Точные курсовые системы ТКС и ГМК

Точная курсовая система ТКС является централизованным устройством, объединяющим гироскопические, магнитные и астрономические средства определения курса. Она применяется на самолетах пассажирской и транспортной авиации в трех комплектациях: ТКС-П, ТКС-Пс и ТКС-П2.

Точная курсовая система предназначена:

а) во всех комплектациях:

для определения и индикации ортодромического, истинного или магнитного курса самолета;

для выдачи сигналов курса потребителям;

б) в комплектациях ТКС-П и ТКС-Пс:

для индикации пеленга радиостанции при совместной работе с АРК;

для индикации заданного путевого угла (ЗПУ) при совместной работе с навигационным вычислителем (НВ);

для индикации угла сноса и текущего путевого угла (ПУ) при совместной работе с доплеровским измерителем угла сноса и скорости (ДИСС).

Таким образом, выходные сигналы выдаются на указатели, в систему автоматического управления (САУ) и полуавтоматического (СПУ), в навигационную систему и др.

Курсовая система ТКС может работать в одном из следующих режимов:

в режиме гирополукомпаса повышенной точности (ГПК);

в режиме магнитной коррекции (МК);

в режиме астрокоррекции (АК).

Основным режимом работы ТКС является режим ГПК, обеспечивающий определение ортодромического курса в любых условиях полета самолета.

Комплектация ТКС-П применяется для самолетов, использующих освещение приборов встроенным красным светом, комплектация ТКС-ПС – для самолетов, оборудованных под ультрафиолетовое освещение (УФО). В остальном они идентичны.

В комплектации ТКС-П2 курсовая система не имеет собственных указателей курса. Для этой цели используются курсовые приборы автоматической бортовой системы управления (АБСУ).

Комплектация курсовых систем типа ТКС приведены в таблице 1.

|  |
| --- |
| Таблица 1  |
| Комплектация курсовых систем типа ТКС. |
| Наименование приборов | Шифр приборов | Количество в комплектациях |
| ТКС-П | ТКС-Пс | ТКС-П2 |
| индукционный датчик | ИД-3 | 1 | 1 | 1 |
| коррекционный механизм | КМ-5КМ-5с | 1– | –1 | 1– |
| гироагрегат | ГА-3 | 2 | 2 | 2 |
| указатель штурмана | УШ-3УШ-3с | 1– | –1 | – (1)– |
| контрольный указатель штурмана | КУШ-1 КУШ-1с | 1– | –1 | –– |
| блок гиромагнитного курса | БГМК-2 | – | – | 1 |
| блок пеленгов | БП-5 | 1 | 1 | – |
| блок дистанционной коррекции | БДК-1 | 1 | 1 | – (1) |
| пульт управления | ПУ-11ПУ-11с | 1– | –1 | 1– |
| распределительный блок | РБ-2 | 1 | 1 | 1 |
| задатчик курса | ЗК-4ЗК-4с | 1– | –1 | –1 |
| Примечание. Блоки ЗК-4, УШ-3, БП-5 в зависимости от состава оборудования самолета могут не поставляться. |

Для обеспечения нормальной работы система ТКС должна получить информацию от других приборов:

о крене самолета – от гировертикали (ЦГВ-10, АГД-1);

об угле сноса (УС) – от ДИСС (только ТКС-П);

о курсовом угле радиостанции (КУР) – от АРК (только ТКС-П);

о выключении коррекции – от ВК-53РШ или ВК-90;

об истинном или ортодромическом курсе – от дистанционных астрокомпасов типа ДАК-ДБ-5В или звездно-солнечных ориентаторов (ЗСО);

о заданном путевом угле (ЗПУ) и синуса широты места (при автоматической широтной коррекции) – от навигационного вычислителя (НВ).

В случае отсутствия датчиков ЗПУ и синуса широты указанные величины вводятся вручную.

Функциональная схема курсовой системы ТКС-П представлена на рис. 5.29.

Условия эксплуатации. Курсовая система может эксплуатироваться на высотах до 30 км в диапазоне температур окружающего воздуха от –60 до +50°C. Агрегаты системы виброустойчивы и вибропрочны в диапазоне частот вибраций и ускорений, возникающих на современных самолетах, выдерживают ударные перегрузки до 4g с частотой 40-100 ударов в 1 мин.

