

КИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛА СУМАРИЯ

Е.И.Кондорский, О.С.Галкина, Б.И.Урсова, В.Ф.Шалашов

Исследованы $\rho(T)$, $[\Delta\rho(H)/\rho_{\parallel}]_T$ монокристалла самария с резистным отношением $\rho_{273}/\rho_{4,2} = 54; 56; 60$ для осей $a; b; c$, соответственно, в интервале температур $4,2 - 400\text{К}$ и в магнитных полях до 50кЭ . Исследованы аномалии при фазовых магнитных переходах при температурах 14 и 106К . Определены: $\rho_{\text{маг}}$, $\alpha_{\text{ф}}$, m^*/m и G – для различных кристаллографических направлений. Показана анизотропия исследованных свойств.

В работе исследована температурная зависимость электросопротивления и продольного магнитосопротивления монокристалла самария в интервале температур $4,2 - 400\text{К}$ и в магнитных полях до 50кЭ .

Монокристалл Sm был выращен методом рекристаллизационного отжига с предварительной деформацией. Определение кристаллографических направлений проводили с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН-2. Образцы вырезались электроискровым методом. Максимальная ошибка в определении кристаллографических направлений $\sim 3^\circ$. Для удаления деформированного слоя и предохранения образцов от дальнейшего окисления проводилось ионное травление (разряд в аргоне).

Образцы изготовлены из Sm чистотой $99,99\%$ с отношением $\rho_{273}/\rho_{4,2} = 54; 56; 60$ для осей a, b, c , соответственно, и имели форму параллелепипедов $4 \times 1 \times 1\text{мм}^3$. Контакты подваривались электроискровым методом.

Измерения проводились потенциометрическим методом. Установка ¹ позволяла проводить автоматическую запись всех исследованных эффектов от температуры и магнитного поля. Точность измерений температуры составляла $T \approx 0,2\text{К}$. Ток стабилизировался и в процессе измерения изменялся не более чем на $1 \cdot 10^{-6}\text{А/час}$. Погрешность измерений не превышала 3% . Максимальная чувствительность при автоматической записи составляла 10^{-10}В/мм .

На рис. 1 представлены кривые температурной зависимости электросопротивления $\rho(T)$ по оси c (кривая 1) и в базисной плоскости (кривая 2). Из рисунка видно, что в области температур 14 и 106К на кривых $\rho(T)$ наблюдаются аномалии: при 14К резкий рост $\rho(T)$, а при 106К локальный минимум. Появление минимума электрического сопротивления в области температур Нееля можно связать с существованием ближнего порядка в магнитной структуре Sm . Кроме того, при температурах 14 и 106К меняется наклон кривой $\rho(T)$.

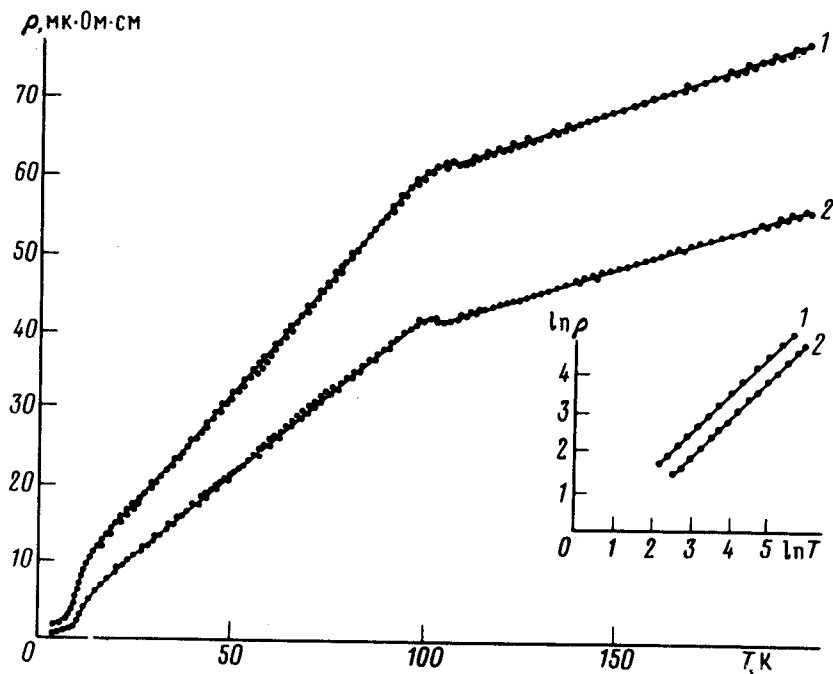


Рис. 1. Температурная зависимость электрического сопротивления при ориентации магнитного поля вдоль различных кристаллографических осей: c - (1) и a, b - (2)

