 \pm 5$  ° С  $\pm 2,4$  кг / см<sup>2</sup>.

#### 4. Електричні моторні індикатори

Електричний моторний індикатор ЕМІ-3РІ. Електричний моторний індикатор ЕМІ-3РІ служить для дистанційного контролю роботи двигуна і є комбінованим приладом, що вимірює тиск і температуру масла.

У комплект приладу входять:

- показчик УІЗ-3 2 серії;
- датчик тиску масла ІМД-8;
- приймач температури масла П-1.

На вертольоті встановлені два комплекти ЕМІ-3РІ (по одному на кожен двигун). Обидва показчики розташовані на центральному пульті, датчики тиску встановлені на двигунах, приймачі температури - в відсіках двигунів в трубопроводі маслосистеми.

Показчики УІЗ-3 2 серії, приймачі П-1, а також датчики ІМД-8 взаємозамінні.

Система вимірювання тиску масла харчується змінним струмом напругою 36 В 400 Гц, система вимірювання температури масла харчується постійним струмом 27 В.

Принцип дії. Дія манометра масла засноване на зміні величини індуктивності котушок датчика зі зміною тиску масла, що, в свою чергу, веде до зміни величини струмів в рамках магнітоелектричного логометра і, отже, - до переміщення стрілки приладу.

Схема термометра масла являє собою міст постійного струму, в одне плече і діагональ якого включені рамки магнітоелектричного логометра. Принцип дії термометра масла заснований на зміні опору електричного кола термометра від зміни температури масла, що веде до перерозподілу струмів в схемі моста і зміни положення стрілки логометра.

Основні технічні дані показчика УІЗ-3 2 серії:

- діапазон виміру показчика:

1. манометра масла 0 - 8 кг / см<sup>2</sup>;
2. термометра масла 50 +150 ° С;

- похибка показань показчика тиску від межі вимірювання, не більше (при нормальній температурі):

1. в робочому діапазоні  $\pm 1,5\%$ ;
  2. в неробочому діапазоні  $\pm 2\%$ ;
- похибка термометра, не більше:

1. в робочому діапазоні  $\pm 4^\circ \text{C}$ ;
2. в неробочому діапазоні  $\pm 6^\circ \text{C}$ .

Основні технічні дані датчика ІМД-8:

- робочий діапазон виміру 1,5 - 6,5 кг / см<sup>2</sup>;

- похибка датчика тиску від межі вимірювання, не більше (при нормальній температурі):

1. в робочому діапазоні  $\pm 2,5\%$ ;
2. в неробочому діапазоні  $\pm 4\%$ .

Основні технічні дані приймача П-1:

- похибка приймача:

1. в діапазоні від 0 до + 100 ° С -  $\pm 1^\circ \text{C}$ ;
2. в іншому діапазоні температур не більше  $\pm 2^\circ \text{C}$ .

- опір обмотки приймача:

- при температурі 0°C – 90,1 $\pm$ 0,15 Ом;
- при температурі 100°C – 129,8 $\pm$ 0,44 Ом.

-

### **Електричний моторний індикатор ЕМІ-ЗРВІ.**

Призначений для вимірювання тиску масла в головному редукторі і температури масла в проміжному і хвостовому редукторах.

У комплект приладу входять:

- показчик УІЗ-6 2 серії;
- датчик тиску масла ІМД-8;
- приймач температури масла П-1.

Показчик УІЗ-6 - комбінований прилад, який вказує тиск і температуру масла, розташований на центральному пульті. Індукційний датчик ІМД-8 вимірює тиск масла в головному редукторі ВР-14 і встановлений на ньому. Приймачі П-1 вимірюють температуру масла в проміжному і хвостовому



редукторах і встановлені на них.

Показчики УІЗ-6 2 серії, приймачі П-1, а також датчики ІМД-8 взаємозамінні.

Система вимірювання тиску масла харчується змінним струмом напругою 36 В 400 Гц, система вимірювання температури масла харчується постійним струмом 27 В.

Основні технічні дані показчика УІЗ-6 2 серії:

- діапазон виміру показчика:

1. манометра масла 0 - 8 кг / см<sup>2</sup>;
2. термометра масла -50 +150 ° С;

- похибка показань показчика тиску від межі вимірювання, не більше (при нормальній температурі):

1. в робочому діапазоні  $\pm 1,5\%$ ;
  2. в неробочому діапазоні  $\pm 2\%$ ;
- похибка термометра, не більше:

1. в робочому діапазоні  $\pm 4^\circ \text{C}$ ;
2. в неробочому діапазоні  $\pm 6^\circ \text{C}$ .

