

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Кафедра технической эксплуатации авиационных электросистем и
пилотажно-навигационных комплексов

В.Н. Габец

АВИАЦИОННОЕ ПРИБОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ПОСОБИЕ

по выполнению лабораторных работ

«ГИРОВЕРТИКАЛИ»

Для студентов 5 курса специальности 160903 всех форм обучения

Москва-2011

Лабораторная работа №1

Центральная гироскопическая вертикаль ЦГВ – 10П

Цель работы:

- изучить принцип работы силовой гироскопической стабилизации;
- изучить конструкцию и режимы работы двухосного силового гиросtabilизатора ЦГВ – 10П;
- снять экспериментальные характеристики ЦГВ – 10П.

1. Назначение и принцип действия

Центральная гироскопическая вертикаль ЦГВ – 10П (гировертикаль) предназначена для определения положения ЛА в пространстве относительно истинной вертикали места.

Гировертикаль является датчиком углов крена и тангажа, которые выдаются потребителям в виде электрических сигналов переменного и постоянного тока.

Потребителями сигналов ЦГВ – 10П являются навигационные, пилотажные, радиолокационные система, визуальные указатели и т.д.

Центральная гировертикаль ЦГВ-10П представляет собой двухгироскопическую платформу с силовой стабилизацией.

Коррекция по вертикали осуществляется от двухкоординатного жидкостного маятникового переключателя.

Съём сигналов, пропорциональных углам крена и тангажа, производится с сельсинов – датчиков Y_6 и Y_5 , установленных по измерительным осям X и Y (рис.1), а в изделии ЦГВ – 10П дополнительно с потенциометрических датчиков крена и тангажа ПЗ и П4.

Ось крена X и ось тангажа Y направлены соответственно вдоль продольной и поперечной осей ЛА. Кинетические моменты гироскопов крена H_1 и тангажа H_2 равны по величине и направлены в противоположные стороны.

Ось прецессии Y_1 гироскопа крена направлена вдоль оси Y , ось прецессии X_1 гироскопа тангажа – вдоль оси X (при рабочем горизонтальном положении прибора).

На корпусах гиромоторов M_1 и M_2 смонтированы потенциометры П1 и П2, которые питаются переменным током. Сигналы, снимаемые со щёток потенциометров П1 и П2, подаются на разгрузочные двигатели M_6 и M_5 .

Коррекция гиropлатформы относительно вертикали осуществляется коррекционными моторами M_3 и M_4 , на управляющие обмотки которых

