

## ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В НЕКОТОРЫХ ОРТОФЕРРИТАХ

*Н.М.Ковтун, Е.Е.Соловьев, А.А.Шемяков, В.А.Хозлов*

В настоящее время сигналы ядерного магнитного резонанса на ядрах  $\text{Fe}^{57}$  в ортоферритах наблюдались лишь в монокристалле иттриевого ортоферрита, выращенного гидротермальным методом при спонтанной кристаллизации, с помощью сверхрегенератора [1]. Что же касается ЯМР в сверхтонких полях на ядрах  $\text{Y}^{89}$ , то он, как это следует из литературы, вообще не обнаружен ни в одном ферро- или антиферромагнитном соединении.

В данной статье приводится краткая информация об обнаружении ЯМР  $\text{Fe}^{57}$  в  $\text{YFeO}_3$ ,  $\text{TmFeO}_3$  и  $\text{Y}_{1-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ , а также ЯМР  $\text{Y}^{89}$  в  $\text{YFeO}_3$  и  $\text{Y}_{1-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ .

В качестве образцов использовались поликристаллические иттриевые и иттрий-лантановые ортоферриты, полученные по обычной керамической технологии, и монокристаллический тулиевый ортоферрит, выращенный методом безтигельной зонной плавки с оптическим нагревом.

Поиск сигналов ЯМР велся с помощью полуавтоматического спектрометра спинового эха при длительности возбуждающих импульсов  $\tau_1 = 1 \text{ мксек}$  и  $\tau_2 = 1 \text{ мксек}$ . Для исключения влияния поперечной и продольной релаксации интервал между импульсами был выбран  $50 \text{ мксек}$ , частота повторения равна  $29 \text{ Гц}$ . Регистрация сигналов осуществлялась с помощью стробоскопического интегратора. Все измерения производились при температуре  $77^\circ\text{K}$ .

ЯМР на ядрах  $\text{Fe}^{57}$  в иттриевом ортоферрите наблюдался на частоте  $75,9 \text{ МГц}$ , что соответствует сверхтонкому полю на ядре  $550,0 \text{ кэ}$ . В отличие от [1], где обнаружены две близко расположенные линии  $75, 38$  и  $75,95 \text{ МГц}$ , в этом диапазоне мы обнаружили лишь одну линию, ширина которой перекрывает указанный диапазон.

ЯМР на ядрах  $Fe^{57}$  в тулиевом ортоферрите обнаружен на частоте  $75,8 \text{ МГц}$ , что соответствует сверхтонкому полю на ядре  $549,2 \text{ кэ}$ . Эти результаты хорошо согласуются с данными, полученными методом ЯГР [2].

Делались попытки обнаружить сигнал ЯМР на ядрах  $Fe^{57}$  в лантановом ортоферрите. Однако они оказались безуспешными. По мере замещения ионов иттрия в иттриевом ортоферрите ионами лантана, амплитуда сигнала ЯМР уменьшилась и при замещении свыше 70% иттрия сигнал практически наблюдать невозможно. При замещении иттрия лантаном частота ЯМР  $Fe^{57}$  практически не изменялась.

Даже при 70-процентном замещении сдвиг резонансной частоты не превышает ошибку измерения ( $\pm 0,05 \text{ МГц}$ ).