Основні технічні дані датчика ІМД-8:

- робочий діапазон виміру 1,5 - 6,5 кг / см<sup>2</sup>;

- похибка датчика тиску від межі вимірювання, не більше (при нормальній температурі):

1. в робочому діапазоні  $\pm 2,5\%$ ;
2. в неробочому діапазоні  $\pm 4\%$ .

Основні технічні дані приймача П-1:

- похибка приймача:

1. в діапазоні від 0 до + 100 ° С -  $\pm 1^\circ \text{C}$ ;
2. в іншому діапазоні температур не більше  $\pm 2^\circ \text{C}$ .

- опір обмотки приймача без сполучних проводів:

1. при температурі 0 ° С -  $90,1 \pm 0,15 \text{ Ом}$ ;
2. при температурі 100 ° С -  $129,8 \pm 0,44 \text{ Ом}$ .

## 5. Вимірювач режимів ІР-117М

Вимірювач режимів ІР-117м призначений для дистанційного контролю режимів роботи двигунів ТВЗ-117МТ (ВМ).

Контроль режимів роботи двигунів заснований на вимірюванні тиску повітря за компресором, перетворенні його в переміщення бічних індексів вимірювача і порівнянні з режимами, зазначеними на центральному індексі, положення якого пропорційно атмосферному тиску і температурі навколишнього повітря.

Режим роботи двигуна визначається за вказівником режимів УР-117м становищем його бокового індексу щодо центральних індексів:

- злітний режим - бічний індекс знаходиться вище центрального індексу «Н»;
- номінальний режим - бічний індекс знаходиться вище центрального

індексу «К» до положення навпроти індексу «Н»;

- крейсерський режим - бічний індекс знаходиться навпроти або нижче центрального індексу «К».

У комплект вимірника режимів ІР-117м входять:

- датчик висотної корекції ДВК;
- два приймача тиску ПМ-10МР;
- приймач температури П-1;
- показчик режимів УР-117м.

Датчик ДВК розташований під підлогою кабіни екіпажу між шпангоутами №№ 3 Н і 4Н і приєднаний до статичній системі ПВД. Приймачі тиску ПМ-10МР встановлені у вантажній кабіні на верхній частині шпангоута № 5. Приймач температури П-1 встановлений в передній частині рухового відсіку. Показчик режимів УР-117м розміщений на лівій панелі приладів.

Основні технічні дані:

- діапазон вимірювання надлишкового тиску за компресором Рк від 5 до 10кг / см<sup>2</sup>;

- напруга живлення 27 В ± 10%.

Визначення режиму роботи двигуна. Закон  $R_k = f(P_n, t_n)$  для кожного режиму визначається наступними залежностями:

- номінальний режим  $R_{k \text{ ном.}} = 3,4 - 0,0068 \cdot t_n + 4,03 \cdot P_n$  (кгс / см<sup>2</sup>);
- крейсерський режим  $R_{k \text{ кр.}} = R_{k \text{ ном.}} - 0,45$  (кгс / см<sup>2</sup>);
- обмежений злітний режим  $R_{k \text{ ів}} = R_{k \text{ ном.}} + 0,53$  (кгс / см<sup>2</sup>),

де:  $R_{k \text{ ном.}}$ ,  $R_{k \text{ кр.}}$ ,  $R_{k \text{ ів}}$  - тиск повітря за компресором на режимах відповідно: номінальному, крейсерському і обмеженому злітній;

$P_n$  - атмосферний тиск (кгс / см<sup>2</sup>);

$t_n$  - температура зовнішнього повітря (° С).

## 6. Вимірювальна апаратура 2ІА-6

Вимірювальна апаратура 2ІА-6 призначена для вимірювання температури газів перед турбінами компресорів двигунів ТВЗ-117.

Принцип роботи апаратури заснований на компенсаційному методі вимірювання термоелектродвіжущей сили термопар. Джерелом сигналу для апаратури служать з'єднані паралельно хромель-алюмелеві термопары Т-102.

