

УДК 629.1.054

**В. И. Гордиенко, А. Г. Голуб**

## **ДВУХОСНЫЙ ГИРОСТАБИЛИЗАТОР ПОЛЯ ЗРЕНИЯ НА МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ГИРОСКОПАХ**

### **Введение**

В стабилизаторах поля зрения оптических приборов используют датчики углового положения, работающих на различных физических принципах [1]. За последние несколько лет широкое распространение получили датчики, основанные на микроэлектромеханических системах, так называемых iMEMS (integrated Micro Electro Mechanical System). Популярность данных устройств обусловлена рядом причин, основными из которых являются простота их использования, относительно низкая цена и малые габариты. iMEMS – датчики, как правило, оснащаются интегрированной электроникой обработки сигнала и не имеют движущихся частей [2, 3]. Этим обуславливается их высокая надежность и способность обеспечивать стабильные показания в достаточно жестких условиях окружающей среды (перепады температур, удары, влажность, вибрация, электромагнитные и высокочастотные помехи).

### **Постановка задачи**

Создание гиростабилизатора поля зрения с высокими качественными параметрами является основной задачей при производстве оптико-электронных приборов систем наблюдения и управления огнем.

В данной статье приводятся описание корректирующего устройства, конструкции и результаты испытаний двухосного гиросtabilизатора поля зрения на гироскопах выполненных по iMEMS технологии ADIS16136 от компании Analog Devices (США), которые по техническим характеристикам соперничают с волоконно-оптическими гироскопами.

### Описание объекта исследования

Гироскопы ADIS16136, которые применяются в двухосном гиросtabilизаторе (рис. 1) предлагаемого гиросtabilизатора поля зрения, имеют следующие технические характеристики:

- диапазон измерения угловой скорости:  $\pm 450$  °/с;
- среднеквадратическое значение уровня шума:  $0.0036$  °/с/ $\sqrt{\text{Гц}}$ ;
- чувствительность:  $7 \cdot 10^{-5}$  °/с;
- стабильность: 3.5 град/час;
- полоса рабочих частот: 380 Гц;
- ударные нагрузки: 2000 g;
- вес: 31 г;
- размеры:  $36 \times 44 \times 14$  мм;
- прочен в диапазоне температур окружающей среды от  $-65^\circ\text{C}$  до  $+125^\circ\text{C}$ ;
- устойчив в диапазоне температур окружающей среды от  $-40^\circ\text{C}$  до  $+85^\circ\text{C}$ ;
- время готовности при включении: 180 мс.

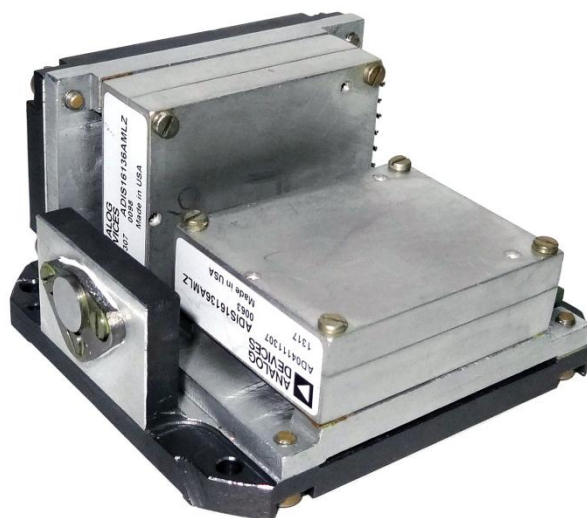


Рис. 1. Двухосный гиросtabilизатор с гироскопами ADIS16136

Высокие качественные параметры гиросtabilизатора поля зрения были получены в результате применения в контуре разгрузки усилителя мощности постоянного тока с отрицательной обратной связью по току в

нагрузке, моментных двигателей постоянного тока на редкоземельных магнитах, а также корректирующих устройств второго порядка.

Передачная функция линейного корректирующего устройства с двумя изодромными звеньями и фильтром низких частот второго порядка, обеспечивающего высокую точность стабилизации линии визирования, рассчитанная по методике [4, 5], имеет вид

$$W_K(s) = \frac{(T_1 s + 1)^2}{T_1^2 s^2 (T_2 s + 1)^2}, \quad (1)$$

где  $T_1 = 0,01$  с,  $T_2 = 0,001$  с.

Значение постоянных времени  $T_1$  и  $T_2$  получены при расчете устойчивости и точности контура стабилизации.

Конструктивно гиросtabilизатор поля зрения (рис. 2) состоит из корпуса, наружной и внутренней рам, зеркала и узла ленточной передачи (2:1) от внутренней рамы к зеркалу. Установленные в корпусе гиросtabilизатора наружная и внутренняя рамы обеспечивают необходимые диапазоны углов наведения линии визирования в горизонтальной ( $\pm 6^\circ$ ) и вертикальной (от  $-15^\circ$  до  $60^\circ$ ) плоскостях. В наружной раме гиросtabilизатора установлено головное зеркало, связанное ленточной передачей с внутренней рамой. Ленточная передача предназначена для компенсации оптической редукции, возникающей при прокатке зеркала в вертикальной плоскости. Двухосный гиросблок с гироскопами ADIS16136 установлен на внутренней раме гиросtabilизатора.

