

УДК 546-72-682. 541.12.08

Т.Д. Бакума, П.П. Зарін, М.О. Бакума, О.Є. Федоров
**Ядерні гамма-резонансні дослідження Ni-Al
ферромагнетиків шпінельної структури**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, ІФНТУНГ
кафедра фізики
роб. тел. 99-31-74 99-31-75*

В статті представлено результати досліджень тонкої структури Ni-Al ферошпінелі методом ядерного магнітного гама-резонансу. Розраховані основні параметри мессбауєрівських спектрів поглинання: хімічний зсув, квадрупольна взаємодія, магнітні поля на ядрах заліза. Ці результати зведені в таблицю. Представлені спектри мессбауєрівські, на яких спостерігається зміна їх при збільшенні кількості діаманітних іонів алюмінію. Спочатку в спектрі нечітко спостерігається, а при $X=1,2$ повністю проглядається дублет. Це свідчить про повний перехід феромагнетика в парамагнітний стан. За результатами допускається гіпотеза про електронну структуру NiAl-Fe шпінелі:

2) зміну взаємодії між октаедричними і тетраедричними підградками (при збільшенні іонів Al).

3) про хімічний зв'язок між елементами.

Дані дослідження неопосередковано підтверджуються іншими експериментами, проведеними з даними зразками.

Ключові слова: ядерний магнітний резонанс, ізомерний зсув, квадрупольна взаємодія, магнітна надтонка структура, тетраедри, октаедри, парамагнетика, шпінель.

Стаття поступила до редакції 30.10.2001; прийнята до друку 1.11.2001

Були досліджені феромагнетики структури шпінелі на основі оксидів. В склад входили оксиди: заліза, нікелю, алюмінію. Виготовлення зразків проводили за керамічною технологією [3].

Якість шихти і зразків контролювали за допомогою електронно-зондового мікроаналізатора "Суперзонд-733".

Спектри ЯГР- досліджень знімалися на установці електродинамічного типу ЯГРЕ-4 [1].

Введення іонів алюмінію в головну матрицю нікелевого фериту приводить до зміни тонкої структури і параметрів γ -резонансних спектрів (рис. 1, табл. 1). Мессбауєрівські спектри нікелевого фериту

(рис. 1) являють собою суперпозицію двох зееманівських схем розщеплення тетраедричних (А) і октаедричних (В) іонів заліза. Збільшення кількості іонів алюмінію в октаедричних позиціях веде до розширення крайніх ліній γ -резонансного спектру, їх розщеплення і зменшення інтенсивності. Розщеплення I-ї і VI-ї ліній мессбауєрівського спектру обумовлена наявністю магніто-нееквівалентних положень тетраедричних іонів заліза при заміщенні заліза в октапідградці іонами Al [2,3].

Аналіз параметрів мессбауєрівських спектрів (табл. 1) показує, що ефективні магнітні поля на ядрах Fe понижується в

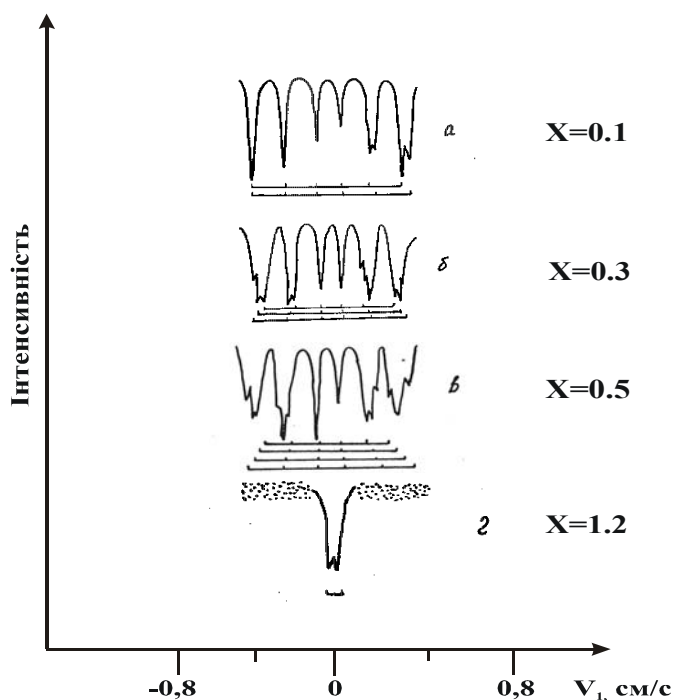


Рис. 1. ЯГРС спектри Ni-Al феромагнетика

Таблиця 1

Зміна параметрів мессауерівських спектрів.