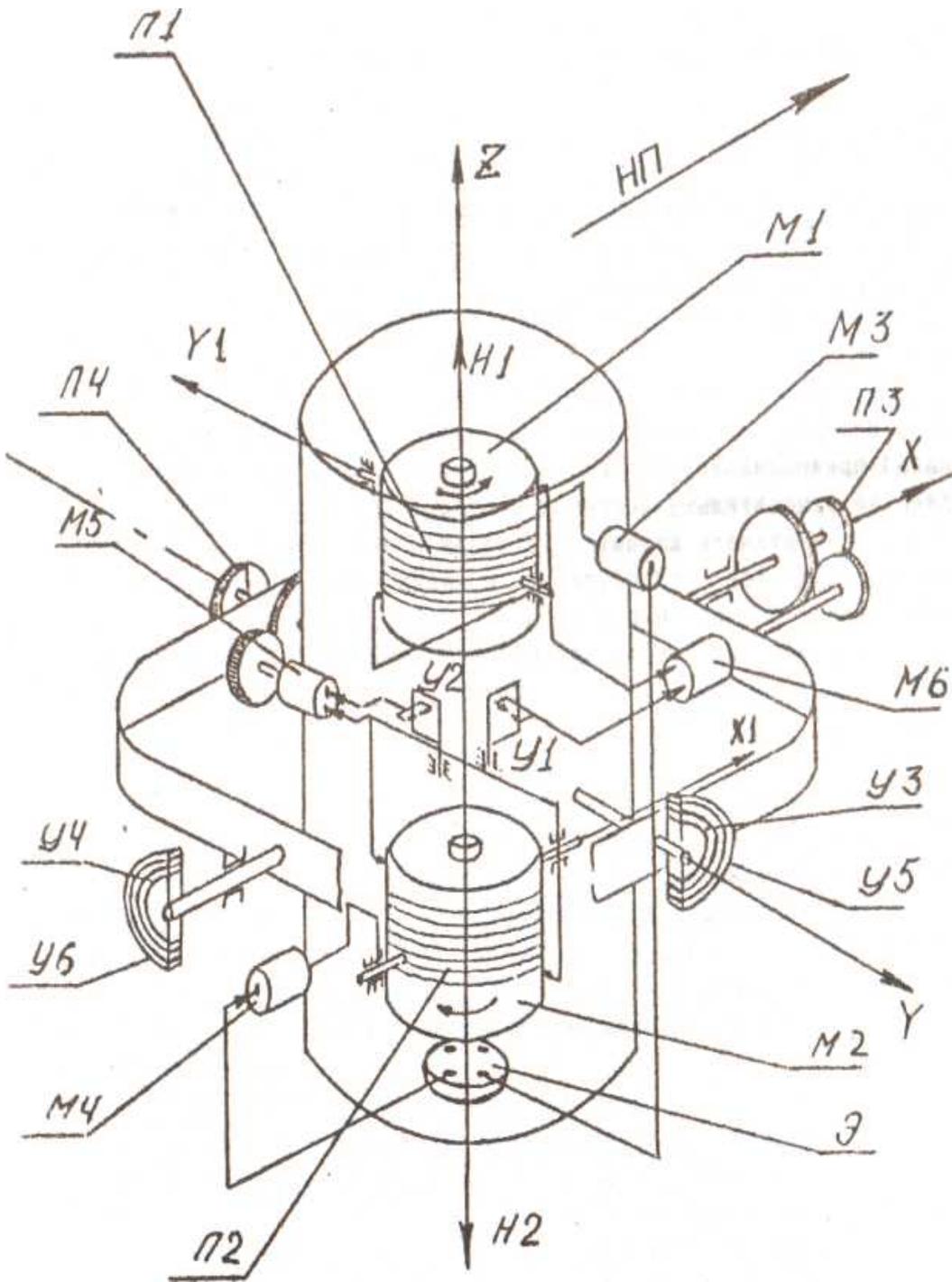


Рис.1 . Кинематическая схема ЦГВ – 10П

подаётся суммарный ток с соответствующей пары контактов жидкостного маятникового переключателя Э.

На платформе закреплены два механических маятниковых переключателя у1 и у2, оси подвеса которых направлены вдоль оси OZ. Каждый маятник работает только в одной плоскости и выдаёт сигналы на разгрузочные двигатели М6 и М5 при арретировании и разгоне гиromоторов, когда нормальная ось OZ платформы отклонена больше, чем на 2° от вертикали.

Гиropлатформа имеет возможность поворота по тангажу в наружной раме на угол $\pm 70^\circ$ и по крену вместе с наружной рамой на $\pm 180^\circ$.

Гиropлатформа, называемая также двухгироскопическим узлом, представляет собой двухосную гиросtabilизированную платформу с двумя каналами стабилизации: каналом крена и каналом тангажа. Рассмотрим работу в гировертикали трёх систем: системы стабилизации, системы коррекции и системы ускоренного восстановления к вертикали.

Система стабилизации

С увеличением числа потребителей сигналов авиагоризонта возмущающие моменты возрастают в несколько раз в результате увеличения датчиков съёма сигналов по тангажу и крену. Это приводит к уменьшению статической точности обычных авиагоризонтов или к необходимости увеличения эффективности системы коррекции, что вызывает увеличение погрешности выдерживания вертикали при действии продольных и центробежных ускорений (взлёт, посадка, вираж).

Для согласования требований повышенной статической точности при возможно меньших моментах коррекции гировертикали ЦГВ и МГВ строятся с использованием принципа силовой гироскопической стабилизации.

ЦГВ – 10 имеет силовую гироскопическую стабилизацию по осям X и Y. В случае отсутствия каких – либо возмущающих моментов по осям стабилизации (оси крена и тангажа) векторы кинетических моментов направлены вдоль нормальной оси Z.

Рассмотрение принципа силовой гироскопической стабилизации приведём на примере канала стабилизации ЦГВ – 10 по оси крена, все элементы которого условно изображены на схеме одноосного гиросtabilизатора (рис.2).

Наружная рама 1 должна быть стабилизирована по оси X при воздействии возмущающих моментов по этой оси (то есть не должна поворачиваться под действием возмущающих моментов).

Ротор гироскопа М1 помещён в кожух и вращается относительно оси Z. Гироскоп имеет возможность поворачиваться относительно оси Y на небольшие углы, ограниченные упорами. При этом с потенциометра П1

снимается сигнал, пропорциональный перемещению гироскопа относительно оси Y . Сигнал подаётся на разгрузочный электродвигатель М6. На оси X расположен сельсинный датчик угла с ротором $y4$ и статором $y6$.

Сигнал, снимаемый с сельсинного датчика угла, пропорционален углу поворота наружной рамы 1 относительно корпуса прибора.

На наружной раме крепится жидкостной маятниковый переключатель Э, управляющий коррекционным мотором М3, закреплённым на наружной раме и создающий момент по оси Y .

Возмущающий момент m_x (например, момент трения), возникающий по оси X , воздействует на гироскоп М1 через подшипники оси Y . Под действием момента гироскоп начинает прецессировать относительно оси Y с угловой скоростью ω_Y в сторону совмещения по кратчайшему направлению вектора кинетического момента $H1$ с вектором ω_Y .

При этом возникает гироскопический момент M_G , направленный по оси X и в первое мгновение уравновешивающий возмущающий момент m_x . Поворот гироскопа относительно оси Y на угол β вызовет появление на потенциометре П1 сигнал $U=K_i \cdot \beta$, где K_i – крутизна характеристики потенциометра.

Сигнал U поступает на разгрузочный двигатель М6, который создаёт по оси X момент разгрузки $M_p=K_z \cdot U$, где K_z – коэффициент пропорциональности.

Теперь гироскоп прецессирует с угловой скоростью под действием разности моментов $m_x - M_p$:

$$\omega_Y = (m_x - M_p) / H \cos \beta$$

Равенство моментов $m_x = M_p$ наступает тогда, когда при прецессии гироскопа вокруг оси Y создаётся момент на электродвигателе, уравновешивающий возмущающий момент. Прецессия прекращается, а гироскоп оказывается отклонённым на угол β от нулевого положения.

Таким образом, рама остаётся неподвижной за счёт того, что в первый момент времени внешний момент уравновешивается гироскопическим, затем внешний момент уравновешивается гироскопическим моментом и моментом двигателя, а затем моментом двигателя (гироскопического момента не будет, так как при $M_p = m_x$ прецессия прекращается, а гироскопический момент вызван прецессией).

