

НИЗКОЧАСТОТНЫЙ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ТОКА

И.Н.Соловьев, М.И.Бичурин

LOW FREQUENCY MAGNETOELECTRIC CURRENT SENSOR

I.N.Solov'yov, M.I.Bichurin

Институт электронных и информационных систем НовГУ, ivan.solessi@gmail.com

Приводятся результаты исследований низкочастотного датчика тока на основе магнитоэлектрического (МЭ) эффекта, предназначенного для измерения электрических токов утечки. Чувствительность такого датчика тока зависит от величины магнитного поля смещения, частоты генерируемого магнитного поля, конструктивных и материальных параметров МЭ элемента. На частоте изгибного резонанса (560 Гц) достигается максимальная чувствительность датчика тока (1340 мВ/А) при магнитном поле смещения в 10 Э.

Ключевые слова: датчик тока, магнитоэлектрический эффект, чувствительность

In this paper low frequency ME current sensor characteristics were investigated. The sensor design was developed. Sensors presented here were designed for detecting leakage currents. It is found that the sensor sensitivity depends on design and material parameters of the ME composite and some conditions such as bias magnetic field and operating frequency range. It is defined that the most sensitive sensor works at the resonance frequency of 560 kHz and has the additional bias magnetic field of 10 Oe. The sensitivity of the sensor is 1340 mV/A.

Keywords: current sensor, magnetoelectric effect, sensitivity

Введение

На современном этапе развития электроэнергетики при повсеместном использовании электрооборудования и электроприборов наиболее актуальным является достоверное измерение силы тока для обеспечения высокой надежности и безопасности промышленных систем и сетей. Для осуществления мониторинга и диагностики цепей, запуска схем защиты, обнаружения отказов электрооборудования и аварийных состояний различных типов нагрузки применяются датчики тока.

Конструкция МЭ датчика тока

В качестве объекта исследования выступает МЭ датчик тока, работа которого основана на МЭ эффекте, предназначенный для измерения силы тока электрических проводников и токов утечки (в системах защиты).

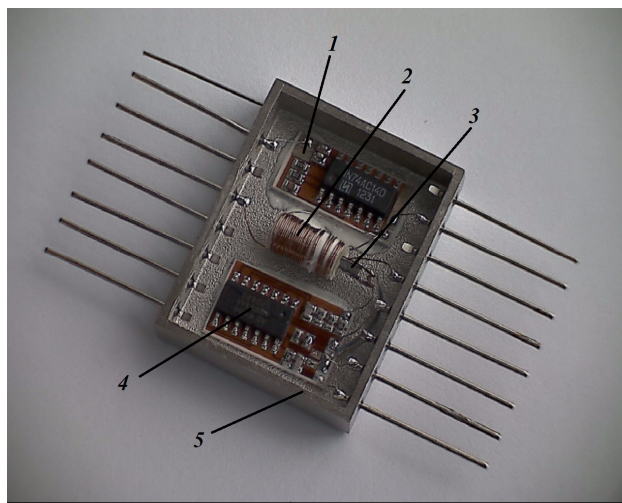


Рис.1. Низкочастотный магнитоэлектрический датчик тока: 1 — генератор низкочастотных сигналов, 2 — система катушек индуктивности, 3 — МЭ композит, 4 — выпрямитель, 5 — корпус

МЭ датчик тока (рис.1) представляет собой систему, состоящую из генератора высокочастотных сигналов, системы катушек индуктивности, предназначенной для создания переменного магнитного поля и магнитного поля смещения, МЭ композита и измеряемого проводника.

Данное устройство включает в себя МЭ композит, представляющий собой магнитострикционную-пьезоэлектрическую слоистую структуру, управляющую систему, отвечающую за создание условий для наблюдения МЭ эффекта в МЭ композите, генератор, настроенный на резонансную частоту изгибных колебаний композита, и выпрямитель. МЭ эффект определен как появление поляризации во внешнем магнитном поле и намагниченности во внешнем электрическом поле [1].

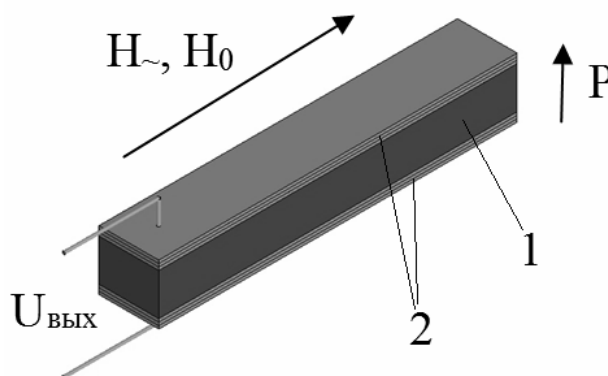


Рис.2. МЭ композиционная структура: 1 — пьезоэлектрическая фаза, 2 — магнитострикционная фаза, стрелками указаны направления магнитных и электрических полей

МЭ композит (рис.2) представляет собой трехслойную структуру метглас/ЦТС/метглас размерами

