

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ
НАМАГНИЧЕННОСТИ ОРТОФЕРРИТА ТУЛИЯ

К.П.Белов, А.М.Кадомцева, Т.М.Леднева,
Т.Л.Овчинникова, В.А.Тимофеева

Слабый ферромагнетизм ортоферритов редкоземельных элементов общей формулы $RFeO_3$, где R - ион редкоземельного элемента, обусловлен неколлинеарным расположением магнитных моментов железных подрешеток [1]. Редкоземельные ионы находятся в ортоферритах в магнитно-неупорядоченном состоянии и могут упорядочиваться лишь при очень низких температурах. Между железными и редкоземельными ионами должно существовать обменное взаимодействие, приводящее к появлению индуцированного магнитного момента в системе парамагнитных редкоземельных ионов, так что полный магнитный момент должен быть равен:

$$M = M_s + I_{AB} \chi_p M_s,$$

где M_s - результирующий спонтанный магнитный момент железных подрешеток, I_{AB} - параметр обменного взаимодействия, χ_p - восприимчивость редкоземельных ионов [2].

Вследствие сильной температурной зависимости второе слагаемое, представляющее собой наведенный магнитный момент в системе редкоземельных ионов, может оказаться при низких температурах больше результирующей спонтанной намагниченности железных подрешеток и при отрицательном параметре обменного взаимодействия I_{AB} в температурной зависимости намагниченности ортоферрита должна появиться точка компенсации.

Подобный аномальный характер температурной зависимости намагниченности был нами обнаружен для ортоферрита тулия. При понижении температуры до 90°K мы наблюдали, снимая кривые вращающих моментов, переориентацию магнитного момента от с-оси к а-оси кристалла, что находится в согласии с данными работы [3].

Ниже 90°K спонтанный магнитный момент монокристалла ортоферрита тулия жестко ориентирован вдоль а-оси ромбического кристалла, и вращающий момент для плоскости (001) может быть выражен следующим соотношением:

$$M(001) = \pm \sigma_0 H \sin \varphi - \frac{\chi_a - \chi_b}{2} H^2 \sin 2\varphi, \quad (I)$$

где φ - угол между осью и полем, σ_0 - спонтанная намагниченность, χ_a и χ_b - восприимчивости вдоль а- и b- осей кристалла. Знак \pm перед первым членом соответствует разрыву в величине вращающего момента при перемагничивании образца вдоль а-оси при $\varphi = 90^{\circ}$. На рис. 1 приведены кривые вращающих моментов, снятые с плоскости (001) монокристалла ортоферрита тулия в температурном интервале от 78 до $4,2^{\circ}\text{K}$. Из этих кривых по величине вращающего момента при $\varphi = 90^{\circ}$ могут быть найдены значения намагниченности при разных температурах. Полученная таким образом зависимость намагниченности от температуры приведена на рис. 2. При 92°K спонтанная намагниченность вдоль а-оси равна нулю, так как магнитный момент при этой температуре ориентирован еще вдоль с-оси кристалла.

При незначительном понижении температуры ($\sim 2^{\circ}$) намагниченность вдоль а-оси быстро возрастает, достигая значения 1 гс/г/см^3 , в связи с переориентацией магнитного момента от с-оси к а-оси. При дальнейшем понижении температуры намагниченность плавно уменьшается, обращаясь в нуль при 18°K . Кривая вращающих моментов, снятая при этой температуре (рис. 1), представляет собой синусоиду и не обнаруживает разрывов в величине вращающего момента при $\varphi = 90^{\circ}$, соответствующих наличию спонтанной намагниченности. Ниже 18°K спонтанная намагниченность вдоль а-оси снова начинает возрастать.

