

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АЗИМУТАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ ТРЁХОСНОГО ГИРОСТАБИЛИЗАТОРА ФОТОКАМЕРЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОРТОФОТОСЪЁМКИ

Нгуен Чонг Иен

Научный руководитель: Белянин Л. Н., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: trongyen_bn_87@yahoo.com

На кафедре точного приборостроения ИНК ТПУ разрабатывается трёхосный гиросtabilизатор (ГС) фотокамеры для проведения ортофотосъёмки с лёгких или сверхлёгких летательных аппаратов (ЛА). В приборе реализован принцип двухступенчатой стабилизации, когда одноосный ГС устанавливается на стабилизированной в плоскости горизонта раме. Особенностью конструкции разрабатываемого ГС является установка его платформы на раме с помощью одного шарикоподшипника А700084 облегченной серии с большим посадочным диаметром внутреннего кольца (120 мм). Такое решение продиктовано необходимостью сохранить в центре ГС свободное пространство для размещения там объектива фотокамеры.

Прибор должен обеспечивать в процессе аэрофотосъёмки стабилизацию оптической оси объектива в вертикальном положении, а также стабилизацию фотокамеры в азимуте относительно плоскости географического меридиана. Причём, должна быть обеспечена возможность изменения с пульта управления ориентации оси фотоснимка в азимуте и визуализация фактического значения угла, характеризующего эту ориентацию. Для обеспечения перечисленных выше функций ГС должен иметь систему азимутальной коррекции (САК), предназначенную для автоматической выдержки определенного заданного направления платформы стабилизатора в азимуте. Подобные системы фактически используются во всех самолётных курсовых системах [1], а также во многих реализованных трёхосных гиросtabilизаторах. Анализ существующих САК гироскопических приборов и систем, а также стремление обеспечить выполнение указанных выше дополнительных функций позволили составить обобщённую структурную схему системы азимутальной коррекции ГС, представленную на рис. 1.

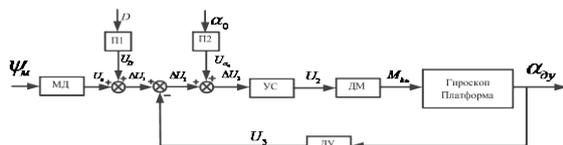


Рис. 1 - Структурная схема САК трёхосного ГС

Режим азимутальной коррекции заключается в следующем. Магнитный датчик (МД) измеряет угол между горизонтальными проекциями продольной оси ЛА и вектора напряженности магнитного поля Земли, также являющийся углом поворота рамы ГС относительно направления на магнитный Север. Датчик угла (ДУ) измеряет углы поворота платформы относительно рамы. Сигнал

магнитного датчика суммируется с сигналом, характеризующим величину магнитного склонения D . Таким образом формируется сигнал, характеризующий положение рамы и продольной оси ЛА в азимуте относительно плоскости географического меридиана, т.е., характеризующий угол рыскания ψ . После вычитания из этого сигнала сигнала с датчика угла получаем сигнал, характеризующий угол рассогласования между положением платформы и плоскости географического меридиана. Обнуление этого сигнала замкнутой системой коррекции приведёт к тому, что платформа, фотокамера и, в частности, ось фотоснимка будут стабилизированы в направлении на географический Север. Для обеспечения требуемого азимута платформы и фотокамеры в схеме на рис.1 введён дополнительный сумматор, на который подается сигнал, характеризующий требуемую ориентацию платформы в азимуте α_0 . Сигнал с выхода сумматора усиливается усилителем УС и поступает на датчик момента ДМ, создающий момент M_{0m} вокруг оси прецессии гироскопа.

Задачей данной работы является поиск оптимальной с позиции простоты реализации и массогабаритных характеристик функциональной схемы САК данного ГС.

Проблема состоит в том, что особенности конструкции ГС, отмеченные во вводной части данной статьи не позволяют использовать в системе коррекции доступные однооборотные аналоговые или цифровые преобразователи угла. Логичным и, по-существу, единственным решением проблемы является использование многооборотного преобразователя угол – цифровой код (энкодера), на валу которого закреплено зубчатое колесо, входящее в зацепление с шестерней большого диаметра на платформе.

В качестве магнитного датчика в курсовых системах широко применяются индукционные трехзондовые либо двухзондовые датчики (ИД) [1]. В данном случае был выбран двухзондовый ИД типа ИД-6 серия1, серийно производимый в России. Чувствительным элементом последнего являются два взаимно перпендикулярных дифференциальных феррозонда.

В качестве гироскопа был выбран гиروزел типа ГУА-2Д, по оси подвеса которого установлен индукционный рамочный датчик момента [2]. При этом последний переведён в режим работы на постоянном токе.

Таким образом, в системе используются цифровой ДУ, аналоговый магнитный датчик курса и аналоговый датчик момента. В результате этого создалась нетипичная ситуация. Ниже предложены несколько вариантов решений возникающей проблемы.

