

электронный журнал

МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

Издатель: ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»

Макет одноосного силового гиросtabilизатора

Студент,

Кафедра «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации»: А.Е.Изотов

Научный руководитель: А.В.Кулешов,

К.т.н., доцент кафедры «Приборы и системы ориентации, стабилизации навигации»

МГТУ им. Н.Э. Баумана
izo-anton@yandex.ru

УДК 629.7.058.82

Статья посвящена разработке макета одноосного силового гиросtabilизатора на базе элементов системы МИС. В качестве чувствительного элемента (ЧЭ) был использован двухступенной гироскоп с трехколечным подшипником из гиросtabilизированной платформы корабельной ракеты.

Одноосный силовой гиросtabilизатор предназначен для стабилизации положения платформы вокруг одной оси. Данный прибор предназначен для проведения лабораторных работ, поясняющих принцип действия одноосного силового гиросtabilизатора.

Конструкция гиросtabilизатора состоит из платформы (Рис.1), закрепленного на ней гиросблока, являющегося чувствительным элементом данной системы, и корпуса прибора с установленными датчиками угла и двумя редукторными двигателями разгрузки. Такая конструкция гиросtabilизатора не ограничивает угол поворота платформы относительно корпуса прибора. Платформа устанавливается с помощью двух полуосей в шарикоподшипниковых опорах корпуса. На полуоси платформы установлен ротор датчика угла по оси стабилизации, статор - установлен на корпусе прибора. Рама карданова подвеса, для облегчения конструкции, выполняется из алюминиевого сплава.

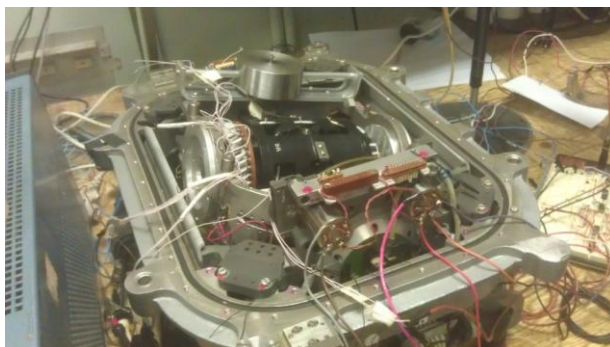


Рис.1. Общий вид на СГС

Для предотвращения концентрации напряжений она имеет округлую форму, обеспечивающую требуемые углы прокачки платформы. С целью обеспечения собираемости конструкции полуоси рамы также выполняются отдельно, и крепятся к раме винтами. Передача энергии с корпуса на платформу и сигналов гироскопа и синусно-косинусного трансформатора с платформы на корпус осуществляется с помощью гибких упругих токоподводов, для чего полуоси выполнены полыми. В опорах рам карданова подвеса применяются радиально-упорные шарикоподшипники. При действии линейных ускорений и при изменении осевых размеров элементов подвеса из-за температурных деформаций в опорах может появиться люфт, что ведет к ухудшению виброустойчивости прибора. Во избежание появления люфта подшипники осей рам подвеса устанавливаются с предварительным осевым натягом, величина усилия которого выбирается таким образом, чтобы она была больше силы инерции, возникающей при линейных и вибрационных ускорениях гиросtabilизатора. В лабораторных условиях величина осевого натяга может быть снижена до минимального значения, при котором обеспечивается выборка люфта. В качестве двигателей разгрузки, на основе расчета всех возмущающих моментов, действующих на платформу и наружную раму, использованы двигатели ДМ-1. Для приложения возмущающего момента по оси стабилизации прибора предусмотрен груз, закрепленный в направляющих, обеспечивающих возможность перемещения груза, таким образом изменяя величину возмущающего момента.

Используемый в гиросtabilизаторе 2-х степенной гироскоп (Рис.2), выполненный на базе синхронного гистерезисного гиromотора с кинетическим моментом 2.5 Н*м*с (25000 гс*см*с).