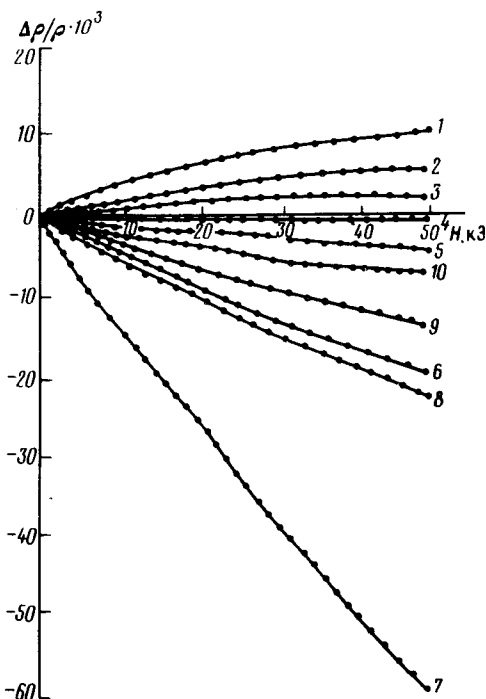


Рис. 2. Изотермы продольного магнитосопротивления при температурах T , К: 4,2 (1); 6,3 (2); 8,5 (3); 9,0 (4); 10,2 (5); 13,5 (6); 16,0 (7); 19,0 (8); 25,5 (9); 44,0 (10); 51,1 (11)

В интервале температур 14 – 106К по всем кристаллографическим направлениям электросопротивление возрастает линейно (см. вставку на рис. 1). Хотя у других РЗМ в области существования магнитного упорядочения $\rho(T)$ возрастает пропорционально или T^2 или T^4 . В парамагнитной области электросопротивление возрастает линейно по всем направлениям. по-видимому, это связано с тем, что здесь локализованные моменты Sm полностью разупорядочены и величина магнитного вклада в $\rho(T)$ не изменяется с температурой.