Первый вариант. Преобразуем цифровой код на выходе энкодера в аналоговый сигнал с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП). Тогда система будет работать только с аналоговыми сигналами. При этом, как правило, применяется дополнительный коррекционный механизм [1], включающий СКВТ и другие электромеханические элементы. В результате усложняется конструкция, а также ухудшаются массогабаритные характеристики стабилизатора.

Второй вариант. Преобразуем два аналоговых сигнала ИД в один цифровой, характеризующий угол, определяющий ориентацию в азимуте корпуса датчика. Для этого сигнальные обмотки феррозондов включим по схеме фазовращателя. Сдвиг фазы полученного таким образом сигнала по отношению к некоторому опорному сигналу пропорционален измеряемому углу. Такое решение реализовано в непрерывном цифровом инклинометре ИН1-721 [3], а также в магнитометрическом многоточечном инклинометре ИМММ 73-120/60 [4]. Сдвиг фазы, а, по-существу, временной интервал, преобразуется сначала в пропорциональное ему число импульсов, а затем, с помощью двоичного счетчика – в двоичный код. В этом случае все операции суммирования на рис. 1 должны выполняться в цифровом варианте, а выходной цифровой сигнал последнего сумматора должен быть преобразован в аналоговый.

Третий вариант. Преобразуем аналоговые выходные сигналы сигнальных обмоток ИД, пропорциональные двум горизонтальным проекциям магнитного поля Земли, а именно, пропорциональные синусу и косинусу угла ψ_m , в цифровые коды с помощью аналого – цифрового преобразователя (АЦП). Полученные коды подадим на микропроцессор МП. Последний должен выполнять следующие функции: вычисление угла ψ_m по численным значениям двух проекций по соответствующему алгоритму; выполнение суммирования последнего с выходным кодом энкодера, а также с кодами, соответствующими магнитному склонению и заданному углу азимута платформы; выведение значения фактического азимута платформы на индикатор. Выходной цифровой код микропроцессора преобразуется в аналоговый сигнал, поступающий на вход усилителя. Данный вариант значительно проще в реализации по сравнению с вторым, поскольку не требует формирования специального опорного сигнала и может обеспечить квазинепрерывный режим работы системы коррекции [3, 4].

Функциональная схема САК, построенной по третьему варианту представлена на рис. 2. Генератор Г служит для питания индукционного датчика ИД а также для создания опорного напряжения для демодуляторов ДМ1, ДМ2. Сигналы переменного тока на несущей частоте с выхода сигнальных обмоток ИД, пропорциональные синусу и косинусу угла ψ_m , проходят через демодуляторы ДМ1, ДМ2 (фазочувствительные выпрямители), в результате чего преобразуются в сигналы постоянного тока. Полученные сигналы поступают на АЦП, управляемый МП. На выходе АЦП получают двоичные коды, поступающие на МП, в котором выполняются математические вычисления, отображаемые условно блоками и сумматорами (рис. 2). Блок вычисления БВ вычисляет арктангенс отношения кодов, соответствующих синусу и косинусу угла ψ_m . Полученный код суммируется с кодом, соответствующим значению магнитного склонения D , полученному от задатчика магнитного склонения ЗМС. Далее, после вычитания выходного кода энкодера будет получен код текущего азимута платформы, который выводится на индикатор азимута ИА. Код текущего значения азимута платформы суммируется с кодом, соответствующим его заданному значению, полученному от задатчика азимута ЗА. В результате на выходе МП будет цифровой код, соответствующий отклонению платформы от заданного направления в азимуте. С помощью преобразователя код-напряжение ПКН итоговый код преобразуется в аналоговый сигнал, поступающий через усилитель на обмотку управления датчика момента ДМ.

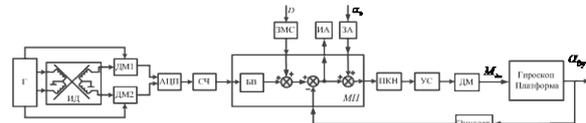


Рис.2 – Функциональная схема САК ГС

Третий вариант будет реализован в экспериментальном образце ГС.

Литература

1. Богданченко Н. М. курсовые системы и навигационные вычислители самолетов гражданской авиации. – М: Транспорт, 1978. -271 с.
2. Нгуен Чонг Иен. Разработка устройства передачи питания и информации на платформу трехосного гиросtabilизатора// Современные техника и технологии : сборник трудов XIX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 15-19 апреля 2013 г. : в 3 т. / (ТПУ) . – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. - Т. 1. - С. 337-338.
3. Исаченко В. Х. Инклинометрия скважин. – М.: Недра, 1987. – 216 с.
4. Инклинометр магнитометрический многоточечный ИМММ 73-120/60: Техническое описание и инструкция по эксплуатации АЯЖ 1.000.018 ТО.