При прекращении действия возмущающего момента m_x , гироскоп возвращается в нулевое положение под действием момента разгрузочного двигателя с угловой скоростью:

$$\omega_Y = - M_p / H \cdot \cos \beta$$

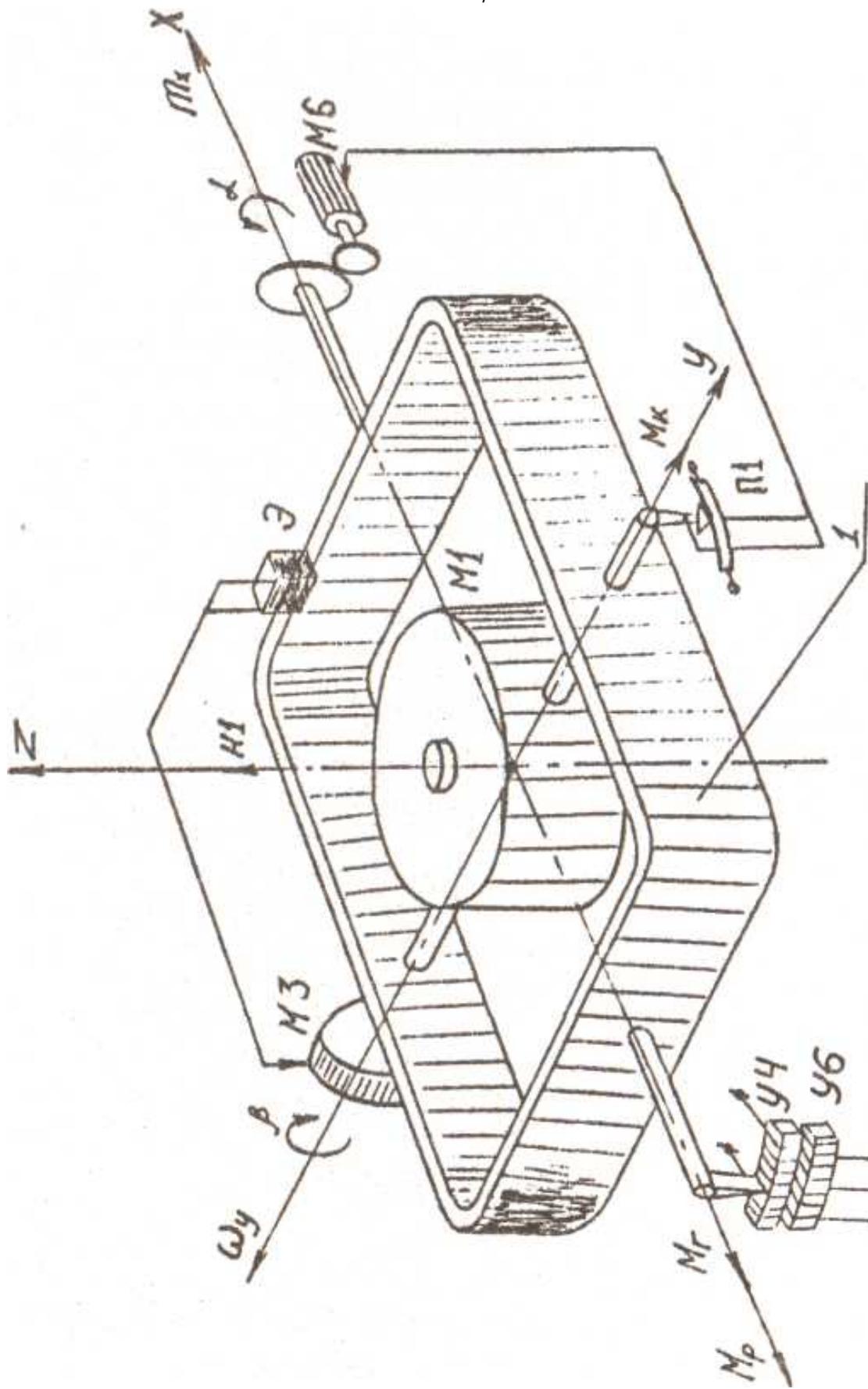


Рис. 2. Принципиальная схема одноосного гироскопического стабилизатора тора

Двигатель силовой стабилизации всегда прикладывает к раме момент, стремящийся привести гироскоп в нулевое положение.

Таким образом, происходит компенсация действия возмущающих моментов по оси X , если они не превышают максимального момента, развиваемого разгрузочным двигателем.

Разгрузка по оси Y в ЦГВ- 10 осуществляется элементами $M2$, $M5$ и $P2$ (рис.1). Сигналы углового перемещения по оси Y (угол тангажа) снимаются с сельсинного датчика $y3$, $y5$.

Наличие разгрузки по двум осям X и Y обуславливает неизменность положения в пространстве нормальной оси Z (то есть стабилизацию платформы по горизонтальным осям).

Система коррекции

Для того чтобы ось Z была стабилизирована по вертикали в ЦГВ предусмотрена система коррекции, состоящая из жидкостного маятникового переключателя \mathcal{E} и двух коррекционных электродвигателей $M3$ и $M4$, связанных шарнирной передачей с осями гиromоторов $M1$ и $M2$.

Наличие силовой стабилизации вносит специфику в коррекцию ЦГВ. За счёт приложения момента непосредственно к раме невозможно заставить раму двигаться, так как силовая стабилизация парирует приложенный момент, поэтому движение рамы получают за счёт приложения момента непосредственно к гироскопам по оси, перпендикулярной оси стабилизации, а движение рамы происходит за счёт прецессии гироскопа вместе с рамой.

Жидкостной переключатель представляет собой жидкостной уровень с двумя парами электродов, расположенных в плоскости XZ и XY . При горизонтальном положении жидкостного переключателя суммарный сигнал с каждой пары контактов равен нулю.

