

## **Трансформатор магнитоэлектрический с поперечно-продольной поляризацией**

*А. Н. Соловьев*

Новгородский Государственный университет имени Ярослава Мудрого,  
Великий Новгород, Россия  
*тел: (960) 201-71-45, эл. почта: cah.zuljin@gmail.com*

Целью данной работы является исследование и разработка магнитоэлектрического (МЭ) трансформатора. Данное устройство относится к области микроэлектроники, ее направлению - магнитоэлектрическая электроника. МЭ трансформатор работает в области электромеханического резонанса, в результате чего происходит резонансное увеличение параметров трансформатора, таких как коэффициент трансформации, выходная мощность, коэффициент полезного действия (КПД) и др. Основным эффектом, используемым в МЭ трансформаторе, является магнитоэлектрический эффект. МЭ эффект заключается в намагничивании материала при воздействии на него внешнего электрического поля и появления электрической поляризации при воздействии внешнего магнитного поля [1]. Возможность преобразования полей делает такие устройства многофункциональными. Аналогом МЭ трансформатора является пьезоэлектрический (ПЭ) трансформатор [2, 3]. Недостатками ПЭ трансформатора является узкая полоса рабочих резонансных частот и величина коэффициента трансформации.

МЭ трансформатор представляет собой композитную структуру, состоящую из магнитострикционной (МС) и пьезоэлектрической компоненты. МЭ трансформатор на входе комбинирует два эффекта, таких как ПЭ эффект и магнитострикционный эффект. МЭ трансформатор имеет две системы электродов - входная и выходная. При подключении к источнику электрического сигнала и воздействии на МС компоненту внешним магнитным полем, имеющим две составляющие - постоянную и переменную, с частотами, лежащими в диапазоне рабочих частот, происходит значительное увеличение амплитуды механических колебаний пьезоэлемента, которые в свою очередь влияют на величину коэффициента трансформации и на выходную мощность. На выходе механические напряжения, за счет прямого ПЭ эффекта, преобразуются в электрический сигнал. МЭ трансформатор выполняется в виде многослойной структуры, при этом диапазон рабочих резонансных частот увеличивается в зависимости от количества слоев.

В ходе выполнения работы была составлена эквивалентная схема МЭ трансформатора методом электромеханических ассоциаций [1, 2, 3]. МЭ эффект учитывался через дополнительные индуктивности, которые были включены во входную и выходную цепи. С помощью метода теории цепей получены выражения для расчета параметров МЭ трансформатора, где были учтены краевые эффекты, рассеяние акустической волны, внутреннее трение и внутреннее сопротивление материала. В результате подстановки параметров материала и конструкции трансформатора в полученные формулы были рассчитаны параметры МЭ трансформатора. В качестве материалов были выбраны ЦТС-19 для ПЭ компоненты, метглас для МС компоненты. Найденные расчетные размеры и характеристики МЭ трансформатора следующие: длина 10мм, ширина 4мм, толщина 0,2мм; резонансная частота - 150 КГц, диапазон рабочих резонансных частот - 26,3 КГц, коэффициент трансформации - 360, выходная мощность - 11 Вт, КПД - 96%, динамическая емкость - 0,67пФ, волновое сопротивление - 18 Ом. В настоящее время проводится практическое проектирование МЭ трансформатора на основе полученных расчетных результатов.

Магнитоэлектрические трансформаторы позволяют преобразовывать полное сопротивление цепи, усиливать сигнал по напряжению, разветвлять или суммировать электрические цепи. Кроме того, в отличие от намоточных трансформаторов магнитоэлектрические трансформаторы обладают еще целым рядом функциональных свойств, позволяющих широко их применять в качестве пассивных и активных элементов схем.

### **Литература**

1. М.И.Бичурин и др. Магнитоэлектрический эффект в композиционных материалах. Великий Новгород, 2005.
2. В. В. Лавриненко. Пьезоэлектрические трансформаторы, Москва, Россия, 1975.
3. В. Шарапов, М. Мусиенко, Е. Шарапова. Пьезо-электрические датчики, Москва, Россия, 2006.