Ниже приведены основные технические данные курсовой системы ТКС-П2.

Допустимый уход гироскопов в режиме ГПК в нормальных условиях полета в широтах, отличающихся от широты последней балансировки гироузлов:

|  |  |
| --- | --- |
| менее ±20° …..………………………….…………………………. | ±0,5°/ч |
| более ±20° ………..………………………..…..………………….. | ±0,8°/ч |

дополнительный уход гироскопов в режиме ГПК при действиях линейных или виражных ускорений и при изменении

|  |  |
| --- | --- |
| высоты ……………………………………………….………….. | ±0,02°/мин |

погрешность в определении гиромагнитного курса (без учета

|  |  |
| --- | --- |
| погрешностей дистанционных передач) по курсовым сельсинам ГА-3, КУШ-1 и БГМК-2..…………..…………………………….. | ±1° |

погрешность в индикации гиромагнитного курса:

|  |  |
| --- | --- |
| стрелками “К” указателей УШ-3 и КУШ-1 .....………………….. | ±1,5° |
| стрелкой “1” указателя КУШ-1 ………………………………….. | ±1° |

собственная погрешность сельсинных следящих систем:

|  |  |
| --- | --- |
| по грубому каналу ………………………………………………… | ±30′ |
| по точному каналу ………………………………………………… | ± 8′ |

погрешность индикации в указателях:

|  |  |
| --- | --- |
| заданного путевого угла ..….………………..……………..………… | ±0,5° |
| путевого угла…………...……………...……………………………… | ±1° |
| пеленга радиостанции …….…………..……………….……………... | ±2,5° |

режимы работы системы:

|  |  |
| --- | --- |
| гирополукомпаса ГПК ……..…………………………..…… | длительно |
| магнитной коррекции МК и астрокоррекции АК ………… | кратковременно3-4 мин при каждой коррекции гироскопа |

время готовности системы:

|  |  |
| --- | --- |
| в режиме МК и АК ……..…………………………………………. | 5 мин |
| в режиме ГПК ……..………………………………………………. | 10 мин |

питание:

|  |  |
| --- | --- |
| трехфазный ток….………………..……………………. | 36В±5% 400Гц±2% |
| постоянный ток……………...……………….………… | 27В±10% |

потребляемая мощность:

|  |  |
| --- | --- |
| по переменному току ТКС-П (ТКС-П2) …….………….. | не более 200 ВА (180 ВА) |
| в пусковом режиме ТКС-П (ТКС-П2) …………………… | не более 300 ВА (280 ВА) |
| по постоянному току (без обогрева) ТКС-П (ТКС-П2) ………………………….………………………. | 90 Вт (75Вт) |

|  |  |
| --- | --- |
| мощность обогрева (кратковременно)…………………. | не более 6000 Вт |
| масса ТКС-П (ТКС-П2) ………………………………… | не более 44 кг (36кг) |

По принципу действия ТКС-П во многом сходна с курсовой системой типа КС, содержащей два гироагрегата. Отметим некоторые особенности конструкции и функционирования ТКС-П.

Гироскопические агрегаты ГА-3 отличаются высокой точностью измерения курса благодаря применению вращающихся опор в подвесе внутренней рамки гироскопа. В подшипниках используются два ряда шариков и три кольца; среднее кольцо принудительно вращается. Уменьшение момента трения достигается за счет вращения средних колец двух подшипников в противоположные стороны и реверсирования через 50-60с. Благодаря такому режиму опор на гироскоп действует только разностный момент трения, не превосходящий 10-20% от номинального значения момента трения.

Карданная погрешность ГПК, как и в ГА-1, устраняется с помощью дополнительной следящей рамы, отрабатывающей углы крена самолета. Горизонтальное положение оси ротора гироскопа поддерживается системой коррекции, обеспечивающей перпендикулярность наружной и наружной рам подвеса. В качестве чувствительного элемента этой следящей системы используется емкостной датчик. Движения дополнительной рамы ограничены по углу крена в пределах 50-60° с помощью пружинных упоров. Если рама касается упоров, то включаются микровключатели, подающие сигнал на пульт управления (сигнализация красной лампочкой).

Стабильность работы гироагрегатов в условиях низких температур поддерживается с помощью обогрева, контролируемого терморегуляторами.

