

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИМОРФНОГО ДИСКОВОГО ПЬЕЗОГЕНЕРАТОРА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Спирина Ольга Андреевна

студент, Санкт - Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ”,
Кафедра электроакустики и ультразвуковой техники, РФ, Санкт-Петербург

Гончарова Надежда Александровна

студент, Санкт - Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ”,
Кафедра электроакустики и ультразвуковой техники, РФ, Санкт-Петербург

Modeling of a disk bimorph piezogenerator by finite-element method

Nadezhda Goncharova

student. Saint-Petersburg State Electrotechnical University “LETI”, Department of Electroacoustics and Ultrasonic Engineering, Russia, Saint Petersburg.

Olga Spirina

student. Saint-Petersburg State Electrotechnical University “LETI”, Department of Electroacoustics and Ultrasonic Engineering, Russia, Saint Petersburg.

Аннотация. Работа посвящена моделированию биморфного дискового пьезоэлектрического генератора методом конечных элементов. Цель проводимого моделирования – выявление наиболее эффективного расположения пьезоэлементов, а также установление зависимости между выходным напряжением и частотой при различных толщинах пьезоэлементов. В результате была разработана модель пьезогенератора и показана возможность выработки напряжения до 120 В.

Abstract. Work is devoted to modeling of disk bimorph piezoelectric generator using finite element method. The purpose of the modeling is identifying the most effective location of piezoelectric elements, and the dependence between the output voltage and frequency for various thicknesses of piezoelectric elements. In result, a model of piezogenerator was developed and the possibility of generating voltages up to 120 V is

shown.

Ключевые слова: пьезоэлектрический эффект; пьезоэлектрический преобразователь; математическое моделирование; выходное электрическое напряжение.

Keywords: piezoeffect; piezoelectric transducer; mathematical modeling; output voltage.

Введение

Разработка, исследование и создание пьезоэлектрических генераторов является весьма актуальной и важной проблемой. Интерес к этой проблеме обусловлен перспективой создания малогабаритных независимых и практически неисчерпаемых источников питания различных маломощных устройств. Такие источники преобразуют даровую энергию вибраций, присутствующих практически везде, в электрическую энергию и не требуют наличия внешних источников питания или необходимости периодической замены батарей. Анализ многочисленных работ по получению электрической энергии из вибраций для питания микроэлектронных устройств показывает существенное преимущество пьезоэлектрического способа по сравнению с электромагнитным или электростатическим [1].

Моделирование работы пьезогенератора

Задачей проводимой работы является построение численной модели пьезогенератора конкретного конструктивного исполнения, а также выявление наиболее эффективного расположения пьезоэлементов и установление зависимости между выходным напряжением и частотой при различных толщинах пьезоэлементов.

Пьезоэлектрический способ преобразования энергии предполагает: переработку даровой энергии вибрации окружающей среды, присутствующих практически везде, в постоянный электрический ток для питания маломощного электронного устройства.

Для разрабатываемого генератора была выбрана дисковая биморфная конструкция, т.к. она обладает рядом преимуществ перед традиционной балочной конструкцией. Это, прежде всего, возможность совмещения как толщинных, так и изгибных колебаний пьезоэлемента, что способствует увеличению амплитуды вырабатываемой электрической мощности [2].

Модель биморфного дискового генератора была создана в программе для моделирования - COMSOL с помощью метода конечных элементов.

Метод конечных элементов (МКЭ) — это численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики. Суть метода заключается в том, что область, занимаемая конструкцией, разбивается на некоторое число малых, но конечных по размерам подобластей (конечных элементов), внутри которых решаются системы алгебраических уравнения, которые заменяют дифференциальные уравнения, описывающие исследуемые характеристики.

Программное обеспечение COMSOL Multiphysics запускает конечноэлементный анализ вместе с сеткой, учитывающей геометрическую конфигурацию тел и контролем ошибок с использованием разнообразных численных решателей.

По своему конструктивному исполнению разрабатываемый пьезогенератор (рисунок 1) состоит из консольно закрепленной бронзовой пластины; кольцевой массы из стали по окружности пластины; и 2-х встречно поляризованных пьезоэлементов на обеих поверхностях

пластины.

Рисунок 1. Модель биморфного дискового пьезогенератора

Для определения наиболее эффективной работы генератора было проведено моделирование при разном расположении пьезоэлектриков: с краю, посередине и ближе к центру базовой пластины. Результаты моделирования показали, что максимум напряжения, равный 120 В, может быть достигнут на частоте 535 Гц и при расположении пьезопластины толщиной 0,5 мм посередине базовой пластины (рисунок 2). Другие модели показали меньшие значения максимума напряжения (56 В и 40 В соответственно) на частотах близких к 535 Гц.

Рисунок 2. График выходного электрического напряжения при расположении пьезоэлементов посередине базовой пластины

Заключение

Полученные результаты показывают, что наилучшим расположением пьезоэлектриков на пластине является положение посередине, при толщине пьезоэлектриков 0,5 мм. Дальнейшая работа будет направлена на создание модели пьезогенератора с более широкой полосой пропускания и экспериментальное подтверждение полученных результатов.

Список литературы:

1. Erturk A., Inman D. J. Piezoelectric Energy Harvesting. N.-Y.: Wiley, 2011. – 392 p.

2. V. Tsaplev, R. Konovalov, K. Abbakumov. Disk Bimorph-Type Piezoelectric Energy Harvester // Journal of Power and Energy Engineering, The 7-th Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APEEC 2015), Scientific Research Publishing, Vol. 3, №4, p. 63 – 68.