

нением формы поверхности Ферми носителей. При этом объем, занимаемый носителями в импульсном пространстве, не изменяется, на что указывает существование общей универсальной зависимости для магнитосопротивления пленок на подложке и пленок, отделенных от нее.

#### Список литературы

- [1] Гайдуков Ю. П. // УФН. 1984. Т. 142. № 4. С. 571—597.
- [2] Киселев Н. И., Кан С. В., Пынько В. Г., Бабкин Е. В. // Изв. вузов, физика. 1986. № 4. С. 12—15.
- [3] Dedie G. // Z. Angew. Phys. 1971. V. 32. Heft 2. P. 96—100.
- [4] Fawcett E., Reed W. A. // Phys. Rev. Lett. 1962. V. 9. N 7. P. 336—338.
- [5] Marcus S. M., Langenberg D. N. // J. Appl. Phys. 1963. V. 34. N 4. P. 1367—1369.
- [6] Азбель М. Я. // ЖЭТФ. 1963. Т. 44. № 4. С. 1262—1270.
- [7] Волкенштейн Н. В., Дякина В. П. // ФММ. 1971. Т. 31. № 4. С. 773—780.

Институт физики  
им. Л. В. Киреевского СО АН СССР  
Красноярск

Поступило в Редакцию  
22 августа 1988 г.

УДК 538.955

Физика твердого тела, том 31, в. 4, 1989  
Solid State Physics, vol. 31, № 4, 1989

## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ОСЦИЛЛЯЦИИ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ $\text{FeGe}_2$

Р. И. Зайнуллина, М. А. Миляев, В. Н. Сыромятников

Соединение  $\text{FeGe}_2$  (пространственная группа  $D_{4h}^{18}$ ) относится к классу веществ, структуру которых можно рассматривать состоящей из подрешеток двух типов, а именно подрешеток, образованных атомами с фиксированными координатами (жесткие подрешетки), и подрешеток, образованных атомами с координатами, содержащими непрерывный параметр  $x$  (мягкие подрешетки). В случае  $\text{FeGe}_2$  «жесткую подрешетку» образуют атомы Fe, «мягкую» — атомы Ge. Особенностью таких соединений является сохранение структуры кристалла при изменении  $x$ . Отмеченные структурные особенности могут служить причиной необычных физических свойств соединений такого типа. Для их выявления необходимы прецизионные измерения с малым температурным шагом.

В настоящей работе сообщаются результаты исследования в постоянных полях магнитной восприимчивости монокристалла  $\text{FeGe}_2$ , где, по нейтронографическим данным [1], реализуется такая последовательность магнитных фазовых переходов: парамагнетизм ( $T > T_A = 287 \text{ K}$ ) — несоизмеримая магнитная структура ( $T_k < T < T_N$ ) — коллинеарная антиферромагнитная структура ( $T < T_k \approx 265 \text{ K}$ ).

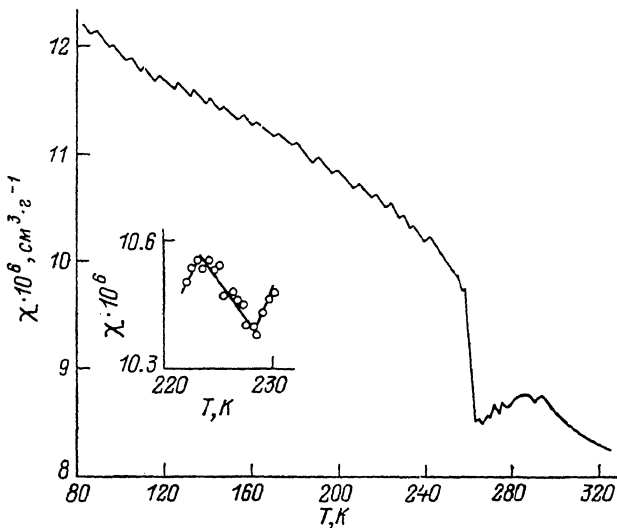
Для измерений использовались монокристаллические образцы  $\text{FeGe}_2$ , выращенные из расплава по методу Чохральского на кафедре общей физики Уральского политехнического института.