Индукционный датчик ИД-3, дающий на выходе сигнал магнитного курса , имеет некоторые конструктивные отличия от датчика ИД-2. Коррекционных механизм КМ-5 также учитывает условное магнитное склонение и по своей кинематике аналогичен механизму КМ-3. Однако электронная часть следящих систем выполнена на транзисторах и встроена внутрь механизма.

Указатель штурмана УШ-3 позволяет отсчитывать относительно неподвижной шкалы следующие параметры:

по стрелке 1 (см. рис. 5.29) – ортодромический курс (режим ГПК), гиромагнитный курс (режим магнитной коррекции) и астрокурс (режим астрокоррекции);

по стрелке 2 – текущий путевой угол, равный сумме двух углов – курса и угла сноса , который выдается от доплеровского измерителя ДИСС;

по треугольному подвижному индексу 3 – заданный путевой угол (ЗПУ), получаемый из навигационного вычислителя (НВ).

Угол ЗПУ может устанавливаться и вручную с помощью кремальеры, выведенный на лицевую сторону указателя.

Контрольный указатель штурмана КУШ-1 выполняет следующие функции:

по стрелке 5 осуществляется отсчет курсов (в соответствии с режимами “ГПК”, “АК” и “МК”);

по стрелке 4 – отсчет гиромагнитного или астрономического курсов, а также пеленг радиостанции, в зависимости от положения переключателя, установленного на указателе.

Пульт управления ПУ-11 содержит:

переключатель В1 (индекс ) для включения азимутальной коррекции уходов гироскопов, обусловленных вертикальной составляющей вращения Земли;

переключатель В2 для перехода на режим работы ГПК, МК и АК;

переключатель В3 (индекс “задатчик курса”), предназначенный для введения заданного курса в режиме ГПК;

переключатель В4 (индекс “коррекция”), осуществляющий перевод основного или контрольного гироагрегата в режим коррекции;

переключатель В5 (индекс “потребители”), производящий подключение потребителей к основному и контрольному гироагрегатам.

Задатчик курса ЗК-4 – предназначен для точной дистанционной начальной выставки гироагрегатов по внешней информации (геодезической или иной) о стояночном угле курса самолета. При этом переключатель В1 на лицевой стороне прибора может быть установлен либо в положение АК, либо – в ЗК. В положении АК задатчик курса отключен от системы и коррекция производится от астродатчика; в положении ЗК курс задается с помощью задатчика курса по внешней информации.

Блок пеленгов БП-5, подключаемый переключателем В6, предназначен для формирования сигналов пеленга радиостанции (РП) на основе сигналов магнитного курса и курсового угла радиостанции (КУР), получаемых от указателя КУШ-1 и радиокомпаса АРК соответственно.

Основным режимом работы ТКС-П является режим гирополукомпаса. Режим магнитной и астрономической коррекции являются вспомогательными.

Сравнение показаний различных видов курсов, получаемых с обоих гироагрегатов, позволяет определить уходы гироскопов и осуществить их корректировку.

Курсовая система типа ГМК представляет собой централизованное устройство, объединяющее гироскопические, магнитные и астрономические средства определения курса. Система устанавливается на пассажирских, транспортных самолетах и вертолетах.

Существует несколько комплектаций курсовых систем типа ГМК: ГМК-1А, ГМК-1Г, ГМК-1Э, ГМК-1АЭ, ГМК-1АС. Основными комплектациями считаются ГМК-1А и ГМК-1Г, составы которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 Комплектации основных курсовых систем типа ГМК

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование приборов | Количество приборов в системе |
| ГМК-1А | ГМК-1Г |
| индикационный датчик ИД-3 | 1 | 1 |
| коррекционный механизм КМ-8 | 1 | 1 |
| автомат согласования АС-1 | 1 | 1 |
| гироагрегат ГА-6 | 1 | 2 |
| пульт управления ПУ-26 | 1 | – |
| пульт управления ПУ-27 | – | 1 |
| блок связи БС-1 | – | 1 |
| указатель УГР-4УК | 1 | – |

Схемное отличие остальных курсовых систем от ГМК-1А и ГМК-1Г заключается в отсутствии режима астрокоррекции, поэтому на их пультах управления переключатели режимов имеют только два положения “МК” и “ГПК”. В связи с этим остановимся на системах основной комплектации.

