

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

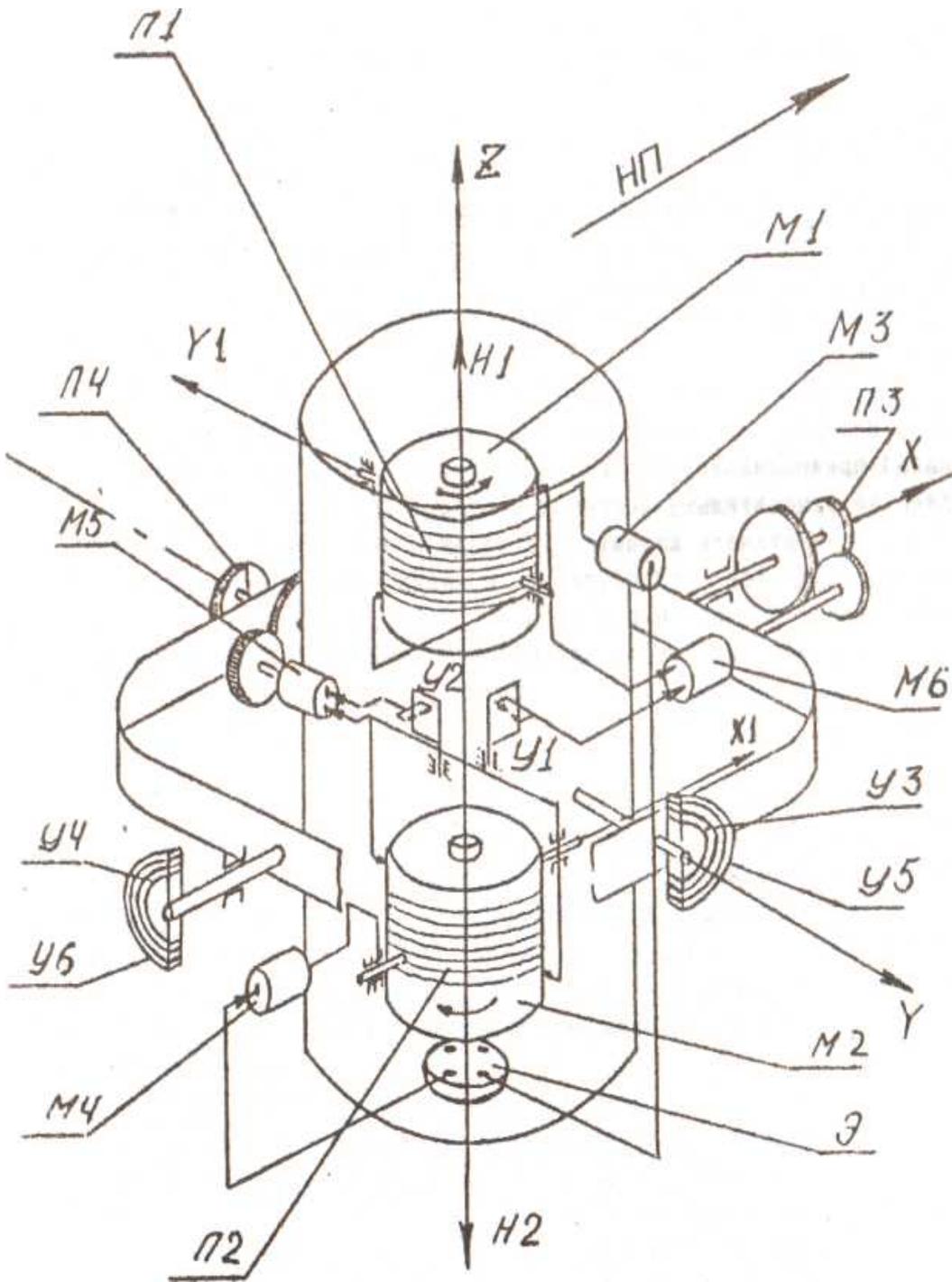


Рис.1 . Кинематическая схема ЦГВ – 10П

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 у4 и статором у6.

