

**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 № 4 - Курсова система та автопілот

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 про курсову систему ГМК-1А.
2. Режими роботи курсової системи ГМК-1А.
3. Елементи системи ГМК-1А.
4. Загальні відомості про автопілот АП-34Б.
5. Елементи автопілота АП-34Б.
6. Робота автопілота АП-34Б.
7. Вироби, що взаємодіють з автопілотом АП-34Б.

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>

1. Загальні відомості про курсову систему ГМК-1А

Курсова система ГМК-1А призначена для визначення та вказівки магнітного або ортодроміческого курсу вертольота і кутів розвороту вертольота.

При спільній роботі з радіокомпасом АРК-9 система служить для видачі магнітних (або справжніх) пеленгов і курсових кутів радіостанцій.

При роботі з автопілотом АП-34Б курсова система видає в автопілот сигнали курсу і кути відхилення вертольота від курсу.

Курсова система ГМК-1А працює з вимикачем корекції ВК-53РВ, який вимикає магнітну і горизонтальну корекцію курсової системи при розворотах вертольота.

В системі ГМК-1А не передбачена стабілізація зовнішньої рами гіроскопа і система не має електричного зв'язку з авіагоризонт АГБ-3К. При нахилі і тангажу вертольота курс видається з карданної помилкою.

Залежно від розв'язуваних завдань і умов польоту курсова система може працювати в одному з режимів - гірополукомпаса (ЦПК) або магнітної корекції (МК).

Основним режимом роботи системи є режим гірополукомпаса з періодичної корекцією його показань від магнітного коректора.

У комплект курсової системи ГМК-1А входять:

- пульт управління ПУ-26;
- Гіроагрегат ГА-6;
- автомат узгодження АС-1;
- корекційний механізм КМ-8;
- індукційний датчик ВД-3;
- два показчика УГР-4УК.

Харчування ГМК-1А здійснюється постійним струмом напругою 27В від шини ВУ через АЗСГК-5 «ГМК-1» і змінним трифазним струмом напругою 36 В частотою 400 Гц від генераторних шин 3 ~ 36 В 400 Гц через запобіжники ПМ-5.

Основні технічні дані.

Похибка системи в визначенні магнітного курсу $\pm 1,5^\circ$.

Похибка системи від доглядів в азимут осі гіроскопа Гіроагрегат при роботі його в режимі гірополукомпаса (ЦПК) за 1 годину (в нормальних умовах) не більше $\pm 2,5^\circ$.

Швидкість узгодження в режимі магнітної корекції (МК):

- нормальна швидкість 1,5 - 7 град / хв;
- швидка швидкість не менше 6 град / с.

Час готовності до роботи:

- в режимі МК не більше 3 хв;
- в режимі ЦПК не більше 5 хв.

Напруга живлення:

- змінним трифазним струмом 36 В 400 Гц;
- постійним струмом $27 \pm 2,7$ В.

Споживана потужність при харчуванні:

- змінним струмом не більше 60 ВА;
- постійним струмом не більше 25 Вт.

2. Режими роботи ГМК-1А

Курсова система ГМК-1А працює в одному з двох головних режимів:

- в режимі гірополукомпас (ЦПК) - основному робочому режимі;
- в режимі магнітної корекції (МК) - резервному режимі.

Крім режимів ЦПК і МК електрична схема курсової системи забезпечує роботу системи в допоміжних режимах:

- пуску;
- автоматичного узгодження;
- контролю;
- завдання курсу;
- аварійному.

Гірополукомпас. У режимі гірополукомпас (ГПК) основним датчиком курсу є курсова гіроскоп. Точність видачі курсу курсовим гіроскопом залежить від величини його доглядів в азимут.

Вільний гіроскоп без азимутальної корекції має «здається» відхід від обертання Землі і відходи, викликані наявністю моментів тертя в опорах карданного підвісу. Компенсація цих відходів здійснюється широтним компенсатором, розташованим в пульті управління ПУ-26.

У режимі ГПК сигнал курсу видається з сельсина-датчика Гіроагрегат. Ротор сельсина-датчика Гіроагрегат закріплений на вертикальній осі гіроскопа Гіроагрегат і, отже, буде прецесировать разом з нею. Споживачам курсу буде видаватися гіроскопический курс, скоригований широтним компенсатором.