Курсовые системы ГМК-1А и ГМК-1Г служат:

для определения и индикации ортодромического (ОК), истинного (ИК) или гиромагнитного (ГМК) курса самолета;

для выдачи потребителям сигналов курса и углов отклонения курса.

Курсовые системы могут работать в одном из следующих режимов:

в режиме гирополукомпаса (ГПК);

в режиме магнитной коррекции (МК);

в режиме астрокоррекции (АК).

Основным режимом работы курсовых систем является режим ГПК, обеспечивающий определение ортодромического курса в любых условиях полета самолета.

Условия эксплуатации. Системы могут эксплуатироваться на высотах до 25000 м в диапазоне температур окружающего воздуха от –60 до +50°C и при относительной влажности воздуха до 98%.

Агрегаты систем виброустойчивы и вибропрочны в диапазонах частот вибрации и ускорений, возникающих на современных самолетах. Агрегаты выдерживают ударные нагрузки до 4g с частотой 40…100 ударов в минуту.

Основные технические данные погрешности:

выдачи сигналов магнитного курса без учета собственных

|  |  |
| --- | --- |
| погрешностей указателей ………………………………… | не более ±1,5° |

от уходов гироскопа за 1ч работы в режиме ГПК не более:

|  |  |
| --- | --- |
| в нормальных условиях ……………………………..…… | ±2,5° |
| при температурах от –60 до +50°C ..……………………. | ±3,5° |

дистанционной выдачи углов отклонения в азимуте с

|  |  |
| --- | --- |
| сельсин-датчика гироагрегата ГА-6……………………… | не более ±0,6° |

определение курсовых углов радиостанций по указателю

|  |  |
| --- | --- |
| УГР-4УК ……………………………..…………………… | не более 2,5° |

|  |  |
| --- | --- |
| количество внешних потребителей (сельсины 573 МБ) ….. | не более 5 |

скорость согласования:

|  |  |
| --- | --- |
| нормальная (малая) …………..……….……………… | 1,5 … 7°/мин |
| большая (режим ГПК, МК, АК)..…….……………… | не менее 6°/с |
| большая от курсозадатчика …………..……………… | не менее 2°/с |

время готовности не более:

|  |  |
| --- | --- |
| в режиме МК, АК …….…………..……….……………… | 3 мин |
| в режиме ГПК, ……………...…….………………………. | 5 мин |

источники питания:

|  |  |
| --- | --- |
| трехфазного тока ……….………..…………… | 36В±5% 400Гц±2% |
| однофазного тока (при наличии указателя УГР-4УК)  | 45В±10% 400Гц±2% |
| постоянного тока …………...………………... | 27В±10% |

потребляемая мощность:

|  |  |
| --- | --- |
| постоянного тока…………………..…..………….. | 25 Вт (ГМК-1А)50 Вт (ГМК-1Г) |
| переменного тока…………………….……..……… | 60 ВА (ГМК-1А)130ВА (ГМК-1Г) |

масса:

|  |  |
| --- | --- |
| ГМК-1А …………………………..…….……………… | не более 10 кг |
| ГМК-1Г ……………………..…………..……………… | не более 13 кг |

Для нормальной работы систем используются сигналы от астрономического компаса АК (ДАК-ДБ-5В) и гироскопического выключателя коррекции ВК (ВК-53РБ, ВК-53РШ или ВК-90). Выходные сигналы курсовых систем выдаются указателям и потребителям курса (системы автоматического управления и навигации).

Блок-схема курсовой системы типа ГМК-1А приведена на рис. 5.30.

Примененный в курсовых системах гироагрегат ГА-6 отличается упрощенной конструкцией и не содержит дополнительных следящих рам, вследствие чего при кренах летательного аппарата возможны карданные погрешности ГПК. Применение вращающихся опор в кардановом подвесе обеспечивает малые уходы гироскопа (не более 2,5° в час), вызванные моментами трения. Уходы гироскопа из-за вращения Земли компенсируются сигналами с пульта управления, подаваемыми на двигатель азимутальной коррекции. Вращающие моменты этого двигателя вызывают скорость прецессии гироскопа, соответствующую (знак меняется при переходе из северного полушария в южное).

Горизонтальная коррекция гироскопа производится от маятникового жидкостного переключателя.

