

Численное моделирование магнитной анизотропии интерфейса системы IrMn/Fe.*Е.В. Зипунова^{1,2}, А.В. Иванов¹*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН

Для создания устройств магниторезистивной памяти зачастую необходимо проведение широкомасштабного моделирования различных магнитных явлений для изучения свойств системы. В частности, системы состоящей из антиферромагнетика IrMn и ферромагнетика Fe. В данной работе изучалась эффективная анизотропия, создаваемая для ферромагнетика антиферромагнетиком.

Рассматривался антиферромагнитный цилиндр с ГЦК решеткой, где немагнитные атомы Ir расположены в узлах решетки. Таким образом, рассматриваются три магнитные подрешетки. Интерфейс между ферромагнетиком и антиферромагнетиком скомпенсированный. Диполь-дипольное взаимодействие не учитывается. В части расчетов учитывается влияние температуры. Намагниченность ферромагнетика лежит в плоскости интерфейса и считается зафиксированной. Направление намагниченности ферромагнетика задается значением угла между намагниченностью и осью OX φ .

Для оценки анизотропного влияния антиферромагнетика на ферромагнетик исследовалась зависимость энергии системы от направления ферромагнетика.

Наиболее адекватным является моделирование из первых принципов. При таком подходе решается система уравнений Ландау-Лифшица [1], записанных для каждого атома. Также в рамках данной работы были получены аналитические результаты, хорошо согласующиеся с расчетами из первых принципов.

В результате исследований были выделены восемь конфигураций намагниченностей трёх подрешеток антиферромагнетика, в которых может находиться система. Система переходит из одной конфигурации в другую только при нагревании до температуры Нееля, так как между этими состояниями большой энергетический барьер.

На графиках рис.1, рис.2 изображена зависимость энергии W от угла φ , определяющего направление намагниченности ферромагнетика, при разных значениях анизотропии K и обмена на интерфейсе J_{FAF} . Данные результаты были получены при начальных условиях соответствующих одной из конфигураций. Из графиков видно, что для данной конфигурации минимум энергии

достигается при $\varphi = 0$ и соответственно это направление совпадает с направлением эффективной анизотропии. Результаты расчетов с начальными условиями, соответствующими другим конфигураций показали, что каждой из выделенных конфигураций соответствует своё направление эффективной анизотропии. Существует всего шесть направлений анизотропии, лежащих в плоскости интерфейса.

Таким образом, был описан механизм возникновения эффективной магнитной анизотропии для ферромагнетика в системе IrMn/Fe.

