Физика низких температур, 1996, т. 22, № 4, с. 458–459 УДК 537.611.45

Мессбауэровские исследования $CoGa_{2-x}Fe_xO_4$ ($x = 0{,}8;\ 1$)

Г. Д. Султанов, З. Ю. Сеидов

Институт физики им. Г. Б. Абдуллаева АН Азербайджана, Азербайджан, 370143, г. Баку, пр. Гусейн Джавида, 33

А. И. Каплиенко

Физико-технический институт низких температур им. Б. И. Веркина НАН Украины, Украина, 310164, г. Харьков, пр. Ленина, 47

Статья поступила в редакцию 26 июня 1995 г.

Представлены результаты мессбауэровских исследований разбавленных шпинелей $CoGa_{2-x}Fe_xO_4$ ($x = 0{,}8;\ 1$) в температурной области 5–330 К. Релаксационный характер мессбауэровских спектров свидетельствует о спиновых флуктуациях в широкой области температур.

Наведено результати мессбауерівських досліджень розбавлених шпінелей $CoGa_{2-x}Fe_xO_4$ ($x = 0{,}8;\ 1$) в температурному діапазоні 5–330 К. Релаксаційний характер мессбауерівських спектрів свідчить про спінові флуктуації в широкому діапазоні температур.

В данной работе проведены исследования разбавленных шпинелей $CoGa_{1,2}Fe_{0,8}O_4$ и $CoGaFeO_4$ с помощью мессбауэровской спектроскопии. Спектры резонансного поглощения γ-лучей снимались на мессбауэровском спектрометре, работающем в режиме постоянных скоростей. В качестве источника γ-лучей использовался Co^{57}, внедренный в нержавеющую сталь. Синтез образцов проводился по обычной керамической технологии методом спекания окислов [1]. Рентгеноструктурный анализ этих соединений показал, что поликристаллические образцы однофазны и что структура исследуемых образцов соответствует структуре типа шпинели $F\,d3m$ [1,2].

На рис. 1 и 2 представлены мессбауэровские спектры $CoGa_{1,2}Fe_{0,8}O_4$ и $CoGaFeO_4$ при различных температурах. Как видно из рисунков, спектры при 5 К состоят из шести уширенных линий сверхтонкой магнитной структуры. Возможны две причины уширения линий. Первая — это то, что ионы железа занимают как тетраэдрические положения в шпинельной структуре, так и октаэдрические положения. Магнитные поля на ядрах Fe, занимающих тетраэдрические и октаэдрические положения, различны [3]. Это должно было бы привести к появлению двух секстиплетов. Но вследствие того, что значения магнитных полей на ядрах Fe, занимающих два различных кристаллографических положения, различаются мало и возможности аппаратуры не позволяют их разрешить, вместо двух секстиплетов [4] имеем спектр, состоящий из шести уширенных линий. Величина изомерного сдвига, определенная из спектра для обоих образцов, равна $0{,}5 \pm 0{,}03$ мм/с, что соответствует трехвалентному иону железа. Из этого следует, что ионы Fe, занимающие как тетраэдрические, так и октаэдрические положения, находятся в трехвалентном состоянии.

Вторая причина — это релаксационные эффекты [5]. Наличие и влияние релаксационных эффектов на форму мессбауэровских спектров хорошо прослеживаются в спектрах при более высоких температурах. Из рисунков видно, что с повышением температуры линии уширяются и стягиваются к центру. В определенном интервале температур от 130 до 225 К для $CoGa_{1,2}Fe_{0,8}O_4$ и от 250 до 315 К для $CoGaFeO_4$ спектры содержат линии магнитного и квадрупольного расщеплений. Причем с повышением температуры интенсивность линий квадрупольного расщепления увеличивается, а интенсивность линий магнитного расщепления, наоборот, уменьшается. Выше 295 К для $CoGa_{1,2}Fe_{0,8}O_4$ и 325 К для $CoGaFeO_4$ спектры состоят только из линий квадрупольной сверхтонкой структуры. Из этого можно сделать вывод, что эти температуры соответствуют магнитным фазовым переходам. Наличие двух линий в спектрах для $CoGa_{1,2}Fe_{0,8}O_4$ при 225 К и для $CoGaFeO_4$ при 315 К и выше объясняется взаимодействием квадрупольного момента ядра Fe^{57} с градиентом элект-

