

УДК 620.22

И. И. Нигматуллина, В. В. Парфенов, Р. М. Еремина, А. В. Пятаев

ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань

nigmatullina88@yandex.ru

Научный руководитель – д-р. физ.-мат. наук *В. В. Парфенов*

МАГНИТНАЯ МИКРОСТРУКТУРА СЕГНЕТОМАГНЕТИКОВ



АННОТАЦИЯ

Изучены манганиты иттербия YbMnO_3 , и Sr-замещенные ферроманганиты иттербия $\text{Yb}_{0.82}\text{Sr}_{0.18}\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ($x = 0,0-0,2$) методами рентгеноструктурного анализа, магнитного резонанса и ядерного гамма-резонанса. Обнаружено, что спектры ЭПР состоят из двух линий с различным температурным поведением. В области низких температур ширина линии уменьшается, а резонансное значение поля растет при повышении температуры, т.е. наблюдается поведение, типичное для суперпарамагнитных частиц. В низкотемпературных спектрах ЯГР также обнаружено совместное присутствие магнитно-упорядоченной и парамагнитной фазы.

Ключевые слова: микроструктура, рентгеноструктурный анализ, сегнетомагнетики

ABSTRACT

X-ray analysis, magnetic resonance imaging and nuclear gamma resonance. It was found that the EPR spectra consist of two lines with different temperature behavior. At low temperatures the line width decreases, and the value of the resonance increases with increasing temperature, ie there is behavior typical of superparamagnetic particles. The low-temperature spectra of NGR also found the joint presence of magnetically ordered and paramagnetic phase.

Keywords: microstructure, X-ray diffraction analysis, segnetomagnetik

Образцы стронций-замещенных ферроманганитов иттербия, а также манганит иттербия YbMnO_3 были синтезированы по стандартной керамической технологии из взятых в стехиометрическом соотношении смеси исходных оксидов. Спекание проводилось в три этапа при $T = 1223 \text{ K}$, 1323 K и 1423 K , соответственно, по 8 часов каждое. Подробнее синтез образцов описан в [1].

Методом рентгеноструктурного анализа (РСА) установлено, что все образцы имеют структуру ильменита (пространственная группа $\text{R}\bar{3}\text{cm}$).

Дифрактограмма YbMnO_3 представлена на рис.1. Параметры решетки находятся в хорошем согласии с литературными данными [2] (табл. 1).

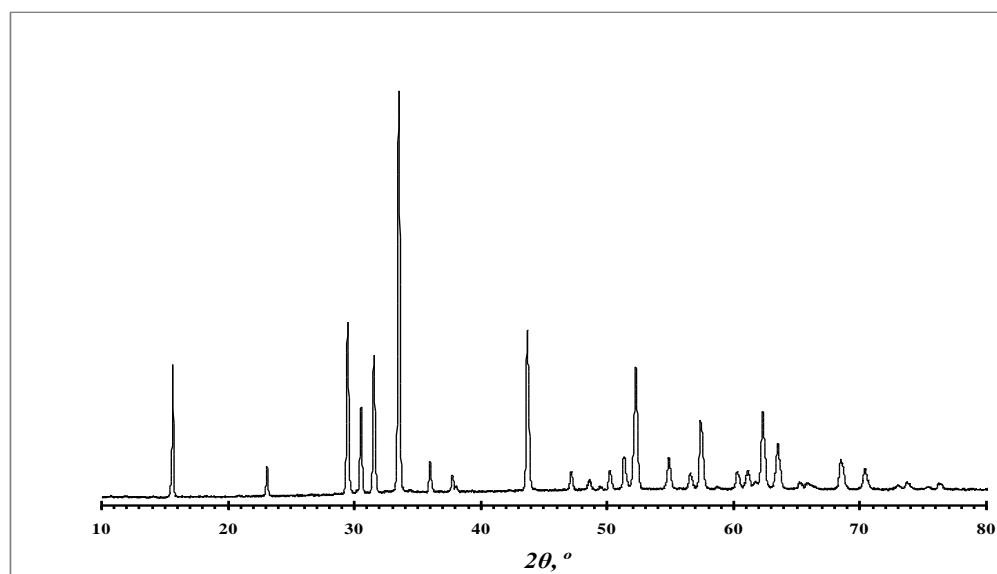


Рис. 1. Дифрактограмма YbMnO_3

Таблица 1

Параметры кристаллической структуры соединений
 $\text{Yb}_{0,82}\text{Sr}_{0,18}\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ($x=0; 0,1; 0,2$) и YbMnO_3