У комплект апаратури 2ІА-6 входять:

- здвоєний термометр 2УТ-6К;
- здвоєний усилитель 2УЕ-6Б;
- дві перехідні колодки ПК-6.

Показчик 2УТ-6К встановлений на лівій панелі приладів, здвоєний підсилювач 2УЕ-6Б - на правій етажерці в кабіні екіпажу, перехідні колодки - у вантажній кабіні на верхній частині шпангоута № 4.

Для контролю апаратури 2ІА-6 на лівій бічній панелі розташовані кнопки «КОНТРОЛЬ 2ІА-6 ЗЕМЛЯ» і «КОНТРОЛЬ 2ІА-6 ПОВІТРЯ». При натисканні кнопки «КОНТРОЛЬ 2ІА-6 ЗЕМЛЯ» свідчення показчика 2УТ-6К повинні бути більше 950 ° С, а при натисканні кнопки «КОНТРОЛЬ 2ІА-6 ПОВІТРЯ» -

менше 150 ° С.

Основні технічні дані.

Межа вимірювання від 0 до 1200 ° С.

Робочий діапазон вимірювання від 300 до 1000 ° С.

Похибка показань комплексу термометра при нормальній температурі не перевищує:

- в робочому діапазоні  $\pm 6$  ° С;
- в неробочому діапазоні  $\pm 8$  ° С.

Споживані струми від джерел живлення

- 115 В 400 Гц;
- 27 В не більше 0,2 А;
- не більше 0,8 А.

## 7. Термометри

ТУЕ-48. Термометр універсальний електричний ТУЕ-48 призначений для дистанційного вимірювання температури масла в головному редукторі.

У комплект термометра входять:

- вимірювач ТУЕ-48;
- приймач температури П-1.

Вимірювачі та приймачі з різних комплектів відповідно взаємозамінні. Приймач П-1 встановлюється на головному редукторі, вимірювач - на центральному пульті.

Основні технічні дані:

Діапазон вимірювання температури від - 70 до + 150 ° С.

Робочий діапазон від - 40 до + 130 ° С.

Похибка в робочому діапазоні при нормальній температурі, не більше:

- вимірювача  $\pm 3$  ° С;
- термометра  $\pm 5$  ° С.

Коливання стрілки при роботі двигуна не більше  $\pm 1$  мм по дузі шкали.

Напруга живлення постійним струмом 27 В  $\pm 10\%$ .

Принцип дії. Вимірювач складається з уніфікованого логометра, який разом з резисторами встановлений на загальних підставах. Основним елементом вимірювача є логометр магнітоелектричної системи з обертовим магнітом і нерухомими обмотками (рамками  $r_1$  і  $r_2$ ).

Принцип дії термометра ТУЕ-48 заснований на тому, що при зміні температури масла, де поміщений приймач П-1, змінюється опір ( $R_9$ ) теплочутливі елемента приймача, включеного в одне з плечей моста логометра. Ця зміна, в свою чергу, викликає перерозподіл струмів в рамках логометра, що призводить до повороту результуючого магнітного поля рамок. Магніт повертається за магнітним полем і повертає пов'язану з ним стрілку. Таким чином, положення стрілки покажчика залежить від величини температури масла, де поміщений приймач.

ТСТ-282С. Термоелектричний термометр ТСТ-282С призначений для дистанційного вимірювання температури вихідних газів за турбіною двигуна

АІ-9В.

Принцип роботи термометра полягає в наступному: при зміні температури газового потоку в ланцюзі термометра змінюється термоелектрорушійна сила, величина якої відраховується по милливольтметру-вимірника.

У комплект термометра ТСТ-282С входять вимірювач ТСТ-2 і дві термопари Т-82с. Вимірювач ТСТ-2 встановлено на середньої панелі електропульт, а термопари Т-82с - на двигуні АІ-9В.

Основні технічні дані.

Діапазон вимірюваних температур від 0 до 900 ° С.

Діапазон робочих температур від 600 до 800 ° С.

Основна похибка термометра при температурі середовища, що оточує вимірювач,  $20 \pm 5$  ° С:

- в робочому діапазоні  $\pm 20$  ° С;
- в неробочому діапазоні  $\pm 35$  ° С.

Термометр ТВ-45 служить для вимірювання температури повітря в вантажній (пасажирської) кабіні вертольота.

Один термометр ТВ-45 встановлений на приладовій дошці вантажної кабіни, другий - на каркасі кабіни льотчиків.

