

О МАГНИТНОЙ СТРУКТУРЕ СОЕДИНЕНИЯ $FeGe$

В.И.Николаев, С.С.Якимов, И.А.Дубовцев,

З.Г.Гаврилова

Система железо-германий относится к числу мало изученных. Достаточно сказать, что только в последние годы стали известны новые соединения этой системы. Среди них – соединение $FeGe$ [1].

К настоящему времени выяснено [2], что в системе железо-германий соединения с содержанием железа более 50 ат. % являются ферромагнетиками, а единственное соединение с меньшим содержанием железа, $FeGe_2$, антиферромагнитно. Что же касается соединения $FeGe$, то имеющиеся в литературе данные о его магнитных свойствах противоречивы. В работе [1], на основании данных измерений магнитной восприимчивости χ , предполагается, что это соединение является антиферромагнетиком с точкой Нееля при $410^\circ K$. Однако в более поздней работе [2] тех же авторов оно считается парамагнитным при комнатной температуре (авторы [2] ссылаются при этом на неопубликованные результаты нейтронографических исследований $FeGe$).

Вопрос о существовании магнитного порядка в соединении $FeGe$, по-видимому, может быть выяснен с помощью эффекта Мёсбауэра, ибо железо содержит изотоп Fe^{57} , весьма удобный для этих целей.

Нами были проведены исследования мёсбауэровских спектров ядер Fe^{57} в соединении $FeGe$ в интервале температур от 77 до $500^\circ K$. Исследуемый образец был приготовлен по методике, описанной в [1]. В качестве исходных компонент служили армко-железо и германий. По данным рентгеноструктурного анализа установлено, что полученный образец содержит фазу, которая имеет гексагональную структуру с параметрами $a = 5,005 \text{ \AA}$ и $c = 4,054 \text{ \AA}$. Такая структура присуща соединению $FeGe$ [1]. Исследования намагниченности образца в интервале температур $300-500^\circ K$ указали на отсут-

стве в нем ферромагнитных примесей с точкой Кюри выше комнатной температуры.

В опытах по эффекту Мёсбауэра образец $FeGe$ использовался в качестве поглотителя. Источником излучения служил изотоп Co^{57} ,

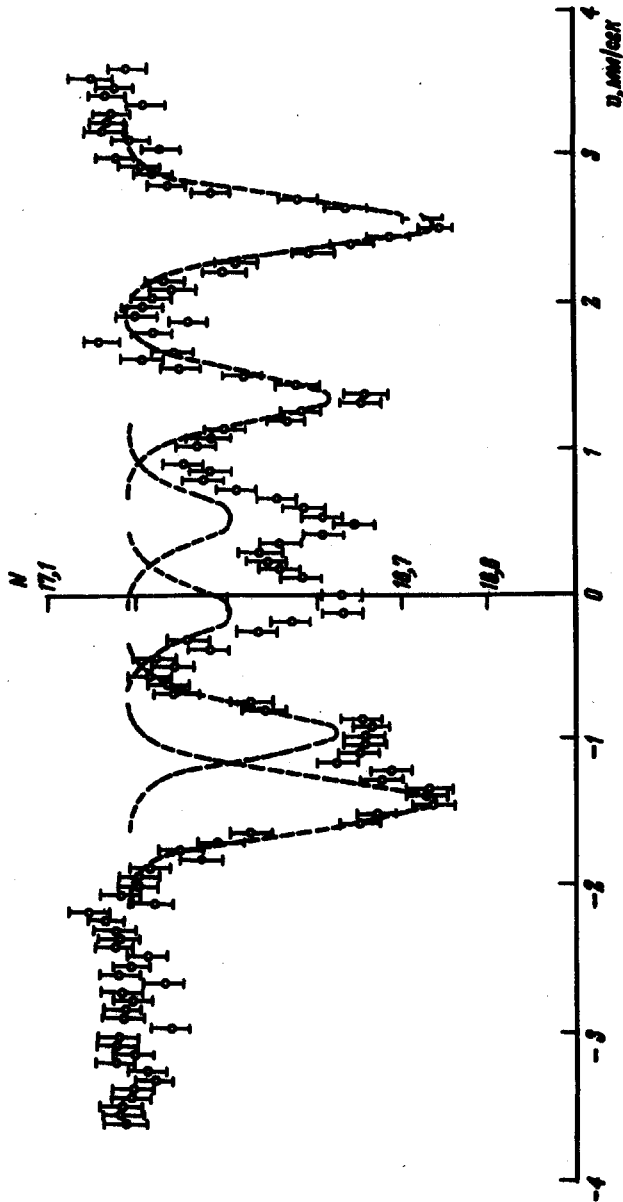


Рис. 1. Спектр поглощения γ -квантов с энергией 14,4 кэв

введенный в нержавеющей сталь.

