

В.С.Леонтьев

БЕСКОНТАКТНЫЙ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ТОКА

Рассмотрен новый тип функционального устройства, предназначенного для измерения постоянного тока. Принцип работы устройства основан на магнитоэлектрическом эффекте. Предлагаемый бесконтактный магнитоэлектрический датчик тока обладает удовлетворительными характеристиками по чувствительности и составляет 0,35 В/А, также планируется дальнейшее повышение чувствительности. Линейность выходной характеристики датчика в пределах 1%.

Ключевые слова: бесконтактный датчик тока, датчик тока, магнитоэлектрический эффект, магнитоэлектрическая структура

Введение

Современные датчики тока позволяют решить множество задач в области силовой электроники, которые связаны с созданием систем обратной связи в электроприводном оборудовании для управления и защиты, а также измерении и контроле постоянного, переменного и импульсного токов в широких пределах с высокой точностью.

В последние годы проявляется большой интерес к бесконтактным датчикам разного типа. Одним из таких типов датчиков является бесконтактный датчик тока, основанный на прямом магнитоэлектрическом (МЭ) эффекте. [1-3]. В качестве чувствительного элемента датчика применяется мультиферроик. Взаимодействие между различными параметрами упорядочений в мультиферроиках может приводить к новым эффектам, например, к МЭ эффекту. Композиционные МЭ мультиферроики, содержащие пьезоэлектрическую и магнитострикционную фазу, обладают гигантским МЭ эффектом при комнатной температуре по сравнению с однофазными МЭ материалами, что делает их перспективными для технических применений. В материалах такого рода МЭ эффект проявляется как результат взаимодействия магнитострикционной и пьезоэлектрической фаз компонентов. Электрическая поляризация индуцируется внешним переменным магнитным полем в присутствии подмагничивающего поля, или индуцированная намагниченность появляется при приложении электрического поля. Количественно МЭ эффект характеризуется МЭ коэффициентом по напряжению α_E , равным отношению индуцированного переменного электрического поля к приложенному магнитному переменному полю в условиях разомкнутой электрической цепи.

В работе обсуждается бесконтактный магнитоэлектрический датчик тока предназначенный для измерения постоянного тока.

Конструкция бесконтактного магнитоэлектрического датчика тока

МЭ датчик постоянного тока предназначен для измерения силы тока в электрических цепях. В качестве чувствительного элемента датчика применяется магнитострикционно-пьезоэлектрическая слоистая структура на основе пьезокерамики ЦТС 10x1x0.5 мм и обкладок Метгласа соответствующего размера (рис. 1). МЭ датчики тока могут быть реализованы с использованием различных режимов — резонансом и нерезонансом.

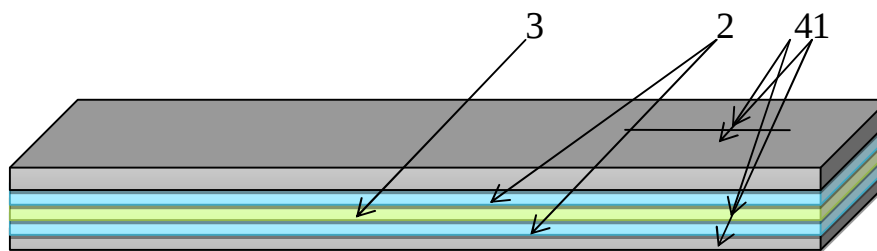


Рис. 1. Чувствительный элемент датчика: 1) обкладки Метгласа; 2) клеевая прослойка; 3) пластина пьезокерамики ЦТС; 4) выносные электроды.

Конструкция датчика включает в себя: корпус; усилитель; генератор; модулирующую катушку, предназначенную для создания переменного магнитного поля. В модулирующую катушку установлен чувствительный элемент, свободно закрепленный.

