

РАЗРУШЕНИЕ ДАЛЬНЕГО ПОРЯДКА В ГЕЙЗЕНБЕРГОВСКОМ
АНТИФЕРРОМАГНЕТИКЕ ПРИ ПЕРЕХОДЕ В СОСТОЯНИЕ
ВОЗВРАТНОГО СПИНОВОГО СТЕКЛА

И.В.Голосовский¹⁾, Ю.П.Гребенюк, А.М.Двоеглазов,
С.А.Кузнецов¹⁾, В.П.Плахтий¹⁾, И.И.Сыч,
Г.А.Такзей, В.П.Харченков¹⁾

На примере ГЦК-сплава $Fe_{12}Ni_8Mn_2$ показано, что в гейзенберговских антиферромагнетиках при переходе в фазу возвратного спинового стекла происходит разрушение дальнего магнитного порядка.

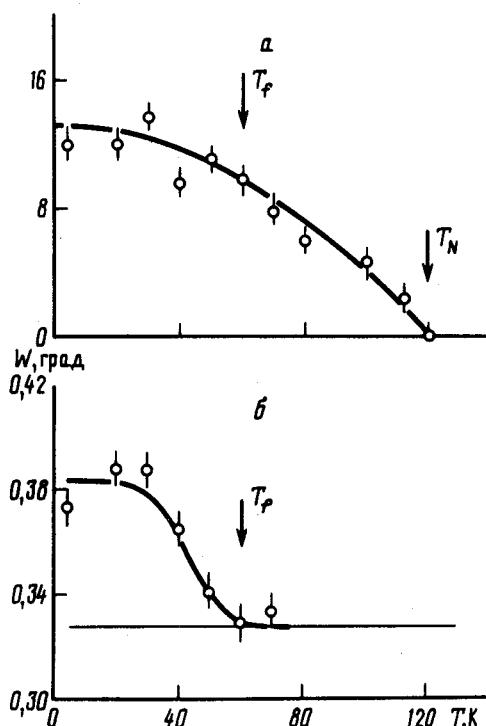
В большинстве теоретических и экспериментальных работ рассматриваются температурные переходы из ферромагнитного состояния в состояние возвратного спинового стекла (СС) ^{1,2)}. Гораздо беднее информация о возвратных температурных переходах "антиферромагнетик-спиновое стекло" (АФМ–СС). В рамках приближения молекулярного поля теория таких переходов разработана для изинговских ^{3,4} и гейзенберговских ⁵ АФМ с флуктуирующими обменом. В указанных работах сделан вывод о том, что в процессе охлаждения как изинговского, так и гейзенберговского АФМ с конкурирующим обменом при температурах ниже температуры Нееля возникает так называемое состояние антиферромагнитного СС, характеризующееся сосуществованием вырожденного СС и дальнего АФМ порядка.

Большинство экспериментальных исследований возвратных переходов АФМ–СС проводилось на изинговских системах. В частности, нейтронографическими методами показано, что в АФМ системах такого типа ($Fe_xMg_{1-x}Cl_2$ ⁶ и $Fe_xMn_{1-x}TiO_3$ ⁷) переход в состояние

¹⁾ Ленинградский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова.

возвратного СС действительно не сопровождается разрушением дальнего порядка. Однако существуют соображения, позволяющие предположить, что при возвратных переходах АФМ-СС в гейзенберговских АФМ дальний магнитный порядок разрушается. Действительно, согласно ⁸⁻¹⁰ "замораживание" фрустрированных спинов, расположенных в магнитоупорядоченной фазе, приводит к возникновению на узлах окружающей упорядоченной матрицы случайных магнитных полей, в результате чего низшая критическая размерность магнетика удваивается. Следовательно, согласно такому подходу в изинговских трехмерных АФМ при переходе в спин-стекольное состояние не должен разрушаться дальний АФМ порядок, что и наблюдается в действительности ^{6,7}. Напротив, в гейзенберговских системах в фазе возвратного СС АФМ порядок должен отсутствовать. Следует подчеркнуть, что последний вопрос до сих пор остается открытым.

I , отн.ед.



