

**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 № 7 - Прилади вимірювання тиску, температури

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. Манометри.
2. Електричні моторні індикатори.
3. Вимірювач режимів ІР-117М.
4. Вимірювальна апаратура 2ИА-6
5. Термометри
6. Регулятор температури РТ-12-6
7. Електронний регулятор двигуна ЕРД-3ВМ

Рекомендована література:

Основна література:

- 1.Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.-
- 2.Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
- 3.Харченко В.П. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І.Чепіженко, А.А.Тунік, С.В.Павлова. – К.: ТОВ «Абрис–принт», 2012. – 464 с.
- 4.Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
- 5.Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.

Допоміжна література:

- 1.Приладове обладнання та електронна автоматика літальних апаратів/ В.А. Антілаторов, М.М. Петренко, А.В. Статигін. – Х.:ХНУПС, 2017.- 172с.
- 2.Єдині конспекти по АіРЕО Мі-8 на цикловій комісії.
- 3.Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-8 - М.: Департамент повітряного транспорту, 1996.
- 4.Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 13, 14)

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn2.pdf
2. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn3.pdf
3. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn1_ch2.pdf
4. http://aviadocs.net/RLE/Mi-2/CD1/RTO/Mi-2_RTO-75EP_ch2.pdf

5. http://aviadocs.com/RLE/Mi-8/CD1/TO/Mi-8_TO_kn4.pdf
6. http://www.aviadocs.net/RLE/Mi-8/CD1/TO/Mi-8_TO_kn1.pdf
7. http://flightcollege.com.ua/library/3_Mi_8_MTV_1_RTE%60_Kniga_4.pdf

Текст лекції

1. Манометри

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

Манометр складається з показчика УІ1-100К 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 електропульт 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 / см²;
- похибка показання, не більше ± 4 кг / см².

Принцип дії. Під впливом надлишкового тиску мембрана деформується. Через шток ця деформація передається на якор, 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 ДІМ-3. Призначений для вимірювання надлишкового тиску повітря за двигуном АІ-9В.

Манометр ДІМ-3 складається з індуктивного датчика ІД-3 і показчика УІ1-3. Датчик ІД-3 встановлено на лівому передньому підкосі редукторною рами, а показчик УІ1-3 - на середній панелі електропульт.

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 / см²;
- робочий діапазон 10 - 50 кг / см²;
- похибка показань, не більше:
 1. в робочому діапазоні ± 6 кг / см²;
 2. в неробочому діапазоні ± 8 кг / см².

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 / см²;
- максимальний робочий тиск 40 кг / см²;
- основна допустима похибка показань при температурі $20 \pm 5^\circ \text{C} \pm 2,4 \text{ кг / см}^2$.

2. Електричні моторні індикатори

Електричний моторний індикатор ЕМІ-ЗРІ. Електричний моторний індикатор ЕМІ-ЗРІ 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-ЗРІ (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 живиться змінним струмом напругою 36 В 400 Гц, система вимірювання температури масла живиться 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 / см²;
 2. термометра масла $50 + 150^\circ \text{C}$;
 - 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 / см²;
 - 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 $+ 100^{\circ}\text{C}$ - $\pm 1^{\circ}\text{C}$;
2. в іншому діапазоні температур не більше $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

- опір обмотки приймача:
- при температурі 0°C - $90,1 \pm 0,15\text{ Ом}$;
- при температурі 100°C - $129,8 \pm 0,44\text{ Ом}$.
-

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 / см²;
2. термометра масла $-50 + 150^{\circ}\text{C}$;

- 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 / см²;

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

- опір обмотки приймача без сполучних проводів:

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

3. 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 P_k від 5 до $10\text{кг} / \text{см}^2$;
- напруга живлення $27\text{В} \pm 10\%$.

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

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

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

P_n - атмосферний тиск (кгс / см^2);

t_n - температура зовнішнього повітря ($^{\circ}\text{C}$).

4. 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 термопари. Джерелом сигналу для апаратури служать з'єднані паралельно хромель-алюмелеві термопари 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°C , а при натисканні кнопки «КОНТРОЛЬ 2ІА-6 ПОВІТРЯ» - менше 150°C .

Основні технічні дані.

Межа вимірювання від 0 до 1200°C .

Робочий діапазон вимірювання від 300 до 1000°C .

Похибка показань комплекту термометра при нормальній температурі не перевищує:

- в робочому діапазоні $\pm 6^{\circ}\text{C}$;
- в неробочому діапазоні $\pm 8^{\circ}\text{C}$.

Споживані струми від джерел живлення

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

5. 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 $+ 150^{\circ}\text{C}$.

Робочий діапазон від - 40 до $+ 130^{\circ}\text{C}$.

Похибка в робочому діапазоні при нормальній температурі, не більше:

- вимірювача $\pm 3^{\circ}\text{C}$;
- термометра $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Коливання стрілки при роботі двигуна не більше ± 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 нерухожими 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 ± 5 ° С:

- в робочому діапазоні ± 20 ° С;
- в неробочому діапазоні ± 35 ° С.

Термометр ТВ-45 служить для вимірювання температури повітря в вантажний (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 зміни температури

Основні технічні дані

Діапазон вимірювання від -50 до +70 ° С;

Похибка у всьому діапазоні шкали не більше ± 3 ° С.

Термометр ТВ-19. Для дистанційного вимірювання температури повітря в вантажний (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 $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$;
- в неробочому діапазоні $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

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

Споживаний струм не більше 50 мА.

6. 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 електропульту.

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 ± 5 Гц.

Принцип дії. Регулятор температури РТ-12-6 2 сер. представляє собою підсилювальний і перетворювальний пристрій статичної системи регулювання температури газів перед турбіною компресора двигуна. Датчиком температури для регулятора є здвоєні термопари 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 витримання 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 опорної 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.

7. 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 термодатчиків 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 $n_{тк\in} \pm 0,35\%$;
- 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 Nст 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 спрацьовування обох каналів АЗСТ з видачею команди на виконавчий механізм ІМ-3А і на світлове табло «прев'ю $N_{ст}$ ЛЕВ (ПРАВ) ДВ». При цьому обидва канали стають на самоблокування, що унеможливорює проведення запуску двигуна. Розблокування здійснюється короткочасним (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 приємності 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 п Тг ЛІВИЙ (ПРАВИЙ)».