На рис. 2 изображена структурная схема бесконтактного МЭ датчик тока. Измеряемая величина — это величина постоянного магнитного поля, протекающая в измеряемом проводнике с током. Генератор и соленоид создают модулирующее переменное магнитное поле постоянной величины. МЭ элемент преобразует переменное магнитное поле пропорционально величине протекающего тока в измеряемом проводнике. Для дальнейшей обработки сигнала применяется усилитель, который обеспечивает усиление выходного сигнала с элемента.

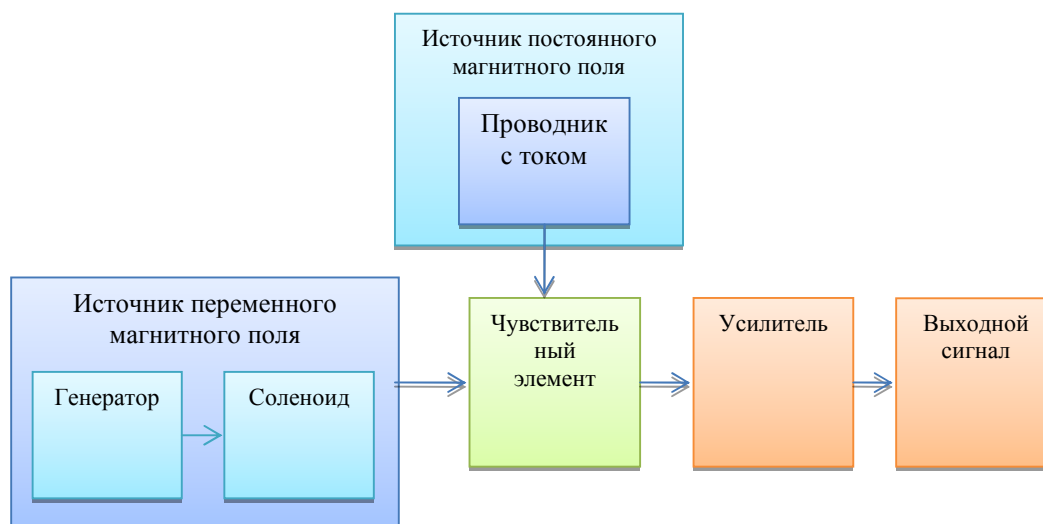


Рис. 2. Структурная схема бесконтактного МЭ датчика тока.

Выходная характеристика бесконтактного МЭ датчика тока представлена на рис. 3. Измерения проводились на измерительном стенде, который включал в себя: источник питания Keysight E3631A и осциллограф NAMEG НМО722. Как видно из графика, чувствительность датчика составляет 0,35 В/А. Погрешность при измерениях не более 1%.