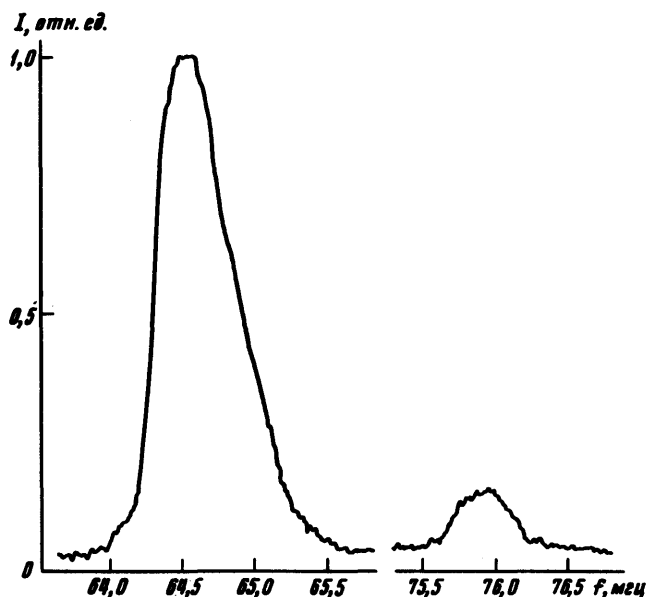


Рис.1. Спектр ЯМР иттриевого ортоферрита

Кроме указанного сигнала, принадлежащего ядрам  $Fe^{57}$  в иттриевом ортоферрите, на частоте  $64,6 \text{ МГц}$  был обнаружен сигнал, интегральная интенсивность которого превосходит больше, чем на порядок интегральную интенсивность сигнала от ядер  $Fe^{57}$  (рис.1).

С целью определения принадлежности этого сигнала, были сняты мессбауэровские спектры поглощения в  $YFeO_3$ . Было обнаружено наличие одного поля сверхтонкого взаимодействия, соответствующее частоте ЯМР  $Fe^{57}$   $75,9 \text{ МГц}$ . Поскольку в  $YFeO_3$  имеется лишь два сорта магнитных ядер  $Fe^{57}$  и  $Y^{89}$ , можно положить, что наблюдаемый на частоте  $64,6 \text{ МГц}$  сигнал принадлежит ионам иттрия, что соответствует полю на ядре  $307,6 \text{ кэ}$ . Результат расчета интегральных интенсивностей сигналов на частотах  $64,6$  и  $75,9 \text{ МГц}$  по порядку согласуется с отношением естественного содержания изотопов  $Y^{89}$  и  $Fe^{57}$  в данном соединении.

Подтверждением того, что сигнал на частоте 64,6 МГц от ядер  $Y^{89}$  могут служить данные приведенные на рис.2, на котором дана зависимость отношения интегральных интенсивностей сигналов на частотах 64,6 и 75,9 МГц, пронормированных к отношению интенсивностей в чистом иттриевом ортоферрите при замещении ионов  $Y$  ионами  $La$ .

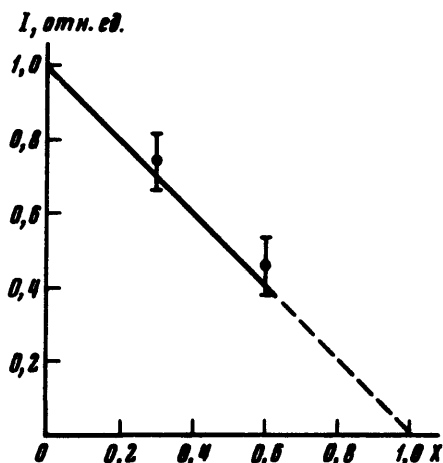


Рис.2. Зависимость отношения интегральных интенсивностей сигналов на частотах 64,6 и 75,9 МГц от степени замещения иттрия лантаном

Так как относительное количество магнитных ядер  $Fe^{57}$  при замещении иттрия лантаном остается одним и тем же, то при уменьшении ионов  $Y$  это отношение должно уменьшиться, как это и следует из рис.2. При 100-процентном замещении иттрия лантаном сигнал не наблюдается ни на частоте 75,9 МГц, как уже указывалось выше, ни на частоте 64,6 МГц.

Причина уменьшения сигнала от ядер  $Fe^{57}$  при замещении иттрия лантаном и его полное исчезновение при 100-процентном замещении пока не выяснена.

Авторы выражают благодарность И.В.Матяшу за снятие мессбауэровских спектров в иттриевом ортоферрите и Н.М.Стафеевой за приготовление поликристаллических ортоферритов.

Донецкий  
физико-технический институт  
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию  
14 июня 1971 г.

#### Литература

- [ 1 ] А.В.Залесский. Письма в ЖЭТФ, 12, 468, 1970.  
[ 2 ] M.Eibschütz, S.Shtrikman, D.Trevest. Phys. (Rev.), 156, 562, 1967.