

# СУПЕРФЕРРОМАГНЕТИЗМ В МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИТНЫХ НАНОСИСТЕМАХ [(CoFeZr)-(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/Si]<sub>n</sub>

Чекрыгина Ю.И., Шипкова И.Г.

*Национальный технический университет*

*«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Современные исследования в области магнетизма и магнитных материалов сосредоточены в трех направлениях: 1) выяснить, как уменьшение размеров объекта до наномасштаба влияет на его магнитные свойства, 2) какие магнитные взаимодействия отвечают за его состояние и 3) как можно управлять этим магнитным состоянием с целью создания систем с заданными физическими характеристиками.

При изучении многослойных структур, содержащих слои композита, образованного наногранулами CoFeZr в матрице Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, и разделенных прослойками Si, мы наблюдали переход от суперпарамагнитного (СП) к ферромагнитному (ФМ) через т.н. суперферромагнитное состояние (СФМ). Переход происходил при неизменной концентрации композита (CoFeZr)<sub>46</sub>-(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>54</sub> в процессе изменения толщин магнитного слоя и немагнитной прослойки (рис.1). Ранее [1] СФМ наблюдали для многослойных систем, полученных последовательным напылением тонких слоев металла и диэлектрика. Полевая зависимость пленок в СФМ состоянии подобна кривой намагничивания магнитомягкого ферромагнетика (рис.1б). Вместе с тем структурная перколяция, или физический контакт, металлических частиц при этом еще не наступает, о чем свидетельствует высокое удельное сопротивление системы (~10<sup>-3</sup> Ом·м), характерное для диэлектриков.

Явление СФМ обусловлено коллективным поведением ансамблей изолированных ферромагнитных наноразмерных частиц. Впервые этот термин упоминается Гелленталем [2] в связи с изучением механизма перемагничивания зернистых пленок. О природе СФМ существуют мнения, что взаимодействие в таких системах можно объяснять как остаток обменного взаимодействия частиц, которые лишь в некоторых местах соприкасаются друг с другом. Однако есть предположения, что природа СФМ связана с дипольным взаимодействием. Магнитомягкие СФМ материалы являются перспективными при разработке устройств микроэлектроники, работающих в высокочастотных диапазонах.

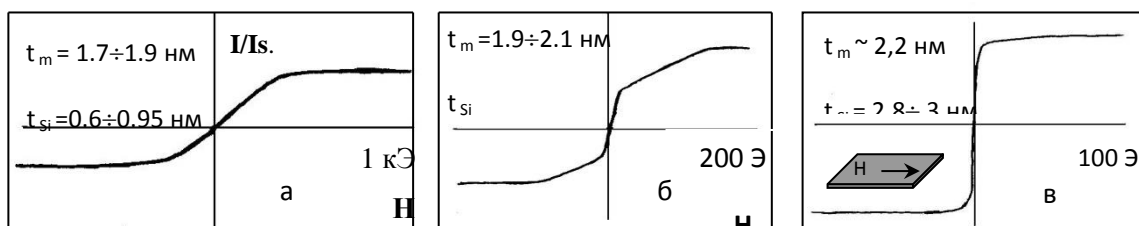


Рис.1 Кривые намагничивания наносистем [(Co<sub>45</sub>Fe<sub>45</sub>Zr<sub>10</sub>)<sub>46</sub>-(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>54</sub>(t<sub>m</sub>)/Si(t<sub>si</sub>)]<sub>40</sub>

[1] W. Kleemann et al. (2001). Phys. Rev B. **63**.134423.

[2] Тонкие ферромагнитные пленки. Под ред. Телескина Р.В. – М.: Мир, - 1964. – 359с.