

УДК 538.652+538.245

Э. М. СМОКОТИН, К. А. САБЛИНА и Э. А. ПЕТРАКОВСКАЯ

МАГНИТОУПРУГАЯ СВЯЗЬ В ДИАМАГНИТНО-ЗАМЕЩЕННЫХ ИТТРИЕВЫХ ГРАНАТАХ

В данной работе экспериментально исследовались температурные зависимости констант магнитострикции λ_{100} и λ_{111} монокристаллов иттрий-алюминиевых и иттрий-скандиевых ферритов. Такое исследование представляет интерес с точки зрения выяснения микроскопической природы магнитоупругой связи ионов Fe^{3+} в гранатах, так как при замещениях ионов Fe^{3+} ионами Sc^{3+} последние размещаются в октаэдрических позициях, а ионы Al^{3+} , замещающие в малых количествах ионы Fe^{3+} , располагаются преимущественным образом в тетраэдрических узлах [1].

Измерения проводились методом ферромагнитного резонанса (ФМР) [2] на частоте 9000 Мгц в интервале температур 100–450° К. Использовались качественные образцы монокристаллов $\text{Y}_3\text{Al}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_{12}$ ($x = 0; 0,19; 0,75$) и $\text{Y}_3\text{Sc}_y\text{Fe}_{3-y}\text{O}_{12}$ ($y = 0,48; 0,7; 1,0$) в форме шариков, подвергнутых химической полировке. Ширина линии ФМР для использованных образцов 0,3–1 э.

Константы λ_{100} и λ_{111} рассчитывались по измеренным значениям сдвигов резонансных полей δH_{100} и δH_{111} при намагничивании образца в кристаллографических направлениях [100] и [110] соответственно и сдавливании его в направлении [110], перпендикулярном плоскости (110), в которой осуществлялось намагничивание образца [2]. Температурные зависимости намагниченности насыщения, необходимые для расчета, измерялись статическим методом в поле 10 000 э.

Измеренные температурные зависимости констант магнитострикции представлены на рис. 1 и 2.

Как видно из рисунков, характер изменения температурных зависимостей констант λ_{100} и λ_{111} различен в зависимости от замещения ионов Fe^{3+} ионами Al^{3+} или Sc^{3+} (тетраэдрические или октаэдрические узлы соответственно).

Из рис. 2 следует, что константа $|\lambda_{111}|$ при малых содержаниях ионов Al^{3+} вначале растет, а затем уменьшается. С увеличением же содержания ионов Sc^{3+} константа $|\lambda_{111}|$ монотонно уменьшается (рис. 1).

Константа $|\lambda_{100}|$ для иттриевого феррита имеет максимум. При увеличении содержания ионов Al^{3+} максимум становится менее четким, а при $x = 0,75$, как видно из рис. 2, $|\lambda_{100}|$ монотонно уменьшается с увеличением температуры. Для системы кристаллов, содержащих ионы Sc^{3+} , константа λ_{100} при понижении температуры от комнатной меняет знак и обнаруживает температурные точки компенсации.

Полученные температурные зависимости констант магнитострикции могут быть интерпретированы на основе одноионной теории [3]. При этом необходимо учитывать диполь-дипольную связь [4]. Такая интерпретация дает возможность получить значение констант λ_{100} и λ_{111} , экстраполированных к 0° К. Эти значения были использованы нами для оценки величин констант λ_{100} и λ_{111} на единицу замещения ($x = 1$) ионов Fe^{3+} ионами Sc^{3+} . По-

лученные величины, в которых учтен только одноионный вклад, равны $\lambda_{100} = -7,9 \cdot 10^{-6}$, $\lambda_{111} = -4,05 \cdot 10^{-6}$. Рассчитанные из них одноионные коэффициенты магнитоупругой связи для иона Fe^{3+} октаэдрической позиции равны $b_1 = 19 \cdot 10^6 \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-3}$; $b_2 = 9,3 \cdot 10^6 \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-3}$.

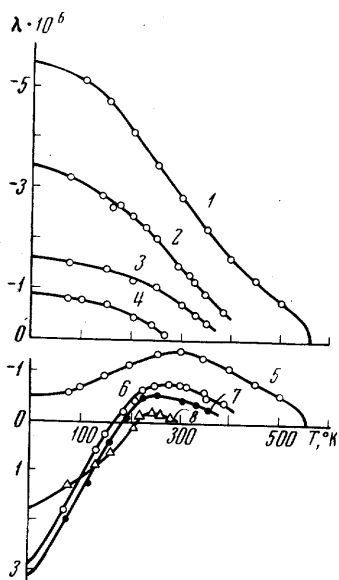


Рис. 1

Рис. 1. Зависимости констант магнитострикции монокристаллов $Y_3Sc_yFe_{5-y}O_{12}$ от температуры; λ_{111} : 1 — $y = 0$; 2 — $y = 0,48$; 3 — $y = 0,7$; 4 — $y = 1,0$; λ_{100} : 5 — $y = 0$; 6 — $y = 0,48$; 7 — $y = 0,7$; 8 — $y = 1,0$

Рис. 2. Зависимости констант магнитострикции монокристаллов $Y_3Al_xFe_{5-x}O_{12}$ от температуры: 1 — λ_{111} для $x = 0,19$; 2 — λ_{111} для $x = 0,75$; 3 — λ_{100} для $x = 0,75$; 4 — λ_{100} для $x = 0,19$

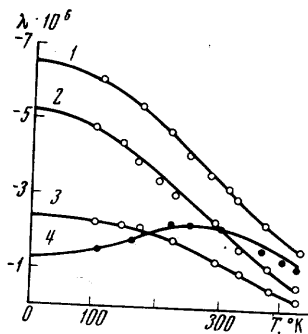


Рис. 2

В заключение выражаем благодарность А. Г. Титовой за представленные образцы иттрий-алюминиевых ферритов и А. Мелузину за помощь при проведении эксперимента.

Институт физики
им. Л. В. Киренского
Сибирского отделения
Академии наук СССР
Красноярский государственный университет

Литература

1. Белов К. П., Зайцева М. А., Дополнение к книге Я. Смита, Х. Вейна, «Ферриты», Изд-во иностр. лит., М., 1962.
2. Петраковский Г. А., Смокотин Э. М., Титова А. Г., Физ. твердого тела, **9**, 2423 (1967).
3. Callen E. R., Clark A. E., De Savage B., Coleman W., Callen H. B., Phys. Rev., **130**, 1735 (1963).
4. Петраковский Г. А., Изв. АН СССР. Сер. физ., **34**, 1052 (1970).