Магнітна корекція. У режимі магнітної корекції (МК) сигнали магнітного курсу виробляються індукційним датчиком ВД-3 і надходять в корекційний механізм КМ-8. У корекційної механізмі в сигнал магнітного курсу вводяться поправки на магнітне схилання, девіацію і усуваються інструментальні похибки, що стежать.

Скоригований сигнал магнітного курсу надходить в Гіроагрегат ГА-6 для усереднення і «запам'ятовування».

Посилення сигналів неузгодженості в стежить системі сельсин-датчик Гіроагрегат - сельсин-приймач корекційного механізму здійснюється підсилювачем автомата узгодження АС-1.

При розворотах вертольота з кутовий швидкістю більше $0,1 \dots 0,3$ град / с в автомат узгодження і Гіроагрегат від ВК-53РВ надходять сигнали на відключення магнітної корекції. Сигнали курсу видаються споживачам з сельсина-датчика Гіроагрегат ГА-6.

Пуск. У режимі пуску забезпечується автоматичне узгодження системи з великою швидкістю по магнітному курсу протягом 45 - 90 з з моменту включення системи незалежно від положення перемикача режимів (ЦПК або МК).

Автоматичне узгодження. У цьому режимі автоматично включається швидка швидкість узгодження при перемиканні системи з режиму ЦПК в режим МК при наявності в системі неузгодженості між гіроскопічним і магнітним курсами більше 2° .

Контроль. У режимі контролю здійснюється швидка комплексна перевірка роботи стежачь систем курсової системи шляхом відпрацювання двох курсів (0 і 300°), які утворюються при підключенні обмоток датчика ІД-3 в певному поєднанні до джерела постійного струму. Відпрацювання кутів 0 і 300° не залежить від положення датчика ІД-3 в азимут.

Завдання курсу. Режим здійснюється перемикачем ЗК при роботі системи в режимі ЦПК.

Аварійний режим. У разі відмови або несправності пульта ПУ-26 або Гіроагрегат ГА-6, але при справній стежить системі «ВД-3 - КМ-8» в польоті можна користуватися шкалою корекційного механізму, яка буде давати свідчення з помилкою на четвертну девіацію і інструментальну похибку (не більше $\pm 5^\circ$).

3. Елементи системи ГМК-1А

Пульт управління ПУ-26.

Пульт управління ПУ-26 служить для:

- вибору режиму роботи - магнітної корекції МК або гірополукомпаса ЦПК;
- введення широтної корекції на гіроскоп від добового обертання Землі як в північному, так і в південній півкулі;
- компенсації догляду гіроскопа в азимут від його незбалансованості;
- установки шкали показчика на заданий курс в режимі ЦПК;
- забезпечення великій швидкості узгодження;
- підключення приладів, що показують і споживачів сигналу курсу до Гіроагрегат.

На лицьовій панелі пульта ПУ-26 розташовані такі органи управління: перемикач широт, сигналізатор, перемикач режимів, отжимной перемикач контролю, отжимной перемикач включення швидкої швидкості узгодження і завдання курсу, широтний потенціометр. На шкалі широтного потенціометра нанесені цифри, відповідні широт від 0 до 90° .

На лицьовій панелі пульта розташовані дві лампочки, що забезпечують підсвічування панелі червоним світлом.

Пульт управління ПУ-26 встановлений в кабіні льотчиків на правій бічній панелі електропульт.

Гіроагрегат ГА-6.

Гіроагрегат ГА-6 служить для:

- усереднення і запам'ятовування курсу вертольота, що визначається індукційним датчиком;
- роботи в якості гірокомпас;
- дистанційної видачі курсу і кутів відхилення від курсу на показники УГР-4УК і в автопілот АП-34Б.

Чутливим елементом приладу є курсової гіроскоп з трьома ступенями свободи і горизонтальним розташуванням осі обертання. Гіроскоп прагне зберегти напрямок своєї осі в просторі (в азимут) постійним. Ця властивість курсового гіроскопа покладено в основу принципу роботи Гіроагрегат.

Гіроагрегат ГА-6 встановлено в кабіні льотчиків на лівій етажерці.

