

Анализ требований к точностным характеристикам инерциальных чувствительных элементов гироскопов

М.Ю. Вдовиченко, Р.А. Синичин

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург

Научный руководитель – Ткалич Вера Леонидовна

Гироскопы - это устройства, установленные на раме и способные определять угловую скорость, если рама вращается. Существует много классов гироскопов, в зависимости от физического принципа работы и задействованной технологии. Гироскопы могут быть использованы отдельно или включены в более сложные системы, такие как гирокомпас, инерциальный измерительный блок, инерциальная навигационная система и другие. Одним из главных критериев качества гироскопа является его точность [1,3].

Целью данной работы является исследование и аналитическое описание точностных характеристик гироскопов. Для этого необходимо сравнить механические гироскопы, оптические гироскопы, включающие волоконно-оптические и кольцевые лазерные гироскопы, а также MEMS-гироскопы [4]. Требуется рассмотреть принципы построения, источники погрешностей и основные характеристики гироскопов, отвечающие за точность.

Для всех классов гироскопов, являющихся по своей сути датчиками угловой скорости, основной проблемой является неточность измерения угловой скорости [2]. По этой причине одним из важнейших достоинств гироскопа является стабильность масштабного коэффициента. Под масштабным коэффициентом понимается чувствительность гироскопа, а именно отношение изменения выходного сигнала к изменению входного измеряемого сигнала [6-8].

Минимальный масштабный коэффициент стабильности приводит к небольшим ошибкам датчика и требует более совершенных инструментов разработки и повышенной точности настройки, что приводит к повышению стоимости гироскопа или системы на его основе. Таким образом, производительность и стоимость гироскопа напрямую связаны с требованиями, которые к нему предъявляются.

В ходе работы были выявлены пять критических параметров для гироскопов, влияющих на точность:

1. Случайный дрейф выходного сигнала. Активные элементы гироскопа вносят основной вклад в случайный шум, который приводит к погрешностям в выходном сигнале гироскопа;
2. Ошибка смещения. Когда входное вращение равно нулю, выход гироскопа может быть ненулевым из-за внешних факторов, таких как температура и вибрация;
3. Нестабильность смещения. При любой постоянной температуре и идеальной внешней среде при длительном времени работы может возникать ошибка смещения. Это приводит к ошибкам, которые не всегда легко откалибровать.;
4. Чувствительность к температуре. Производительность гироскопа меняется в зависимости от перепадов температуры, а также от её величины. При нагреве или охлаждении меняются физические свойства веществ, что вносит свои коррективы в точностные характеристики;

5. Чувствительность к ударам и вибрации. Данный фактор имеет одно из решающих значений во многих военных и промышленных разработках, из-за наличия двигателей [2,7,9].

В работе были изучены все виды гироскопов, представленные на рынке. После сравнения точностных характеристик оказалось, что наиболее точным гироскопом является лазерный гироскоп, наименее же точным оказался MEMS-гироскоп. Это напрямую влияет на цену, а также на область использования данных гироскопов [1].

На основе анализа имеющихся технологий гироскопов, были изучены и описаны основные факторы, влияющие на точность гироскопов, а также описаны способы минимизации погрешностей.

Список используемой литературы:

1. Бабур Н., Шмидт Дж. Направления развития инерциальных датчиков// Гироскопия и навигация. - 2000. - N 1. - С. 3 - 15.
2. Винокуров Ю.А., Голяев Ю.Д., Дмитриев В.Г., Колбас Ю.Ю., Назаренко М.М., Тихменев Н.В. Трехосный зеемановский лазерный гироскоп повышенной точности. XV Санкт-Петербургская Международная Конференция по интегрированным навигационным системам. Сб. материалов. — Спб.2008.
3. Евстифеев, М.И. Состояние разработок и перспективы развития микромеханических гироскопов // Навигация и управление движением. - 2000. - С.54-71.
4. Ишлинский А.Ю. Ориентация, гироскопы и инерциальная навигация. -М.: Наука, 1976.
5. Курицки М. М., Голдстайн М. С., Инерциальная навигация, пер. с англ., "ТИИЭР", 1989, т. 71, № 10, с. 47.
6. Несенок Л.П., Бесплатформенные инерциальные системы. Обзор состояния и перспективы развития. // Гироскопия и навигация, — 2002. №1(36).-С. 13-22.
7. Суханов С.В., Халеев К.И. Анализ зависимости точностных характеристик лазерного гироскопа от амплитуды виброподставки. Межвузовский сборник статей по материалам Всероссийской научно-технической конференции. - Нижний Новгород-Арзамас: НГТУ-АПИ НГТУ, 2008. - С. 190-197.
8. Сысоева, С. Мир МЭМС. Дальнейшая конвергенция датчиков движения и смежных технологий на массовых рынках // Компоненты и технологии. - 2011. - N 6. - С. 23.
9. Чумашин Е.А., Мишин А.Ю. Исследование характеристик датчиков угловой ориентации для оценки возможности применения в составе инерциальных систем управления беспилотными летательными аппаратами. XVI Санкт-Петербургская Международная Конференция по интегрированным навигационным системам. Сб. материалов. - Спб.2009. - С. 108-113.

_____ Синичин Р.А.
_____ Ткалич В.Л.
_____ Заколдаев Д.А.