

МИКРОМАГНИТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА ОБМЕННОГО СМЕЩЕНИЯ И ЕГО ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВАРИАЦИЙ В ПЛЁНКАХ ФЕРРОМАГНЕТИК/АНТИФЕРРОМАГНЕТИК С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА OOMMF

Солнцев С.Д.¹, Москалев М.Е.¹

¹) Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия

E-mail: solnseses@gmail.com

MICROMAGNETIC MODELLING OF THE EXCHANGE BIAS EFFECT AND ITS TEMPERATURE VARIATIONS IN FERROMAGNETIC/ANTIFERROMAGNETIC FILMS USING THE OOMMF PACKAGE

Solntsev S.D.¹, Moskalev M.E.¹

¹) Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

In this work we use the OOMMF micromagnetic simulation package to simulate magnetization processes in ferromagnetic/antiferromagnetic thin films. The influence of temperature on the magnitude of the exchange bias field, and coercivity is studied.

Неотъемлемой частью таких быстро развивающихся областей физики магнитных явлений, как спинтроника и магнитная сенсорика [1], является использование двухслойных пленок типа ферро-/антиферромагнетик. Интересны они в первую очередь наблюдаемым в них эффектом обменного смещения, заключающегося в сдвиге петли гистерезиса ферромагнетика относительно оси магнитного поля на величину H_{ex} , называемую полем смещения. Кроме того, из-за наличия нескомпенсированных спинов на интерфейсе ферро- и антиферромагнетика смещение петли гистерезиса возможно и по оси намагниченности [2].

В последние десятилетия микромагнитное моделирование успешно применяется для исследования сложных спиновых систем, в том числе и многослойных магнитных пленок. С помощью данного подхода возможно не только подтверждать и интерпретировать экспериментальные результаты, но и прогнозировать влияние различных параметров системы на наблюдаемые магнитные свойства. Как правило, моделирование проводится при абсолютном нуле температур, однако добавление некоторого флуктуирующего поля, являющегося микромагнитным аналогом температуры, при некоторых условиях позволяет достаточно точно описывать и температурные эффекты в магнетиках [3].

В данной работе при помощи программного пакета микромагнитного моделирования OOMMF [4] была построена модель двухслойной системы типа ферро-/антиферромагнетик. Исследование процессов перемагничивания и поведения поля смещения при варьировании различных параметров системы

дало нам возможность сделать вывод о справедливости использования построенной модели при изучении магнитных свойств многослойных пленок. Использование дополнительного программного модуля *thetaevolve* позволило исследовать температурные эффекты в такого рода средах. В рамках данной модели было оценено влияние температуры на такие характеристики магнитной системы, как поле смещения (Рис. 1), коэрцитивная сила и величина смещения петли гистерезиса вдоль оси намагниченности. Определены значения температуры блокировки T_b , при которой эффект исчезает, в случае вариации различных параметров, в частности – величины разбиения сетки (Рис. 1).

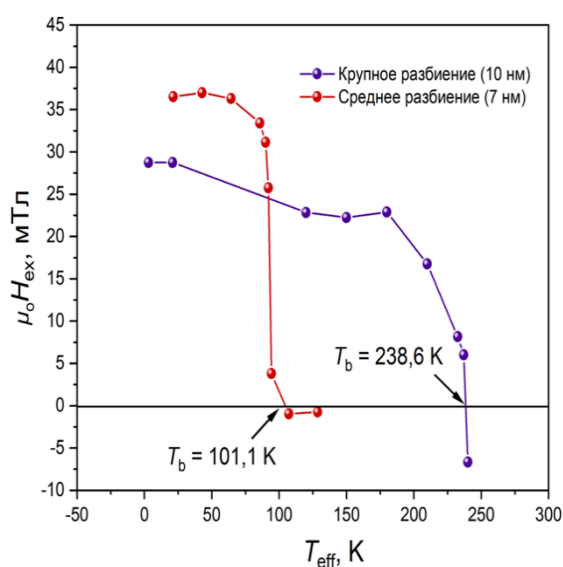


Рис. 1 – Зависимость поля смещения от эффективной температуры для крупной (10 нм) и средней (7 нм) сеток. Стрелками обозначены значения температуры блокировки двух кривых.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (РНФ), проект №24-22-20070.

1. Baltz V., Manchon A., Tsoi M. et al., Rev. Mod. Phys V 90, 015005 (2018).
2. J. Guo, X. Zhao, Z. Lu, P. Shi, et al., Phys. Rev. B 103, 054413 (2021).
3. M.B. Hahn, J Phys Commun 3 (7), 075009 (2019).
4. M.J. Donahue, D.G. Porter. OOMMF User's Guide, Version 1.0, - 6376, Natl. Inst. Standards Technol., Gaithersburg, MD (1999).