Автомат узгодження АС-1.

Автомат узгодження АС-1 призначений для:

- забезпечення режиму пуску, тобто при включенні харчування курсової системи відбувається автоматичне узгодження системи з великою швидкістю незалежно від режиму роботи (ЦПК або МК) системи;
- включення і відключення швидкої швидкості узгодження при перемиканні системи з режиму ЦПК в режим МК і наявності при цьому величини неузгодженості між гіроскопічним і магнітним курсів більш 2° ;
- відключення корекції по сигналу вимикача корекції ВК-53РВ;
- посилення сигналу в стежить системі «сельсин-датчик Гіроагрегат - сельсин-приймач корекційного механізму».

Автомат узгодження АС-1 встановлений в кабіні льотчиків на лівій етажерці.

Корекційний механізм КМ-8.

Корекційний механізм КМ-8 призначений для:

- зв'язку індукційного датчика ІД-3 з Гіроагрегат ГА-6;
- усунення четвертний і інструментальної похибок за допомогою лекального пристрої;
- введення магнітного відхилення;
- приведення в польоті магнітного курсу до ортодроміческое.

У корекційної механізмі встановлені два сельсина: один служить для узгодження ротора цього сельсина з положенням чутливого елемента датчика ІД-3 щодо направлення горизонтальної складової магнітного поля Землі, другий - для передачі на Гіроагрегат ГА-6 сигналів курсу, прийнятих з датчика ІД-3 і відкоригованих в корекційної механізмі за допомогою лекала і кремальєри.

Корекційний механізм КМ-8 розташований в кабіні льотчиків на лівій етажерці.

Індукційний датчик ІД-3.

Індукційний датчик ІД-3 служить для вимірювання напрямку горизонтальної складової магнітного поля Землі і, отже, визначення магнітного курсу вертольота, необхідного для корекції показань Гіроагрегат ГА-6 в азимут.

Чутливим елементом датчика служать три феромагнітних зонда, розташованих в одній площині і складових три сторони рівностороннього трикутника. Усунення напівкруговій девіації здійснюється Девіаційна приладом, розташованим на кришці датчика.

Датчик ИД-3 встановлено в хвостовій балці між шпангоутами №№ 6 і 7 на спеціальному дюралюмінієва кронштейні.

Показчик УГР-4УК.

Показчик УГР-4УК є комбінований прилад, призначений для вказівки курсів, кутів розвороту вертольота, пеленгів і курсових кутів радіостанцій.

Показчик має дві шкали. За рухомий шкалою і трикутного індексу на нерухомій шкалі відлік курсу. За допомогою стрілки по рухомій шкалою відлічується пеленг радіостанції, а по нерухомій шкалі - відповідні курсові кути радіостанцій.

Показчики УГР-4УК встановлені на лівій і правій панелях приладів.

Вимикач корекції ВК-53. Чутливі елементи корекційних пристроїв, що орієнтують головні осі гіроскопів в потрібному напрямку, правильно визначають цей напрям лише при відсутності прискорення. При дії прискорення (наприклад, центростремительного під час розвороту вертольота) чутливий елемент виводиться від потрібного напрямку і встановлюється в положення, відмінне від початкового. За цим напрямком корекційна система стане устанавлювати і головну вісь гіроскопа, ведучи її від істинного нправлення і створюючи тим самим помилку в показаннях приладів. Ці помилки можуть бути усунені вимиканням корекції на час, протягом якого діє прискорення.

Для відключення корекції гіроскопів курсової системи і авіагоризонтів під час виконання вертольотом розворотів і врожай встановлений вимикач корекції ВК-53РВ (ЕРВ, РШ).

Дія приладу заснована на властивості гіроскопа з двома ступенями свободи поєднувати вісь власного обертання гіроскопа з віссю вимушеного обертання.

Вимикачі корекції ВК-53РШ, ВК-53РВ і ВК-53ЕРВ взаємозамінні по посадковим розмірами і електричним параметрам.

Вимикач корекції встановлений на правій етажерці в кабіні льотчиків.

Основні технічні дані.

Максимальна сила струму в ланцюгах вимикача корекції не більше 200 мА.

