

## МИКРОМЕХАНИЗМЫ И МИКРОДВИГАТЕЛИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь.

Тихон О. И.

Сурин В. М. – д-р. техн. наук, профессор

В течение последних десятилетий наблюдается общая тенденция к миниатюризации технических систем. Одно из новейших направлений – создание компактных механизмов и источников энергии. Установлено, что жидкое углеводородное топливо, используемое в подобных механизмах, имеет приблизительно в 50 раз большую энергоёмкость (энергия/вес), чем у традиционных электрических батарей.

Изготовление с помощью технологий микроэлектромеханических систем (МЭМС), по сравнению с классическими промышленными технологиями — механообработкой, литьем, технологией пластмасс, применяемыми при производстве традиционных электромеханических устройств, более выгодно из-за низкой цены изделий микроэлектроники, более легкой достижимости малых и сверхмалых линейных размеров при повышенной точности.

Одно из новейших направлений использования МЭМС – создание компактных источников энергии. Выделяются следующие физические принципы построения микродвигателей: электростатические, пьезоэлектрические, электротепловые, электромагнитные. Основными требованиями при выборе физического эффекта, лежащего в основе работы микродвигателя, являются его технологичность и удельная энергоёмкость.

Уже существует и проходит испытание самый маленький роторный двигатель в мире (рис. 1). Данный двигатель – первый в своём классе, способный непрерывно снабжать энергией потребителя.

Энергия, производимая двигателем, является результатом управляемого горения топливно-воздушной смеси. Роторный двигатель имеет плоскую конструкцию с камерой, имеющей форму приплюснутого овала и треугольным ротором. Ротор делит камеру на три отсека, где и происходит сгорание топлива. Горячие газы, производимые двигателем, толкают ротор, который приводит во вращение ось ротора. Эта ось может быть присоединена к электрическому или механическому приводам силового агрегата, для выработки либо механической, либо электрической энергии.

Двигатель прост в конструкции, состоит из 7 частей: передней панели, эпитрохонидного корпуса, задней панели, ротора, внутреннего механизма, цилиндрической прямозубой передачи и вала. Для повышения скорости изготовления двигатель выполнен из стали с использованием электроразрядной обработки.

Началось также проектирование и тестирование микро-масштабного роторного двигателя. Имеющий больший масштаб "мезо-роторный" двигатель был изготовлен в Case Western Reserve University (CWRU) МЭМС научно-исследовательском центре с использованием Si и SiC (рис. 2). Данный микродвигатель имеет литраж 1,2 мм<sup>3</sup> и диаметр ротора 3 мм, по сравнению с конечной целью в 0,08 мм<sup>3</sup> литражом и 1 мм диаметром ротора. Более крупный двигатель был изготовлен, чтобы проверить пределы SiC процесса изготовления.

Ротор изготовлен из литого SiC из трехпластинчатой Si формы. Корпус из Si изготовлен из трех отдельных пластин, претерпевших глубокое реактивное ионное травление для формирования своих особенностей, а затем сплавленных вместе.

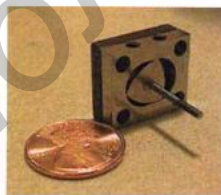


Рис. 1 – MN30 мини-роторный двигатель

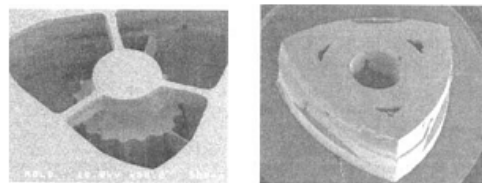


Рис. 2 – CWRU микро-роторный двигатель. Слева: трёхпластинчатая Si форма; справа: формованный SiC ротор

Первые образцы микро-роторных двигателей с диаметром 1 мм были произведены в U.C. Berkeley Microlab. При их изготовлении использовалось объемное травление Si с нанесением тонкого слоя SiC для защиты от высоких напряжений, температуры и химических веществ.

Создание микромасштабных источников энергии является развивающейся областью, которая в конечном итоге сможет позволить выпускать портативные энергетические системы со значительно более высокой плотностью энергии, чем в обычных батареях. Сочетание низкой стоимости устройства благодаря массовому производству и высокой плотности энергии, вырабатываемой жидким углеводородным топливом, представляет огромные перспективы.

Список использованных источников:

1. Беляев, В. МЭМС /МСТ в современной технике на примере автомобилестроения и авиации / В. Беляев // Нано- и микросистемная техника. – 2006. - №5. – С.36-44.
2. Kelvin, Fu. Design and experimental results of small-scale rotary engines / Kelvin Fu, Aaron J. Knobloch, Fabian C. Martinez, David C. Walther, Carlos Fernandez-Pello, Al P. Pisano, Dorian Liepmann // Proceedings of 2001 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition. – New York, 2001. – 7 с.

Библиотека БГУИР