Склад	Ефективні магнітні поля на ядрах Fe^{57} , кЕ			Ізомерний зсув мм/с			Квадрупольне розщеплення мм/с		
	$H_{окт}$	$H_{1\text{ тетр}}$	$H_{2\text{ тетр}}$	$\delta_{1\text{ окт}}$	$\delta_{1\text{ тетр}}$	$\delta_{2\text{ тетр}}$	$\Delta_{окт}$	$\Delta_{1\text{ тетр}}$	$\Delta_{2\text{ тетр}}$
$NiFe_2O_4$	523	502	-	0,48	0,48	-	0,14	0,16	-
$NiAl_{0,2}Fe_{1,8}O_4$	517	493	-	0,50	0,41	-	0,15	0,14	-
$NiAl_{0,3}Fe_{1,7}O_4$	515	484	-	0,47	0,39	-	0,15	0,08	-
$NiAl_{0,5}Fe_{1,5}O_4$	504	470	-	0,47	0,40	-	0,17	0,10	-
$NiAl_{1,7}Fe_{1,3}O_4$	495	466	439	0,46	0,42	0,44	0,16	0,11	0,08
$NiAl_{0,9}Fe_{1,1}O_4$	465	424	403	0,46	0,42	0,50	0,19	0,07	0,04
$NiAlFeO_4$	462	416	395	0,48	0,41	0,42	0,23	0,07	0,06
$NiAl_{1,2}Fe_{0,8}O_4$	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-
$NiAl_{1,4}Fe_{0,6}O_4$	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-
Похибка		± 5			$\pm 0,03$			$\pm 0,03$	

октаедричних і тетраедричних позиціях при збільшенні вмісту Al^{3+} в системі $NiAl_xFe_{2-x}O_4$ (1). Пониження величини магнітного поля на ядрах заліза в октапідградці обумовлено зменшенням кількості магнітних іонів Fe в октаедричних позиціях за рахунок введення іонів Al^{3+} . Спостерігається зменшення ізомерного зсуву в тетрапозиціях (табл. 1). При $X=1,0$ в нікель-алюмінієвому фериті на фоні слабких ліній спостерігається дублет, який свідчить про наявність парамагнітної фази в даному феромагнетикі і недостатньо чітко він

проявляється (рис. 1) через релаксаційні ефекти. Проте той факт, що цей дублет стає більш інтенсивним при $x=1,2$ (рис. 1) свідчить про повний перехід речовини із феромагнітного в парамагнітний стан. Наявність дублета в гамма резонансному спектрі Fe^{57} обумовлено зникненням надтонкої структури, в наслідок руйнування магнітних зв'язків і виникнення віртуальних кластерних утворень [2,3].

Слід відмітити тенденцію до підвищення величини квадрупольного розщеплення в октапідградці, її пониження в тетраедричних

(табл. 1, рис. 1) системах (1) при збільшенні "x". Це свідчення зміни локальної симетрії оточення іонів заліза іонами нікелю, алюмінію. Симетричність оточення октаіонів заліза зростає, тетраіонів – зменшується. Зменшення ізомерного зсуву свідчить [2,3] про збільшення густини електронного заряду на ядрах заліза. Це свідчить про певний перехід феромагнетика в парамагнітний стан.

За результатами досліджень допускається гіпотеза про зміну:

- а) структури Ni-Al шпінелі
- б) взаємодії між октаедричними і тетраедричними підгратками при збільшенні іонів Al.

Дані дослідження неопосередковано підтверджуються іншими експериментами, проведеними з цими же зразками

- [1] В. Чоланав. *Нобелевские премии. Ученые и открытия.*-М: Мир., 398 с. (1987).
- [2] Е.А. Жураковский, П.П. Китичок. *Электронные состояния у ферромагнетиков.* Наукова думка, К. 280 с. (1985)
- [3] П.П. Зарін, Г.Д. Бакума. Гамма-резонансні спектри поглинання заліза в ітрій-індієвих гранатах. // *XIV Міжнародна міжвузівська школа-семінар "Методи і засоби технічної діагностики"*. Івано-Франківськ, (1997)

T.D. Bakuma, P.P. Zarin, M.O. Bakuma, O.E. Fedorov
**Nuclear Gamma-Ray Recoilless Researches NiAl of
Ferromagnetics with Spinel Pattern**

*Ivano-Frankivsk National Technics University of Oil and Gas
Ivano-Frankisk, 15, Karpatska St., Physics Dept. tel. 99-31-74 99-31-75*

By results of researches we can draw a conclusion, that the replacement of magnetic ions of iron by non-magnetic in octo sublattice results in considerable decreasing of an exchange interaction between tetra – and octo sublattice. At replacements when $x=1,2$ this interact practically fades and ferromagnetic is transformed into a paramagnetic material.