

ИССЛЕДОВАНИЕ СПИНОВОЙ ПЕРЕОРИЕНТАЦИИ В МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ $TmFeO_3$ МЕТОДОМ ЯМР

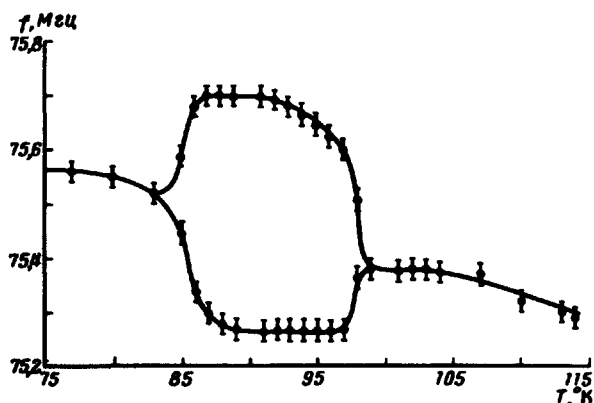
В. Д. Дорошев, Н. М. Ковшун, Е. Е. Соловьев,

А. Я. Червоенкис, А. А. Шемяков

Спиновая переориентация в редкоземельных ортоферритах изучалась различными методами: магнетоторсионным, нейтронной дифракцией, мессбауэровской и оптической спектроскопией и микроволновым поглощением [1 – 5].

В этих работах установлено, что переход от одной спиновой конфигурации к другой осуществляется в конечном интервале температур ($10 \pm 20^\circ K$). Кроме того, делается вывод, что переход осуществляется путем плавного вращения результирующего момента от оси c к оси a кристалла и является фазовым переходом второго рода.

В данной работе изучался процесс переориентации в ортоферрите тулия $TmFeO_3$ методом ядерного магнитного резонанса ядер Fe^{57} , сигнал ЯМР в котором впервые наблюдался в работе [6].



Температурная зависимость резонансных частот Fe^{57} в ортоферрите тулия $TmFeO_3$ в области спиновой переориентации. Величина систематической ошибки измерения резонансных частот (± 70 кГц) на графике не указана

Использовался монокристаллический образец, выращенный методом бестигельной зонной плавки с оптическим нагревом по методике [7]. Содержание изотопа Fe^{57} естественное. Измерения проведены на спектрометре спинового эха с разверткой по частоте и автоматической записью спектров при длительности импульсов $\tau_1 = 3,5$ мксек и $\tau_2 = 7,0$ мксек. Частота следования импульсов $2,8$ кГц, интервал между импульсами – 300 мксек.

Малые значения коэффициента усиления ЯМР ($\eta \approx 20$) вдали от области переориентации ($T = 77^\circ K$) и большие времена релаксации указывают на то, что наблюдались сигналы – эхо от ядер в объеме доменов.

Нами исследован ход резонансных частот в интервале температур $75 + 114^\circ K$. Данные этих измерений приведены на рисунке.

В области температур $75 + 83^\circ K$ и $98 + 114^\circ K$ наблюдается одиночная линия поглощения, резонансная частота которой изменяется в со-

ответствии с температурной зависимостью подрешеточной намагниченности. Ширина этой линии при указанных выше условиях регистрации составляет 120 $\mu\text{ц}$.

Однако, в диапазоне температур $83 + 98^\circ\text{K}$ происходит аномальное расщепление одиночной линии на две линии равной интенсивности. Максимальная величина расщепления при температуре 91°K составляет 450 $\mu\text{ц}$; это соответствует разности локальных полей на ядрах $3,3 \text{ кэ}$.

Своеобразный ход резонансных частот в области спиновой переориентации TmFeO_3 можно объяснить следующим образом. Поскольку окружение ионов Fe^{3+} некубическое, по-видимому, существует анизотропия резонансных частот, вызванная анизотропией дипольного поля и сверхтонкого взаимодействия. При температурах $T < 83^\circ\text{K}$ и $T > 98^\circ\text{K}$ магнитные моменты ионов Fe^{3+} ориентируются приблизительно вдоль c и a осей кристалла, соответственно. При этом имеется одинаковый вклад от анизотропных членов в локальное поле на ядрах ионов Fe^{3+} в подрешетках, благодаря чему наблюдается одиночная линия.

В процессе переориентации легкая ось симметрично расщепляется на два направления, отстоящие от оси c на угол $\pm\theta$. В этом случае нарушается эквивалентность ионов Fe^{3+} , т. е. анизотропные вклады в локальное поле имеют знак, и это приводит к расщеплению резонансной линии на две линии равной интенсивности.

Порядок величины расщепления не противоречит этому предположению.

Полученные результаты подтверждают непрерывность изменения угла θ и свидетельствуют в пользу фазового перехода второго рода.

Определенный нами температурный диапазон переориентации ($83 + 98^\circ\text{K}$) удовлетворительно согласуется с данными работы [1] ($81,5 + 94^\circ\text{K}$), полученными магнетоторсионным методом. Небольшое расхождение в величине интервала может быть объяснено тем, что наши измерения свободны от влияния внешнего магнитного поля.

Отмеченное в работе [4] отсутствие аномалий в температурной зависимости эффективного магнитного поля на ядрах Fe^{57} в ортоферрите SmFeO_3 в области переориентации, возможно, связано с меньшей разрешающей способностью мессбауэровской спектроскопии.

Расчет анизотропии дипольного поля и сверхтонкого взаимодействия позволит из приведенных данных определить зависимость угла θ от температуры. Эти данные будут опубликованы позднее.

Донецкий физико-технический институт
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
23 сентября 1971 г.

Литература

- [1] E.M.Gyorgy, J.P.Remeika, F.V.Hagedorn. J.Appl. Phys., 39, 1369, 1968.
- [2] К.П.Белов, Р.А.Болков, Б.П.Горанский, А.М.Кадомцева, В.В.Усков. ФТТ, 11, 1148, 1969.

- [3] J.A.Leake, G.Shirane, J.P.Remeika. *Solid State Comm.* **6**, 15, 1968.
 - [4] А.М.Балбашов, В.М.Голубев, Е.Ф.Макаров, В.А.Повицкий, А.Я.Червоненкис. *ФТТ*, **13**, 685, 1971.
 - [5] R.V.Hagedorn, E.M.Gyorgy, R.C.LeCraw, J.C.Hensel, J.P.Remeika. *Phys. Rev. Lett.*, **21**, 364, 1968.
 - [6] Н.М.Ковтун, Е.Е.Соловьев, А.А.Шемяков, В.А.Хохлов. *Письма в ЖЭТФ*, **14**, 105, 1971.
 - [7] А.В.Антонов, А.М.Балбашов, А.Я.Червоненкис. *ФТТ*, **12**, 1724, 1970.
-