Соединение	a , Å	c , Å
YbMnO_3	6,063 [3] 6,070 [наши данные]	11,353 [3] 11, 358 [наши данные]
$\text{Yb}_{0,82}\text{Sr}_{0,18}\text{MnO}_3$	6,073 (0,001)	11,359 (0,001)
$\text{Yb}_{0,82}\text{Sr}_{0,18}\text{Mn}_{0,9}\text{Fe}_{0,1}\text{O}_3$	6,065	11,399
$\text{Yb}_{0,82}\text{Sr}_{0,18}\text{Mn}_{0,85}\text{Fe}_{0,15}\text{O}_3$	6,060	11,413
$\text{Yb}_{0,82}\text{Sr}_{0,18}\text{Mn}_{0,8}\text{Fe}_{0,2}\text{O}_3$	6,057	11,423

Замещение части иттербия стронцием, имеющим больший ионный радиус, приводит к некоторому увеличению параметра a , параметр c остается практически неизменным в пределах точности измерений. Образцы при этом остаются практически однофазными, хотя незначительные по интенсивности рефлексы, соответствующие $\text{Sr}(\text{Mn},\text{Fe})\text{O}_3$ в дифрактограммах все же присутствуют.

В мессбауэровских спектрах ферроманганитов иттербия при комнатной температуре не наблюдается магнитной сверхтонкой структуры. Спектры хорошо описываются суперпозицией двух квадрупольных дублетов с расщеплениями, соответствующими искаженному октаэдрическому и гексаэдрическому окружению мессбауэровского катиона [3]. Магнитное фазовое расслоение в мессбауэровских спектрах наблюдается при температуре 80 К, когда спектр представляет собой суперпозицию дублета и секстета.

Спектры ЭПР $\text{Yb}_{0.82}\text{Sr}_{0.18}\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ измерены в X-диапазоне при температурах от 100 до 320 К. При низких температурах спектры $\text{Yb}_{0.82}\text{Sr}_{0.18}\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ состоят из двух линий с различным температурным поведением, т.е. наблюдается магнитно-двухфазное состояние. При повышении температуры вторая линия исчезает и выше этой температуры образцы $\text{Yb}_{0.82}\text{Sr}_{0.18}\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ парамагнитны. При легировании стронцием манганитов иттербия спектры $\text{Yb}_{0.82}\text{Sr}_{0.18}\text{MnO}_3$ состоят из двух линий с различным поведением температур от 100 К до 260 К за счет разделения фаз в образце (рис. 2). С увеличением температуры выше 260 К одна из линий исчезает и спектр состоит из одной обменно – суженной линии, указывающую на фазовый переход в однофазном состоянии.

