

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАБИЛИЗАТОРА ВИДЕОКАМЕРЫ

Татарников Е.В.

Научный руководитель: Гурин Л.Б., доцент, к.т.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: egor13121994x@mail.ru

DESIGNING A STABILIZER FOR CAMCORDER

Tatarnikov E.V.

Scientific Supervisor: Associate Professor, Ph.D., Gurin L.B.

Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: egor13121994x@mail.ru

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме: уменьшение угловых движений камеры для предотвращения смазывания изображения «эжшн» камер, которые с каждым днем пользуются все большей популярностью. Рассмотрены различные методы стабилизации и разработана система стабилизации «эжшн» камеры. В результате проведенного анализа технологий компенсации колебаний камеры был найден наиболее подходящий способ стабилизации. Результатом работы стало конструирование стабилизатора для «эжшн» камеры. Подробно рассмотрена конструкция спроектированного устройства, приведено описание всех элементов, использованных для создания данного прибора. Изложен принцип действия стабилизатора в трех основных режимах: режиме следования камеры за поворотом основания, режиме стабилизации камеры относительно заданного положения визирного луча и режиме ручного управления с помощью кнопок задающего устройства.

The article is dedicated to a problem of today's current interest: the reduction of angular movements of a camera to avoid blurred images of action camera that nowadays becomes increasingly popular. In the paper it puts tasks to consider the various methods of stabilization and to develop a system for stabilizing of action camera. The most appropriate way for stabilization was found in the result of analysis of compensate technologies for camera shake. As a result, the stabilizer for the action camera was constructed. In the article, a design of projected device is characterized in details; there are descriptions of all elements used to create this device. The author presents the principle of operation of the stabilizer in three basic modes: a mode when the camera is following after the rotation of the base, a mode when the camera is stabilized in relation to a predetermined position of the sight ray and a mode of manual control with using a setting device.

По мере развития общества растут требования к качеству видеозаписей. Телевидение и кино применяются в научных, учебных, информационных и развлекательных целях. Съемки часто ведутся с наземных, летательных, надводных и подводных подвижных объектов. В таких условиях съемки оптические приборы часто подвержены качке или вибрации подвижного основания, на котором они установлены.

На сегодняшний день большой популярностью пользуются «эжшн» камеры, которые крепятся на лобовую часть защитного шлема или на корпус транспортного средства. Они позволяют спортсменам производить съемку в движении при прыжках с парашютом, езде на велосипеде или мотоцикле, при совершении различных трюков на роликах, лыжах или сноуборде. Такие условия съемки характеризуются большими вибрациями. Колебания оказывают вредное влияние на работу камеры и качество изображения.

В результате анализа различных схем стабилизации [1] было принято решение использовать индикаторную стабилизацию «эжшн» камеры, в которой чувствительным элементом является акселерометр, определяющий отклонение луча визирования камеры относительно плоскости горизонта.

Устройство обеспечивает стабилизацию камеры по трем осям.

На каждой оси имеется датчик момента (Дм) и датчик угла (Ду). Камера жестко прикрепляется к опоре, имеющей трехосный акселерометр (А) и трехосный датчик угловой скорости (Дус).

Данное устройство работает в трех основных режимах: режим стабилизации изображения, режим демпфирования и режим ручного управления поворотом камеры.

В режиме стабилизации изображения визирная ось камеры сохраняет свое направление неизменным, то есть камера всегда смотрит в одну точку.

В режиме демпфирования изображения камера следует за подвижным основанием с некоторым отставанием, при этом происходит сглаживание рывков и колебаний основания.

В режиме ручного управления оператор может управлять поворотом камеры с помощью кнопок управления на ручке, либо с помощью пульта дистанционного управления.

