**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК MEMS АКСЕЛЕРОМЕТРА/ГИРОСКОПА ПРИ ЕГО МОНТАЖЕ НА ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЗАДАЧИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ**

Остудина Ксения Андреевна

Предуниверситарий НИЯУ МИФИ №1511, г. Москва, 11 класс

Регион: Московская обл.

Населенный пункт: г. Москва

Научный руководитель: Кузищин Ю. А.

Секция: физика

Определение ориентации и местоположения объектов в пространстве является одной из основных задач современной робототехники. Для ее решения используются многочисленные устройства, основанные на различных принципах, такие как: лазерные радары, датчики оптического потока, спутниковые навигационные системы, SLAM, системы позиционирования на основе активных и пассивных меток, инерциальные навигационные системы (ИНС). Последние представляют особый интерес, так как могут работать автономно и не требуют предварительной подготовки/исследования окружающего пространства. В свою очередь, реализация ИНС на базе MEMS-акселерометра/гироскопа позволяет создать очень компактный, легкий и недорогой прибор с низким энергопотреблением.

Несмотря на свои достоинства, технология MEMS имеет ряд существенных недостатков: большое смещение нулевой линии, которое зависит не только от температуры устройства, но и имеет существенный разброс от экземпляра к экземпляру, высокий уровень тепловых шумов и фликкер-шумов, чувствительность к механическим вибрациям и деформациям корпуса. Причем смещение нулевой линии, связанное с деформацией корпуса MEMS-акселерометра/гироскопа, может существенно превосходить смещения, связанные с температурным дрейфом и заводским разбросом параметров. Деформации корпуса, в свою очередь, определяются температурными деформациями печатной платы, на которой смонтирован MEMS-акселерометр/гироскоп. Таким образом, неверный выбор материала и конструкции печатной платы может существенно ухудшить предельные характеристики MEMS-акселерометра/гироскопа.

Таким образом, целью настоящей работы является исследование предельных характеристик MEMS-акселерометра/гироскопа при его монтаже на печатные платы из различных материалов для задач позиционирования объектов в пространстве.

Первым этапом работы являлось исследование предельных характеристик MEMS-акселерометра/гироскопа, смонтированного на многослойной заводской серийной печатной плате из стеклотекстолита FR-4. Особое внимание уделено исследованию смещения нулевой линии, связанной с температурными деформациями, самой печатной платы. Для исследований тепловых дрейфов и влияния температуры на плату была спроектирована, разработана и собрана установка по термоциклированию на основе элементов Пельтье с рабочим диапазоном от -20 до +80 градусов по Цельсию. В результате исследований было доказано, что вклад в смещение нулевой линии из-за деформации печатной платы существенно превосходит тепловые дрейфы самого MEMS-акселерометра/гироскопа, полученные из справочных данных.

Вторым этапом работы являлась разработка и изготовление печатной платы с минимизированными температурными деформациями для подтверждения экспериментальных результатов, полученных в ходе первой части работы. В качестве материала печатной платы был выбран оксид алюминия, который обладает на порядок меньшим коэффициентом теплового расширения по сравнению со стеклотекстолитом FR-4. Конструктивно печатная плата выполнена по однослойной технологии для упрощения, удешевления и предотвращения изгибных деформаций.

Список литературы:

1. Mechanical and Electrical Noise in Sense Channel of MEMS Vibratory Gyroscopes. School of Instrument Science and Engineering, Southeast University.
2. Wu et al. United States Patent 8,362,578: Triple-axis MEMS accelerometer (January 29, 2013) // United States patent and trademark office.
3. Vaganov et al. United States Patent 7,367,232: System and method for a three-axis MEMS accelerometer (May 6, 2008) // United States patent and trademark office.
4. Vibratory gyroscopes and method for manufacturing the same, US 6389897 B1.