Рассмотрим осуществление поперечной коррекции (по крену) (рис.1). При отклонении оси платформы Z от вертикали (поворот вокруг оси X) с пары контактов жидкостного переключателя \mathcal{E} , расположенных в плоскости YZ , снимается суммарный сигнал, который подаётся на управляющую обмотку коррекционного мотора $M3$. Коррекционный мотор $M3$ создаёт корректирующий момент M_K , приложенный к оси Y кожуха гиromотора $M1$.

Прецессируя под действием этого момента, гироскоп $M1$ через подшипники оси Y поворачивает гиropлатформу вокруг оси X до тех пор, пока сигнал, поступающий с жидкостного маятникового переключателя \mathcal{E} не будет нулевым. Таким образом осуществляется приведение оси Z к вертикали в плоскости YZ .

Аналогично действует система продольной коррекции (по тангажу), причём в этом работает пара контактов жидкостного маятникового переключателя, лежащая в плоскости XZ , коррекционный мотор $M4$ и гиromотор $M2$.

Так как чувствительным элементом системы коррекции в приборе является жидкостной маятник, то при действии ускорений жидкость будет смещаться, изменяя распределение токов между контактами. В результате этого ось Z будет корректироваться к направлению равнодействующей силы тяжести и инерционной силы, то есть к кажущейся вертикали.

Для того, чтобы уменьшить указанную погрешность, в ЦГВ-10 предусмотрена возможность выключения поперечной коррекции при действии ускорений.

Отключение поперечной коррекции производится выключателем коррекции ВК – 53РБ, который при достижении угловой скорости разворота, равной 0,1 0-0,3 град/сек. разрывает цепь обмотки возбуждения коррекционного двигателя поперечной коррекции $M3$.

Выключение продольной коррекции может производиться от специальных устройств, разрывающих цепь обмотки возбуждения коррекционного двигателя продольной коррекции $M4$ при действии продольных ускорений.

Система ускоренного восстановления к вертикали

Для быстрого восстановления платформы к вертикали при запуске прибора в приборе предусмотрена система ускоренного восстановления к вертикали, состоящая из механических маятников $y1$ и $y2$ и разгрузочных двигателей $M6$ и $M5$ (рис.1). Включение системы ускоренного восстановления осуществляется от кнопки "Арретир".

Рассмотрим процесс ускоренного восстановления к вертикали по каналу крена (лил процесс арретирования).

При наклоне платформы относительно оси X на угол α более 2° у маятника $y1$ замыкается средний контакт с одним из крайних. Цепь подготовлена к арретированию. При проведении арретирования прибора напряжение с маятника $y1$ подаётся на электродвигатель разгрузки $M6$, который создаёт момент по оси X . Сигнал с маятника по величине превышает сигнал силовой стабилизации. Под действием суммарного момента разгрузочного двигателя двигателя гироскоп $M1$ начинает прецессировать до упора.

Когда гироскоп $M1$ ляжет на упоры, момент двигателя $M6$ повернёт платформу вокруг оси X как обыкновенное негироскопическое тело до размыкания контакта механического маятника $y1$.

После размыкания контактов механического маятника у1 приведение платформы к вертикали осуществляется при совместной работе системы коррекции и разгрузки.

Аналогично работает система арретирования по каналу тангажа, причём работают: гироскоп М2, маятник у2 и разгрузочный двигатель М5(рис.1).

Дистанционный завал платформы

В приборе ЦГВ – 10 предусмотрена возможность осуществления дистанционных завалов гироплатформы по крену и тангажу, которая может быть использована как для проверки параметров прибора в лабораторных условиях, так и после установки прибора на борту л.а.

Завал гироплатформы осуществляется при подаче напряжения 36В 400Гц. На дополнительные управляющие обмотки коррекционных электродвигателей М3 и М4.

Электродвигатели создают моменты по своей величине превышающие моменты коррекции. В результате под действием разности моментов по оси прецессии гироскопы отклоняют гироплатформу от вертикали.

Направление завалов изменяется при переключении фаз паряжения питания электродвигателей М3 и М4.

Съём сигналов крена и тангажа

На осях Х и Y установлены двухканальные сельсины – датчики типа 507Д, сигналы с которых снимаются на сельсин – приёмники систем, связанных по схеме с ЦГВ – 10. Ротор сельсина – датчика крена у4 закреплён на наружной рамке, а статор у6 на корпусе прибора. Ротор сельсина – датчика тангажа у3 закреплён на гироплатформе, а статор у5 на наружной раме. При угловых перемещениях роторов относительно статоров с последних снимается напряжение, пропорциональное этим угловым перемещениям, т.е. углам крена и тангажа.

Электрическая схема ЦГВ состоит из схемы гироскопической части прибора (рис.3) и схемы потенциометрических датчиков для съёма сигналов крена и тангажа [2].

Гироскопическая часть прибора питается трёхфазным переменным напряжением 36В400Гц. Гиросомоторы М1 и М2 представляют собой асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Их статорные обмотки соединены в звезду и включены параллельно друг другу.

Пусковой ток гиromоторов составляет 2,3 – 2,5 А. По мере набора оборотов потребляемый ток уменьшается до 0,8 – 1,1 А.

Элементы схемы образуют три системы:

Систему коррекции, состоящую из жидкостного переключателя Э1 и коррекционных моторов М3 и М4;

систему разгрузки, состоящую из управляющих потенциометров П1 и П2 и разгрузочных двигателей М5 и М6;

систему ускоренного восстановления, состоящую из маятников контактных МК1 и МК2 и разгрузочных двигателей М5 и М6.