Поріг чутливості вимикача корекції (мінімальна кутова швидкість, при якій відбувається вимикання корекції) 0,1 - 0,3 град / с.

Час затримки вимкнення корекції 5 - 15 с.

Напруга живлення:

- змінним трифазним струмом 36 В 400 Гц.
- постійним струмом $27 \pm 2,7$ В.

Принцип дії

У вимикачі корекції гіроскоп утримується в середньому положенні пружинами. При наявності кутової швидкості гіроскоп нахиляється, долаючи

дію пружин, і включає механізм затримки, який розриває ланцюг корекції через певний проміжок часу після початку дії кутової швидкості. Завдяки цьому корекція вимикається тільки при сталій кутової швидкості. При коливаннях і поштовхах вертольота в польоті корекція не вимикається.

4. Загальні відомості про автопілот АП-34Б

Автопілот АП-34Б призначений для автоматичної стабілізації вертольота у напрямку, крену, тангажу, висоті і швидкості польоту.

У комплект автопілота АП-34Б входять наступні агрегати: пульт управління 6С2.399.007 - 1 шт., Агрегат управління 6С2.399.000 - 1 шт., Компенсаційні датчики 6С2.553.002 - 2 шт., Датчики кутових швидкостей 1209 - 3 шт., Блок підсилювачів 1479В - 1 шт., індикатор нуля ІН-4 - 1 шт., коректор висоти КВ-11 - 1 шт.

При роботі автопілот АП-34Б взаємодіє з виробами, що входять до штатного обладнання вертольота.

Індикатор нуля ІН-4 і пульт управління 6С2.390.007 встановлені на центральному пульті в кабіні льотчиків. Датчики кутових швидкостей напрямки 1209К, крену 1209Г, агрегат управління 6С2.399.000 і блок підсилювачів 1479В встановлені на правій етажерці в кабіні льотчиків. Датчик кутової швидкості тангажу 1209Е встановлений в радіовідсіку. Компенсаційні датчики 6С2.553.002 встановлені на шп. № 5Н зліва з боку вантажної кабіни.

Харчування постійним струмом напругою 27В автопілота АП-34Б і механізмів управління здійснюється від акумуляторної шини і шини ВУ через АЗС «АВТОПИЛОТ основних.», «АВТОПИЛОТ фракції.» і «АВТОПИЛОТ електромукти», розташовані на правій панелі АЗС. Харчування змінним трифазним струмом напругою 36 В 400 Гц здійснюється від генераторних шин 36 В 400 Гц через запобіжники ПМ-5 «АВТОПИЛОТ», розташовані на щитку запобіжників.

Основні технічні дані

Точність витримування в спокійній атмосфері:

- напрямки $\pm (1-2)^\circ$;
- крену $\pm 1^\circ$;
- тангажу $\pm 1^\circ$;
- висоти (до 1000 м) $\pm 6\text{м}$;
- висоти (понад 1000 м) $\pm 12\text{м}$;
- швидкості $\pm 15\text{км / год}$.

Час готовності до включення не більше 2 хв.

Напруга живлення:

- змінним трифазним струмом 36 В 400 Гц;
- постійним струмом $27 \pm 2,7\text{ В}$.

Споживання від джерел живлення:

- змінним струмом (в кожній фазі) не більше 3 А;
- постійним струмом не більше 80 Вт.

5. Елементи автопілота АП-34Б

Пульт управління 6С2.390.007 призначений для:

- обнулення сигналів кутів (в каналах напрямки, крену і тангажу) перед включенням автопілота (режим узгодження);
- включення і відключення каналів автопілота і забезпечення відповідної сигналізації;
- введення поправок в польоті за допомогою ручок центрування;
- використання при наземної перевірки автопілота (за допомогою елементів пульта - ручок центрування і спеціального тумблера «контроль» - задаються контрольні сигнали).

Включення каналів автопілота проводиться трьома кнопками-лампочками зеленого кольору: каналу напрямки, каналів крену і тангажа, каналу висоти.

При включених каналах напрямки, крену і тангажа пульта управління можна вводити невеликі поправки по кутах положення вертольота. Щоб ввести поправку, потрібно натиснути ручку центрування на пульті управління і повернути її. При цьому буде повертатися шкала, видима в віконце над ручкою. На шкалі нанесені оцифровані поділу (від 0 до 10), кожне з яких відповідає одному градусу повороту вертольота.