Коррекционный механизм КМ-8 предназначен для связи магнитного индукционного датчика курса ИД-3 с гироагрегатом ГА-6, а также для устранения девиаций и инструментальных погрешностей, ввода поправок на магнитное склонение, контроля работоспособности курсовой системы и индикации магнитного курса. Введение в магнитный курс поправки на величину магнитного склонения или условного магнитного склонения позволяет получить истинный или ортодромический курсы соответственно.

Автомат согласования АС-1 обеспечивает режим пуска курсовой системы, включение и отключение быстрой скорости согласования при различных режимах работы, усиление сигналов в следящей системе, связывающей сельсин-датчик гироагрегата с сельсин-приемником коррекционного механизма или переходного блока астрокорректора.

Пульт управления ПУ-26 используется для задания режимов работы курсовой системы, ввода широтной коррекции, установки шкал указателя на заданный курс, включения быстрой скорости согласования в режимах “АК” и “МК”, а также для контроля работы системы в наземных и летных условиях с учетом завалов гироскопа гироагрегата.

Указатель летчика УГР-4УК воспроизводит курсы, углы разворота, пеленги и курсовые углы радиостанций.

В комплектации ГМК-1Г собственного указателя курса нет. Для индикации курса используются пилотажно-навигационные приборы (НПП) командной системы “Привод”. На этих же приборах индицируются курсовые углы и пеленги радиостанции, сигналы которых поступают с АРК через систему “Привод”.

Функциональная схема курсовой системы ГМК-1Г с установкой переключателей по основному каналу и для режима ГПК показана на рис. 5.31. В отличие от ГИК-1А система основана на автономной независимой работе двух гироагрегатов, работающих в различных режимах. Два гироагрегата ГА-6, один из которых основной, а другой запасный, образуют два канала того же направления.

При работе курсовой системы по основному каналу (переключатель В5 в положении “Осн.”) основные потребители (например, автопилот) и навигационно-пилотажные приборы подключены к основному гироагрегату ГА-6; запасный гироагрегат в это время работает в одном из двух свободных режимов (ГПК или МК) и выдает курс вспомогательным потребителям.

Кроме того, к курсовой системе в режимах МК и ГПК (исключая режим АК) постоянно подключены и получают сигналы потребители гиромагнитного курса.

Если переключатель В5 установлен в положение “Зап.”, то основные потребители подключаются к запасному, а вспомогательные – к основному гироагрегату.

Переключателем режимов В1 на пульте ПУ-27 задаются режимы работы только тому гироагрегату, к которому подключены основные потребители. Параллельная работа гироагрегатов в режимах МК и АК невозможна. Если по основному каналу для основного гироагрегата переключателем В1 устанавливать режимы работы в последовательности МК-ГПК-АК, то запасный гироагрегат соответственно будет переключаться на режимы ГПК-МК-ГПК. По запасному каналу функции гироагрегатов поменяються.

Курсовая система ГМК-1Г отличается от других курсовых систем следующими четырьмя главными особенностями:

В системе ГМК-1Г предусмотрен режим пускового согласования основного гироагрегата по магнитному курсу большой скоростью независимо от положения переключателя каналов (В5) и переключателя режимов (В1) пульта управления. Это исключает необходимость предварительного выставления курса на основной агрегат.

Эту функцию выполняет автомат согласования АС-1 с помощью реле времени (РВ).

Аналогичного режима для согласования запасного гироагрегата в курсовой системе нет.

В системе ГМК-1Г предусмотрено автоматическое согласование гироагрегатов с компасами-корректорами при любых режимах. Согласование осуществляется с автоматическим переключением скоростей: большой скоростью – при рассогласованиях больше 2° и малой скоростью – при рассогласованиях меньше 2°.

В системе ГМК-1Г для согласования гироагрегатов с компасами-корректорами малой скоростью используется коррекционный двигатель широтной коррекции, т.е. используется прецессионный метод согласования. Двигатель узла согласования включается только для ускоренного согласования.

В системе ГМК-1Г имеется встроенная система контроля работоспособности основных следящих систем. Для этого на пульте управления ПУ-27 предусмотрен переключатель В3, который подает через коррекционный механизм КМ-8 в датчик ИД-3 стимулирующие сигналы фиктивных курсов “0°” и “300°”.

Переключатель В4 задатчика курса используется в режиме ГПК (по обоим каналам) для выставления курса гироагрегата, к которому подключены основные потребители, а в остальных режимах – как кнопка быстрого согласования.