Принцип дії термометра заснований на зміні лінійних розмірів біметалічною спіралі в залежності від зміні температури

Основні технічні дані

Діапазон вимірювання від -50 до +70 ° С;

Похибка у всьому діапазоні шкали не більше  $\pm 3$  ° С.

Термометр ТВ-19. Для дистанційного вимірювання температури повітря в вантажній (пасажирської) кабіні на вертольоті встановлений термометр ТВ-19.

У комплект ТВ-19 входять вимірювач ТВ-1 і три приймача П-9Т.

Вимірювач ТВ-1 встановлений на правій панелі приладів у кабіні льотчиків, приймачі П-9Т - на стелі вантажної (пасажирської) кабіни в районі шп. №№ 5, 9, 13.

Принцип дії.

Вимірювач - вібраційно-стійкий магнітоелектричний логометр з двома обертовими рамками.

Основними вузлами є магнітна і рухома системи і котушки опору мостової схеми.

Приймач - теплочутливий елемент з нікелевого дроту, намотаний на плоскі пластини і за допомогою стійок прикріплений до основи. Від механічних ушкоджень теплочутливий елемент захищений каркасом.

Принцип дії термометра заснований на тому, що при зміні вимірюваної температури середовища змінюються опору чутливих елементів приймачів, включених в одне з плечей моста, що в свою чергу, викликає перерозподіл струмів в рамках логометра і призводить до нового положення рухливу систему. Таким чином, положення стрілки вимірювача залежить від температури, яка сприймається теплочутливими елементами приймачів.

Основні технічні дані.

Діапазон вимірювання від  $-60$  до  $+70$  ° С.

Робочий діапазон від  $0$  до  $+35$  ° С.

Похибка термометра при нормальній температурі, не більше:

- в робочому діапазоні  $\pm 2,5$  ° С;
- в неробочому діапазоні  $\pm 5$  ° С.

Напруга живлення  $27\text{ В} \pm 10\%$ .

Споживаний струм не більше  $50\text{ мА}$ .

## 8. Показчик кроку гвинта УП-21-15

Показчик кроку гвинта УП21-15 призначений для дистанційного визначення кроку несучого гвинта.

У комплект приладу входять датчик ДС-11 і індикатор ІП21-15.

Зв'язок між датчиком і індикатором дистанційна сельсину, складається з сельсина-датчика і сельсина-приймача, що працюють в трансформаторному режимі.

Індикатор ІП21-15 встановлений на лівій панелі приладів, датчик ДС-11 - на кронштейні, закріпленому на головному редукторі ВР-14. Датчик через регульовану тягу пов'язаний з кронштейном повзуна автомата перекоосу.

Основні технічні дані.

Похибка показчика по куту повороту осі датчика не більше  $\pm 2$  °.

Швидкість відпрацювання стежить системи не менше  $50$  ° / сек.

Напруга живлення:

- постійний струм  $27\text{ В}$ ;
- змінний струм  $36\text{ В } 400\text{ Гц}$ .

Струм:

- по постійній напрузі не більше  $150\text{ мА}$ ;
- по змінній напрузі не більше  $300\text{ мА}$ .

## 9. Паливомір СКЕС-2027В

Важеля поплавковий топливомер СКЕС-2027В призначений для дистанційного сумарного і роздільного вимірювання запасу палива в баках вертольота, а також для сигналізації про заповнення баків при заправці і критичному залишку палива.

Принцип дії топливомера заснований на вимірюванні величини активного опору датчика, мінливого в залежності від зміни рівня палива в баку. Для перетворення неелектричної величини, тобто висоти рівня палива, в електричну величину (активний опір) служать реостатні датчики для важеля поплавця типу, встановлені в баках вертольота і підключені до електровимірювальних що показує приладу.

У комплект топливомера входять:

- реостатні датчики (4 шт.);
- показує прилад БЕ-09К;
- перемикач П-8УК;

- імітатор ИДП-1 датчика додаткового бака.

Що складає прилад і перемикач топливомера встановлені на правій панелі приладів. Імітатор, що підключається в схему топливомера при знятому додатковому баку, встановлений на виступі обшивки фюзеляжу над заливний горловиною додаткового бака.