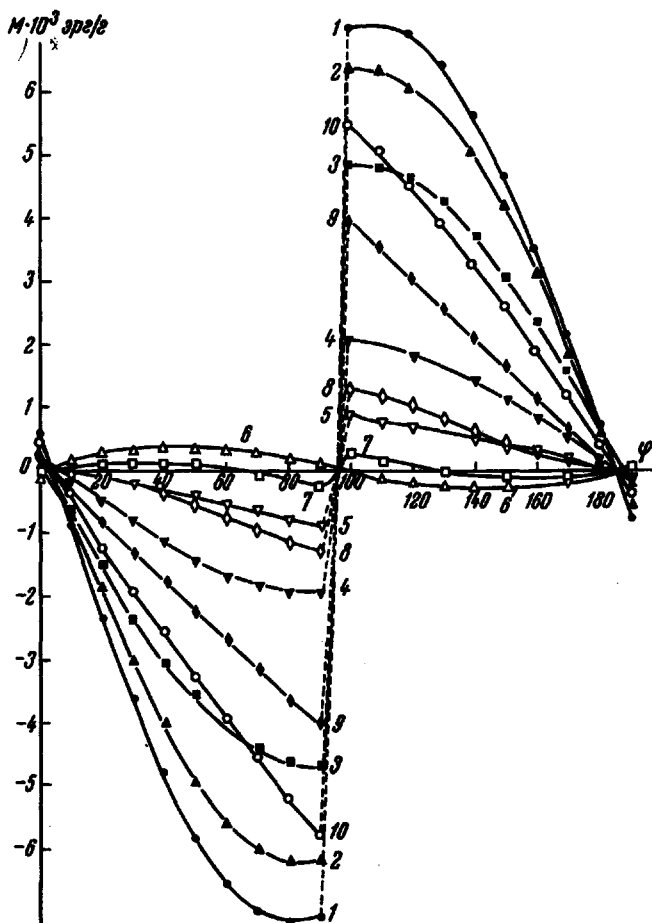


Рис. 1. Кривые вращающих моментов монокристалла ортоферрита титанита в плоскости (001), снятые в поле 6,25 кэ при температурах: 1 - 78, 2 - 58, 3 - 39,5, 4 - 26,5, 5 - 22,6, 6 - 18, 7 - 17, 8 - 14, 9 - 8, 10 - 4,2°К

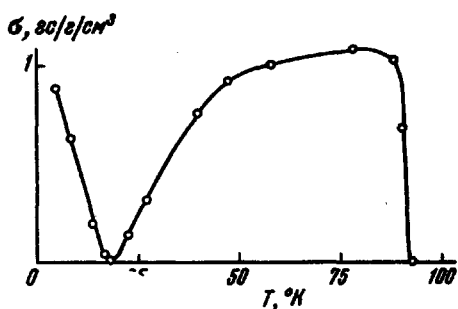


Рис. 2. Температурная зависимость спонтанной намагниченности монокристалла ортоферрита титанита вдоль а-оси

Обращение в нуль спонтанной намагниченности происходит, очевидно, за счет компенсации магнитных моментов ионов железа и титана, что должно наблюдаться, как отмечалось выше, при отрицательном обменном взаимодействии между этими ионами. По-видимому, аналогичное явление наблюдалось авторами ранее для ортоферрита самария при $4,2^{\circ}\text{K}$ [4], однако там трудно было дать однозначную трактовку наблюдаемому явлению, так как отсутствовали измерения ниже точки компенсации.

Как известно, точки магнитной компенсации наблюдаются для большинства редкоземельных ферритов со структурой граната. Как следует из наших измерений, они также, по-видимому, свойственны и для некоторых ортоферритов редкоземельных элементов.

Физический факультет
Московского государственного
университета

им. М.В.Ломоносова

Поступило в редакцию
8 июля 1965 г.

Литература

- [1] K.M.Bozorth, V.Kramer, J.P.Remeika. Phys.Rev. Lett., I, 3, 1958.
- [2] Е.А.Туров, ФММ, II, 321, 1961.
- [3] S.Kuroda, T.Miyadai, A. Naemura, N.Niizeki, H.Takata. Phys. Rev., 122, 446, 1961.
- [4] К.П.Белов, А.М.Кадомцева, Т.Л.Овчинникова, В.А.Тимофеева. ФММ, 19, 778, 1965 .