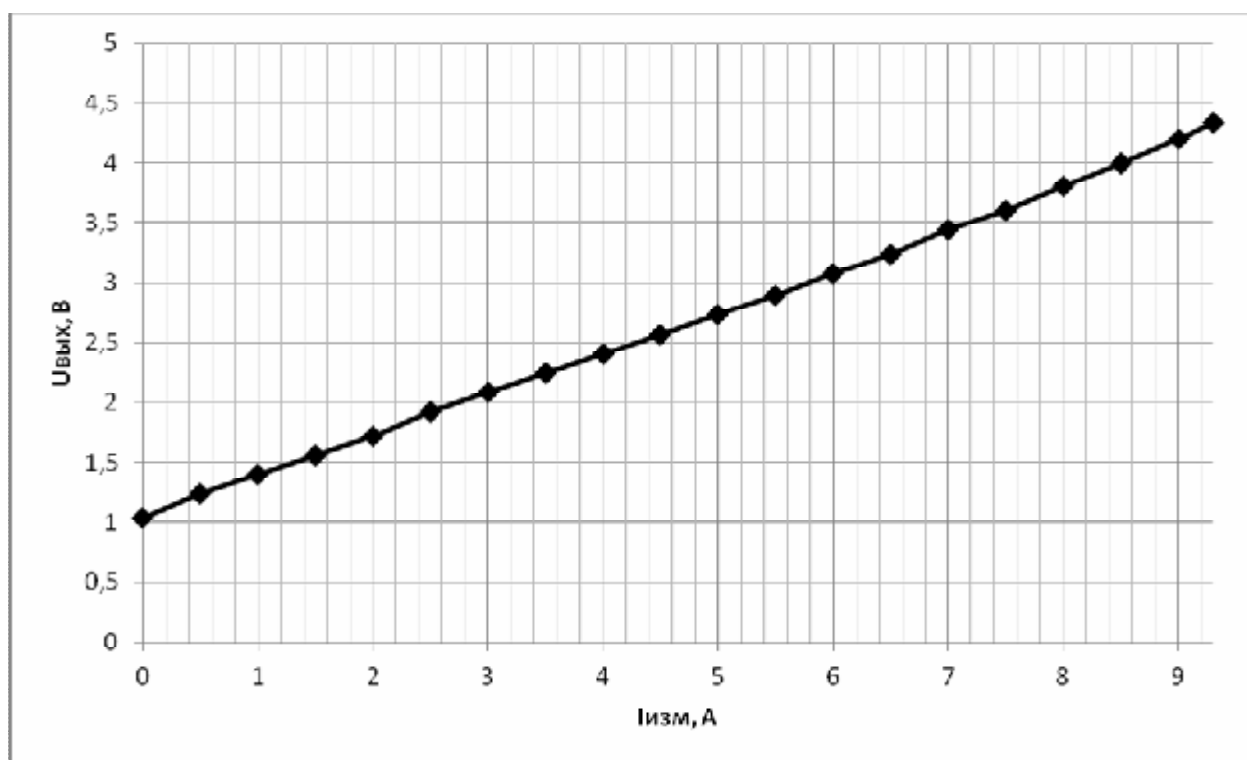


Рис. 3. Зависимость выходного напряжения от протекающего тока в измеряемом проводнике.

Заключение

В результате проведенных исследований был разработан экспериментальный образец бесконтактного МЭ датчика тока. Рабочий диапазон датчика до 9,3 А, чувствительность 0,35 В/А без усиления сигнала, линейность в пределах 1%. Основным преимуществом такого датчика является измерения электрического тока без необходимости разрыва цепи, что делает его перспективным для практического применения.

В дальнейшем планируется решить такие проблемы как: жесткость конструкции; уширение резонансной линии и миниатюризация устройства.

1. Bichurin M.I., Petrov V.M., Srinivasan G. Modeling of magnetoelectric effect in ferromagnetic/piezoelectric multilayer composites // *Ferroelectrics*. 2002. Vol. 280. P. 165-175.
2. Bichurin M.I., Petrov V.M., Srinivasan G. Theory of low-frequency magnetoelectric effects in ferromagnetic-ferroelectric layered composites // *Journal of Applied Physics*. 2002. Vol. 92, № 12. P. 7681-7683.
3. Bichurin M., Viehland D., eds. *Magnetoelectricity in Composites*. Singapore: Pan Stanford Publishing, 2011. 286 p.

Leontiev V.S. Noncontact magnetoelectric current sensor. A new type of functional device intended for measuring direct current is considered. The principle of operation of the device is based on the magnetoelectric effect. The proposed noncontact magnetoelectric current sensor has good characteristics of sensitivity (0.35 V/A), and a further increase in sensitivity is also planned. Linearity of output characteristic of the sensor is within 1%.

Keywords: noncontact current sensor, current sensor, magnetoelectric effect, magnetoelectric structure.

Сведения об авторе. В.С.Леонтьев — аспирант; кафедра «Проектирование и технология радиоаппаратуры» ИЭИС НовГУ; viktorsergeevich.novsu@gmail.com.

Статья публикуется впервые. Поступила в редакцию 01.08.2017.