

электронный журнал

МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

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

Исследование прочностных характеристик конструкции двухосного индикаторного гиросtabilизатора малогабаритной видеокамеры для БПЛА

Студент,
кафедра «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации»: М.М. Пучков

Научный руководитель: А.В.Кулешов,
К.т.н., доцент кафедры «Приборы и системы ориентации, стабилизации навигации»

УДК 629.7.058.82

МГТУ им. Н.Э.Баумана
mik-puchkov@yandex.ru

Двухосный индикаторный гиросtabilизатор предназначен для стабилизации и управления угловым положением малогабаритной видеокамеры при различных маневрах беспилотного летательного аппарата (ЛА). На рис.1 представлена кинематическая схема прибора.

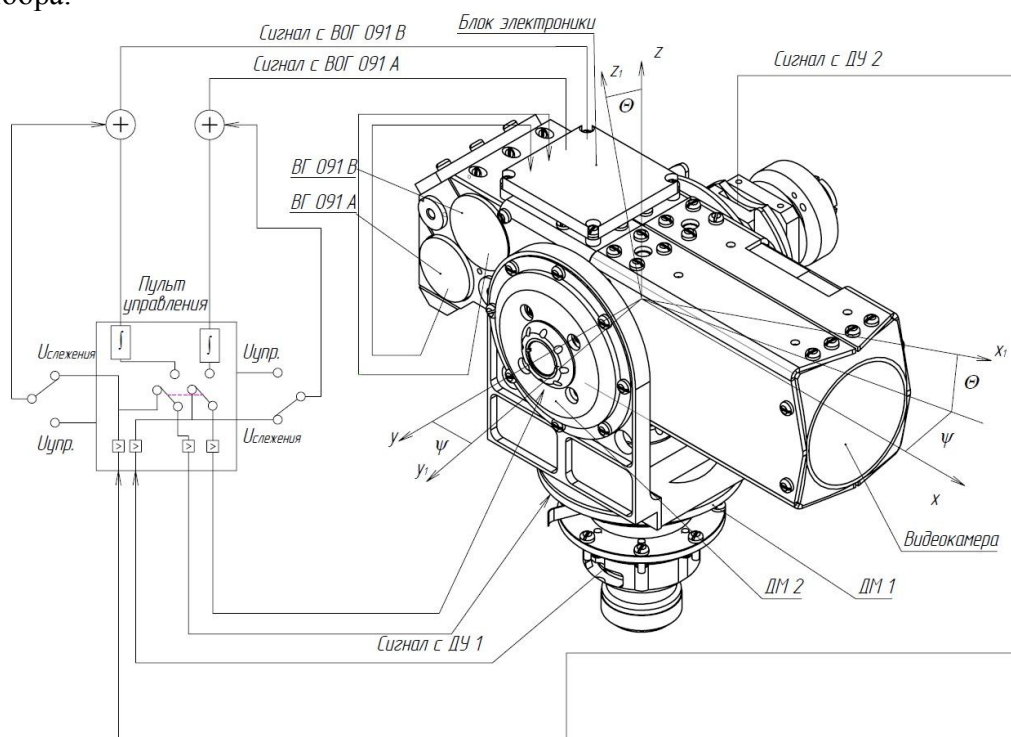


Рис.1 Кинематическая схема

В конструкцию гиросtabilизатора входят: волоконно-оптические гироскопы (ВОГ) ВГ091А и ВГ091В, объект стабилизации – камера SONY FCB-EX980SP, два датчика угла (ДУ) СКТ-232, два безредукторных датчика момента (ДМ) Д-20, блок электроники, консольный подвеси пульт управления.

На рис.2 представлен общий вид прибора.

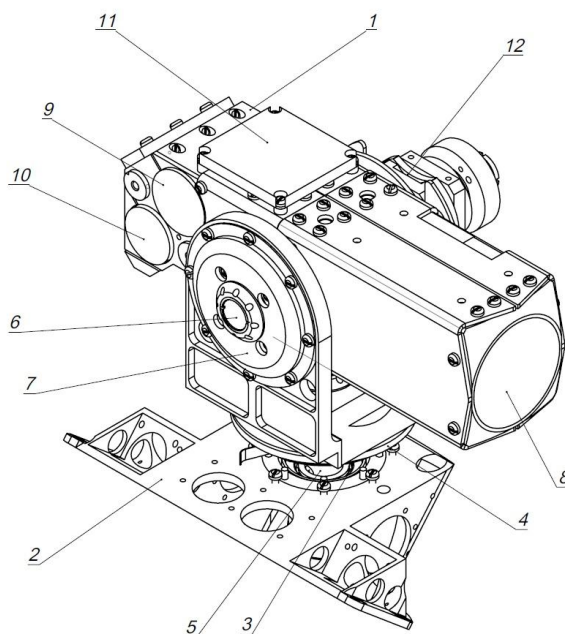


Рис.2 Общий вид:

1 – платформа; 2 – корпус; 3,12–ДУ; 5 – внешняя ось; 6 – внутренняя ось; 4,7 – ДМ; 8 – камера; 9 – ВГ091А; 10 – ВГ091В; 11 – блок электроники

Прибор работает в трех режимах: режиме стабилизации, режиме жесткого слежения за корпусом и режиме стабилизированного слежения за корпусом. Также предусмотрена возможность управления угловым положением камеры по скорости.

При наличии угловой скорости основания на прибор вокруг этой оси начинают действовать вредные моменты, приводящие его в движение. Под действием вредных моментов прибор получает угловые скорости вокруг соответствующих осей.

В режиме стабилизации угловые скорости измеряют датчики угловой скорости (ДУС) на основе ВОГ. В ДУС вырабатываются сигналы, пропорциональные скорости вращения вокруг их измерительных осей, которые поступают в блок электроники, где происходит их предварительное усиление, откуда направляются в пульт управления, где происходит фильтрация сигналов, интегрирование, переключение режимов работы, усиление мощности. С пульта управления сигналы поступают на ДМ, которые вырабатывают моменты стабилизации, компенсирующие возникшие вредные моменты по осям повеса.

В режиме жесткого слежения за корпусом стабилизация осуществляется по сигналам ДУ. Сигналы с ДУ, пропорциональные углам поворота вокруг соответствующих осей подвеса поступают в блок электроники, где происходит их предварительное усиление, затем, сигналы поступают в пульт управления, откуда через усилители мощности направляются на ДМ, вырабатывающие моменты стабилизации, пропорциональные углам поворота прибора вокруг осей подвеса. Режим жесткого слежения предназначен для компенсации больших угловых перемещений, которые могут возникнуть в приборе при резком возрастании моментов, вызванных наличием небаланса и больших линейных ускорений, в момент старта летательного аппарата (ЛА) и привести к поломке.

В режиме стабилизированного слежения за корпусом стабилизация осуществляется по суммарным сигналам с ДУ и ВОГ. Сигналы с ВОГ, пропорциональные угловым скоростям вокруг их измерительных осей и сигналы с ДУ, пропорциональные углам поворота вокруг соответствующих осей подвеса поступают в блок электроники. В нем происходит их предварительное усиление, после чего сигналы складываются и поступают в пульт управления, где осуществляется фильтрация, задание требуемого углового положения видеокамеры относительно корпуса БПЛА. Затем суммарные сигналы через усилители мощности поступают на ДМ, вырабатывающие моменты стабилизации, компенсирующие вредные моменты. Режим стабилизированного слежения за корпусом предназначен для стабилизации изображения, получаемого с видеокамеры. Для исключения влияния аperiодических движений ЛА в полете на качество изображения скорость слежения за корпусом выбирается малой с дополнительной фильтрацией сигналов с ДУ с частотами среза не превышающими единиц Гц. Управление угловым положением камеры осуществляется путем введения в цепь обратной связи ДУС дополнительного сигнала. Управляющий сигнал вводится в цепь обратной связи перед интегратором, чем обеспечивается скоростной закон управления.

Расчет на прочность для модели описанного гиростабилизатора проводился ввиду необходимости определения величины перемещений ц. м. прибора под действием внешних ускорений, приводящих к существенному увеличению моментов вокруг осей подвеса. Кроме того вычисляется запас по прочности конструкции в критических точках, решается вопрос о необходимости внесения изменений в конструкцию с целью повышения ее жесткости и прочности.

Расчет производился для упрощенной модели прибора, в которой инерционная масса всех элементов, устанавливаемых на внутреннюю ось (см. рис. 2) и участвующих во вращении вокруг нее, заменялась эквивалентной нагрузкой от инерционных сил, приложенной в местах крепления платформы (см. рис. 2) к внутренней оси. Данное упрощение было сделано для уменьшения требуемых ресурсов и сокращения времени расчета.

В результате получены эпюры абсолютного линейного перемещения внутренней оси под действием внешних ускорений по трем осям системы координат, связанной с корпусом ЛА.