Рис. 2. Чувствительный элемент гиросtabilизатора

Гироузел представляет собой цилиндр с посадочными местами под цапфы подшипников, выполненными с обоих торцов. Для снижения моментов трения в опорах гироузла в приборе применены трехколесные шарикоподшипники, промежуточные кольца которых приводятся во вращение в направлениях, противоположных друг другу с периодическим реверсом. Для приведения во вращение промежуточных колец подшипников, в приборе применен двигатель с катящимся ротором ДКР-1. Устройство для передачи вращения от ротора ДКР-1 к подшипникам подвеса гироузла выполнено так, чтобы оно обеспечивало возможность эксцентричного обкатывания ротора двигателя по статору, а также большую жесткость в направлении выходной оси прибора и малую в перпендикулярном направлении к ней. Для вращения кольца другого подшипника применено специальное устройство, состоящее из редуктора и тонкостенного кожуха с шестернями, вращающегося в зазоре между гироузлом и корпусом прибора. На торцах гироузла установлены: ротор датчика угла, служащего для определения угла поворота по оси прецессии гироскопа, и ротор датчика момента. Максимальный угол прокачки гироузла составляет $\pm 10^\circ$. Для подвода питания к гиromотору, ДУ, ДМ и съема сигналов с ДУ применены ленточные маломоментные токоподводы типа "змейка", выполненные из мягкой отожденной меди.

На рисунке 3 представлена кинематическая схема гиросtabilизатора с указанием канала обратной связи и каналом вывода информации с СКТ, наглядно иллюстрирующая принцип действия одноосного силового гиросtabilизатора:

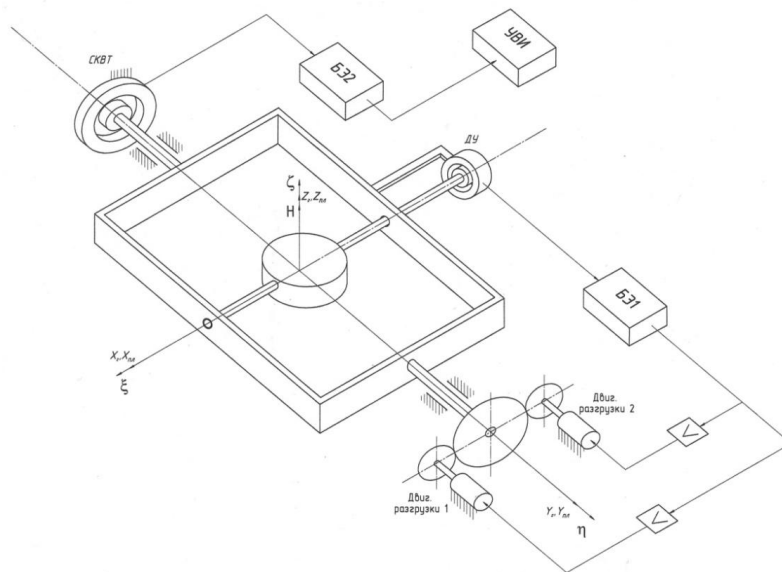


Рис. 3. Кинематическая схема СГС

1) На платформу действует внешний момент M^{BH} , который создаётся путем перемещения груза по направляющим;

2) Возникает угловая скорость прецессии гироскопа $\Omega_\beta = M^{BH}/H$;

3) Возникает гироскопический момент $M^\Gamma = H * \Omega_\beta$

$$M^\Gamma = H * \Omega_\beta = H * (M^{BH}/H) = M^{BH};$$

Т.е. на первом этапе стабилизации M^{BH} уравнивается M^Γ

4) С датчика угла гироблока поступает сигнал на двигатель разгрузки пропорциональный появившемуся углу.

5) Двигатель начинает создавать момент $M^P = K_p * \beta$, где K_p -коэффициент разгрузки.

В итоге $M^{BH} = M^\Gamma + M^P$.

Т.о. на втором этапе момент вредных сил уравнивается суммой гироскопического момента и момента разгрузки.

6) С ростом β растет M^P , а роль M^Γ , в свою очередь, наоборот уменьшается. Следовательно, на третьем этапе момент внешних сил полностью уравнивается только моментом разгрузки.

Для управления гиросtabilизатором разработан пульт, содержащий в себе плату канала обратной связи; плату системы индикации достижения (либо приближения) ЧЭ гиросtabilизатора упоров при превышении моментом внешней силы момента, развиваемого двигателями разгрузки; обеспечено непосредственно управление гиросtabilизатором путем приложения момента по оси подвеса ротора гироскопа через датчик момента, при этом угол поворота вокруг оси стабилизации определяется при помощи СКТ и сигнал выводится на дисплей осциллографа. Так же на пульте управления реализована возможность изменения корректирующих звеньев регулятора цепи обратной связи и выбор коэффициента разгрузки, что позволяет студентам во время лабораторной работы наглядно изучить влияние канала обратной связи на устойчивость силового гиросtabilизатора.

В разработке также находится методическое пособие, поясняющее принципы работы одноосного силового гиросtabilизатора и содержащее практические задания для выполнения лабораторной работы.