На середньої панелі електропульт встановлений перемикач «ЗАПРАВКА-КОНТРОЛЬ» для перемикання ланцюга топливомера на сигналізацію про заповнення баків при заправці або на контроль за справністю ламп сигналізації заправки.

Сигнальні табло «БАК ПОВНИЙ» з білим світлофільтром, що загоряються при повній заправці, встановлені зовні фюзеляжу близько заправних горловин відповідних баків.

Сигнальне табло критичного залишку палива «ЗАЛИШИЛОСЯ 270 л» з червоним світлофільтром встановлено на правій панелі приладів. Табло підключено до системи «мигалками».

Основні технічні дані. Градувальна похибка комплекту в% від номінального значення шкали роздільного контролю:

- нульова відмітка  $\pm 2,5$ ;
- перша відмітка  $\pm 5,0$ ;
- решта шкали  $\pm 5,0$ .

Градувальна похибка комплекту в% від номінального значення шкали сумарного контролю:

- нульова відмітка  $\pm 3,0$ ;
- перша відмітка  $\pm 5,0$ ;
- решта шкали  $\pm 7,0$ .

Напруга живлення постійним струмом  $27 \text{ В} \pm 10\%$ .

Градувальна похибка показчика при температурі  $+ 20 \pm 5^\circ \text{C}$ :

- на ділянці від початку до 80% її довжини  $\pm 1,5\%$ ;
- на решті частини шкали  $\pm 2\%$ .

Похибка спрацьовування сигнального пристрою датчика не більше  $\pm 3\%$  від вимірюваного об'єму бака.

## 10. Регулятор температури РТ-12-6

Регулятор температури РТ-12-6 2 сер. призначений для автоматичного обмеження до заданої межі температури газів перед турбіною компресора двигуна шляхом впливу на паливну апаратуру.

Регулятор температури працює спільно з 14 паралельно з'єднаними термопарами Т-102 і виконавчим механізмом ІМ-47, встановленими на двигуні ТВЗ-117ВМ.

Регулятори РТ-12-6 2 сер. (2 шт.) Для двох двигунів встановлені на стелі вантажної кабіни у шп. №№ 3 і 4.

Контроль роботи регуляторів і виконавчих механізмів здійснюється кнопками «КОНТРОЛЬ РТ ДВИГУНІВ - ЛІВОГО», «КОНТРОЛЬ РТ ДВИГУНІВ - ПРАВОГО» і табло «ОГР п Тг ЛІВИЙ», «ОГР п Тг ПРАВИЙ»,

розташованими на лівій бічній панелі електропульт.

Ланцюги харчування регуляторів підключені до акумуляторної шини через запобіжники ПМ-2 «РЕГ ТЕМПЕР рухатись ЛЕВ (ПРАВ)», встановлені на панелі запобіжників.

Основні технічні дані.

Напруга живлення  $27\text{В} \pm 10\%$ .

Споживаний струм не більше 0,3 А.

Налаштування задатчика підсилювача:

- основна  $985 \pm 5^\circ\text{C}$ ;

- в режимі «Контроль» на  $150 \pm 6^\circ\text{C}$  нижче основної.

Частота імпульсів вихідної напруги при  $50 \pm 2\%$  скважності  $15 \pm 5$  Гц.

Принцип дійства.Регулятор температури РТ-12-6 2 сер. представляє собою підсилювальний і перетворювальне пристрій статичної системи регулювання температури газів перед турбіною компресора двигуна. Датчиком температури для регулятора є здвоєні термопары Т-102, які приєднуються до підсилювача хромель-алюмелеві проводами. Компенсація температури холодного спаю термопар здійснюється всередині регулятора.

Опір проводів зовнішньої ланцюга підключення термопар (від клемної колодки на двигуні до клем регулятора температури) має величину  $(2,5 \pm 0,5)$  Ом. Для витримування цієї величини в ланцюзі є підгінним опір.

Напруга термоЕ.Д.С. надходить на вхід регулятора і порівнюється з опорною напругою, величина якого визначає рівень температури обмеження і регулюється потенціометром задатчика. При збільшенні температури газів напруга термоЕ.Д.С. збільшується в порівнянні з сигналом опорного напруги, різниця сигналів надходить на вхід підсилювача, де даний сигнал посилюється, перетворюється і надходить на поляризоване реле виконавчого механізму ІМ-47 у вигляді високочастотних імпульсів. При включеному виконавчому механізмі зменшується витрата палива і температура газів падає.