Потенциометрические датчики ЦГВ служат для выдачи сигналов крена и тангажа летательного аппарата. В ЦГВ применяются проволочные потенциометрические датчики с линейной характеристикой, т.е. выдаваемый сигнал изменяется пропорционально углу поворота прибора в пределах рабочего угла .

Для установки ЦГВ в рабочее положение и технологической проверки прибора имеются специальные установочные (точные) потенциометры крена и тангажа с разрешающей способностью на виток 3 – 4 '. Потенциометры питаются от источника постоянного тока напряжением 27В. Рабочий угол потенциометров составляет $\pm 10^\circ$. При рабочем положении прибора допускается выходной сигнал со щёток потенциометрических датчиков, соответствующий углу $\pm 1^\circ$.

Основные характеристики ЦГВ – 10

Эксплуатационные характеристики:

Электропитание:

переменного тока напряжением

$-36 \pm 3,6В$; 400 ± 8 Гц;

постоянного тока напряжением

$-27 \pm 2,7В$;

время готовности

не более 4 мин.

высотность

до 15 мм.рт. ст.;

скорость полёта

до 2500км/ч.;

температурный интервал работы

– от $+50^\circ$ до -60°

Технические характеристики:

диапазон предельных рабочих углов

- по крену

$\pm 180^\circ$;

- по тангажу

$\pm 70^\circ$;

погрешность выдерживания вертикали при

горизонтальном полёте без ускорений

20 – 40 угл. мин.

точность выдерживания вертикали на качающемся

основании с углом качания 5° и периодом

13 – 15 сек.(с выключенной коррекцией)

не ниже ± 15 угл.мин.

Точность выдерживания вертикали на

неподвижном основании	± 5 угл. мин.
скорость прецессии под действием коррекции в нормальных условиях	$0,7 - 0,2$ град/мин.
погрешность дистанционной сельсинной передачи в диапазоне $\pm 10^\circ$	± 5 угл. мин.
в остальном диапазоне	± 15 угл мин.
рабочая зона потенциометров крена и тангажа	$\pm 30^\circ \pm 0,5^\circ$
разрешающая способность (чувствительность) потенциометров крена и тангажа	$4 - 5$ угл. мин.
потребляемый переменный ток без питания сельсинов – датчиков	не более $1,1$ А
потребляемый постоянный ток	не более $0,05$ А
масса прибора	не более 10 кг.

2. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из исследуемой центральной гироскопической вертикали ЦГВ – 10П, закреплённой в поворотном кронштейне, пульта ППБ – 77 с вольтметрами V2 "Крен" и V1 "Тангаж", подключёнными к выходным потенциометрам крена и тангажа, пульта ППБ – 23 для создания искусственных "завалов" и контроля электрических параметров установки.

3. Порядок проведения лабораторной работы.

Перед проведением экспериментальной части лабораторной работы при помощи ручек поворотного кронштейна установить исследуемую гировертикаль ЦГВ – 10П таким, чтобы стрелка на корпусе прибора располагалась сверху в горизонтальной плоскости.

На пультах ППБ – 23 и ППБ – 77 все выключатели поставить в положение "Откл."

3.1. Определение времени готовности гировертикали и характера изменения пускового тока.

Время готовности гировертикали определяется с момента подачи электропитания до момента, когда показания вольтметров V1 и V2 пульта ППБ – 77 перестанут изменяться и колебаться.

Поставить выключатель "Питание потенц." Пульта ППБ – 77 в положение "Вкл.", а переключатели В1 и В3 пульта ППБ – 77 в положение 30° .

Включить одновременно выключатель В2 пульта ППБ – 77 , выключатели "Вкл. 27 В" и "Вкл. ПТ" пульта ППБ – 23 (подавая тем самым на ЦГВ напряжение питания постоянного и переменного тока) и запустить секундомер.

По амперметру А1 пульта ППБ измерять значения тока в одной из фаз гиromотора через 10с. до тех пор, пока величина тока не установится. Результаты измерений свести в таблицу и построить график зависимости пускового тока гиromотора от времени $I_{\Gamma}=f(t)$.

Через 20 сек.после подачи электропитания на пульте ППБ – 23 нажать кнопку "Арретир" (при этом должна загореться сигнальная лампа "Работает арретир") и удерживать её до тех пор, пока показания вольтметров V1"Тангаж" и V2" Крен" не станут близкими к нулю, но не более 10 сек.

Одновременно с измерением тока в фазе гиromотора контролировать показания вольтметров V1 "Тангаж" и V2"Крен" и зафиксировать время готовности гировертикали $t_{\text{ГОТ}}$.

3.2 Определение скорости приведения ЦГВ к вертикали под действием коррекции

Убедиться, что показания вольтметров V1"Тангаж" и V2"Крен" не превышают 2 градусов (в противном случае повторно на несколько секунд нажать на кнопку "Арретир").

Установить переключатели В1 и В3 на пульте ППБ – 77 в положение 3°. Вращением ручек поворотного кронштейна установить показания вольтметров V1"Тангаж" и V2"Крен" нулевыми и затем установить шкалы поворотного кронштейна на нулевые отметки.

После этого прибор считается находящимся в положении истинной вертикали.

Скорость приведения к вертикали определяется при возвращении ЦГВ из "завалов" под действием продольной и поперечной коррекции.

"Завал" ЦГВ задаётся дистанционно с помощью переключателей "Завал, крен" и "Завал, тангаж" пульта ППБ – 23.