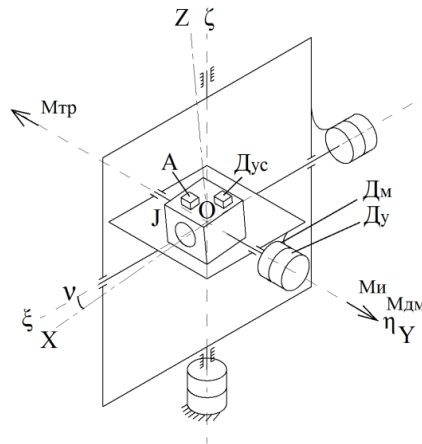


Рис. 1. Кинематическая схема стабилизатора

На приведенном рисунке:

$OXYZ$ – система, связанная с камерой;

$O\xi\eta\zeta$ – инерциальная система координат;

ν – поворот камеры в инерциальном пространстве;

$M_{и} = J * \dot{\nu}$ – момент инерции камеры;

$M_{дм} = K_{дм} * \dot{\nu}$ – момент датчика момента;

$M_{тр}$ – момент трения.

Камера соединяется со стабилизатором, а он в свою очередь прикрепляется к шлему, беспилотному летательному аппарату или другому подвижному объекту. Предположим, что основание вращается вокруг оси OY . При этом камера будет стремиться повернуться за основанием за счет возникновения сил трения в опорах. Если силы трения скомпенсировать, то оптическая ось камеры будет оставаться неподвижной и камера будет стабилизирована.

При возникновении сил трения камера поворачивается вокруг оси OY , акселерометр измеряет отклонение камеры относительно плоскости горизонтов и подает пропорциональный сигнал на датчик момента. Датчик момента создает момент, который стремится воспрепятствовать дальнейшему повороту камеры. При этом движение камеры будет резким и отрывистым. Для сглаживания рывков при стабилизации камеры и обеспечения устойчивости переходного процесса используется датчик угловой скорости. Сигнал пропорциональный скорости вращения камеры суммируется с сигналом акселерометра, перед тем как подается на датчик момента. Сигнал с задающего устройства в этом режиме равен нулю.

В режиме следования камеры за поворотом основания мы вместо сигнала с акселерометра подаем на датчик момента сигнал с датчика угла, который измеряет угол поворота камеры относительно основания.

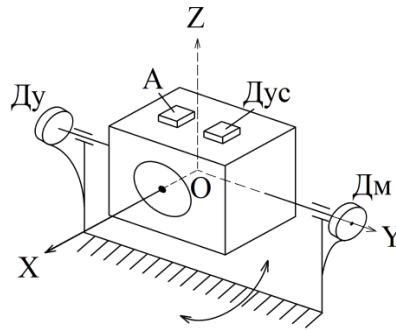


Рис. 2. Действие стабилизатора

В режиме ручного управления оператор с помощью кнопок задающего устройства вводит величину сигнала v_3 , в результате чего камера отклоняется от плоскости горизонта на заданный угол.

Была составлена структурная схема стабилизатора (рис. 3).

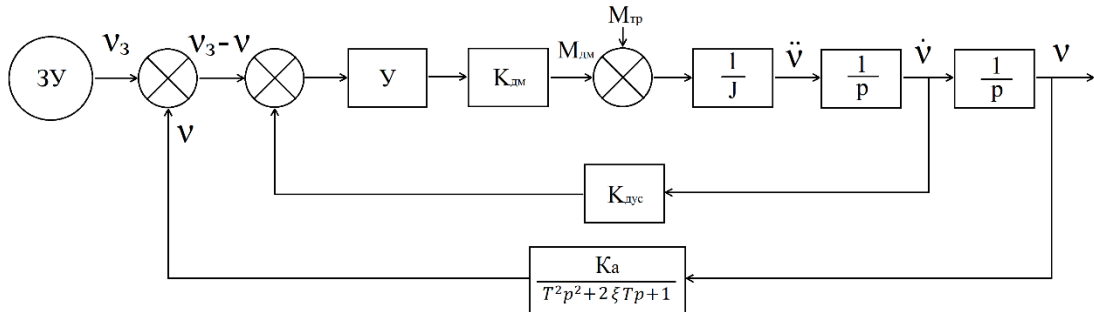


Рис. 3. Структурная схема стабилизатора

В результате анализа было установлено, что передаточная функция стабилизатора соответствует апериодическому звену второго порядка:

$$W_{\alpha}^{\beta} = \frac{1}{T^2 \cdot p^2 + 2 \cdot \xi \cdot T \cdot p + 1} ,$$