Далее на Рис.3, Рис.4 и Рис.5 изображены эпюры перемещения внутренней оси гиростабилизатора под действием ускорений по осям OZ, OY и OX соответственно. Основание корпуса прибора (см. рис. 2) считается жестко закрепленным. Материалы, присвоенные элементам конструкции, аналогичны заданным в конструкторских чертежах.

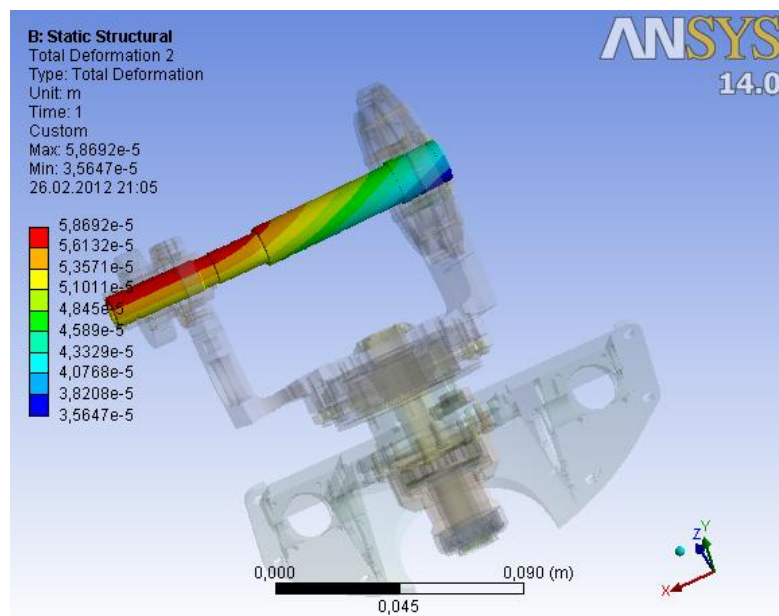


Рис.3. Эпюра перемещений внутренней оси под действием ускорения по оси OZ

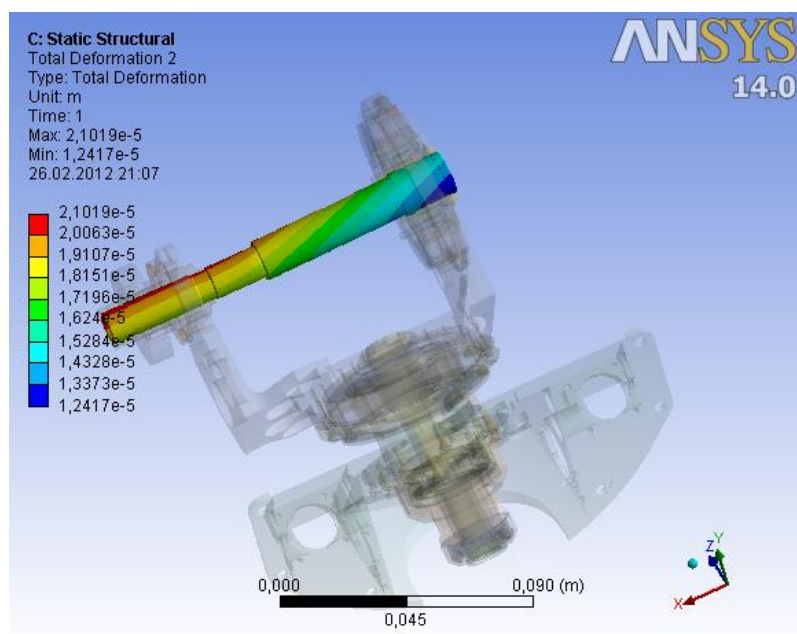


Рис.4. Эпюра перемещений внутренней оси под действием ускорения по оси OY

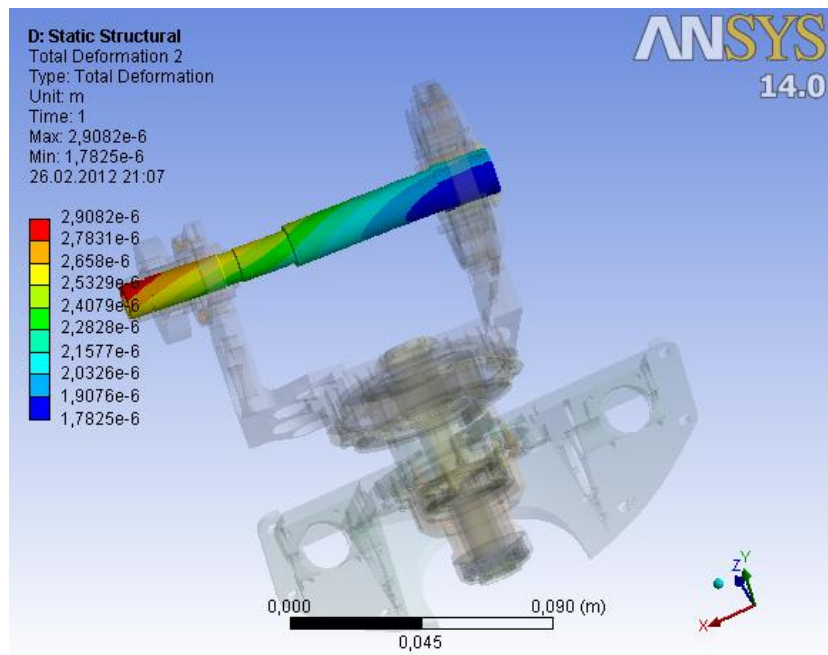


Рис.5. Эпюра перемещений внутренней оси под действием ускорения по оси OX

Результат расчета на запас по прочности представлен на рис.6.

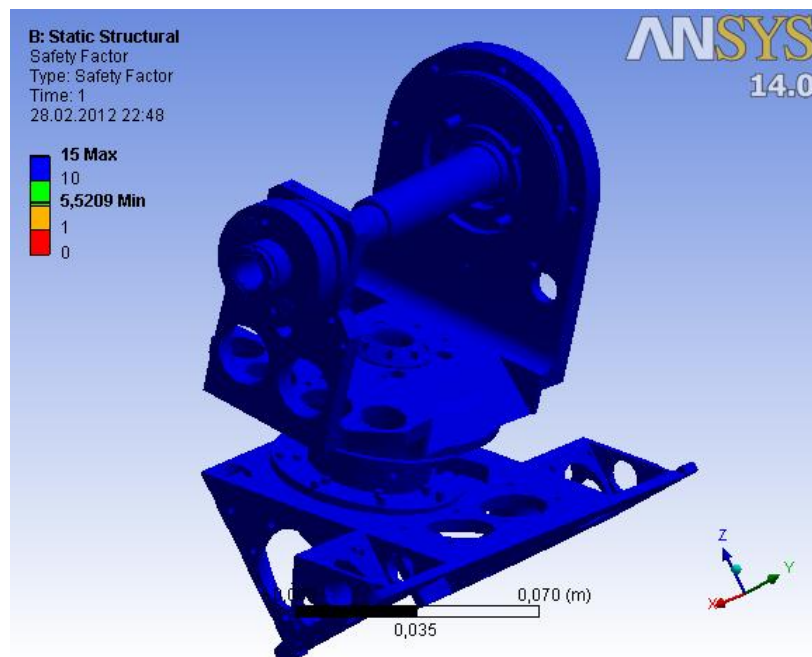


Рис.6 Эпюра запаса по прочности

В результате получено:

В случае наличия вдоль оси OZ перегрузки, составляющей 12 единицы, абсолютное линейное перемещения точки пересечения внешней и внутренней осей (в предположении, что она совпадает с ц. м.) составляет $4,97305 \cdot 10^{-5} \text{ м} \approx 0,05 \text{ м}$

В случае наличия вдоль оси OY перегрузки, составляющей 3 единицы, абсолютное линейное перемещения точки пересечения внешней и внутренней осей (в предположении, что она совпадает с ц. м.) составляет $1,6718 \cdot 10^{-5} \text{ м} \approx 0,017 \text{ м}$

В случае наличия вдоль оси ОХ перегрузки, составляющей 0,3 единицы, абсолютное линейное перемещение точки пересечения внешней и внутренней осей (в предположении, что она совпадает с ц. м.) составляет $2,09515 \cdot 10^{-6} \text{ м} \approx 0,0021 \text{ м}$

Расчет на прочность показал, что минимальный запас по прочности равен 5,5209 имеет сердечник ДУ по внешней оси, при наличии перегрузки 12 единиц по оси ОZ (старт ЛА).

Полученные результаты позволяют заключить, что перемещения ц. м. прибора приводят к появлению моментов на порядок меньших, чем момент трения в шарикоподшипнике датчика момента, следовательно, дополнительного увеличения коэффициента усиления в цепи обратной связи не требуется. Установка статора ДМ внутри рамы подвеса увеличивает жесткость конструкции. Изменение конструкции не требуется, благодаря достаточному запасу по прочности. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что прибор удовлетворяет требованиям технического задания.