Для создания "завала" в сторону правого крена удерживать переключатель "Завал, крен" в положении "Вправо". Стрелка вольтметра V2"Крен" при этом будет отклоняться в сторону правого крена. Показания вольтметров V2"Крен" и V1"Тангаж", равные 1В, соответствуют "завалу" на 1градус соответственно по крену и тангажу.

При достижении " завала" в сторону правого крена, равного 2°, переключатель "Завал, крен" установить в положение "Откл." И одновременно включить секундомер. Снимать показания

вольтметра V2 "Крен" через 20 сек. до тех пор, пока показания вольтметра не станут близкими к нулю. Результаты измерений занести в табл. 1.1.

Таблица 1.1

t,сек.		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Завал γ ,град.	прав.	2									
	лев.	2									
Завал ν ,град	кабр.	2									
	пикир.	2									

Произвести аналогичные измерения при "завале" в сторону левого крена. Аналогичным образом произвести измерения при выходе из "завалов" по тангажу на кабрирование и пикирование. "Завал" по тангажу создавать переключателем "Завал, тангаж" ("пикирование" и "кабрирование"), а величину "завала" измерять вольтметром V1 "Тангаж".

По данным таблицы 1.1 рассчитать скорость прецессии под действием поперечной коррекции $\omega_{\text{поп}}$, град/мин. (при выходе из "завалов" в сторону правого и левого крена) и под действием продольной коррекции $\omega_{\text{прод}}$ град/мин. (при выходе из "завалов" по тангажу на пикирование и кабрирование).

Полученные значения скоростей прецессии под действием продольной и поперечной коррекции сравнить со значениями, приведёнными в технических характеристиках ЦГВ, и сделать выводы.

3.3 Определение уходов ЦГВ с выключенной коррекцией

При отключённой жидкостной маятниковой коррекции ЦГВ близка по своим свойствам к свободному трёхстепенному гироскопу и возникает "кажущийся уход" ЦГВ за счёт суточного вращения Земли.

Установить ЦГВ в положение истинной вертикали (п.3.2) и развернуть её в плоскости горизонта таким образом, чтобы стрелка на корпусе прибора совпала с направлением "Север - Юг".

Убедиться, что переключатели В1 и В3 пульта ППБ – 77 находятся в положении 3°.

Отключить продольную и поперечную коррекции путём снятия перемычек с клемм "Ток продольной коррекции", "Ток поперечной коррекции" на пульте ППБ – 23 и одновременно включить секундомер.

Замерять уходы ЦГВ по вольтметрам V2"Крен" и V1"Тангаж" в течение 30 мин. Через каждые 2мин.

Результаты занести в табл. 1.2.

Таблица 1.2

t,мин.	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Уход, γ ,град.	0															
Уход, ν ,град.	0															

По данным таблицы 1.2. построить графики уходов ЦГВ по крену и тангажу от времени $\gamma=f(t)$ и $\nu=f(t)$ и объяснить полученные результаты.

3.4. Поведение ЦГВ при "завале" и развороте по курсу

Установить ЦГВ в положение истинной вертикали (п.3.2). При этом переключки "Ток продольной коррекции" и "Ток поперечной коррекции" должны быть замкнуты. Выждать 3мин. Для точной выставки ЦГВ по вертикали системой коррекции.

Переключатели В1 и В3 пульта ППБ – 77 установить в положение 30°. Снять переключки "Ток продольной коррекции" и "Ток поперечной коррекции".

Задать "завал" в сторону правого крена на 15° (п.3.2). Разворачивать ЦГВ по курсу (относительно вертикальной оси) через 30° до 360° и снимать показания вольтметров V1 "Тангаж"(ν) и V2"Крен"(γ) с учётом знака (кабрирование и правый крен – положительный, пикирование и левый крен – отрицательный).

Результаты занести в табл. 1.3

Таблица 1.3

Ψ ,град.	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
γ , град.	15												
ν , град.	0												

По данным табл. 1.3 построить на одном рисунке графики зависимостей угла тангажа ν и крена γ от угла курса Ψ , т.е. $\nu=f(\Psi)$ и $\gamma=f(\Psi)$.

Объяснить полученные результаты.

4. Требования к отчёту

Отчёт должен содержать:

1. Основные технические характеристики ЦГВ – 10П.
2. Таблицы, графики и параметры, указанные в разделе 3.
3. Выводы.

5. Контрольные вопросы

1. В чём преимущество гировертикалей перед авиагоризонтами?
2. Принцип силовой гироскопической стабилизации на примере одноосного гиростабилизатора.
3. Принцип действия двухосного гиростабилизатора.
4. Работа продольной и поперечной систем коррекции ЦГВ.
5. Режим арретирования.
6. Датчики крена и тангажа ЦГВ.
7. Дистанционный "завал" ЦГВ.
8. Работа ЦГВ по кинематической и электрической схемам.

Литература

1. Воробьёв В.Г. и др. Авиационные приборы, информационно – измерительные системы и комплексы: Учебник для вузов; Под ред. В.Г. Воробьёва. – М.: Транспорт, 1992.
2. Под ред. П.А. Иванова. Аппаратура измерения курса и вертикали на воздушных судах гражданской авиации.- М.: Машиностроение, 1989.

Лабораторная работа №2

Малогабаритная гировертикаль МГВ – 1СК

Целью лабораторной работы является изучение принципа действия, конструкции и основных параметров гировертикали МГВ – 1СК, 0, экспериментальное исследование её основных характеристик.

1. Назначение и принцип действия

Малогабаритная гировертикаль МГВ – 1СК, как и ЦГВ – 10П предназначена для определения углов крена и тангажа летательных аппаратов и представляет собой двухгироскопическую платформу с силовой гироскопической стабилизацией.

