

# МАГНЕТИЗМ НАНОЧАСТИЦ КОБАЛЬТА НА ПОВЕРХНОСТИ МЕДИ

Е.С. Назаренко, А.Л. Данилюк, С.Л. Прищепа

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, Республика Беларусь*

Исследованы магнитные свойства наночастиц кобальта со структурой «ядро-оболочка» (CoO/Co) на поверхности меди, полученных электрохимическим осаждением. Для анализа магнитных измерений и их интерпретации использована модель случайной анизотропии (RAM) и интегральный вариант закона приближения к намагниченности насыщения (LAS), справедливый для 2D систем [1]. LAS для 2D систем соответствует интегральному преобразованию Мейера (K-transform). С его помощью возможно определить корреляционные функции осей случайной магнитной анизотропии, а также поля обмена и случайной анизотропии. Из экспериментальных данных по измерению намагниченности получена функция-образ для массива CoO/Co на меди при температуре 4 К. Полученная функция-образ характеризуется немонотонной зависимостью от напряженности магнитного поля. Проведенное фитирование показало, что экспериментальные данные хорошо укладываются на аналитические зависимости степенного вида. В этом случае, согласно интегральному преобразованию Мейера, корреляционная функция определяется функцией Бесселя первого рода. Проведенные расчеты показали, что корреляционная функция является колебательной, а ее амплитуда определяется значением показателя  $m$ , зависящего от величины поля обмена. При  $m < 0,5$  амплитуда уменьшается с расстоянием  $z$ , при  $m = 0,5$  не меняется, а при  $m > 0,5$  растет. Рост амплитуды корреляционной функции говорит об усилении корреляций осей анизотропии. Такое усиление в наночастицах CoO/Co мы связываем с влиянием магнитной анизотропии CoO, составляющей порядка  $(2,5-2,7)10^7$  Дж/м<sup>3</sup> [2], а также наличием поля обменного смещения, способствующего закреплению намагниченности Co. Эти факторы в наночастицах CoO/Co приводят, на наш взгляд, не только к усилению корреляций осей анизотропии Co, но и способствуют проявлению эффекта когерентной анизотропии по аналогии с массивом углеродных нанотрубок, содержащих

наночастицы железа и цементита [3]. Для оценки полей обмена и анизотропии, а также параметров корреляционной функции применялась прямая процедура расчета LAS путем подстановки корреляционной функции в интегральное преобразование Мейера для двумерной магнитной системы с учетом вклада когерентной анизотропии. В результате получено, что поле случайной анизотропии составляет 4,6–4,7 кЭ, обменное поле 0,8–1,25 кЭ, поле когерентной анизотропии 1,0–1,2 кЭ. Величина поля случайной анизотропии согласуется с оценками ее величины по RAM. Магнитная анизотропия, которую мы оцениваем из LAS, относится только к «ядру», состоящему из наночастиц Co. Таким образом, проведенная обработка экспериментальных данных и расчеты показали, что оболочка CoO на наночастицах Co ведет не только к появлению обменного смещения, но и возникновению когерентной анизотропии в массиве наночастиц CoO/Co на поверхности меди.

### **Список литературы**

1. Danilyuk A.L. [et. al.] Europhysics Letters. 2017. 117. 27007.
2. Nogués J. [et al.] Phys. Rev. Lett. 2006. Vol. 97. 157203.
3. Danilyuk A.L. [et. al.] New J. Phys. 2015. Vol. 17. 023073.