

АНОМАЛИЯ ДОКРИТИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ НЕЙТРОНОВ И ЭФФЕКТ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ ФЕРРОМАГНИТНОЙ МАТРИЦЫ ПРИ АНТИФЕРРО-ФЕРРОМАГНИТНОМ ПЕРЕХОДЕ .

Б.Н.Мохов, В.И.Гоманьков, И.М.Пузей

При измерениях критического малоуглового рассеяния нейтронов в системе $\text{Fe}_{65}(\text{Ni}_{1-x}\text{Mn}_x)_{35}$ впервые обнаружено аномальное возрастание сечений рассеяния в области субкритических температур $4,2 \leq T \leq T_0 < T_c$. Высказано предположение об антиферромагнитной причине эффекта деполяризации, приводящего к субкритическому рассеянию.

Концентрационный антиферро-ферромагнитный переход в разупорядоченной системе $\text{Fe}_{65}(\text{Ni}_{1-x}\text{Mn}_x)_{35}$ происходит путем образования в антиферромагнитной матрице ($x > 0,3$) отдельных областей ферромагнитной поляризации, перекрытие которых при $x < 0,3$ приводит к исчезновению дальнего антиферромагнитного и установлению дальнего ферромагнитного порядка с пространственно-неоднородной намагниченностью [1]. Последняя обусловлена существованием кластеров с повышенным содержанием Fe и Mn, приводящих к образованию областей с пониженным моментом и даже к антипараллельной ориентации отдельных атомных магнитных моментов относительно направления спонтанной намагниченности (локальный антиферромагнетизм). Однако, прямых данных о взаимодействии выявленных элементов магнитной структуры до сих пор получено не было. С этой целью в настоящей работе исследуется температурная зависимость магнитного малоуглового рассеяния нейтронов (МУР) сплавов с $x = 0,07; 0,14; 0,20; 0,28$.

Измерения проведены на нейтронном дифрактометре с длиной волны $\lambda = 1,59 \text{ \AA}$ в интервале температур 4,2 - 700 К. Значения сечений

рассеяния $d\sigma/d\Omega$ определялись из интенсивностей МУР с помощью ванадиевого эталона [2]. Наблюдаемое МУР имеет чисто магнитное происхождение, что подтверждается измерениями при температурах до 700 К, при которых значения $d\sigma/d\Omega$ для разных составов стремятся к общей незначительной величине ядерного рассеяния.

Температурные зависимости $d\sigma/d\Omega$ при некоторых значениях угла рассеяния 2θ представлены на рис. 1. На кривых сплавов 2 и 3 видны максимумы критического МУР, по положению которых определяются температуры Кюри T_C , равные, соответственно, 160 ± 5 К и 265 ± 10 К, что согласуется с величинами T_C , полученными из магнитных измерений [3]. Для сплава 4 величина $T_C = 410$ К, и поэтому на рис. 1 виден лишь рост $d\sigma/d\Omega$ при приближении к T_C . Так как в образце 1 наблюдается дальний антиферромагнитный порядок с температурой Нееля $T_N = 11$ К, а ферромагнитные области не перекрываются [1], то предполагается, что температурная зависимость на рис. 1 свидетельствует о существовании в сплаве локальных значений $T_C \approx 70$ К.

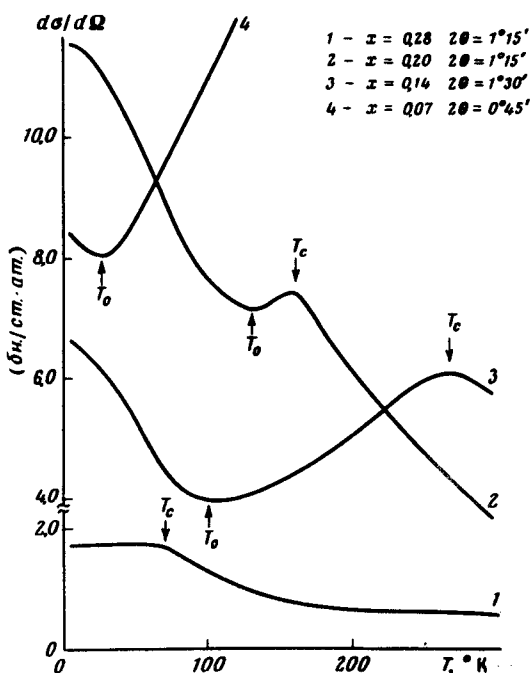


Рис. 1. Температурные зависимости сечений магнитного малоуглового рассеяния нейтронов: 1 - $x = 0,28$; 2 - $x = 0,20$; 3 - $x = 0,14$; 4 - $x = 0,07$

Согласно теории критического рассеяния [4], при понижении температуры в докритической области $0 \leq T < T_C$ ожидается непрерывное уменьшение значений $d\sigma/d\Omega$, которое отражает увеличение спонтанной намагниченности ферромагнитной матрицы. Однако, на рис. 1 величины $d\sigma/d\Omega$ сплавов 2 - 4 начинают аномально возрастать ниже некоторых температур $T_0 < T_C$. Обнаруженный эффект возрастания критического рассеяния при $T < T_0$ можно назвать *субкритическим* рассеянием. Согласно [4], величина $d\sigma/d\Omega$ пропорциональна флуктуации квадрата намагниченности при данной температуре, т.е. разности плотностей магнитных моментов в областях с пониженным моментом и ферромагнитной матрицы. Поэтому рост $d\sigma/d\Omega$ при $T < T_0$ отражает отклонение плотности момента области от среднего момента матрицы.