На рис. 1 приведен мёсбауэровский спектр ядер Fe^{57} в ис-

следуемом соединении, полученный при комнатной температуре (N - скорость счета γ - квантов в произв. ед., ν - скорость перемещения источника излучения относительно поглотителя). Толщина поглотителя $4,2 \text{ мг/см}^2$. Пунктир соответствует спектру, рассчитанному в предположении гауссовской формы линии при соотношении интенсивностей компонент сверхтонкой структуры 3:2:1:1:2:3. Наличие всех шести разрешенных компонент сверхтонкой структуры в этом спектре свидетельствует о магнитном расщеплении основного и возбужденного уровней ядра Fe^{57} . Отсюда непосредственно следует, что при комнатной температуре соединение $FeGe$ имеет упорядоченную магнитную структуру. Величина локального магнитного поля, действующего на ядра железа, оказывается при этом равной $123 \pm 3 \text{ кэ}$.

Асимметрия спектра обусловлена взаимодействием ядра с неоднородным электрическим полем. Положение компонент относительно центра тяжести спектра соответствует величине квадрупольного расщепления Δ , равной $3,33 \pm 0,01 \text{ мм/сек}$ (спектр поглощения сдвинут относительно линии излучения источника в сторону больших энергий на величину $\delta = 0,39 \pm 0,01 \text{ мм/сек}$).

Сравнение интенсивностей компонент спектра указывает на то, что в исследуемом образце, наряду с $FeGe$, содержится примесь другой фазы. По нашим данным эта фаза парамагнитна во всем исследованном интервале температур и не соответствует ни одной из известных фаз системы железо-германий.

Аналогичные спектры были получены и при других температурах. На рис. 2 представлена кривая температурной зависимости величины локального поля H_N . Сопоставление зависимостей $H_N(T)$ и $\chi(T)$ [1] позволяет утверждать, что соединение $FeGe$ антиферромагнитно.

Экстраполируя зависимость $H_N(T)$ к $H_N=0$, можно было бы определить точку Нееля T_N данного соединения. При этом можно воспользоваться тем обстоятельством, что вблизи температуры магнитного превращения величина $H_N^2(T)$ подчиняется простому линейному

закону (рис.2а). Точку Нееля соединения $FeGe$ можно определить путем экстраполяции зависимости $H_n^2(T)$ к нулевому полю. Этим способом нами получено значение T_N , равное $411 \pm 2^\circ K$.

В предположении о пропорциональности поля H_n намагниченности σ_s подрешетки антиферромагнетика найденная закономерность соответствует тому, что зависимость $\sigma_s^2(T)$ также описывается линейным законом вблизи точки Нееля, как это и предсказывается термодинамической теорией, развитой для антиферромагнетиков [3].

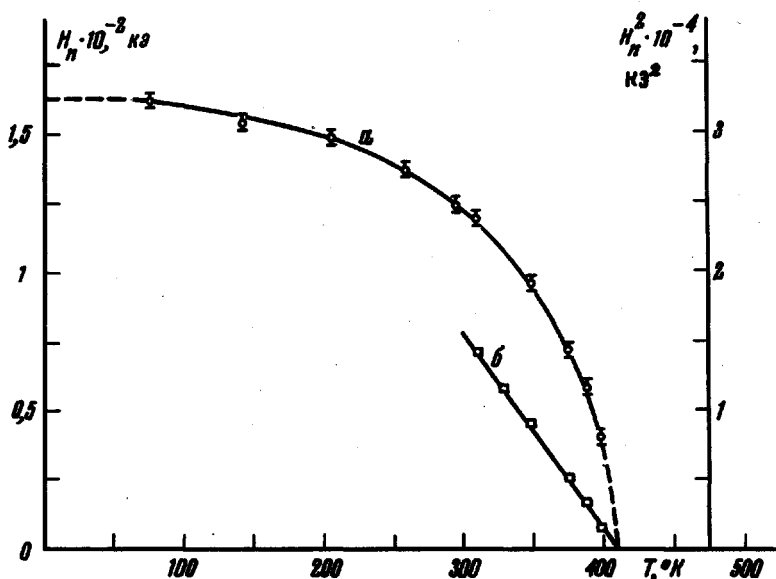


Рис. 2. а - температурная зависимость локального поля H_n , действующего на ядра железа в кристаллической решетке соединения $FeGe$; б - зависимость $H_n^2(T)$

Отметим, что зависимость $H_n^2 \sim (\theta - T)$ (θ - температура магнитного превращения), по-видимому, вообще характерна для веществ с упорядоченной магнитной структурой - ферромагнетиков, антиферромагнетиков, ферримагнетиков [4].

Пользуясь случаем, выражаем признательность И.К.Кижонку за постоянное внимание к работе и Ю.М.Кагану за полезные дискуссии. Благодарим Н.Н.Кузнецова и В.И.Богачева за помощь в наладке

экспериментальной установки, а также П.Н.Петрова и В.А.Соменкова за проведение рентгеноструктурного анализа образца.

Поступило в редакцию
25 августа 1965 г.

Литература

- [1] Т. Оюуама, К. Кавамата, К. Ясукоши. *J.Phys. Soc. Japan*, 18, 589, 1963.
- [2] К.Кавамата, Т. Оюуама. *J.Phys.Soc. Japan*, 20, 236, 1965.
- [3] И.Е.Дзялошинский. *ЖЭТФ*, 32, 1547, 1957.
- [4] В.И.Николаев, И.А.Дубовцев, Г.Г. Угодников, С.С.Якимов. Докл. на Всесоюзн. совещ. по ферро- и антиферромагнетизму. Свердловск, июль 1965 г.