где: $T = \sqrt{\frac{J}{K_a}}$; $T_1 = \frac{J}{K_{дус} \cdot K_{\Delta M}}$; $\xi = \frac{K_{дус} \cdot K_{\Delta M}}{2 \sqrt{J \cdot K_a}}$

Были рассмотрены наиболее популярные «эжшн» камеры (GoPro, SONY, Polaroid, Panasonic и т.д) [2–4] и определены их моменты инерции по трем осям.

Таблица 1. Обзор механических характеристик «эжшн» камер

№	Название	Масса m, г	p, мм	l, мм	h, мм	J_{p_2} , Г·см ²	J_b , Г·см ²	J_{h_3} , Г·см ²
1	GoPro HERO4	136	55	40	30	283	445	524
2	GoPro HERO4 Session	74	38	38	38	178	178	178
3	GminiMagicEye HPS4000	44	30	59	41	189	95	161
4	Panasonic HXA1M	45	26	86	26	303	511	303
5	Polaroid Cube PoLC3BK	45	38	38	38	108	108	108
6	SJCAM SJ4000	44	59	29	41	92	189	159
7	Smarterra W3	40	59	21	41	71	172	131
8	Sony HDR AS200V	93	2	81.5	46.5	381	216	566
9	Texet DVR 905s	90	60	42	40	252	390	402

В результате анализа было установлено, что максимальный момент инерции среднестатистической «экшн» камеры $< 600 \text{ г}\cdot\text{см}^2$. Габаритные размеры рассмотренных камер не выходят за рамки следующих пределов: 86 мм в длину, 60 мм в ширину и 47 мм по высоте. Максимальную массу равную 136 граммам имеет камера GoProHERO4.

На основе полученных результатов анализа «экшн» камер был спроектирован стабилизатор.

Устройство состоит из трех одинаковых блоков, включающих в себя датчик момента и датчик угла. В качестве датчика момента и датчика угла было решено использовать сервопривод MG995. Данный сервопривод обеспечивает достаточные момент (9,4 кгс·см) и скорость (0,17 с/60°) стабилизации камеры [5].

Камера крепится к основанию, на котором размещена микросхема MPU6050. Эта микросхема содержит трехосевой МЭМС (микроэлектромеханические системы) гироскоп и трехосевой МЭМС акселерометр с 16 битным АЦП [6].

К нижнему блоку прикреплен блок управления с аккумулятором 5 В. Для управления сервоприводами и микросхемой MPU6050 будем использовать плату ArduinoNano. Управление работой стабилизатора производится кнопками, находящимися на ручке, либо с пульта ДУ (дистанционного управления).

На рисунке 4 проиллюстрировано крепление стабилизатора на ручке управления, на летательном аппарате, на шлеме.