Агрегат управління 6С2.399.000 призначений для:

- перетворення, підсумовування і посилення керуючих сигналів;
- виконання необхідних регулювань при експлуатації автопілота.

Агрегат управління складається з чотирьох каналів: напрямки, крену, тангажу і висоти. У каналах напрямки, крену і тангажу на вхід апарату управління надходять сигналу кутів з пульта управління і сигнали кутової швидкості з датчиків кутової швидкості. У каналі висоти на вхід апарату управління надходить сигнал висоти з коректора висоти.

Коректор-задатчик приладової швидкості КЗСП призначений для видачі сигналів, пропорційних відхилення швидкості польоту вертольота від заданого значення.

Принцип дії КЗСП заснований на вимірюванні динамічного тиску, що змінюється за певним законом зі зміною швидкості.

Чутливим елементом приладу є мембранна коробка з лінійною характеристикою по приладовій швидкості, яка з'єднана з динамічною системою ПВД.

На вертольоті коректор-задатчик працює в режимі з обнуленням вихідного сигналу і в режимі корекції.

У режимі з обнуленням вихідного сигналу КЗСП працює при включеному автопілоті і вимкненому каналі «ВИСОТА». Характерною особливістю даного режиму є відсутність вихідного сигналу незалежно від швидкості польоту.

У режимі корекції КЗСП працює при включеному автопілоті і каналі «ВИСОТА».

Коректор-задатчик установлений на кронштейне под полом кабіни

летчиків у шп. № 5.

Коректор висоти KB-11 призначений для видачі в автопілот сигналів відхилення барометричної висоти польоту від заданої.

У коректорі висоти датчиком, що вимірює зміна барометричного тиску при зміні висоти польоту, є блок анероїдних коробок.

Переміщення жорсткого центра анероїдних коробок викликає відповідний поворот рамки індукційного датчика. Стежить система приладу працює від сигналів неузгодженості індукційного датчика.

Напруга, пропорційне куту повороту рамки індукційного датчика щодо сердечника, подається на підсилювач, а з виходу підсилювача - на керуючу обмотку двигуна, який через редуктор повертає сердечник з котушками порушення індукційного датчика до усунення неузгодженості між ним і рамкою.

З механізмом стежить системи за допомогою електромагнітної муфти може з'єднуватися щітка потенціометра коректора висоти. При відключеному муфті центруючі пружини автоматично встановлюють і утримують цю щітку в нульовому положенні на потенціометрі (проти середньої точки). Після включення муфти з потенціометра коректора висоти знімається сигнал, величина і полярність якого відповідає відхиленню висоти від значення, що мав місце в момент включення муфти.

Коректор висоти встановлений на лівому борту в радіовідсіку між шп. № 22 і 23.

Блок фільтрів БФ-43 призначений для фільтрації сигналів, що надходять в агрегат управління від датчиків кутових швидкостей в каналах крену і тангажа автопілота АП-34Б, з метою запобігання автоколебаний вертольота.

Блок фільтрів встановлений на правому борту вантажної кабіни між шп. №3 і 4.

Компенсаційні датчики 6С2.553.002 призначені для компенсації сигналів кутів крену і тангажа, що надходять в автопілот при втручанні льотчика в управління вертольотом (при відхиленні ручки циклічного кроку).

Компенсаційний датчик являє собою диференціальний сельсин типу ДФС-65-1Т, ротор якого на вертольоті за допомогою важеля кинематически жорстко зв'язується з ручкою управління льотчика.

Індикатор нуля ІН-4 призначений для індикації положення штоків циліндрів комбінованого управління рульових агрегатів.

Кожен канал індикації (напрямок, крен, тангажу, висота) має свій вимірювач, в якості якого використовується мікроамперметр магнітоелектричної системи.

Принцип дії магнітоелектричної системи заснований на взаємодії магнітного потоку постійного магніту з магнітним потоком, створеним струмом, що протікає в рухомій котушці (рамці). При взаємодії цих потоків створюється обертовий момент, пропорційний струму, що протікає в рамці. Протидіє момент створюється двома спіральними пружинами, які одночасно служать токопідводами. Заспокоєння рухомих частин здійснюється за рахунок

взаємодії струмів, індуктироваться в каркасі і в обмотці рамки, з полем постійного магніту.

