

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ МИКТОМАГНИТНЫХ СПЛАВОВ $MnVi$

Н.П.Гражданкина, М.А.Новиков

Обнаружены резкие изменения модулей Юнга и сдвига в миктомагнитных сплавах $MnVi$ в области температуры перехода ($T_0 = 95$ К) миктомагнетизм – суперпарамагнетизм.

В последние годы интенсивно исследуются магнитные превращения в спиновых стеклах и миктомагнитных сплавах. Однако до настоящего времени не ясно – можно ли считать изменение магнитного состояния, возникающее в указанных системах при низких температурах $T < T_0$ (где T_0 – температура замораживания спинового стекла), магнитным фазовым переходом.

Согласно теориям, основанных на приближении молекулярного поля [1, 2], переход спинового стекла в парамагнитное состояние является магнитным фазовым превращением и, следовательно, в точке перехода T_0 должны наблюдаться особенности температурных зависимостей магнитной восприимчивости (χ) и теплоемкости (C_p). Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что при температуре T_0 действительно имеется резкий пик низкополевой магнитной восприимчивости, однако теплоемкость при T_0 практически не имеет особенности и лишь в ряде случаев на кривой $C_p(T)$ наблюдается весьма размытый максимум, лежащий значительно выше T_0 .

Для микромагнитных сплавов, которые, согласно концепции Бека [3], характеризуются наличием ферро- и антиферромагнитных кластеров, хаотически замороженных в спиновом стекле, пик на кривой $\chi(T)$ в точке T_0 должен быть связан с переходом микромагнитного состояния в суперпарамагнитное. Теория [4], учитывающая кластирование сплава и образование микромагнитного состояния, предсказывает широкий максимум на кривой $C_p(T)$ при $T > T_0$ и очень малый скачок C_p в точке T_0 , который трудно определить экспериментально.

Делались попытки обнаружить аномалии упругих свойств спиновых стекол и микромагнитных сплавов в точке T_0 , имея в виду, что изменения фононного спектра и электрон-фононного взаимодействия, вызванные магнитным фазовым переходом, должны привести к изменению упругих свойств в окрестности T_0 . Однако, из трех исследованных систем сплавов (Au - Fe, Cu - Mn и Au - Cr) только в одном случае удалось обнаружить аномалию скорости распространения ультразвука вблизи T_0 [5].

В настоящей работе сообщается о результатах измерения упругих свойств микромагнитных сплавов MnVi и обнаружении резких изменений модулей Юнга и сдвига в области $T_0 = 95$ К перехода микромагнитного состояния в суперпарамагнитное при нагревании сплава. Методика получения микромагнитных сплавов MnVi и их свойства будут описаны особо.

Измерения модуля Юнга (E) и модуля сдвига (G) проводились нами резонансным методом с применением составного вибратора и пьезокварцевого возбуждения на частотах порядка 100 кГц в интервале температур 77 ± 300 К.

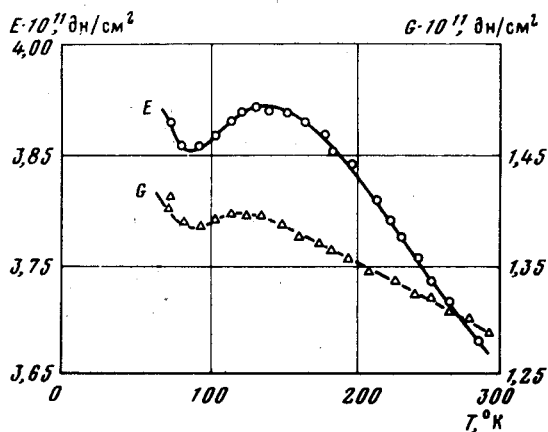


Рис. 1. Температурная зависимость магнитной восприимчивости микромагнитного сплава MnVi

На рис. 1 приведены температурные зависимости модулей Юнга и сдвига, откуда видно, что аномальное изменение модулей упругости наблюдается только в области низких температур: минимум на кривых $E(T)$ и $G(T)$ при $T = 95$ К, вблизи которой был обнаружен пик температурной зависимости магнитной восприимчивости, показанной на рис. 2.

Наблюдаемое изменение модулей E и G совершенно аналогично аномальному изменению упругих свойств в точке Нееля обычных антиферромагнетиков и свидетельствует о наличии анизотропного антиферро-

магнитного обменного взаимодействия в исследованных сплавах MnBi. Причиной аномалий модулей упругости MnBi в окрестности T_0 могут быть магнотстрикционные явления, связанные с сильной объемной зависимостью обменных взаимодействий, о чем свидетельствуют большие смещения T_0 под действием высоких давлений.

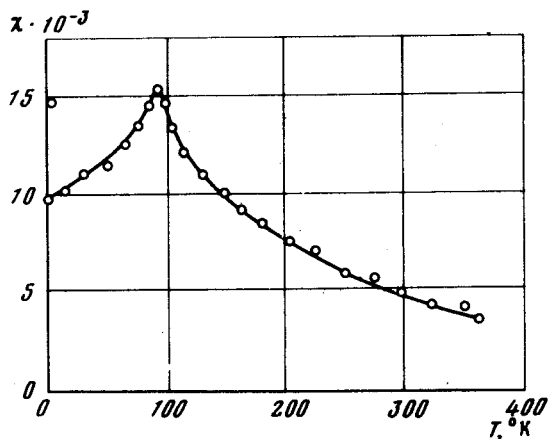


Рис. 2. Температурные зависимости модулей Юнга E и сдвига G микромагнитного сплава MnBi

Полученные данные позволяют сделать предположение, о том, что пространственно разориентированное распределение магнитных моментов матрицы спинового стекла MnBi возникает не за счет косвенного дальнегодействующего взаимодействия через электроны проводимости (типа РККИ), а путем короткодействующих взаимодействий. Таким образом, спинразупорядоченное состояние, определяемое как "микромагнетизм", может возникать в результате различных механизмов обмена, индикатором которых является поведение модулей упругости вблизи перехода T_0 .

Институт физики металлов
Академии наук СССР
УНЦ

Поступила в редакцию
6 июля 1979 г.

Литература

- [1] S.F.Edwards, P.W.Anderson. J. Phys., F5, 965, 1975.
- [2] D.Sherrington, S. Kirpatric. J. Phys., F5, L49, 1975.
- [3] P.A.Beck. Met. Trans., 2, 2015, 1971.
- [4] C.M.Soukoulis, K.Levin. Phys. Rev. Lett., 39, 581, 1977.
- [5] G.F.Hawkins, R.L.Thomas. J. Appl. Phys., 49, 1627, 1978.