Температурная зависимость интегральной интенсивности I антиферромагнитного рефлекса (110) (а) и его полуширины W (б) для сплава $\text{Fe}_{8.2}\text{Ni}_{3.8}\text{Mn}_{2.8}$.

Для экспериментального решения данной проблемы весьма удобными объектами исследований являются АФМ сплавы ГЦК-железа. Согласно ¹¹ в них энергия обмена много больше энергии анизотропии, т.е. рассматриваемые системы являются гейзенберговскими АФМ. Кроме того, как показано на примере сплавов $\text{Fe}_x\text{Ni}_{8.0-x}\text{Cr}_{2.0}$ ^{12,13}, в таких системах происходят возвратные температурные переходы АФМ-СС. Однако в настоящей работе для нейтронных исследований был выбран сплав $\text{Fe}_{8.2}\text{Ni}_{3.8}\text{Mn}_{2.8}$, претерпевающий при температуре $T_f = 60$ К возвратный переход АФМ-СС ¹⁴ и обладающий по сравнению со сплавами FeNiCr более высокой температурой Нееля и интенсивностью АФМ рефлекса (110) ¹⁵.

На нейтронограмме исследованного образца, имеющего при всех температурах ГЦК-структуре, ниже температуры ~ 120 К наблюдается сверхструктурный рефлекс (110), температурная зависимость интегральной интенсивности которого представлена на рис. а. Из приведенных данных видно, что ниже температуры 120 К в сплаве устанавливается АФМ порядок, причем температура Нееля согласуется со значениями, полученными из магнитных измерений ¹⁴.

Следует отметить, что профиль магнитного рефлекса при температурах $T < T_f = 60$ К имеет лоренцовую форму (с учетом разрешения прибора). Была предпринята попытка описать профиль данного рефлекса суммой двух: с гауссовой формой линии с инструментальной шириной и лоренцовой, свернутой с первой. Однако из-за недостаточной статистической точности надежно провести такое разделение не удалось.

Из рис. 6, на котором приведена температурная зависимость полуширины (ширины на половине высоты) АФМ рефлекса (110), видно, что при температурах $T < T_f$ рефлекс оказывается уширенным, причем это уширение возрастает по мере охлаждения сплава. Горизонтальная линия на рис. 6 соответствует инструментальной полуширине (ошибка $\pm 0,001^\circ$). Последняя получена из измерений ядерного рефлекса (220), который возникает на месте магнитного в отсутствие фильтра, убирающего вклад в рассеяние от нейтронов с половиной длиной волны. Уширение магнитного рефлекса ниже температуры T_f однозначно указывает на то, что в фазе возвратного СС дальний АФМ порядок разрушается. Отметим в заключение, что оценка АФМ радиуса корреляции при температуре 4,2 К дает величину ~ 700 Å.

Литература

1. *Binder K., Yong A.P.* Rev. Mod. Phys., 1986, 58, 801.
2. *Huang C.Y.* J. Magn Magn. Mater., 1985, 51, 1.
3. Коренблит И.Я., Шендер Е.Ф. ЖЭТФ, 1987, 89, 1785.
4. Коренблит И.Я. и др. ЖЭТФ, 1987, 92, 710.
5. Коренблит И.Я., Шендер Е.Ф. ЖЭТФ, 1987, 93, 1060.
6. *Wong P. et al.* Phys. Rev. Lett., 1985, 55, 2043.
7. *Yoshizawa H. et al.* Phys. Rev. Lett., 1987, 59, 2364.
8. *Aeppli G. et al.* Phys. Rev. B, 1983, 28, 5160.
9. *Aeppli G. et al.* J. Appl. Phys., 1984, 55, 1628.
10. *Shapiro S.M. et al.* Physica B, 1986, 137, 96.
11. *Ishikawa Y.* In: Physics and Applications of Invar Alloys, Tokyo: Marusen Co. LTD, 1978, 181.
12. Такзей Г.А. и др. Письма в ЖЭТФ, 1986, 43, 426.
13. Такзей Г.А. и др. ФГТ, 1987, 29, 2434.
14. Гребенюк Ю.П., Такзей Г.А. Препринт, ИМФ АН УССР, № 29.88, Киев: 1988.
15. *Menshikov A.Z. et al.* Sol. St. Comm., 1981, 39, 1093.