При зміні положення штока циліндра комбінованого управління рульового агрегату на відповідний вимірювач індикатора надходить сигнал постійного тока, который вызывает перемещение подвижной стрелки. Величина ее перемещения пропорциональна отклонению тока от нулевого значения.

Датчик кутової швидкості 1209 призначений для видачі сигналів, пропорційних кутовим швидкостям вертольота щодо трьох його головних осей.

Датчик кутової швидкості є гіроскоп з двома ступенями свободи. Якщо такий гіроскоп повертати щодо його вимірювальної осі, то згідно із законом прецесії ротор гіроскопа буде повертатися навколо осі, перпендикулярної вимірювальної до тих пір, поки що виник гіроскопический зараз не урівноважиться моментом, створюваним протидіють пружинами. Так як пружини мають лінійну характеристику, то кут повороту ротора гіроскопа навколо осі прецесії буде пропорційний кутовий швидкості повороту гіроскопа навколо вимірювальної осі. Знімання сигналів, пропорційних кутовий швидкості, здійснюється індукційним потенціометром, ротор якого закріплений на осі прецесії гіроскопа.

Датчики кутової швидкості 1209К, 1209Г і 1209Е розрізняються тільки розташуванням осі гіроузла в кожусі приладу (у варіантів 1209Г і 1209Е вісь гіроузла розташована вертикально по відношенню до основи приладу, а у 1209К - горизонтально).

Блок підсилювачів 1479В призначений для посилення сигналів змінного струму в системі узгодження (обнулення) кутів, що працює перед включенням автопілота (режим узгодження).

Блок підсилювачів складається з трьох однакових підсилювачів. Кожен підсилювач - трехкаскадный полупроводниковий з трансформаторними зв'язками. Основні ланцюга підсилювачів виведені до штепсельної вилки.

Блок сигналізації готовності БСГ призначений для роботи спільно з коректором-датчиком приладової швидкості КЗСП і видачі сигналу готовності +27 В, що свідчить про справність відпрацьовує системи коректора.

Блок БСГ є підсилювач-реле, який замикає або розмикає контактну систему в залежності від величини вхідного сигналу. Відповідно до цього блок видає або знімає сигнал готовності +27 В.

Для оцінки роботи коректора в блок БСГ вводиться наступна вихідна інформація:

а) в якості вхідного сигналу подається вихідна напруга коректора у вигляді напруги змінного струму частотою 400 Гц;

б) в якості керуючого сигналу подається від автопілота сигнал +27 В при роботі коректора в режимі корекції.

Блок БСГ встановлений під підлогою кабіни льотчиків на стінці шп. № 4Н.

Блок зв'язку БС-34-1 призначений для виключення ривків педалей

ножного управління при постановці ніг на педалі при включеному автопілоті АП-34Б шляхом введення ізодромною зв'язку в схему передачі сигналу кутової швидкості від датчика кутової швидкості напрямки 1209К до агрегату управління.

У блоці зв'язку БС-34-1 проводиться регулювання передавальних чисел за сигналами датчика кутової швидкості напрямки.

Блок зв'язку БС-34-1 встановлено на правому борту вантажної кабіни між шп. № 3 і 4.

6. Робота автопілота АП-34Б

Електрогідравлічний автопілот АП-34Б забезпечує:

- стабілізацію становища вертольота щодо трьох осей в горизонтальному польоті, при зниженні і наборі висоти, при висінні і переході з одного режиму на інший;
- стабілізацію барометрической висоти вертольота в горизонтальному польоті і на висінні;
- стабілізацію приладової швидкості вертольота;
- здійснення еволюцій за допомогою командних важелів управління вертольотом при включеному автопілоті.

Кожен з чотирьох каналів автопілота впливає на певні елементи системи управління вертольотом: канал напрямки - на крок рульового гвинта, канал крену - на автомат перекосу в поперечному напрямку, канал тангажа - на автомат перекосу в поздовжньому напрямку, канал висоти - на спільний крок несучого гвинта.

