

ПРИМЕНЕНИЕ МЕССБАУЭРОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ФЕРРИТОВ В ОБЛАСТИ ТОЧКИ КОМПЕНСАЦИИ

Ш.М.Алиев, И.К.Камилов, Е.В.Савина

Многие редкоземельные ферриты-граваты имеют точку компенсации T_k , в которой происходит взаимная компенсация намагниченностей подрешеток феррита. В области T_k в ферритах происходит изменение доменной структуры — при приближении к T_k размеры доменов в феррите увеличиваются, и вблизи T_k в образце исчезает доменная структура [1-3]. Для исследования доменной структуры в ферритах в области T_k обычно применяют методы, основанные на магнитооптических эффектах Фарадея и Керра [2,3]. В данной работе предлагается метод исследования доменной структуры в ферритах в области T_k , основанных на эффекте Мессбауэра.

Известно, что относительные интенсивности линий мессбауэровского спектра ядер ^{57}Fe в однородно-намагниченном образце зависят от угла θ между направлением распространения γ -квантов и направлением намагниченности в образце [4]

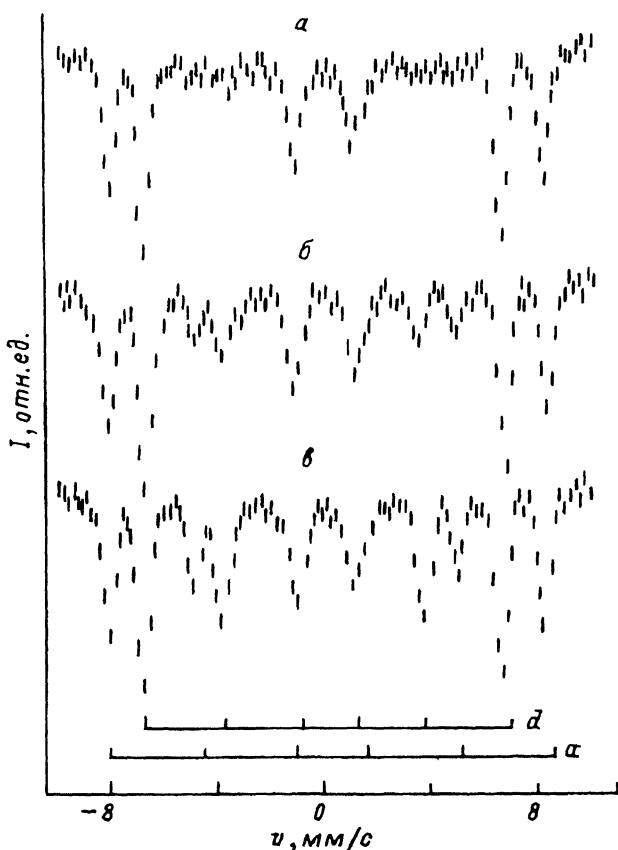
$$I_{1,6} = 3(1 + \cos^2 \theta),$$

$$I_{2,5} = 4\sin^2 \theta,$$

$$I_{3,4} = 1 + \cos^2 \theta. \quad (1)$$

Отсюда видно, что при $\theta = 0$ линии 2 и 5 в спектре исчезают. Следовательно, если направление распространения γ -квантов совпадает с осью легкого намагничивания, то отсутствие доменной структуры в образце вблизи T_k проявится в мессбауэровском спектре отсутствием линий 2 и 5. Появление же доменной структуры в образце при удалении от T_k отразится в мессбауэровском спектре появлением линий 2 и 5 (поскольку появляются доменные стенки и, следовательно, углы θ), причем относительные интенсивности линий 2 и 5 будут зависеть от количества доменов в единице объема образца.