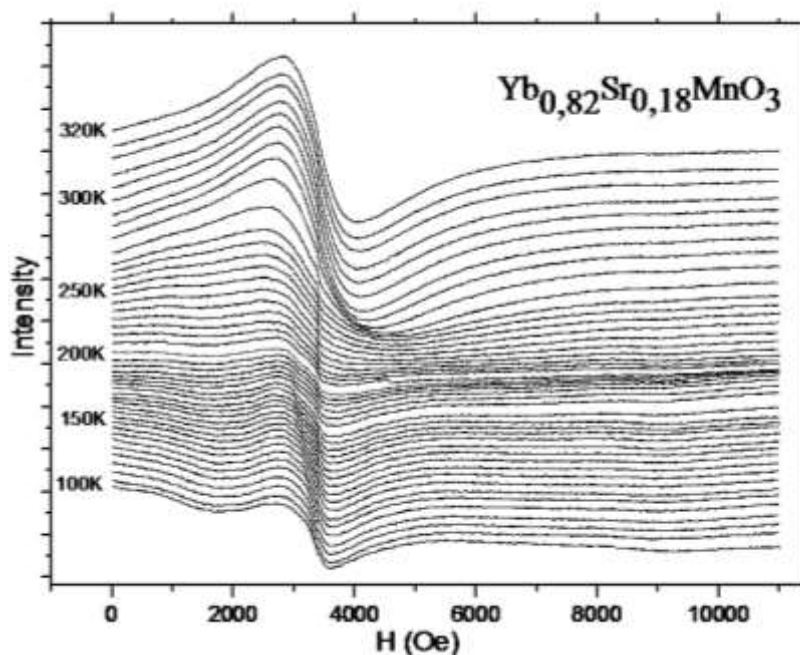


Рис. 2. Температурные зависимости ширины линии ЭПР в $\text{Yb}_{0.82}\text{Sr}_{0.18}\text{MnO}_3$

Спектр ЭПР ферроманганитов иттербия состоит из одного обменно-суженной линии. Ширина линии ЭПР $\text{Yb}_{0.82}\text{Sr}_{0.18}\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ($x=0; 0,1-0,2$) возрастает с уменьшением температуры в X-диапазоне, и практически не наблюдается ниже 120 К, где мы ожидали наблюдать разделение фаз по данным Мессбауэровской спектроскопии [3]. При увеличении температуры ширина линии уменьшается до $\Delta H = 1900$ Э (рис. 3), что в 2,3 раза больше, чем ширина линии ЭПР в YbMnO_3 (800 Э). Следовательно, увеличение ширины линии ЭПР путем легирования ионы железа, связанные с изменением кристаллического поля, окружающие магнитные ионы марганца.

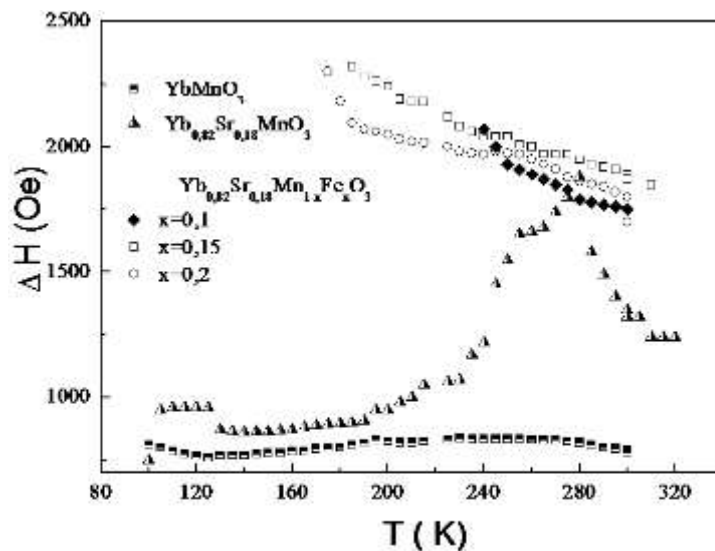


Рис. 3. Температурная зависимость положений линий в спектре магнитного резонанса

ЛИТЕРАТУРА

1. Башкиров Ш. Ш., Болтакова Н. В., Парфенов В. В., Назипов Р. А., Пятаев А. В., Габидуллин И. А. Известия РАН. Серия физическая. 74, 373 (2010).
2. Samal S. L., Magdaleno T., Ramanujachary K. V., Lofland S. E., Ganguli A. K. // Journal of Solid State Chemistry. 2010. V.183. P.643–648.
3. Fabrèges X., Mirebeau I., Bonville P., Petit S., Lebras-Jasmin G., Forget A., Andre G., Pailhes S. // Phys. Rev. B. 2008. V.78. P.214422(1)–214422(8).
4. Bas B. Van Aken, Auke Meetsma, T. M. Thomas Palstra, Acta Cryst., E57, i87 (2001).