

## НАБЛЮДЕНИЕ ЛИНИИ ГАБЕЯ–ТУЛУЗА В УПОРЯДОЧЕННОМ СПЛАВЕ $\text{Fe}_{0,6}\text{Mn}_{0,4}\text{Pt}_3$

*С.Г.Барсов, Г.П.Гасникова\*, А.Л.Геталов, В.П.Контев, С.А.Котов,  
Л.А.Кузьмин, А.В.Меньшиков\*, С.М.Микиртычьянц, Г.В.Щербаков*  
Санкт-Петербургский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова РАН  
188350 Гатчина, Ленинградской обл., Россия

*\*Институт физики металлов Уральского отделения РАН  
620219 Екатеринбург, Россия*

Поступила в редакцию 28 октября 1994 г.

Во фрустрированном ферромагнетике, принадлежащем структурно упорядоченным  $(\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x})\text{Pt}_3$  сплавам, показано, что при приложении внешнего магнитного поля температура перехода от ферромагнитного состояния к асперомагнитному изменяется по линии Габея–Тулуза.

Значительное количество магнитных систем с конкурирующим обменным взаимодействием между спинами при понижении температуры испытывают переход из упорядоченного состояния в состояние типа спинового стекла (или в некоторую смешанную фазу с небольшим радиусом упорядочения). Несмотря на интенсивные теоретические и экспериментальные исследования таких систем, природа упомянутого возвратного перехода все еще не вполне выяснена, в особенности для гейзенберговских магнетиков. Согласно существующим теоретическим представлениям, такой переход должен представлять собой последовательность двух переходов [1]. Первый из них происходит ниже температуры  $T_C$  (или  $T_N$ ) и приводит к появлению неэргодической фазы с неколлинеарным упорядочением магнитных моментов (асперомагнитной фазы), в которой, тем не менее, сохраняется дальний магнитный порядок. Его положение на  $(H, T)$ -диаграмме состояний определяется хорошо известной линией Габея–Тулуза (GT) [2]. Неколлинеарная фаза с дальним порядком при дальнейшем понижении температуры должна трансформироваться в состояние типа спинового стекла в результате второго перехода.

Наличие неэргодического неколлинеарного упорядоченного состояния, предшествующего возникновению возвратного спинового стекла, было экспериментально подтверждено, главным образом, с помощью рассеяния нейтронов и метода  $\mu\text{SR}$  в сплавах  $\text{Fe}_{80-x}\text{Ni}_x\text{Cr}_{20}$  [3,4]. Было показано, что как вблизи температур  $T_C$  ( $T_N$ ) так и вблизи температуры спин-стекольного упорядочения  $T_g$  наблюдалась значительная спиновая динамика, связанная с переходом из одной магнитной фазы в другую. Однако вблизи линии GT сколько-нибудь значительного изменения динамики спинов не было обнаружено. В этой ситуации изучение динамики локальных полей внутри упорядоченного состояния с дальним магнитным порядком (включая и динамику не спин-волнового типа) имеет очень важное значение для выяснения природы возвратного перехода. Указанием на то, что ферромагнитная фаза не однородна, является появление слабой необратимости магнитной восприимчивости, обнаруженной в упорядоченном сплаве  $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Pt}_3$  [5].

В работе [6] в сплавах  $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Pt}_3$  при изучении динамики локальных полей в ферромагнитной фазе была обнаружена заметная спиновая динамика.

