

Перегрев печатного узла по отношению к температуре окружающей среды составляет 10.4 °С, что является приемлемым показателем.

Список использованных источников:

1. Зеленский В.А. Основы конструкторско - технологического проектирования радиоэлектронных средств. - Самара:Изд-во СГАУ, 2016. – 80 с.
2. АСОНИКА-Т [Электронный ресурс] // АНО «Академия Надежности», 2017. URL: <http://asonika-online.ru/products/asonika-t/> (дата обращения: 02.03.2018).

УДК 621.3.082.13

## **АНАЛИЗ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ МАЛЫХ БПЛА**

С.С. Серпуховитов, Д.Н. Овакимян, В.А. Зеленский, Р.М. Мирзоев  
Самарский университет, г. Самара

В настоящее время основным методом навигации БПЛА является спутниковая навигация, которая имеет массу достоинств, но вместе с ними лишает летательный аппарат автономности и помехоустойчивости. Таких недостатков лишены бесплатформенные инерциальные системы, строящиеся на акселерометрах, которые отслеживают ускорение, и гироскопах – измеряющих углы поворота и наклона. Принцип действия таких систем основан на свойствах инерции тел и является автономным, то есть не требующим наличия внешних ориентиров или поступающих извне сигналов.

МЭМС системы состоят из механических элементов, датчиков, приводов и устройств микроэлектроники, расположенных на общей кремниевой подложке. Размеры элементов МЭМС систем могут находиться в диапазоне от долей микрометра до одного миллиметра.

Одним из основных отличий МЭМС-технологии является использование жертвенного слоя для создания свободностоящих структур. Жертвенный слой механически поддерживает проектируемую структуру на этапе нанесения пленки-основы. После выполнения всех необходимых операций напыления и литографии наступает фаза высвобождения, во время которой жертвенный слой удаляется, и структура из планарной превращается в трехмерную.

Наиболее популярны датчики движения, основанные на конденсаторном принципе. Подвижная часть системы – классический грузик на подвесах (рисунок 1). При наличии ускорения грузик смещается относительно неподвижной части акселерометра, меняя ёмкость и напряжение на обкладках конденсатора при постоянном заряде. Это

изменение можно измерить и рассчитать смещение грузика. Откуда, зная его массу и параметры подвеса, вычисляется искомое ускорение. Современный уровень развития МЭМС и интегральной техники позволяет производить комбинированные компоненты, чувствительные сразу к нескольким осям (X, Y, Z) и содержащие элементы микроэлектроники, позволяющие получить на выходе датчика цифровой интерфейс (I2C, SPI), удобный для последующей обработки автопилотом.

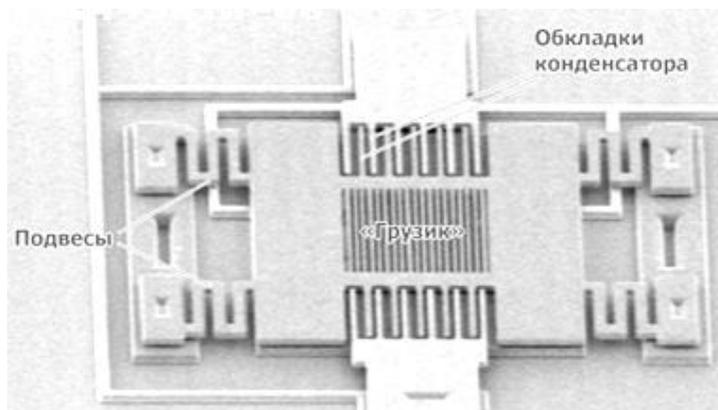


Рисунок 1 – Конденсаторный МЭМС акселерометр

Однако, микромеханические акселерометры и гироскопы обладают высокой систематической ошибкой (дрейфом нуля), поэтому точность определения навигационных параметров микросистемной БИНС невелика. В настоящее время не существует достаточно стабильных инерциальных МЭМС датчиков, позволяющих длительное время выдавать достоверные данные в автономном режиме. Устранение этого недостатка обеспечивается комплексированием БИНС со спутниковыми навигационными системами (СНС) и полностью автономно, по датчикам, система работает только в моменты пропадания сигнала от СНС.

Приведённые материалы, позволяют сделать вывод, что быстроразвивающаяся область малых БПЛА, рождает необходимость в исследовании перспективных структур инерциальных МЭМС датчиков.

#### Список использованных источников

1. Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.
2. Гонев Е.С., Зайцев Н.А., Равилов С.Ф. Обзор микрогироскопов, сформированных по технологии поверхностной или объёмной микромеханики // Микросистемная техника. 2002, № 8. С. 2-6.