Коррекция платформы по вертикали в отличие от ЦГВ – 10П осуществляется от двух однокоординатных жидкостных маятниковых датчиков.

Основные эксплуатационные характеристики МГВ – 1СК близки к соответствующим характеристикам ЦГВ – 10П.

Основные технические характеристики МГВ – 1СК:

диапазон рабочих углов

по крену

$\pm 180^\circ$,

по тангажу

$\pm 60^\circ$;

погрешность выдерживания вертикали

на неподвижном основании

± 5 угл. мин.

на качающемся основании

± 15 угл. мин.

в полёте

30 угл. мин.

скорость накопления погрешности во время виражей и разворотов со скоростью более $0,3\%$.

не более $0,4$ град./мин.

скорость прецессии от маятниковой жидкостной коррекции

от $0,7$ до $0,2$ град./мин.

съём сигналов углов крена и тангажа производится с синусно – косинусных трансформаторов СКТ – 265 и СКТ – 232 соответственно классу точности $0,2$

погрешность линейной характеристики потенциометрических датчиков	не более $\pm 1^\circ$;
скорость прецессии от дистанционного завала	не более 4град/мин.
потребляемый переменный ток	не более 0,8А
потребляемый постоянный ток	не более 0,6А
масса прибора	не более 4,8 кг.

В отличие от ЦГВ – 10П в МГВ – 1СК верхний гироскоп осуществляет стабилизацию относительно оси тангажа. В ЦГВ, в системе коррекции, применяется один двухкоординатный маятниковый жидкостной датчик и коррекционные двигатели. В МГВ применяются два однокоординатных маятниковых жидкостных датчика и моментные датчики. Съём сигналов по крену и тангажу в ЦГВ осуществляется с сельсинов и потенциометров, в МГВ – с СКТ и потенциометров. МГВ обладает меньшей массой и габаритами.

2. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из исследуемой малогабаритной вертикали МГВ – 1СК, закреплённой на поворотном кронштейне, и лабораторной панели, на которой расположены контрольно – измерительные приборы, коммутационная и сигнальная аппаратура.

Включение постоянного напряжения 27В производится выключателем S1, сигнализируется загоранием лампы Л1 и контролируется вольтметром V1.

Включение переменного трёхфазного напряжения 36В400Гц производится выключателем S2, сигнализируется загоранием лампы Л2 и контролируется вольтметром V2.

Величина потребляемого тока водной фазе контролируется амперметром А1(диапазон измерения 1А).

Сигнальная лампа Л3 "Готов" загорается после окончания процесса арретирования и горит при нормальном функционировании гировертикали, а сигнальная лампа Л4"Арретир" горит только в процессе арретирования при нажатой кнопке КН1 "Арретир".

Выключатель S3 служит для отключения поперечной коррекции, а выключатель S4 – продольной коррекции.

Вольтметры V3 "Крен" и V4 "Тангаж", подключённые к выходным потенциометрам, измеряют напряжения, пропорциональные углам крена и тангажа (напряжению в 1В соответствует угол в 1градус).

Переключатели S7 и S8 $5^\circ - 30^\circ$ изменяют диапазон измерения вольтметров V3 "Крен" и V4 "Тангаж".

Дистанционные "завалы" платформы прибора от вертикали производятся включением переключателя S6 "Завал" в положение "Пикир." или "Кабрир."; "завалы" по крену – включением переключателя S5 "Завал" в положение "Правый крен" или "Левый крен".

3. Порядок проведения лабораторной работы

3.1 Подготовка лабораторной установки к работе

Установить выключатели S1 и S2 в положение "Выкл", выключатели S3 и S4 в положение "Вкл", переключатели S5 и S6 – в нейтральное положение, переключатели S7 и S8 – в положение 30° .

Вращением ручек поворотного кронштейна установить гировертикаль таким образом, чтобы стрелка на корпусе гировертикали располагалась сверху в горизонтальной плоскости.

3.2. Определение времени готовности гировертикали и характера зависимости пускового тока гиromотора от времени

Время готовности гировертикали $t_{\text{ГОТ}}$ определяется с момента запуска до момента, когда показания вольтметра V3 "Крен" и V4 "Тангаж" перестанут изменяться и загорится сигнальная лампа ЛЗ "Готов".

Включить одновременно выключатели S1 и S2, подавая тем самым электропитание на лабораторную установку, и запустить секундомер.

По амперметру A1 (диапазон измерения 1А) измерять значения тока в фазе гиromотора через каждые 10с. в течение 2минут.

Результаты измерений занести в табл. 2.1

Таблица 2.1

t,с	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
I _Г ,А													

Через 2 мин. После запуска (подачи питания) нажать на 5 – 10 с кнопку "Арретир".

Примечание: если после отпускания кнопки КН1 "Арретир" происходит завал платформы гировертикали или точность арретирования ниже $\pm 2^\circ$ (по показаниям вольтметров V3 "Крен" и V4 "Тангаж"), то допускается 2 – 3 повторных нажатия кнопки КН1 "Арретир" длительностью 2 – 3с с интервалом 3 – 5 с.

Зафиксировать время готовности $t_{\text{ГОТ}}$ гировертикали по загоранию Л4 "Готов". При этом убедиться, что показания вольтметров V3 "Крен" и V4 "Тангаж" перестали изменяться.

По данным табл. 2.1 построить график зависимости пускового тока гиromотора от времени $I_{\Gamma}=f(t)$.