Метод проверялся на феррите $\text{Gd}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ($T_k = 286 \text{ K}$). Из монокристалла феррита был вырезан образец диаметром 6 мм и толщиной ~ 50 мкм по плоскости, перпендикулярной оси легкого намагничивания. В феррите $\text{Gd}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ осями легкого намагничивания являются оси типа [111], все они равновероятны [5]. Ориентация вектора намагниченности образца вдоль оси легкого намагничивания, перпендикулярной плоскости образца, была осуществлена следующим образом. Температура образца была доведена до T_k , затем к образцу было приложено магнитное поле $H = 5 \text{ кЭ}$, перпендикулярное плоскости образца, и выключено. При этом авторы исходили из того, что после выключения H вектор намагниченности образца сохраняет свою ориентацию



Мессбауэровские спектры монокристаллической пластинки феррита $Gd_3Fe_5O_{12}$ в области T :

$T = T_k$ (а), $T = T_k + 9$ К (б), $T = T_k + 34$ К (в). Плоскость среза пластинки перпендикулярна оси легкого намагничивания.

вдоль выбранной оси легкого намагничивания, так как вблизи T_k собственное размагничивающее поле образца близко к нулю. После этого снимался мессбауэровский спектр, причем температура образца сохранялась неизменной. Типичный спектр приведен на рисунке, а. Как видно из этого рисунка, линии 2 и 5 в спектре отсутствуют, что говорит об отсутствии доменной структуры в образце. Путем постепенного изменения температуры от T_k в ту и другую сторону было установлено, что образец находился в однодоменном состоянии в области температур 284–288 К. За этим интервалом в образце возникла доменная структура со все более мелкими доменами, об этом свидетельствуют мессбауэровские спектры б, в. Таким образом, наряду с магнитооптическими методами Фарадея и Керра, мессбауэровская спектроскопия также может быть применена при исследовании доменной структуры в ферритах в области T_k .

Эффект возникновения однородно-намагниченного состояния в образце вблизи T_k может быть использован для определения направлений легкого намагничивания в кристаллах. Это видно из рисунка, а: при совпадении оси легкого намагничивания в образце, находящемся

при $T = T_k$ (или в непосредственной близости к T_k), с направлением распространения γ -квантов линии 2 и 5 в спектре пропадают. Следовательно, поворачивая произвольно вырезанный из монокристалла образец в разных плоскостях на определенные углы и поддерживая при этом температуру образца равной T_k , можно добиться исчезновения линий 2 и 5 в спектре. В этом случае направление распространения γ -квантов и ось легкого намагничивания в образце будут параллельны друг другу.

Задачу можно упростить, если предварительно приложить к образцу внешнее магнитное поле, перпендикулярное плоскости образца, и выключить его. После выключения поля вектор намагниченности образца перейдет на ближайшую к направлению приложенного поля ось легкого намагничивания в образце. При перпендикулярном направлении γ -квантов к поверхности образца угол между этими двумя направлениями можно найти из выражения

$$\theta = \arccos \sqrt{\frac{4 - 3C}{3C + 4}}, \quad C = \frac{I_{2,5}}{I_{1,6}}. \quad (2)$$

Таким образом, из первого измерения можно найти угол между нормалью к плоскости образца и ближайшей к этой нормали осью легкого намагничивания в образце. Поворачивая образец на этот угол относительно направления распространения γ -квантов, быстрее можно добиться исчезновения линий 2 и 5 в спектре.

Список литературы

- [1] Барьяхтар В.Г., Яблонский Д.А. // ФТТ. 1974. Т. 16. № 11. С. 3511.
- [2] Лисовский Ф.В., Мансветова Е.Г., Шаповалов В.И. // ЖЭТФ. 1976. Т. 71. № 6. С. 1443.
- [3] Кандаурова Г.С., Памятных Л.А. // ФТТ. 1989. Т. 31. № 1. С. 132.
- [4] Иркаев С.М., Кузьмин Р.Н., Опаленко А.А. Ядерный гамма-резонанс. М., 1970. 205 с.
- [5] Белов К.П. Редкоземельные магнетики и их применение. М., 1980. 239 с.

Институт физики ДНЦ РАН
Махачкала

Поступило в Редакцию
29 июля 1993 г.