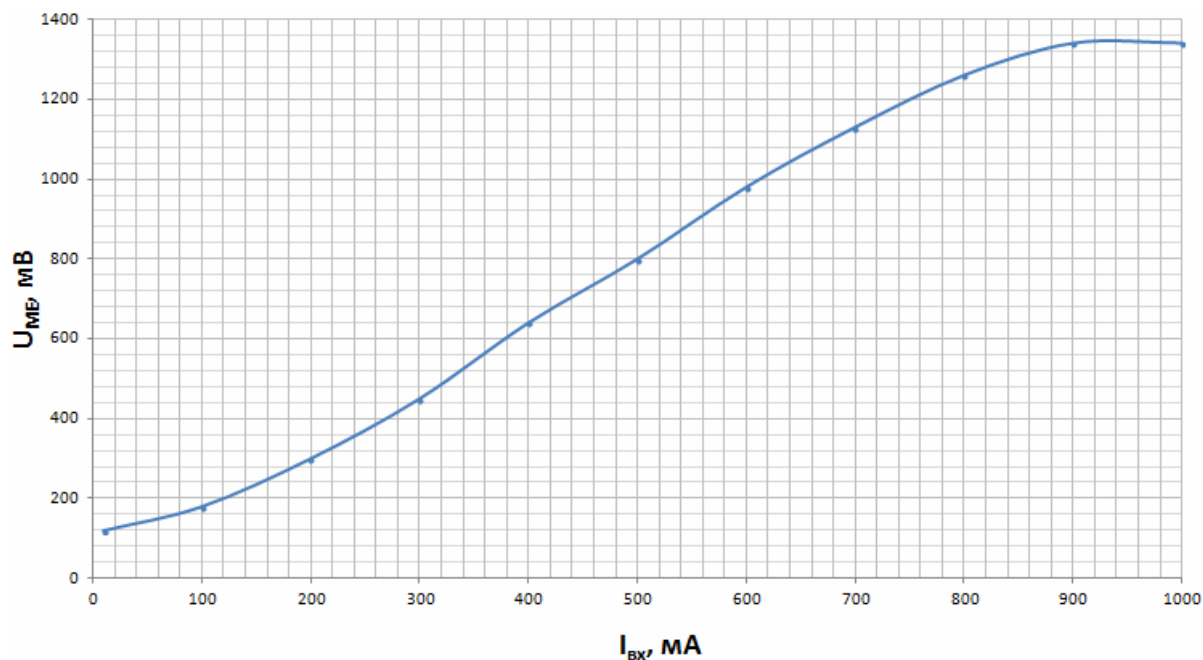


Рис.3. Зависимость выходного напряжения датчика тока от силы тока в измеряемом проводнике при магнитном поле смещения 10 Э

10×1×0,37 мм, в которой концентрация пьезоэлектрической фазы составляет 0,67. Данная слоистая структура имеет балочное закрепление, т.е. один край структуры закреплен, а второй — свободен от закрепления. Частота изгибного резонанса такого МЭ элемента составляет 560 Гц. Напряженность магнитного поля насыщения метгласса составляет 12 Э. Слой ЦТС имеет поляризацию по толщине. Магнитное поле смещения и переменное магнитное поле направлены параллельно длине композита. При данном расположении магнитных и электрических полей получены условия для существования МЭ эффекта, определяемого поперечным МЭ коэффициентом по напряжению [1].

Экспериментальные данные

Измерения проводились на измерительном стенде, включающем два источника питания APS-7315, постоянный магнит, мультиметр НМ 8112-3 и осциллограф АКИП-4226/3. Была определена зависимость действующего выходного напряжения ($U_{вых}$) МЭ датчика тока от детектируемой силы тока (I) в проводнике и напряженности магнитного поля смещения (H_0). Погрешность измерений составила 4% (рис.3).

Чувствительность низкочастотного магнитоэлектрического датчика тока в данных условиях составила 1340 мВ/А.

Заключение

После анализа полученных экспериментальных данных были определены оптимальные условия, при которых МЭ датчик тока имеет максимальную чувствительность (1340 мВ/А). Напряженность магнитного поля смещения следует выбирать в диапазоне от 9 до 10 Э при детектировании силы тока в пределах от 0 до 1 А

1. Magnetolectricity in composites / Eds. M.I.Bichurin, D.Viehland. Pan Stanford Publishing, Singapore, 2012. 273 p.
2. Бичурин М.И., Петров В.М., Филиппов Д.А., Сринивасан Г. Магнитоэлектрический эффект в композиционных материалах. В.Новгород: НовГУ, 2005. 231 с.

Bibliography (Transliterated)

1. Bichurin M.I., Viehland D. Magnetolectricity in composites. Pan Stanford Publishing, Singapore. 2012. 273 p.
2. Bichurin M.I., Petrov V.M., Filippov D.A., Srinivasan G. Magnitoelektricheskiy effekt v kompozitsionnykh materialakh. V.Novgorod: NovGU, 2005. 231 s.