## 11. Електронний регулятор двигуна ЕРД-3ВМ

Електронний регулятор двигуна ЕРД-3ВМ призначений для вироблення керуючих впливів на виконавчий механізм ІМ-47 насоса-регулятора НР-3ВМ, який регулює витрату палива при регулюванні частоти обертання турбокомпресора, на виконавчий механізм МКТ-163 перебудови упору автомата приємності і на виконавчий механізм ІМ-3А зупинки двигуна при розкручуванні вільної турбіни.

До складу ЕРД-3ВМ входять три функціональних вузла: джерело живлення, автомат захисту вільної турбіни (АЗСТ) і контур обмеження частоти обертання турбокомпресора (контур ТК).

Регулятор ЕРД-3ВМ працює спільно з датчиками ДТА-10 (2 шт.) Частоти обертання вільної турбіни, ДЧВ-2500 частоти обертання турбокомпресора, приймачем температури П-77, вимірювальним комплексом тиску ІКД27Да-220-780.

Регулятори ЕРД-3ВМ (2 шт.) Встановлено у вантажній кабіні на стелі між

шпангоутами №№ 3 і 4.

Датчики ДТА-10, ДЧВ-2500 встановлені в кожному двигуні, приймач П-77 - в повітропроводі обдування термопатрон насоса-регулятора двигуна.

Вимірювальні комплекси тиску ІКД27Да-220-780 (2 шт.) Для обох двигунів встановлені під підлогою кабіни льотчиків між шпангоутами №№ 2Н і 3Н і підключені до статичній системі ПВД.

Харчування регулятора ЕРД-3ВМ проводиться від шини акумуляторів через запобіжники ПМ-2 «ЕРД ЛЕВ», «ЕРД ПРАВ», від шини ВУ через запобіжники ПМ-2 і плавкі вставки ВП1-1В «ЕРД ЛЕВ», «ЕРД ПРАВ», розташовані на щитку запобіжників у вантажній кабіні.

Включення харчування регуляторів проводиться вимикачами, розташованими на центральному пульті.

Регулятор ЕРД-3ВМ має схему вбудованого автоматичного контролю, що працює циклічно. При виявленні відмови в одному, двох або трьох циклах система вбудованого контролю регулятора зберігає на ІМ-47 керуючий сигнал попереднього справного циклу, а при збереженні відмови протягом чотирьох циклів поспіль і більше знімає керуючий сигнал з виконавчого механізму, МКТ-163 і сигналізатора «ЧР ЛЕВ (ПРАВ) ДВ » і формує команду на табло «ОТКЛ ЕРД ЛЕВ ДВ », «ОТКЛ ЕРД ПРАВ ДВ », яка знімається автоматично в разі, якщо система контролю перестає фіксувати відмову. При запуску двигунів табло «ОТКЛ ЕРД ЛЕВ ДВ», «ОТКЛ ЕРД ПРАВ ДВ» горять до  $n_{тк} = 60\%$ .

Основні технічні дані.

Напруга живлення  $27В \pm 10\%$ .

Споживана потужність не більше 60 Вт.

Точність підтримки регульованих параметрів на землі і в польоті:

- розрахункової частоти обертання  $n_{тк} \pm 0,5\%$ ;
- максимальної частоти обертання  $n_{тк \max} \pm 0,15\%$ ;
- наведеної частоти обертання  $n_{тк \text{ін}} \pm 0,35\%$ ;
- частоти обертання  $n_{тк}$  на надзвичайному режимі  $\pm 0,6\%$ .

Частота видачі керуючих сигналів на ІМ-47 24,41 Гц.

Затримка видачі керуючого сигналу на ІМ-3А не більше 0,03 с.

Автомат захисту вільної турбіни АЗСТ спільно з датчиками частоти обертання ротора СТ ДТА-10 і виконавчим механізмом ІМ-3А утворює систему захисту вільної турбіни і забезпечує виконання таких функцій:

- вироблення сигналу на виконавчий механізм ІМ-3А і на світлове табло «прев'ю N<sub>ст</sub> ЛЕВ (ПРАВ) ДВ» при досягненні  $N_{ст} = (118 \pm 2)\%$ ;
- контроль справності АЗСТ і ланцюгів ІМ-3А на працюючому двигуні при  $N_{ст} = (96 \pm 2)\%$ .

