

МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ГИРОСКОПЫ И ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ МОДУЛИ ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР»

*В.Г. Пешехонов, Л.П. Несенюк, Д.Г. Грязин, М.И.Евстифеев, Я.А. Некрасов,
В.Д. Аксененко*

(ФГУП Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор», Санкт-Петербург, e-mail: office@elprib.ru)

В докладе рассмотрены результаты работы ЦНИИ «Электроприбор» по созданию микромеханических гироскопов (ММГ) и инерциальных модулей на их основе. Несмотря на то, что микромеханические инерциальные датчики (гироскопы и акселерометры) относят к категории грубых и недорогих, они уже нашли широкое применение в гражданской и военной технике. Совершенствование технологии и конструкции за последние годы позволили существенно улучшить технические характеристики и снизить стоимость датчиков, что способствовало дальнейшему расширению круга потребителей. За рубежом объем продаж инерциальных микромеханических датчиков на 2010 г. прогнозируется близким к миллиарду долларов США. В России разработки микромеханических инерциальных датчиков пока не вышли на уровень практического применения.

Одним из важных направлений использования ММГ является его применение в составе интегрированных инерциальных спутниковых систем ориентации и навигации (ИСОИ). ЦНИИ «Электроприбор» имеет опыт разработки подобных систем на основе значительно более точных (одновременно больших по размеру и стоимости) волоконно-оптических гироскопов. Для создания миниатюрных и дешевых ИСОИ, предназначенных для широкого класса движущихся объектов (малых судов и самолетов, наземного транспорта и т.д.) потребовалось разработать ММГ, отвечающий соответствующим требованиям.

Приводится описание конструкции ММГ, которая состоит из микромеханического вакуумированного кремниевого модуля (ВКМ) и микроэлектронной части, которая включает в себя, зарядовый усилитель, демодуляторы и систему обеспечения первичных колебаний, управляемые от микроконтроллера.

При разработке ВКМ была выбрана схема вибрационного RR-гироскопа с внутренней торсионной подвеской инерционной массы, выполненной в форме диска., электростатическим возбуждением первичных колебаний, емкостным съемом информации. Конструкция гироскопа ориентирована на технологию "кремний на изоляторе". Микромеханический элемент установлен в герметичном корпусе и вакуумирован. Испытания более тысячи образцов ВКМ. показали, что 96% из них оказались годными по всем проверяемым параметрам.

Электронная часть ММГ выполнена на дискретных аналоговых электроэлементах с использованием микроконтроллера, размещенных на трех платах размером 25x32 мм. На одной из них установлен ВКМ с зарядовым усилителем. На другой - опорный генератор с демодуляторами. На третьей – микроконтроллер. Предложены результаты конструкторских испытаний гироскопов.

На базе разработанного ММГ создан гироскопический блок для высокодинамичных объектов. Приведено описание разработанного блока, а также результаты его стендовых и натурных испытаний.

Результаты лабораторных и натурных исследований гироскопа первой модели, легли в основу разработки ММГ-2, где использован более мощный контроллер, взявший на себя почти все функции аналоговой электроники ММГ первой модификации. Приводятся характеристики, полученные при лабораторных исследованиях нового датчика.

Разработанные ММГ уже на настоящем этапе разработки позволяют перейти к проектированию инерциального измерительного модуля на его основе, а затем и к созданию (ИСОИ). Разработаны две модификации ИСОИ на микромеханических датчиках. Одна из них использует гироскопы и акселерометры фирмы Analog Devices, а вторая ММГ

собственной разработки. Системы прошли лабораторные и натурные испытания с положительным результатом.

Дальнейшее совершенствование ММГ предусматривает изготовление специализированной микросхемы, заменяющей электронную часть предыдущих модификаций ММГ, а также освоение новой технологии изготовления чувствительного элемента, которая позволит вакуумировать кремниевый элемент на уровне кремниевой вафли и отказаться от использования специального керамического корпуса.

Дорабатывается конструкция и программное обеспечение инерциальных систем на ММГ, позволяющие использовать их на высокодинамичных и вращающихся объектах.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 07-08-00699