Исследования температурной зависимости магнитной восприимчивости проведены на вибрационном магнитометре с шагом 0.5 K со скоростью изменения температуры образца 6 град/ч. Заданная температура поддерживалась с точностью  $\pm 0.1 \text{ K}$ . Среднее квадратичное отклонение результатов измерений восприимчивости составляло  $\sim 0.1 \%$ .

На рисунке приведена температурная зависимость восприимчивости  $\chi(T)$  монокристалла  $\text{FeGe}_2$ , снятая при нагреве, в поле  $H = 5000 \pm 1 \text{ Э}$  при ориентации магнитного поля  $\mathbf{H}$  параллельно кристаллографической оси [110].

Как видно из этого рисунка, в парамагнитной области ( $T > 294$  К) восприимчивость плавно изменяется с температурой. С понижением температуры наблюдаются два широких максимума при  $T_1=294$  и  $T_2=287$  К. При  $T_k=260$  К происходит фазовый переход I рода, сопровождаемый резким увеличением  $\chi$ . При  $T < 260$  К температурная зависимость магнитной восприимчивости имеет аномальный характер, а именно наблюдается наложение осцилляций на монотонный ход  $\chi_0(T)$ . Амплитуда осцилляций мала и составляет  $\sim 0.7\%$  от  $\chi_0(T)$ . «Период» осцилляций различен и колеблется в пределах 4–10 К. Осцилляции восприимчивости наблюдаются и в интервале температур  $260 < T < 287$  К.

Наличие двух широких максимумов при  $T_1$  и  $T_2$  можно связать с предсказанным в работе [2] расщеплением фазового перехода парамагнетизм—несоизмеримая фаза на два, а именно при  $T_1$  образуется структура типа LSW (или TSW), при  $T_2$  эта структура переходит в структуру типа плоская спираль.



Температурная зависимость магнитной восприимчивости монокристалла  $\text{FeGe}_2$  при  $\text{H} \parallel [110]$ .

Осцилляционный вклад  $\Delta\chi = \chi(T) - \chi_0(T)$  на кривой температурной зависимости восприимчивости в интервале  $260 < T < 287$  К является, по-видимому, проявлением «дьявольской лестницы», наличие которой, согласно [3], приводит к скачкам восприимчивости при изменении волнового вектора из одного соизмеримого значения в другое.

Вид кривой  $\chi(T)$  при  $T < 260$  К указывает на то, что в этом температурном интервале магнитная структура является более сложной, чем коллинеарный антиферромагнетизм, предложенный в [1, 2]. Полученные ранее результаты измерений намагниченности в сильных полях [4] подтверждают это предположение.

Реальная магнитная структура при  $T < 260$  К, кроме основной антиферромагнитной составляющей, по-видимому, должна содержать и несоизмеримую составляющую, которая может быть причиной наблюдаемых осцилляций. Смена одного типа несоизмеримой структуры на другой происходит магнитным фазовым переходом I рода при  $T_k=260$  К.

Ранее были обнаружены при  $T < 287$  К осцилляционная зависимость от температуры интегральных интенсивностей брэгговских рефлексов  $i(T)$  и ступенчатый характер температурной зависимости параметров  $a$  и  $c$  [5, 6]. Это означает, что при  $T < 260$  К магнитная несоизмеримая структура связана с кристаллической несоизмеримой структурой. Учитывая, что величина структурных осцилляций намного больше магнитных,

можно считать, что обнаруженные особенности магнитных свойств обусловлены особенностями кристаллической структуры.

Подтверждением предположения о существовании несоизмеримых магнитной и кристаллической структур при  $T < 260$  К могло бы послужить прямое обнаружение спутников при рентгеновских и нейтронографических исследованиях.

### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Corliss L. M., Hastings J. M., Kunmann W., Thomas R., Zhuang J., Butera R., Mukamel D. // Phys. Rev. B. 1985. V. 31. N 7. P. 4337—4346.
- [2] Дорофеев Ю. А., Меньшиков А. З., Будрина Г. Л., Сыромятников В. Н. // ФММ. 1987. Т. 63. № 6. С. 1110—1120.
- [3] Головки В. А., Леванюк А. П. // ФТТ. 1981. Т. 23. № 10. С. 3170—3178.
- [4] Власов К. Б., Зайнуллина Р. И., Сыромятников В. Н. // ФММ. 1986. Т. 61. № 6. С. 1219—1221.
- [5] Зайнуллина Р. И., Власов К. Б., Устелемова Е. В., Миляев М. А., Сыромятников В. Н. // ФММ. 1987. Т. 64. № 5. С. 1019—1021.
- [6] Зайнуллина Р. И., Миляев М. А., Устелемова Е. В., Власов К. Б., Сыромятников В. Н., Будрина Г. Л. // ФММ. 1988. Т. 66. № 5. С. 892—895.

Институт физики металлов  
УрО АН СССР  
Свердловск

Поступило в Редакцию  
2 сентября 1988 г.

УДК 666.113.32

Физика твердого тела, том 31, в. 4, 1989  
Solid State Physics, vol. 31, № 4, 1989

## ЛОКАЛЬНОЕ ОКРУЖЕНИЕ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ ЖЕЛЕЗА В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ИОНОПРОВОДЯЩИХ СТЕКЛАХ СИСТЕМЫ СЕРЕБРО—МЫШЬЯК—СЕЛЕН

Е. А. Бычков, Ю. Г. Власов, Б. Л. Селезнев, В. Г. Семенов

Стеклообразные сплавы системы  $Ag-As-Se$ , содержащие менее 4—8 ат. % серебра, являются электронными диэлектриками. В стеклах с большей концентрацией серебра происходят скачкообразное увеличение электропроводности на 3—5 порядков и переход от электронно-дырочного преимущественно ионному переносу по серебру [1, 2]. Цель настоящей работы состоит в изучении локальной структуры примесных атомов железа

Изомерный сдвиг (ИС), квадрупольное расщепление (КР) и площади компонент в мессбауэровских спектрах стекол  $Ag_xAs_{50-x}Se_{50-x/2}$ , легированных 0.3 ат. % железа

Концентрация $Ag_x$ , ат. %	Дублет вида А			Дублет вида В			Дублет вида В		
	ИС, мм/с	КР, * мм/с	%	ИС, мм/с	КР, мм/с	%	ИС, мм/с	КР, мм/с	%
2	0.67 (2)	2.46 (3)	28 (5)	—	—	—	0.37 (1)	0.76 (1)	72 (3)
4	0.63 (1)	2.53 (2)	44 (3)	—	—	—	0.33 (1)	0.74 (1)	56 (2)
8	0.65 (1)	2.59 (1)	66 (3)	0.67 (5)	1.54 (9)	10 (3)	0.37 (2)	0.68 (4)	24 (4)
15	0.63 (1)	2.65 (1)	68 (2)	0.81 (4)	1.59 (8)	15 (3)	0.28 (3)	0.86 (6)	16 (3)
25	0.65 (1)	2.76 (1)	56 (4)	0.85 (3)	1.78 (5)	37 (7)	0.13 (4)	0.94 (8)	7 (3)
15 (после отжига)	0.91 (2)	2.46 (3)	36 (3)	—	—	—	0.38 (1)	0.87 (1)	64 (3)
$FeSe_2$	—	—	—	—	—	—	0.33 (1)	0.60 (1)	100 (2)

\* Дискретное значение КР, полученное при обработке спектра лоренцианами. В скобках — погрешность определения параметра в последней значащей цифре.