Автопілот АП-34Б працює спільно з гідропідсилювачами КАУ-30Б і РА-60Б, включеними в систему управління з диференціальної схемою, що дозволяє одночасно і льотчику і автопілоту впливати на органи управління вертольотом. Результируюче переміщення органів управління є алгебраїчною сумою переміщень від впливів льотчика і автопілота. При цьому переміщення органів управління від сигналів автопілота на важелі управління не передаються.

При включеному автопілоті утворюються дві замкнуті системи управління: «вертолїт-льотчик» і «вертолїт-автопілот». В результаті здійснюється автоматична стабілізація заданого положення вертольоту шляхом впливу автопілота на органи управління через гідропідсилювачі, в цей же час льотчик може управляти вертольотом, що не відключаючи автопілот. Якщо льотчик не втручається в управління, то працює тільки одна замкнута система «вертолїт-авпілот». Цей режим роботи автопілота називається режимом стабілізації. Якщо льотчик втручається в управління, то працюють дві замкнуті системи. Цей режим роботи автопілота називається режимом управління.

Стабілізація заданого положення вертольоту заснована на принципі його регулювання по куту і кутової швидкості, а також по барометричному тиску при наявності жорсткої зворотного зв'язку. Зворотній зв'язок на автопілоті здійснюється від датчиків зворотного зв'язку (ДОС), вмонтованих в комбіновані

гідропідсилювачі і кінематично пов'язаних зі штоками циліндрів комбінованого управління. Сигнал від датчиків зворотного зв'язку подається на вхід апарату управління і індикатор нуля ІН-4.

Чутливими елементами автопілота є датчики, які фіксують кут відхилення і кутову швидкість обертання вертольота щодо відповідної осі вертольота. Датчиками, що сприймають кут відхилення вертольота, є: у напрямку - Гіроагрегат ГА-6 курсової системи ГМК-1А; по крену і тангажу - правий авіагоризонт АГБ-3К. Крім цього, в каналах напрямки, крену і тангажа є датчики кутових швидкостей (ДУС) напрямки, крену і тангажа, які видають в автопілот електричні сигнали, пропорційні кутовим швидкостям обертання вертольота щодо трьох осей: вертикальної, поздовжньої і поперечної. У автопілот також надходять електричні сигнали, пропорційні змінам висоти і швидкості польоту від заданих, датчиками яких є коректор висоти КВ-11 і коректор-здатчик приладової швидкості КЗСП.

Сигналі з датчиків надходять на вхід апарату управління окремо по кожному каналу, де підсумовуються, превращаються, посилюються и з виходом апарату управління подаються на обмотки поляризація реле (РЕП) комбінованих гідропідсилювачів. Якір поляризація реле переміщається пропорційно сигналам і викликає переміщення керуючого золотника автопілотні управління. Для запобігання відходу вертольота в протилежну сторону з датчика зворотного зв'язку гідропідсилювача на вхід апарату управління надходить сигнал, протилежний за знаком керуючому сигналу.

Основними режимами роботи автопілота є режим стабілізації і режим управління. При включенні харчування автопілота силова виконавча частина не підключається до нього, а відбувається автоматичне обнулення сигналів чутливих елементів, і автопілот працює в режимі узгодження. Обнулення сигналів повинно відбутися протягом не більше 2 хв, що необхідно для підготовки автопілота до включення каналів в заданому збалансованому положенні вертольота і виключення ривків і коливань вертольота при підключенні автопілота до гідропідсилювач.

Підключення гідропідсилювачів до автопілоту здійснюється за допомогою трьох електромагнітних кранів ГА-192Т. Управління кранами здійснюється кнопками-лампами з зеленими світлофільтрами на пульті управління автопілотом. При натисканні кнопок спалахують лампи, що свідчить, що крани ГА-192Т спрацювали і гідропідсилювачі підключені до автопілоту. Одночасно чутливі елементи автопілота підключаються на вхід апарату управління. Автопілот починає працювати в режимі стабілізації положення вертольоту. В цьому режимі виконавчі штоки гідропідсилювачів КАУ-30Б можуть переміщатися від сигналів автопілота в межах 20% їх повного ходу. При цьому важелі управління вертольотом будуть залишатися нерухомими, зафіксованими в заданому положенні механізмами завантаження з електромагнітними гальмами ЕМТ-2М.