3.3 Определение скорости приведения к вертикали под действием коррекции

Установить переключатели S7 и S8 в положение 5° . Вращением ручек поворотного кронштейна установить показания вольтметров V3 "Крен" и V4 "Тангаж" нулевыми и установить шкалы тангажа и крена поворотного кронштейна на нулевые отметки. После этого МГВ считается находящейся в положении истинной вертикали.

Скорость приведения к вертикали определяется при возвращении МГВ из "завалов" под действием поперечной и продольной коррекции.

"Завал" гировертикали задаётся дистанционно с помощью переключателей S5 "Завал" (крен) и S6 "Завал" (тангаж).

Для создания "завала" в сторону правого крена удерживать переключатель S5 "Завал" в положении "правый крен". При этом стрелка вольтметра V3 "Крен" будет отклоняться в сторону правого крена. Показания вольтметров V3 "Крен" и V4 "Тангаж", равные 1В, соответствуют "завалу" на 1° .

При достижении "завала" на 2° переключатель S5 "Завал" установить в нейтральное положение и одновременно включить секундомер. Снимать показания вольтметра V3 "Крен" (завал $\gamma_{\text{ПРАВ}}$) через каждые 20 с. до тех пор, пока показания вольтметра V3 "Крен" не станут близкими к нулю.

Результаты измерений занести в табл. 2.2

Таблица 2.2

$t, \text{с}$		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Завал γ°	прав										
	лев										
Завалу ν°	каб										
	пик										

Аналогичным образом произвести измерения при "завале" в сторону левого крена, а затем при "завалах" по тангажу на кабрирование и пикирование.

"Завал" по тангажу на 2° создавать переключателем S6 "Тангаж" (пикир., кабрир.), а величину "завала" (завал υ) контролировать по вольтметру V4 "Тангаж".

По данным таблицы 2.2 рассчитать скорости прецессии под действием поперечной коррекции $\omega_{\text{ПОП}}$, град/мин. (при выходе из "завалов" в сторону правого и левого крена) и под действием продольной коррекции $\omega_{\text{ПРОД}}$, град/мин. (при выходе из "завалов" по тангажу на кабрирование и пикирование).

Полученные значения скоростей прецессии под действием коррекции $\omega_{\text{ПОП}}$ и $\omega_{\text{ПРОД}}$ сравнить со значениями, приведёнными в технических характеристиках МГВ и сделать выводы.

3.4 Определение уходов МГВ с выключенной коррекцией

При отключённой жидкостной маятниковой коррекции МГВ близка по своим свойствам к свободному астатическому трёхстепенному гироскопу и, следовательно, возникает "кажущийся" уход МГВ за счёт суточного вращения Земли.

Установить МГВ в положение истинной вертикали (п.3.3) и развернуть её в плоскости горизонта таким образом, чтобы стрелка на корпусе прибора совпала с направлением "Север - Юг".

Переключатели S7 и S8 поставить в положение 5° . Отключить продольную и поперечную коррекции, поставив выключатели S3 и S4 в положение "Откл." и включить секундомер.

Замерять уходы МГВ по вольтметрам V3 "Крен" и V4 "Тангаж" в течение 30 мин. через каждые 2 мин.

Результаты измерений занести в табл. 2.3

Таблица 2.3

t, мин.	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Уход, γ°	0															
Уход, υ°	0															

По данным табл. 2.3 построить графики уходов МГВ по крену и тангажу от времени $\gamma=f(t)$ и $\upsilon=f(t)$ и объяснить полученные результаты.

3.5 Поведение МГВ при "завале" МГВ и развороте по курсу

Поставить выключатели S3 и S4 в положение "Вкл.", а переключатели S7 и S8 – в положение 5°. Выждать 3 мин. для точной выставки МГВ по истинной вертикали системой коррекции.

Убедиться, что МГВ находится в положении истинной вертикали (п.3.3). Отключить продольную и поперечную коррекцию, поставив переключатели S3 и S4 в положение "Откл."

Переключатели S7 и S8 поставить в положение 30°. Задать "завал" на 15° по тангажу на кабрирование (п.3.3).

Снять стопор, фиксирующий горизонтальную платформу поворотного кронштейна, потянув стопор вниз до упора, и повернуть на 90°. Стопор расположен в нижней части поворотного кронштейна.

Разворачивать МГВ по курсу (относительно вертикальной оси) через 30° до 360° и снимать показания вольтметров V3 "Крен" и V4 "Тангаж" с учётом знака (кабрирование и правый крен – положительный, пикирование и левый крен – отрицательный).

Результаты занести в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Ψ, град.	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
γ, град.	0												
υ, град.	15												

По данным табл. 2.4 построить на одном рисунке графики зависимостей угла тангажа υ и крена γ от угла курса Ψ , т.е. $\upsilon=f(\Psi)$ и $\gamma=f(\Psi)$.

Объяснить полученные результаты.

4. Требования к отчёту

Отчёт должен содержать:

1. Основные технические характеристики МГВ.
2. Таблицы, графики и параметры, указанные в разделе 3.
3. Выводы

5. Контрольные вопросы

1. Перечислить основные отличия МГВ от ЦГВ.

2. Работа системы коррекции.
3. Работа системы стабилизации.
4. Работа системы ускоренной выставки к вертикали.

Литература

1. Под ред. Воробьева В.Г. Авиационные приборы, информационно – измерительные системы и комплексы. М.: Транспорт, 1992.
2. Под ред. Иванова П.А. Аппаратура измерения курса и вертикали на воздушных судах гражданской авиации, 1989.

Содержание

1. Лабораторная работа №1.
Центральная гироскопическая вертикаль ЦГВ – 10П. стр.3

2. Лабораторная работа №2.
Малогобаритная гироскопическая вертикаль МГВ – 1СК стр.18