

РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

М.Е. Калинин, А.С.Козлов, Р.Я. Лабковская, О.И. Пирожникова

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

Научный руководитель – Ткалич Вера Леонидовна

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

Одним из основных принципов разработки устройств и датчиков является миниатюризация их весовых и габаритных параметров при одновременном понижении погрешности и расширении сферы использования. Для этого необходимо разрабатывать новые микросистемные технологии и на их основе создавать микроэлектромеханические системы (МЭМС).

Данной проблемой начали заниматься еще в конце прошлого века, однако ряд теоретических и практических аспектов остается в настоящее время нерешенными. Важным направлением в развитии МЭМС является разработка микромеханических акселерометров (ММА).

Быстрое развитие, а соответственно расширение задач управления навигационными объектами ведет к необходимости повышения точности измерений как параметров движения, так и скорости и качества обработки информации о подвижном объекте. Необходимо также совершенствовать принципы построения ММА, а также существующие на сегодняшний день методы анализа и синтеза их проектировании. Все вышеизложенное обуславливает актуальность данной темы исследования и потребность в модифицировании существующих методик проектирования ММА.

Для реализации этой цели авторами работы был решен ряд задач, а именно осуществлена:

1. Разработка конструкции чувствительного элемента упругого подвеса, с повышенной чувствительностью подвижного элемента ММА;
2. Разработка методики оптимизации ряда параметров ММА, способствующих улучшению статических и динамических характеристик;
3. Создание модифицированных конструкций ММА в целях уменьшения фактора влияния широкополосной случайной вибрации;
4. Разработка компьютерных моделей для и натурных экспериментов с целью определения ряда оптимальных параметров при проектировании ММА;
5. Разработанный ряд рекомендации по изменению геометрии поперечного сечения упругого подвеса по его длине в целях повышения чувствительности подвижных узлов ММА
6. На основе численного методы конечных элементов разработана методика проектирования ММА при статических нагрузках, ведущая к улучшению технических характеристик упругих подвесов.

Обзор патентной и научно-технической литературы по данному вопросу позволил сделать вывод, что ускорение обратной связи были изменены для всего ассортимента

передовых мобильных наборов микросистемных датчиков, которые обеспечивают наиболее компактный дизайн. Недостатком является низкое значение электростатической силы при обратной связи, что негативно влияет на возможность расширения диапазона измерений. Использование маятниковых ММА, в которых инерционные массы находятся по разные стороны от оси подвеса, может частично компенсировать силы и момента инерции. Такая схема может использоваться в комбинации с электростатической силой преобразователя.

Упругие подвесы используемые в ММА можно моделировать стержнем (балкой) переменного сечения, а профиль этого упругого элемента математически представлять полиномом второго порядка. Существует возможности дальнейшего повышения чувствительности за счёт совершенствования как самой конструкции подвеса, так и системы демпфирования, в частности газодинамической обладающей с известной нелинейностью.

Оптимизацию конструкций лучше осуществлять под действием широкополосной вибрации, а не белого шума, так как шум генерируется в ограниченной части спектра.

Анализируя результаты, полученные при решении предыдущих задач, можно сделать вывод, что модифицированная методика проектирования ММА состоятельна. Было показано, что правильный подход к выбору параметров ведет к достижению требуемой переходной характеристики.

Заключение.

1. Разработана новая конструкция упругого подвеса ММА, имеющая переменное поперечное сечение, что обеспечивает увеличение чувствительности на 4-6 %;
2. Предложен вариант оптимизации ряда значений характеристик ММА для стохастического процесса при минимальном значении критерия среднее квадратичного отклонения (снижение возможно до двух-трех раз), в зависимости от величины отношения пределов частотного интервала широкополосной случайной вибрации к величине измеряемого сигнала;
3. Осуществлено компьютерное моделирование с использованием метода конечных элементов процесса преобразования сигналов в ММА при статическом нагружении;
4. Выработаны рекомендации по увеличению статической и динамической точности для компенсационных ММА;
5. Предложенная модифицированная методика проектирования ММА позволила сократить время инженерного проектирования и повысить точность расчетов.