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 H_1 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:

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

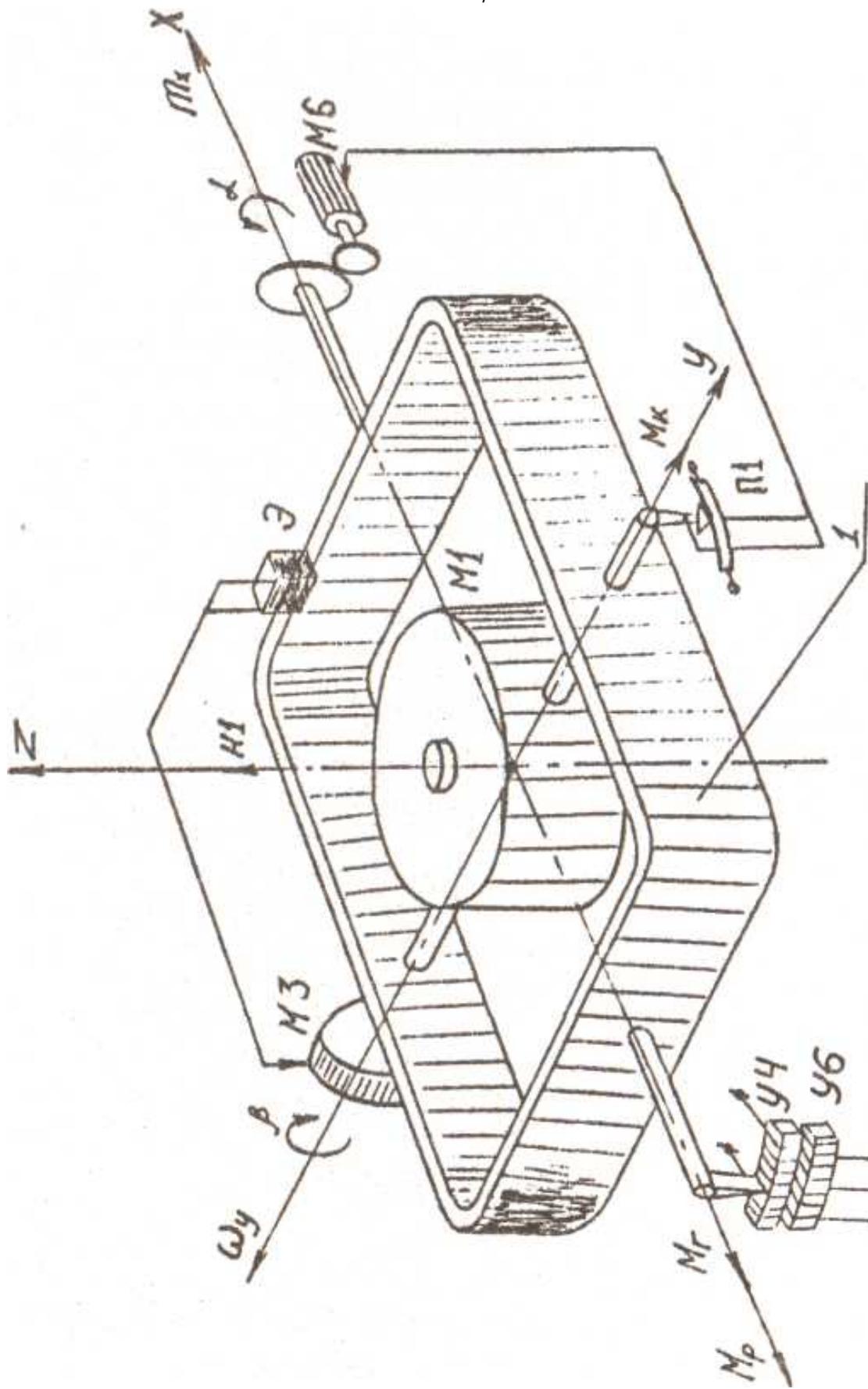


Рис. 2. Принципиальная схема одноосного гироскопического стабилизатора тора

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 М4 и гиromотор М2.

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 М3.

Выключение продольной коррекции может производиться от специальных устройств, разрывающих цепь обмотки возбуждения коррекционного двигателя продольной коррекции М4 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 y_1 и y_2 и разгрузочных двигателей М6 и М5 (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 y_1 замыкается средний контакт с одним из крайних. Цепь подготовлена к арретированию. При проведении арретирования прибора напряжение с маятника y_1 подаётся на электродвигатель разгрузки М6, который создаёт момент по оси X . Сигнал с маятника по величине превышает сигнал силовой стабилизации. Под действием суммарного момента разгрузочного двигателя двигателя гироскоп М1 начинает прецессировать до упора.

Когда гироскоп М1 ляжет на упоры, момент двигателя М6 повернёт платформу вокруг оси X как обыкновенное негироскопическое тело до размыкания контакта механического маятника y_1 .