Из угловых зависимостей $d\sigma/d\Omega$ при 4,2; 77 и 295К, аналогично [2], определялись параметры протяженности $1/\kappa$ областей с пониженным значением момента. Так в сплаве 3, $1/\kappa = 4,8$ и $6,1 \text{ \AA}$ при температурах 77 и 4,2К, соответственно. Аналогичный рост значений $1/\kappa$ при понижении температуры в области субкритического рассеяния обнаруживается так же в сплаве 2. Следовательно, субкритическое рассеяние сопровождается увеличением размеров областей за счет матрицы, прошедшей частичное ферромагнитное упорядочение в интервале $T_0 < T < T_C$.

Таким образом, процессу установления дальнего ферромагнитного порядка при понижении температуры $T < T_0$ в сплавах 2 - 4 препятствует процесс магнитной *деполяризации* матрицы, который характеризуется отклонением плотности момента и увеличением размеров областей с пониженным моментом.

Как видно из рис. 1, при увеличении x происходит уменьшение $(T_C - T_0)/T_C$. При этом рост относительных величин субкритического рассеяния отражает увеличение деполяризации матрицы, что приводит к возрастанию магнитной неоднородности сплавов. Действительно, концентрационная зависимость величины $(d\sigma/d\Omega)_0$ на рис. 2 определенной как сечение при $2\theta = 0^\circ$ согласно [2], показывает рост неоднородности сплавов при увеличении x в интервале $0 \leq x \leq 0,20$, где $T_0 < T_C$. Очевидно, что при $T_0 \approx T_C$ сплав будет максимально магнитно неоднороден, критическое и субкритическое рассеяние в нем неразличимы, а дальний ферромагнитный порядок ненаблюдаем. Используя концентрационную зависимость значений $(T_C - T_0)/T_C$, при $T_0 = T_C$ находим критическое значение $x_0 = 0,23$, которое близко к положению максимума на рис. 2.

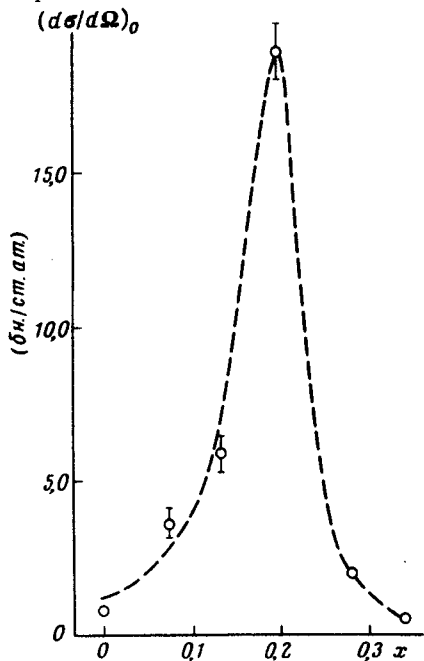


Рис. 2. Концентрационная зависимость сечений магнитного малоуглового рассеяния нейтронов.

Из рис. 2 следует, что образование дальнего антиферромагнитного порядка при $x > 0,23$ сопровождается резким уменьшением неоднородности сплава. Тогда иной характер температурной зависимости сплава

1 на рис. 1, имеющий вид "ступеньки", по-видимому, связан с условием $T_0 > T_C$.

Учитывая, что в сплаве 1 формируется дальний антиферромагнитный порядок, рост значений T_0 при увеличении x позволяет предположить, что центрами деполяризации являются области с локальным антиферромагнетизмом.

В заключение выражаем благодарность А.А.Лошманову, В.В.Садчикову и В.А.Удовенко за плодотворное участие в обсуждении работы.

Институт черной металлургии
им. И.П.Бардина

Поступила в редакцию
9 февраля 1977 г.

Литература

- [1] В.И.Гоманьков, Б.Н.Мохов. Письма в ЖЭТФ, **23**, 97, 1976.
 - [2] В.И.Гоманьков, Е.В.Козис, Б.Н.Мохов. ЖЭТФ, **70**, 327, 1976.
 - [3] Y.Nakamura, N.Miyata. J. Phys. Soc. of Japan, **23**, 223, 1967
 - [4] Ю.А.Изюмов, Р.П.Озеров. Магнитная нейтронография, М., изд. Наука, 1966 г., стр.172.
-