

- [1] Розенман Г.И., Бойкова Е.И. ФТТ **20**, 8, 2498 (1978).
 [2] Розенман Г.И., Рез И.С., Чепелев Ю.Л., Сорокина Е.А., Бойкова Е.И. ФТТ **22**, 11, 3488 (1980).
 [3] Biedrzycky K. Phys. Stat. Sol. (a) **109**, 79 (1988).
 [4] Розенман Г.И. ФТТ **30**, 8, 2323 (1988).
 [5] Федосов В.Н., Лазарев А.П. Изв. АН СССР. Сер. физ. **48**, 6, 1143 (1984).
 [6] Федосов В.Н. ФТП **17**, 5, 941 (1983).

УДК 538.975

© Физика твердого тела, том 37, № 11, 1995
 Solid State Physics, vol. 37, N 11, 1995

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЯ МАГНЕТИТА

Е.В.Бабкин, Н.И.Киселев, В.Г.Пынько

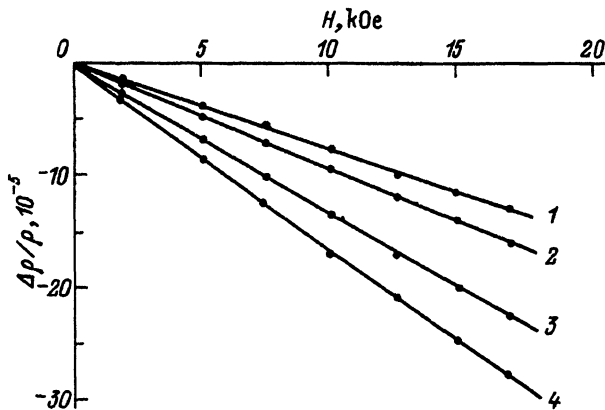
Институт физики им. Л.В.Киренского Сибирского отделения Российской академии наук,
 660036, Красноярск, Россия
 (Поступило в Редакцию 19 мая 1995 г.)

Исследования гальваномагнитных свойств магнитоупорядоченных веществ дают важную информацию об их зонной структуре, взаимосвязи магнитных и электрических свойств. По сравнению с ферромагнитными металлами гальваномагнитным свойствам оксидов уделено значительно меньшее внимание, что, по-видимому, связано с их достаточно высоким электросопротивлением. Тем не менее, как это следует из обзора [1], магнитосопротивление магнитоупорядоченных оксидов проявляет особенности, не свойственные металлам.

Исследования магнитосопротивления в магнетите показали, что поперечный и продольный эффекты имеют отрицательный знак и растут при понижении температуры [2]. Измерения были выполнены на образцах естественного магнетита в температурной области 300–400 К в интервале магнитных полей до 15 кОе. Эти результаты коррелируют с неопубликованными данными А.Н.Горяги и Л.А.Скипетровой [1]. Целью настоящей работы явилось исследование магнитосопротивления магнетита в более широкой температурной области.

Образцами для исследования были выбраны монокристаллические пленки магнетита толщиной 3–5 μm , осажденные методом химических транспортных реакций на подложки оксида магния. Технология получения и паспортизация образцов приведены в [3]. Измерения магнитосопротивления проведены в интервале магнитных полей до 17 кОе. Образцы размером 10 × 6 мм были помещены в держатель с выводами для питающих и измерительных приборов. Установка позволяет производить измерения электрических и гальваномагнитных свойств в температурном интервале 4.2–300 К.

Измерения выполнены на серии образцов. На рисунке приведены типичные результаты для температур 77 и 300 К. Как и в [2], характерной особенностью является уменьшение продольного и поперечного



Зависимость поперечного (1, 3) и продольного (2, 4) эффектов магнитосопротивления магнетита от напряженности магнитного поля при температурах 300 (1, 2) и 77 К (3, 4).

магнитосопротивлений в магнитном поле. Поперечный эффект измерен при ориентации магнитного поля в плоскости пленки.

Поскольку эффект магнитосопротивления близок к изотропному, причину указанного явления следует искать в анализе процессов рассеяния носителей тока, не зависящих от ориентации магнитного поля. Одним из механизмов этого явления может быть влияние магнитного порядка на процессы рассеяния. Следуя [4] (см., например, [5]), рассмотрим кристалл, в котором относительно широкая s -зона перекрывается с почти заполненной узкой d -зоной. Намагниченность при этом определяется как разность концентраций d -дырок с противоположными спинами за счет обменного расщепления подзон. Поскольку время релаксации рассеяния s -электрона на d -электроне обратно пропорционально плотности состояний, то соответственно без учета процессов переброса s -электроны с противоположными спинами будут вносить разный вклад в s - d -рассеяние и, следовательно, в проводимость. Конечное выражение для сопротивления имеет вид [5]

$$\rho = c \left[\frac{1}{(1+z_0)^{1/3} + \alpha} + \frac{1}{(1-z_0)^{1/3} + \alpha} \right]^{-1}. \quad (1)$$

Здесь c — некоторая константа, α — отношение вероятностей s - s - и s - d -рассеяния, z_0 — относительная намагниченность.

Эффект магнитосопротивления в этой модели можно рассматривать как дополнительное расщепление d -подзон во внешнем магнитном поле. Поскольку магнитное поле намного меньше обменного, то можно показать, что относительная намагниченность линейна по полю

$$z = z_0 + \beta H. \quad (2)$$

Отсюда следует выражение для магнитосопротивления

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{A_1\varphi^2 - A_2\psi^2}{\varphi\psi(\varphi + \psi)}, \quad (3)$$

где

$$A_1 = 1/3\beta \frac{1}{(1+z_0)^{2/3}}, \quad A_2 = 1/3\beta \frac{1}{(1-z_0)^{2/3}},$$

$$\varphi = (1-z_0)^{1/3} + \alpha, \quad \psi = (1+z_0)^{1/3} + \alpha.$$

Этим выражением объясняется уменьшение электросопротивления в магнитном поле, линейность эффекта, увеличение эффекта с понижением температуры и, естественно, его изотропия. Следует отметить, что неограниченный рост магнитосопротивления вблизи абсолютно нуля не имеет физического смысла, так как должно существовать критическое магнитное поле, обеспечивающее полное заполнение одной из d -подзон и приводящее к насыщению эффекта. Напряженность этого поля зависит от степени обменного расщепления подзон или в конечном итоге от температуры.

Авторы благодарны Г.А.Петраковскому, С.Г.Овчинникову за плодотворное обсуждение результатов работы.

Список литературы

- [1] Белов К.П. УФН **164**, 6, 603 (1994).
- [2] Самохвалов А.А., Факидов И.Г. ФТТ **2**, 3, 414 (1960).
- [3] Babkin E.V., Koval K.P., Pynko V.G. Thin Solid Films **117**, 3, 217 (1984).
- [4] Mott N.F. Proc. Phys. Soc. **47**, 571 (1935).
- [5] Блатт Ф. Физика электронной проводимости в твердых телах. М. (1959). 470 с.