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 паразитного 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. Гироскопы М1 и М2 представляют собой асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Их статорные обмотки соединены в звезду и включены параллельно друг другу.

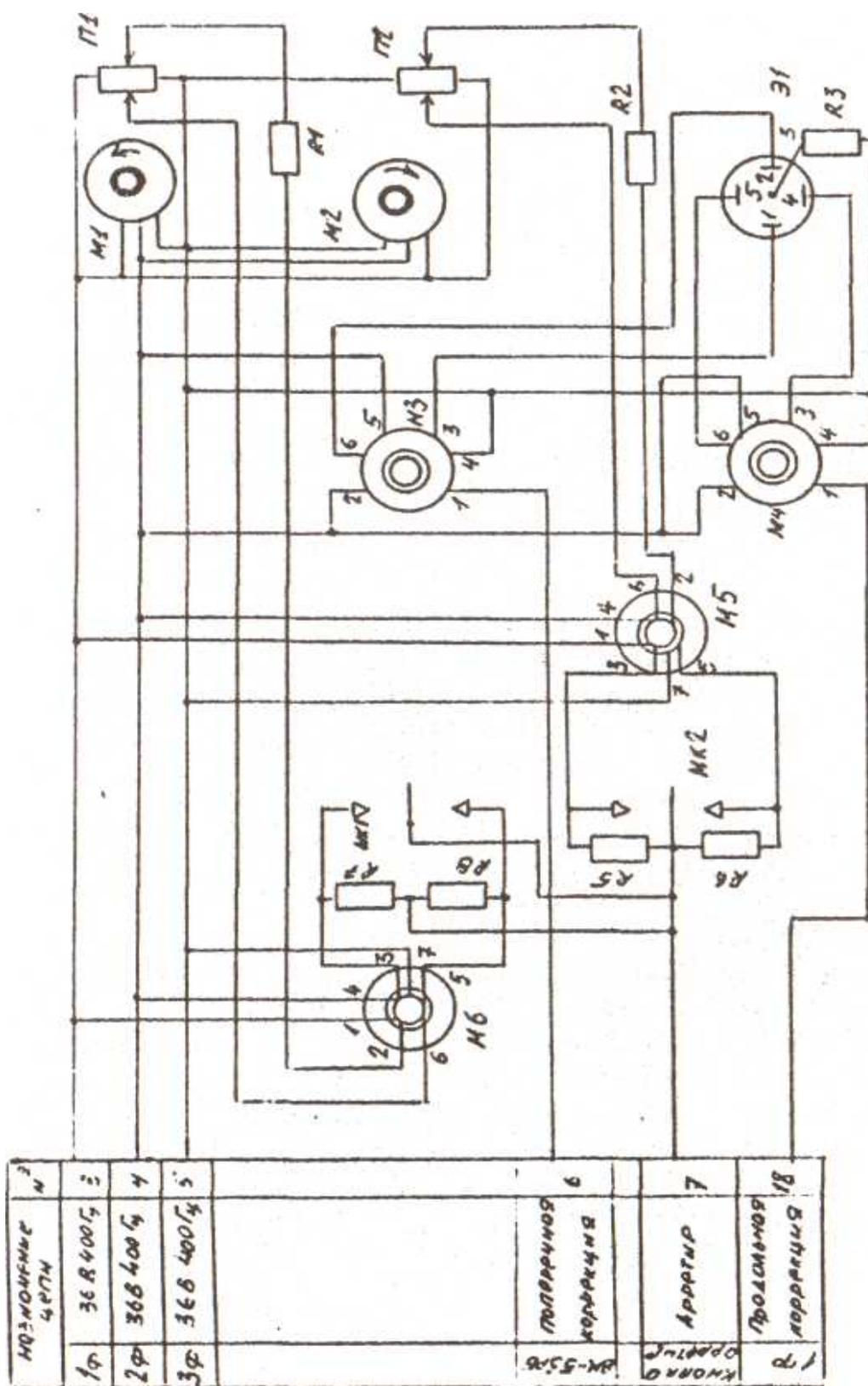


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема гироскопической части ЦГВ

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

$-36 \pm 3,6\text{В}; 400 \pm 8 \text{ Гц};$

постоянного тока напряжением

$-27 \pm 2,7\text{В};$

время готовности

не более 4 мин.

высотность

до 15 мм.рт. ст.;

скорость полёта

до 2500 км/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 гиросtabilизатора.
3. Принцип действия двухосного гиросtabilизатора.
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° - 30° 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