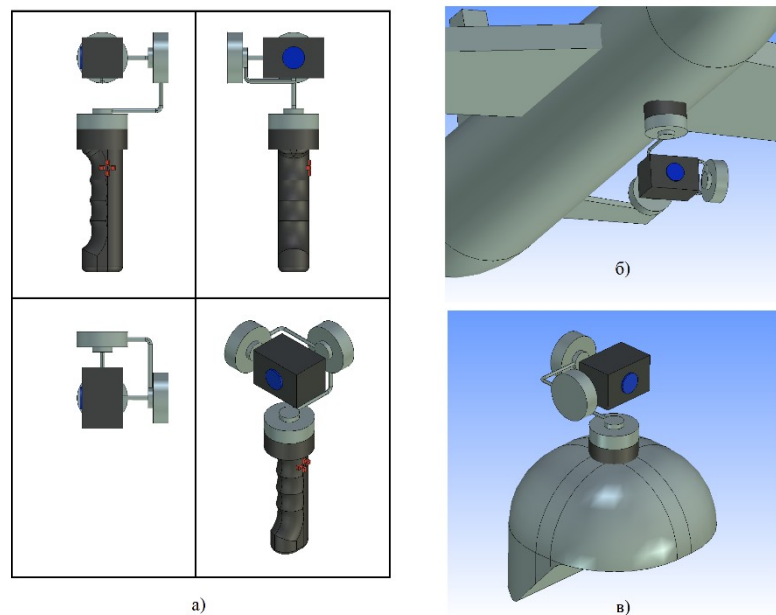


Рис. 4. Устройство стабилизатора. Крепление стабилизатора а) — на ручке управления, б) — на летательном аппарате, в) — на шлеме

В результате проведенной работы было спроектировано устройство для уменьшения угловых движений камеры. Данный прибор обеспечивает демпфирование и стабилизацию камеры по трем осям, может управляться с ручки управления или с пульта ДУ. Стабилизатор будет полезен для видеосъемки при занятии экстремальными видами спорта, а также при съемке с различных подвижных объектов (например, с квадрокоптеров).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бабаев А.А. Стабилизация оптических приборов. - Л.: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1975. - 192с.
2. GoPro Official Website. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gopro.com/>, free.
3. SonyRU: Sony Россия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sony.ru/>, free.
4. Panasonic Россия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.panasonic.com/ru/>, free.
5. MG996R High Torque Metal Gear Dual Ball Bearing Servo. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG996R_Tower-Pro.pdf, free.
6. MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cdiweb.com/>, free.

ПРУЖИННЫЙ МЕХАНИЗМ ДЛЯ РАСКРЫТИЯ ПОДВИЖНЫХ УЗЛОВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Фролов Р.А., Бекасова А.Г.

Научный руководитель: Янгулов В.С., зав. УИЦ, к.т.н.

Институт Оптики Атмосферы СО РАН

Россия, г. Томск, пл. Зуева, 1, 634055

E-mail: phrolov1994@mail.ru

SPRING MECHANISM FOR UNWINDING MOBILE COMPONENTS OF SMALL SATELLITES

Frolov R.A., Bekasova A.G.

Scientific Supervisor: Mgr. of ESC, Ph.D. Yangulov V.S.

Institute of Atmospheric Optics SB RAS

Russia, Tomsk, Zueva sq., 1, 634055

E-mail: phrolov1994@mail.ru

Сегодня космическая отрасль очень развита во всем мире, поэтому данная статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме безопасного раскрытия подвижных узлов космического аппарата (КА). Авторами предложен способ решения данной проблемы, который заключается в использовании анкерного устройства в механизме раскрытия подвижных узлов. Поэтому в этой статье описывается пружинный механизм, который используется для приведения космического аппарата из транспортного состояния в рабочее. Этот механизм позволяет регулировать скорость раскрытия подвижных узлов без деформаций, поломок и сбоев.

Today, space industry has developed in all world, so this article focuses on actual today's problem, which is based on the safety unwinding mobile components of small satellites. The authors proposed way of the solution to this problem, which consists in using anchoring device in the mechanism for unwinding mobile components of small satellites. So in this article the spring mechanism, which is used for transformation small satellite from transport to working state, is described. This mechanism allows to adjust velocity of unwinding of mobile components without deformations, breakages and failure.

Космические аппараты (КА) нового поколения должны иметь основной блок, где фиксируются различные выносные элементы, которые в дальнейшем принимают рабочее положение: антенны разного назначения, панели солнечных батарей (СБ), штанги с различными датчиками и прочие элементы систем КА. От правильности выполнения процесса раскрытия будет зависеть дальнейшее использование и применение изделия. Именно поэтому, наиболее важный этап эксплуатации является приведение КА из транспортного состояния в раскрытое (рабочее) положение.

Во многих случаях для раскрытия подвижных элементов и узлов КА используют устройства, в составе которых есть пружинный механизм. Это подразумевает использование различного вида пружин [1,