Однак в деяких випадках (наприклад, в каналі напрямки при розгонах або гальмуваннях) такого запасу управління для автопілота недостатньо і

стабілізація в цих випадках може порушуватися. Щоб цього не відбувалося, в системі колійного управління застосовані спеціальні гідропідсилювачі (типу РА-60Б) з так званої «перегонкою». «Перегонка» як би розширює запас управління для автопілота, змушуючи переміщатися важелі управління льотчика в ту ж сторону, в яку не вистачило запасу управління від автопілота. Швидкість «перегонки» з умови безпеки вибирається досить малою (~ 10% від максимальної).

У режимі управління необхідно виключити вплив на гідропідсилювачі сигналів кутових відхилень вертольота. Для цього в систему поздовжнього і поперечного управління включені компенсаційні датчики, які кінематично пов'язані з колонкою ручного управління і при її переміщенні видають в автопілот сигнали, рівні за значенням, але протилежні за знаком керуючим сигналам. Таким чином, льотчик управляє вертольотом за допомогою ручки управління, не вимикаючи автопілот, який безперервно стабілізує задане положення вертольота.

Для управління по курсу при включеному автопілоті необхідно натиснути на гашетки педалей, при цьому кінцеві вимикачі відключають датчик кута курсу, і канал «Напрямок» автопілота переводиться в режим узгодження. Після зняття ніг з педалей канал «Напрямок» автоматично включається, і автопілот працює в режимі стабілізації нового курсу вертольота.

При натисканні на кнопку «Фрикціон» ручки «крок-газ» канал «Висота» автоматично відключається і переводиться в режим узгодження, а фрикціон ручки расстопорівається. Після переміщення ручки «крок-газ» в нове положення (зміна висоти польоту) канал «Висота» необхідно включити знову кнопкою на пульті управління.

7. Вироби, що взаємодіють з АП-34Б

Курсова система ГМК-1А видає сигнали курсу в пульт управління автопілота для автоматичної стабілізації вертольота за заданим курсом. Крім того, курсова система видає сигнал в пульт управління на переключення каналу напрямки автопілота в режим узгодження при включенні режимів завдання курсу і контролю курсової системи.

Авіагоризонт АГБ-3К правого льотчика є датчиком кутів крену і тангажа автопілота.

Коректор-датчик приладової швидкості КЗСП призначений для видачі електричного сигналу, пропорційного відхилення швидкості від заданої. КЗСП впливає на канал тангажа автопілота.

Блок сигналу готовності призначений для роботи спільно з коректором-датчиком КЗСП і видачі сигналу готовності, що свідчить про справність відпрацьовує системи КЗСП.

Блок фільтрів БФ-34 призначений для фільтрації сигналів датчиків кутових швидкостей в каналах крену і тангажа автопілота. Блок фільтрів не пропускає сигнали датчиків з частотами, близькими до резонансної, що

дорівнює власній частоті поздовжніх коливань пружного фюзеляжу вертольота.

Комбіновані кермові агрегати КАУ-30Б і РА-60Б є силовими виконавчими елементами автопілота, які впливають на органи управління. Три рульових агрегату КАУ-30Б встановлені в поздовжньому, поперечному управлінні і в управлінні спільним кроком несучого гвинта. У ножном управлінні встановлено рульової агрегат РА-60Б, що має додатково механізм «перегонки». В рульові агрегати вмонтовані датчики зворотного зв'язку, за допомогою яких здійснюється зворотний зв'язок в автопілоті.

Електромагнітні крани ГА-192 перемикають кермові агрегати за сигналами з пульта управління автопілотом на роботу з диференціальної схемою в автопілотні режимі.

Малогабаритний вимикач АМ-800К, встановлений на гойдалці механізму рухомого упору системи СПУУ-52, призначений для перекладу каналу напрямки автопілота в режим узгодження при підході тяги ножного управління до упору, положення якого визначається системою СПУУ-52.

Реле часу ТВЕ-101В з затримкою 0,5 с, яке включене в схему переведення каналу напрямки в режим узгодження, призначене для виключення автоколебаний ножного управління при перемиканні автопілота в режим узгодження.