

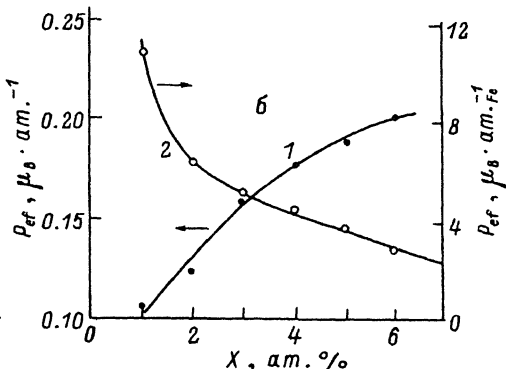
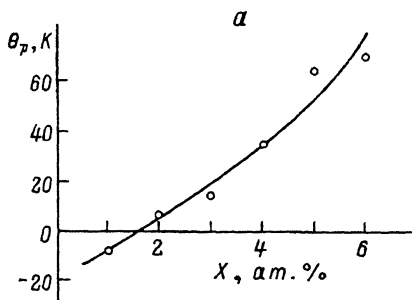
ОСОБЕННОСТИ МАГНЕТИЗМА НИХРОМОВЫХ СПЛАВОВ
 $Fe_xNi_{80-x}Cr_{20}$ С МАЛЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖЕЛЕЗА

Г.А. Такзей

В ряде работ (см., например, [1]) показано, что при добавлении хрома к никелю температура Кюри T_c ГПК сплавов $Ni_{100-x}Cr_x$ понижается и вблизи критической концентрации $X_0 \approx 12$ ат.% становится равной нулю, т.е. при $X \geq X_0$ данные сплавы парамагнитны при всех температурах. Закономерности исчезновения магнитного порядка в сплавах $NiCr$ исследованы с помощью рассеяния нейтронов [2]. При этом показано, что примесные атомы хрома сильно возмущают спиновую плотность никелевой матрицы, приводя к локальному подавлению магнитных моментов атомов никеля на характерных расстояниях 5–10 Å, что эквивалентно формированию в ней парамагнитных дефектов. С увеличением концентрации хрома упомянутые дефекты перекрываются, что в конечном итоге приводит к исчезновению ферромагнитного упорядочения при концентрациях хрома, больших критической. Следовательно, в бинарных сплавах $Ni_{100-x}Cr_x$ ($X > X_0$), являющихся паулиевскими парамагнетиками, локализованный момент на атомах хрома и никеля отсутствует. В то же время в ряде работ показано, что легирование небольшим количеством железа бинарных нихромовых сплавов приводит к возникновению в них при достаточно низких температурах состояния спинового стекла [3,4]. Поэтому для понимания причин возникновения такого состояния необходимы сведения о природе магнетизма тройных сплавов $FeNiCr$ с малыми содержаниями железа.

Выберем для определенности ГПК сплав $Ni_{80}Cr_{20}$ и будем замещать никель железом, одновременно исследуя температурную зависимость магнитной восприимчивости. Проведенные в настоящей работе эксперименты показывают, что в закаленных от 1300 К в воду сплавах $Fe_xNi_{80-x}Cr_{20}$ при $X \geq 1$ ат.% для магнитной восприимчивости в области достаточно высоких температур выполняется закон Кюри-Вейсса. Отсюда следует, что в указанных сплавах растворенные атомы железа обладают локализованным магнитным моментом. Из закона Кюри-Вейсса нетрудно определить парамагнитные температуры Кюри Θ_p и эффективные магнитные моменты P_{ef} на атом железа и атом сплава (см. рисунок). Из приведенных данных видно, что за исключением сплава с $X = 1$ ат.%, для всех других сплавов $\Theta_p > 0$ (см. рисунок, а), т.е. в результате легирования железом нихромовых сплавов в них преобладает ферромагнитный обмен. Данное обстоятельство, по-видимому, может быть объяснено положительностью обменного взаимодействия между соседними атомами железа и никеля [5].

Как видно из рисунка, б, при минимальных X в рассматриваемых сплавах эффективный магнитный момент на атом железа достигает $P_{ef} \approx \approx 11\mu_B$, уменьшаясь по величине при увеличении X и стремясь к стандартному значению $2.2\mu_B$. В указанном смысле сплавы $Fe_xNi_{80-x}Cr_{20}$ с малым содержанием железа являются аналогами сильно разбавленных сплавов $PdFe$. В последнем случае на атомах железа также возникают



Концентрационные зависимости парамагнитной температуры Кюри Θ_p (а), эффективного магнитного момента P_{ef} (б) на атом сплава (1) и атом железа (2) для закаленных ГЦК сплавов $Fe_xNi_{80-x}Cr_{20}$.

«гигантские» магнитные моменты, которые и определяют их магнитные, в том числе и спин-стекольные, свойства [6].

Следует отметить, что наличие в никромовых сплавах $Fe_xNi_{80-x}Cr_{20}$ локализованных магнитных моментов приводит к возникновению между ними дальнедействующего осциллирующего РККИ-взаимодействия через электроны проводимости. Именно это обстоятельство при учете того, что в закаленном состоянии указанные сплавы атомно разупорядочены, является причиной возникновения в них при достаточно низких температурах состояния спинового стекла, как это происходит в классических спин-стекольных системах на основе разбавленных сплавов 3d-переходных металлов с благородными.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного комитета по науке и технологиям Украины.

Список литературы

- [1] Besnus M.J., Gottehrer Y., Munsch G. // Phys. Stat. Sol. 1972. V. b49. P. 597-607.
- [2] Low G.G.E., Collins M.F. // J. Appl. Phys. 1963. V. 34. N 4. P. 1195-1199.
- [3] Меньшиков А.З., Такзей Г.А., Теплых А.Е. // ФММ. 1982. Т. 54. № 3. С. 465-472.
- [4] Такзей Г.А., Сыч И.И., Костышин А.М., Рафаловский В.А. // Металлофизика. 1983. Т. 5. № 1. С. 113-115.
- [5] Меньшиков А.З., Кузьмин Н.Н., Казанцев В.А., Сидоров С.К. // ФММ. 1975. Т. 40. № 3. С. 647-650.
- [6] Rastogi A.K., Coles R.R. // J. Magn. Magn. Mater. 1986. V. 54. N 2. P. 117-121.

Институт металлофизики АН Украины
Киев

Поступило в Редакцию
14 мая 1993 г.