Конструктивно АЗСТ складається з двох аналогічних каналів, на кожен з яких від датчиків ДТА-10 надходять електричні сигнали, частота яких пропорційна частоті обертання ротора СТ. Кожен з каналів проводить вимірювання частоти сигналів і порівнює її з максимально допустимою частотою.

При досягненні граничного значення  $N_{ст}$  відбувається спрацювання обох каналів АЗСТ з видачею команди на виконавчий механізм ІМ-3А і на



світлове табло «прев'ю Nст ЛЕВ (ПРАВ) ДВ». При цьому обидва канали стають на самоблокування, що унеможливило проведення запуску двигуна. Розблокування здійснюється короточасним (на 2 ... 3 сек) вимиканням харчування ЕРД.

При спрацьовуванні одного з каналів АЗСТ видає сигнал тільки на табло. Якщо при цьому протягом 0,2 сек другий канал не спрацьовує, то схема контролю видає команду на установку обох каналів у вихідне положення з одночасним відключенням табло.

Контур ТК спільно з датчиком частоти обертання турбокомпресора ДЧВ-2500, датчиком температури зовнішнього повітря П-77, вимірювальним комплексом тиску зовнішнього повітря ІКД-27Да-220-780 і виконавчим механізмом ІМ-47 утворює систему обмеження максимальних режимів.

Основними функціями контуру ТК є:

- обмеження частоти обертання ротора ТК на злітній режимі з корекцією по  $p_n$  і  $t_n$  відповідно до закону  $n_{TK \text{ вим}} = (109,1 + 0,159t_n - 14,41p_n)\%$ ;
- обмеження максимальної частоти обертання ротора ТК  $n_{TK \text{ max}} = 101\%$ ;
- обмеження максимальної наведеної частоти обертання ротора ТК  $n_{TK \text{ пр}} = 103\%$  шляхом корекції  $n_{TK}$  по  $t_n$  за законом  $n_{TK \text{ вим}} = (100,5 + 0,192t_n)\%$ ;
- перенастроювання контуру ТК, що забезпечує переклад двигуна на надзвичайний режим (ЧР) з одночасною видачею сигналу на табло «ЧР ЛЕВ (ПРАВ) ДВ» при виконанні наступних умов:

1. наявність сигналу від вимикача ЧР;
  2. наявність різниці в частотах обертання свого і сусіднього двигунів 5-9%;
  3. при досягненні  $n_{TK}$  значення на 1% нижче злітної режиму;
- обмеження  $n_{TK}$  на надзвичайному режимі значенням, перевищуючим  $n_{TK}$  злітної режиму на 1,0 ... 1,2%;
- видача керуючого сигналу на виконавчий механізм МКТ-163 перенастроювання автомата приемистости в процесі розгону двигуна при досягненні  $n_{TK}$  на 5% нижче розрахункового значення для максимальної злітної режиму і зняття сигналу в процесі скидання газу при  $n_{TK}$  на 7% нижче розрахункового значення;
  - зниження обмежувального значення  $n_{TK}$  в режимі «Контроль» на  $(4 \pm 1)\%$  за сигналом від спеціального перемикача на пульті ЕРД.

В системі обмеження режимів контур ТК ЕРД працює спільно з регулятором температури РТ-12-6. При цьому сигнали від ЕРД і РТ надходять на виконавчий механізм ІМ-47 через схему АБО.

Спільна робота регуляторів здійснюється шляхом зупинки роботи пристрою виведення ЕРД на час проходження імпульсного сигналу від РТ, після закінчення якого робота пристрою виведення триває. Одночасно з видачею сигналу на ІМ-47 контур ТК видає команду на включення табло «ОГР n Тг ЛІВИЙ (ПРАВИЙ)».

## 12. Апаратура контролю вібрації ІВ-500Е

Апаратура контролю вібрації ІВ-500Е сер.2 призначена для безперервного контролю швидкості корпусу двигуна, а також для світлової сигналізації про виникнення вібрації з рівнем віброшвидкості, перевищуючим 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 между 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 віброускорення усталеною лінійної 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 дроту - 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 швидкості, пристрій, що виконує функцію інтегрування.

Пристрій, що має два з'єднувача: для підключення дроту 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 впиваючись-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 каналів електронного блоку відносяться ці позначення.