На соответствующих осях гиросtabilизатора установлены моментные двигатели постоянного тока разгрузки и наведения с максимальным моментом не менее 3000 Г·см, двухотсчетные индукционные датчики углов с погрешностью передачи угла не более 6". Максимальная потребляемая мощность гиросtabilизатора от источника питания постоянного тока с напряжением 27 В составляет не более 30 Вт.

Гиросtabilизатор при собственных габаритных размерах 330x270x250 мм и размерах зеркала 210x185 мм имеет массу не более 10 кг.

### **Результаты испытаний гиросtabilизатора**

Испытания гиросtabilизатора проводились как на неподвижном основании, так и при воздействии качки и вибрации. Погрешность стабилизации линии визирования при воздействии качки проверялась с помощью стенда-качалки имитирующего качку объекта одновременно в двух плоскостях с амплитудой  $4^\circ$  и частотой (0,2 – 1,2) Гц. Погрешность стабилизации линии визирования при воздействии вибрации проверялась на вибростенде в диапазоне частот (5 – 320) Гц с амплитудой перегрузки 0,5 g.

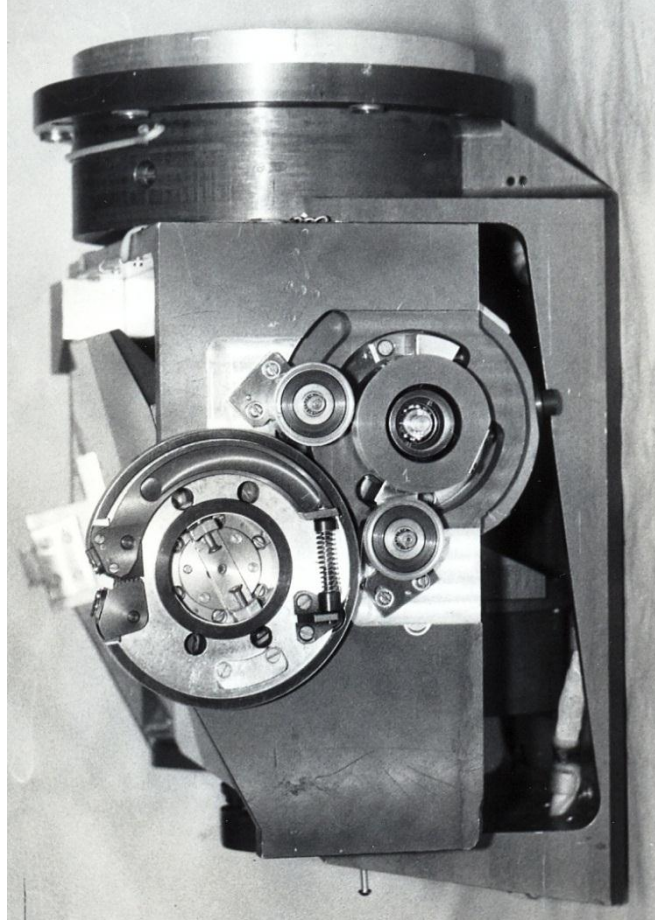


Рис. 2. Двухосный гиросtabilизатор поля зрения на гироскопах ADIS16136

При испытании гиросtabilизатора были получены следующие результаты:

- амплитудное значение погрешности стабилизации линии визирования на качающемся основании – не более 10";
- амплитудное значение погрешности стабилизации линии визирования на вибрирующем основании – не более 15";
- диапазон скоростей наведения – от 0,005 до 60°/с;
- скорость ухода – не более 3°/час;
- время готовности – не более 0,5с.

### **Выводы**

Таким образом результаты испытаний двухосного гиросtabilизатора поля зрения на прецизионных iMEMS гироскопах ADIS16136 от Analog Devices подтверждают правильный выбор схемотехнических и конструктивных решений при разработке и изготовлении перспективных гиросtabilизаторов для приборов наблюдения, устанавливаемых на подвижных объектах.

**Список использованной литературы**

1. *Глущенко А. Р.* Гиросtabilизаторы танковых прицелов / А. Р. Глущенко, В. И. Гордиенко, А. В. Бурак, А. Ю. Денисенко Черкассы: Чабаненко Ю.А., 2005.-294с.
2. Режим доступа: <http://www.analog.com/iMEMS>.
3. Режим доступа: <http://www.analog.com/AN-1041>.
4. *Иващенко Н. Н.* Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем / Н. Н. Иващенко М.: Машиностроение, 1973. – 606 с.
5. *Смирнова В. И.* Проектирование и расчет автоматизированных приводов / В. И. Смирнова, В. И. Разинцев М.: Машиностроение, 1990. – 368 с.