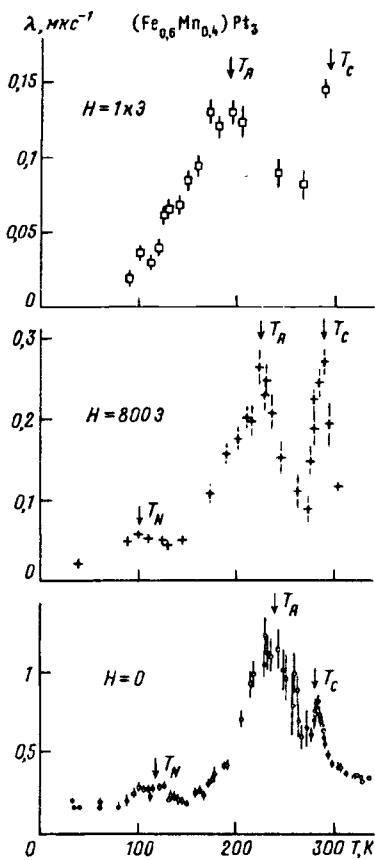


Рис.1

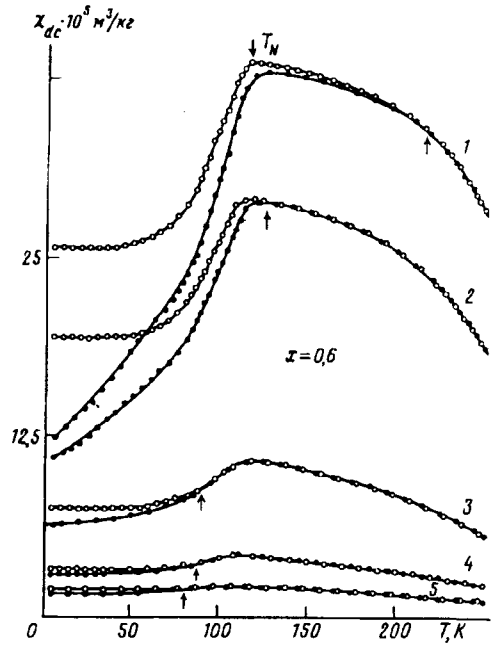


Рис.2

Рис.1. Температурные зависимости скорости мюонной релаксации, измеренные во внешних продольных магнитных полях  $H = 0$ ;  $0,8 \text{ кЭ}$  и  $1,0 \text{ кЭ}$ . Стрелками указаны положения  $T_C$ ,  $T_N$  и  $T_A$

Рис.2. Температурные зависимости статической восприимчивости упорядоченного сплава  $\text{Fe}_{0,6}\text{Mn}_{0,4}\text{Pt}_3$ , измеренные при нагреве образца после охлаждения до  $4,2 \text{ К}$  в отсутствие магнитного поля (сплошные точки) и в поле измерения (светлые кружки): 1 -  $H = 0,04 \cdot 10^6 \text{ А/м}$ ; 2 -  $0,08$ ; 3 -  $0,28$ ; 4 -  $0,72$ ; 5 -  $1,60$

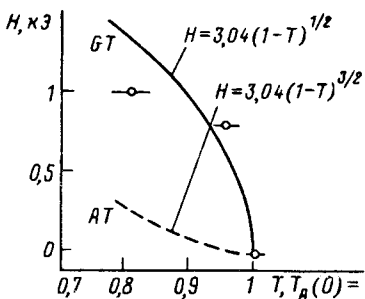


Рис.3. Зависимость температуры  $T_A$  от величины внешнего продольного магнитного поля для образца с  $x = 0,60$ . Сплошная линия - линия Габейя-Тулуза (GT), пунктирная - линия Альмейда-Таулесса (AT)

Это выразалось в появлении широкого пика в температурной зависимости скорости деполяризации положительных мюонов  $\lambda(T)$  с максимумом при температуре  $T_A$  между температурами  $T_C$  и  $T_N$ . При изменении концентрации железа положение максимума  $T_A$  перемещается, что отмечено в работе [6].

С целью дальнейшего исследования физики фазовых переходов в гейзенберговских магнетиках на мюонном пучке ПИЯФ с помощью  $\mu SR$ -метода было проведено исследование магнитных свойств сплава  $(Fe_{0,6}Mn_{0,4})Pt_3$  в магнитном поле. Рассматривалась только деполяризация, вызванная динамическими локальными магнитными полями. Поэтому для обработки экспериментальных временных  $\mu SR$ -спектров использовалась следующая простая аппроксимация функции деполяризации мюонов:

$$G(t) = \exp(-\lambda t).$$

Из рис.1, где представлена температурная зависимость скорости релаксации мюона в магнитных полях 0; 0,8 кЭ и 1,0 кЭ, видно, что температура  $T_C$  в этих полях не изменяется, тогда как максимум среднего широкого пика ( $T_A$ ) с ростом магнитного поля смещается в сторону меньших температур. Сопоставление этих данных с результатами магнитных измерений показывает, что  $T_A$  практически совпадает с температурой появления слабой необратимости магнитной восприимчивости (см. рис.2,  $T_A$  обозначена стрелочками). Из построенной по нашим данным  $H, T$ -диаграммы (рис.3) видно, что экспериментальные точки скорее соответствуют зависимости Габейя-Тулуза, чем зависимости Альмейда-Таулесса. Естественно предположить, что значительная спиновая динамика, обнаруженная вблизи  $T_A$ , связана с переходом исследуемой системы из коллинеарной ферромагнитной фазы в неэргодическое неколлинеарное состояние с дальним порядком. Значительная ширина перехода обусловлена, возможно, сильной дисперсией обменной энергии по образцу из-за статистического распределения атомов железа и марганца. Дальнейшее изучение распределения статических магнитных полей могло бы дать более определенную информацию о состоянии спиновой системы в сплавах  $(Fe_x Mn_{1-x})Pt_3$ .

- 
1. Л.Я.Коренблит, Е.Ф.Шендлер, УФН 157, вып.2, 267 (1989).
  2. M.Gabay and G.Toulouse et al., Phys. Rev. Lett. 47, 201 (1981).
  3. Г.А.Такзей, Ю.П.Гребенюк, И.И.Сыч, ЖЭТФ 97, 1022 (1990).
  4. S.G.Barsov et.al., Hyperfine Int. 64, 415 (1990).
  5. Г.П.Гасникова и др., ПММ 9, 64 (1992).
  6. С.Г.Барсов, Г.П.Гасникова, А.Л.Геталов и др., Письма в ЖЭТФ 57, 651 (1993).