© Г. Д. Султанов, З. Ю. Сеидов, А. И. Каплиенко, 1996

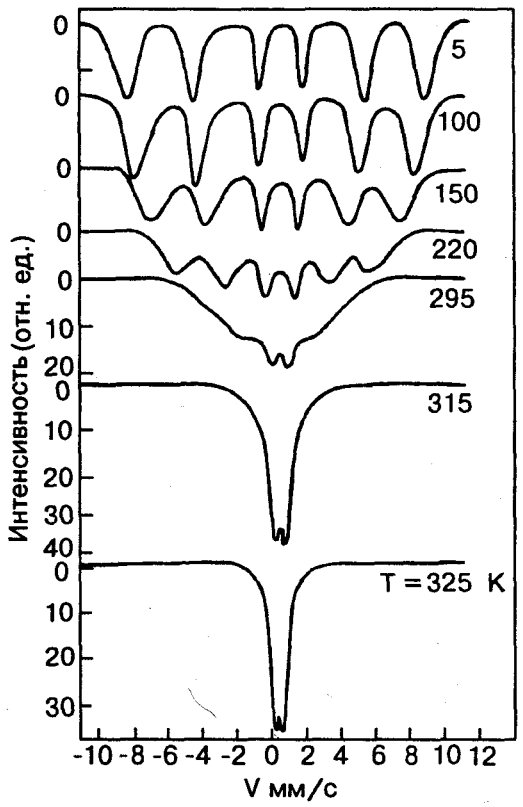

Рис. 1. Мессбауэровские спектры $CoGa_{1,2}Fe_{0,8}O_4$ при различных температурах.

рического поля на нем. Следует отметить, что квадрупольное взаимодействие имеет место во всем температурном интервале. Это хорошо видно из спектров обоих соединений. При 5 К неравенство разности расстояний между первой и второй и пятой и шестой линиями обусловлено одновременным магнитным и квадрупольным взаимодействиями [6]. Для чистых шпинелей квадрупольное взаимодействие в магнитоупорядоченной области не наблюдалось [7]. Появление квадрупольного взаимодействия в этих соединениях можно объяснить искажением кубической решетки.

Изменение формы мессбауэровских спектров (т.е. появление линий квадрупольного расщепления и увеличение их интенсивностей) с температурой свидетельствует о том, что в этих соединениях в широком интервале температур происходят флуктуации спинов [8]. О наличии флуктуаций спинов свидетельствуют также наблюдаемые асимметричные квадрупольные дублеты (в спектре $CoGa_{1,2}Fe_{0,8}O_4$ при 190 К и в спектре $CoGaFeO_4$

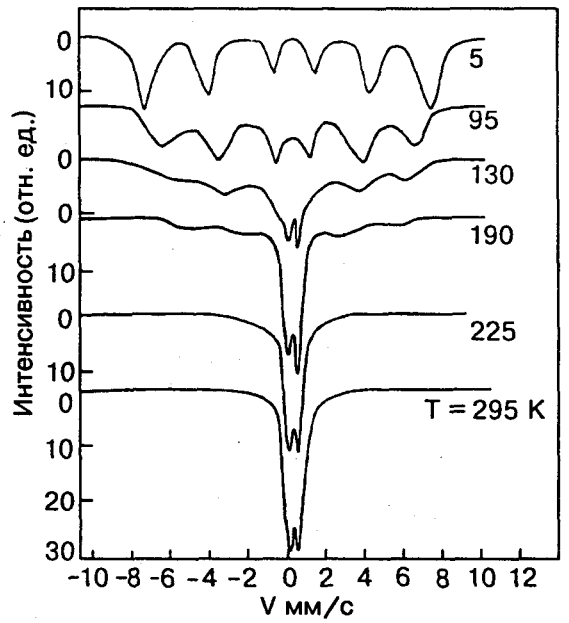

Рис. 2. Мессбауэровские спектры $CoGaFeO_4$ при различных температурах.

при 295 К) и уменьшение степени асимметрии при повышении температуры [9].

1. С. А. Панах-заде, И. Г. Алиев, М. З. Али-заде, С. Г. Ибрагимов, *Азербайджанский химический журнал* 3, 111 (1979).
2. С. Г. Ибрагимов, Г. Д. Султанов, И. Г. Гусейнов, А. С. Шукуров, *Докл. АН Азербайджанской ССР* 45, 14 (1985).
3. R. Armstrong, A. H. Morrish, and G. A. Sawatzky, *Phys. Lett.* 23, 414 (1966).
4. G. A. Sawatzky, F. van der Woude, and A. H. Morrish, *Phys. Rev.* 187, 747 (1969).
5. И. П. Суздалев, *Динамические эффекты в гамма-резонансной спектроскопии*, Атомиздат, Москва (1979).
6. W. Kelly, W. Folen, M. Hass, N. Schreiner, and G. Bear, *Phys. Rev.* 124, 80 (1961).
7. В. И. Гольданский, *Химическое применение мессбауэровской спектроскопии*, Мир, Москва (1970).
8. P. K. Iyengar and S. G. Bhargava, *Phys. Status Solidi* B46, 117 (1971).
9. M. Blume, *Phys. Rev. Lett.* 14, 96 (1965).

Mössbauer investigations of $CoGa_{2-x}Fe_xO_4$ ($x = 0,8; 1$)

G. D. Sultanov, Z. Yu. Seidov, and A. I. Kaplienko

The results are given of the Mössbauer investigations of diluted spinels $CoGa_{2-x}Fe_xO_4$ ($x = 0,8; 1$) in the temperature range 5-330 K. The relaxation character of the Mössbauer spectrum is indicative of spin fluctuations in a wide temperature range.