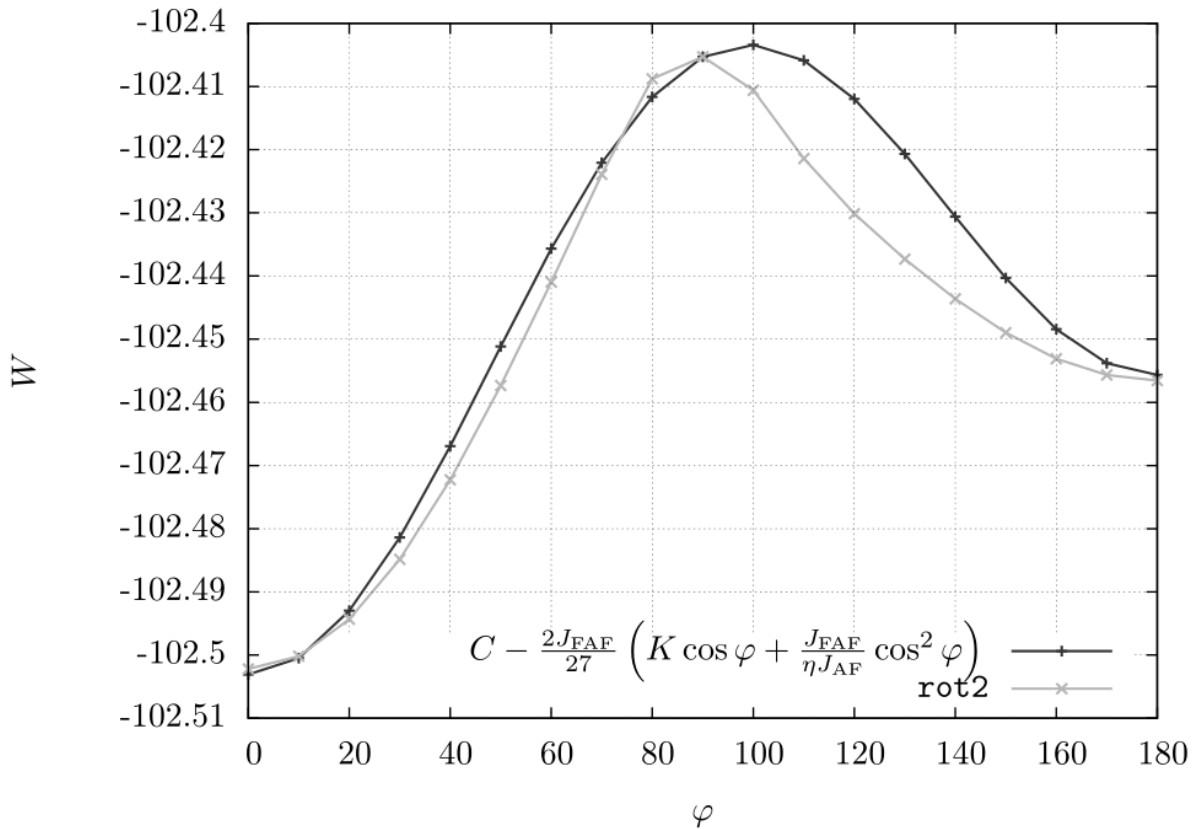


Рис. 1: Зависимость энергии системы от направления намагниченности ферромагнетика φ при анизотропии в ферромагнетике $K = 0.2 J_{AF}$ и обмене на интерфейсе $J_{FAF} = 1.6 J_{AF}$, начальные условия оптимальны для $\varphi = 0$.

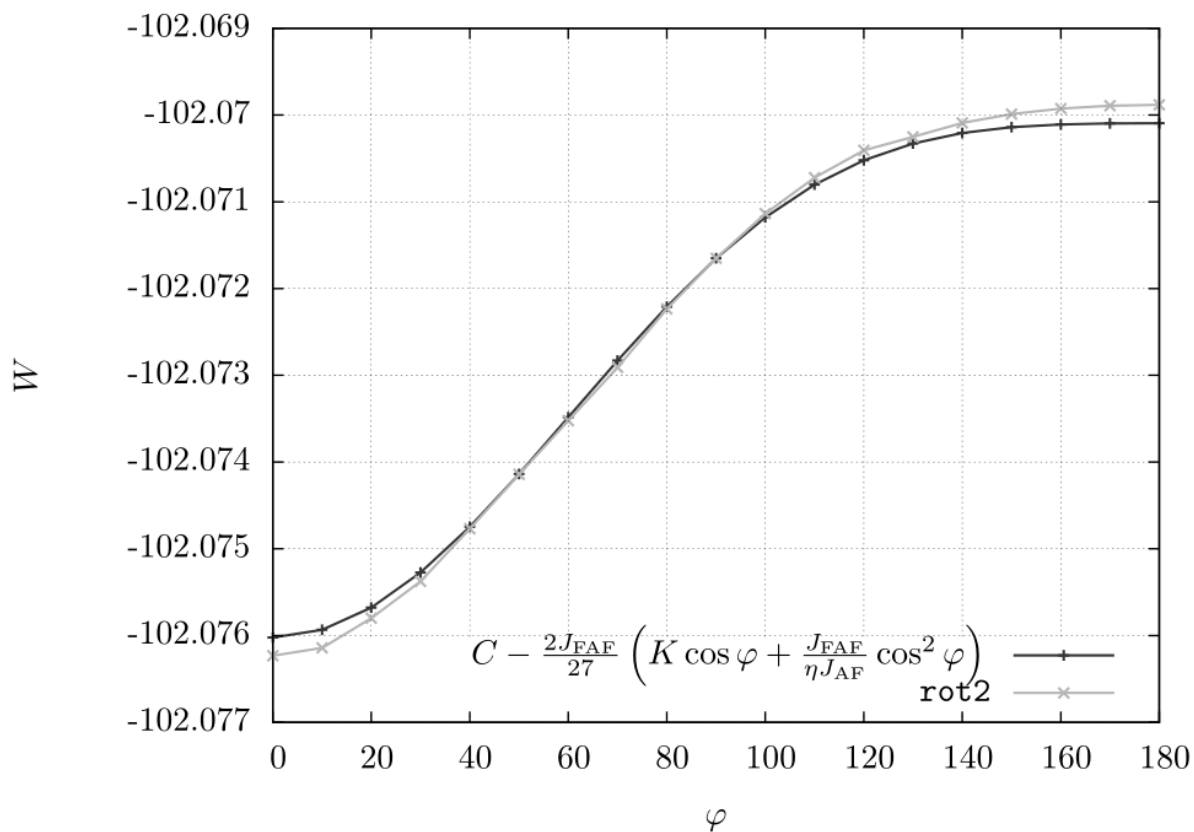


Рис. 2: Зависимость энергии системы от направления намагниченности ферромагнетика φ при анизотропии в ферромагнетике $K = 0.2 J_{AF}$ и обмене на интерфейсе $J_{FAF} = 0.2 J_{AF}$, начальные условия оптимальны для $\varphi = 0$.

Литература.

- 1) Звездин А.К., Звездин К.А., Хвальский А.В. Обобщённое уравнение Ландау-Лифшица и процессы переноса спинового момента в магнитных наноструктурах. - Успехи физических наук, 2008, Т. 178, н. 4, С. 436-442.