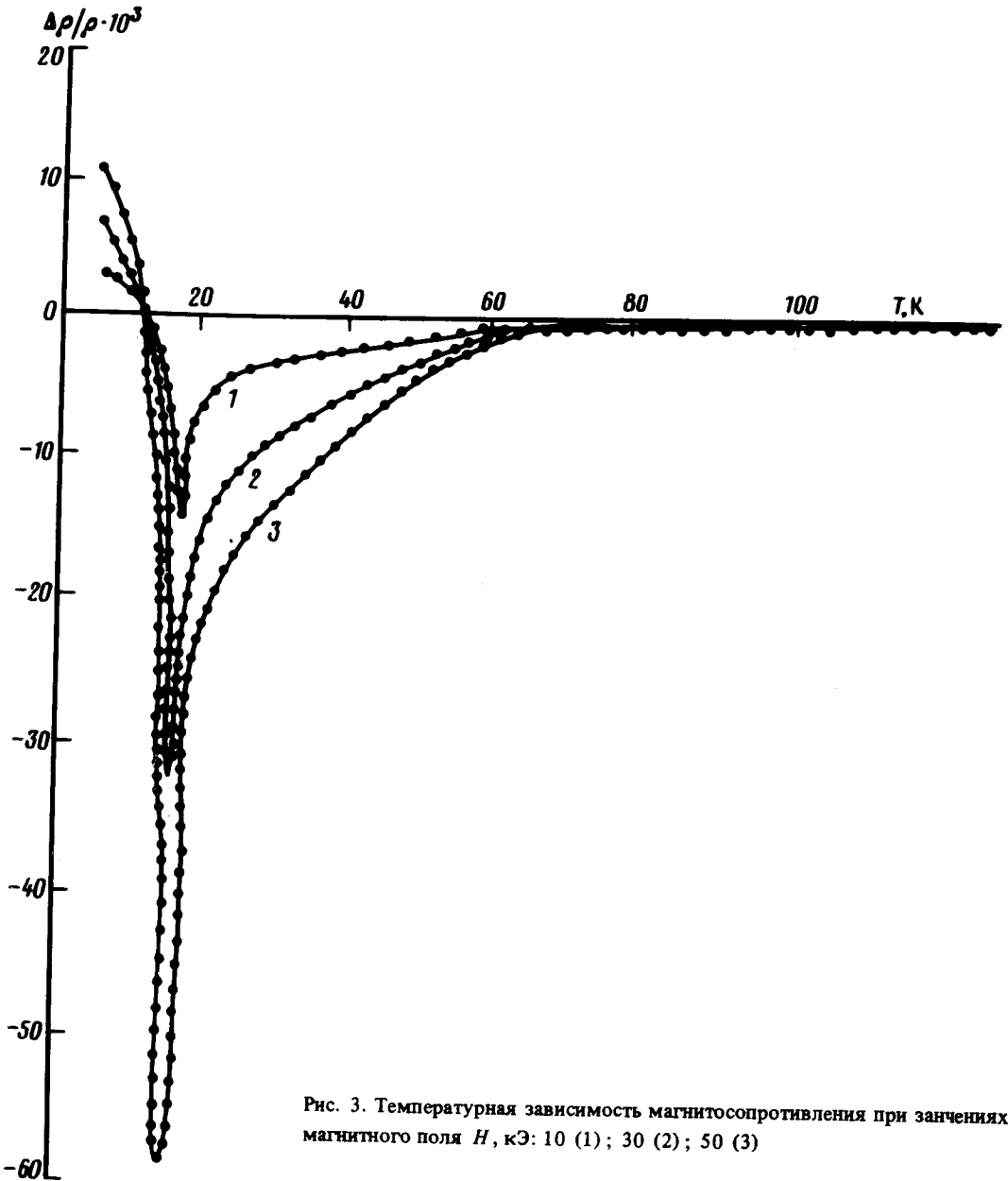


Рис. 3. Температурная зависимость магнитосопротивления при значениях магнитного поля H , кЭ: 10 (1); 30 (2); 50 (3)

На рис. 2 представлены изотермы продольного магнитосопротивления $[\Delta\rho(H)/\rho_{\parallel}]_T$ для оси c . В интервале температур 4,2 – 8,5К магнитосопротивление $[\Delta\rho(H)/\rho_{\parallel}]_T$ положительно, слабо возрастает в магнитном поле, а выше 8,5К меняет знак и уменьшается с повышением температуры. В области 14К значение $[\Delta\rho(H)/\rho_{\parallel}]_T$ в магнитном поле резко возрастает, а затем, с повышением температуры уменьшается и при $T = 60$ К приближается к нулю.

Экстрополируя прямолинейные участки $\rho(T)$ выше 106К К⁰К, мы нашли максимальную величину вклада рассеяния на магнитных неоднородностях. Для оси c $\rho_{\text{маг}} = 45 \text{ мк} \cdot \text{Ом} \cdot \text{см}$, а в базисной плоскости $\rho_{\text{маг}} = 37,5 \text{ мк} \cdot \text{Ом} \cdot \text{см}$. По полученным значениям $\rho_{\text{маг}}$, мы произвели оценку отношения эффективной массы носителей тока к массе свободного электрона m^*/m и обменного параметра G (значение Θ_p – взято из работы ²). Для оси c $m^*/m = 3,8$, $G = 2,6 \text{ эВ} \cdot \text{А}^3$, а в базисной плоскости $m^*/m = 3,2$, $G = 2,8 \text{ эВ} \cdot \text{А}^3$.

Сравнивая указанные величины с соответствующими значениями m^*/m и G для ТРЗМ видим, что порядок этих величин одинаковый.

В области $T \gg T_N$ вычислен фонный коэффициент $\alpha_{\text{ф}}$. Для оси c $\alpha_{\text{ф}} = 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{см}$ для базисной плоскости $\alpha_{\text{ф}} = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{см}$. Зависимость $\alpha_{\text{ф}}$ от направления измерения указывает на кристаллографическую анизотропию этого вклада.

На рис. 3 представлены кривые температурной зависимости продольного магнитосопротивления в магнитных полях: $H = 10 \text{ кЭ}$ (1); $H = 30 \text{ кЭ}$ (2); $H = 50 \text{ кЭ}$ (3) для оси c . В интервале температур 4,2 – 8,5К величина $[\Delta\rho(T)/\rho_{\parallel}]_H$ при всех значениях H положительна. В области $T = 14\text{К}$ существует острый глубокий минимум, а в области $T = 106\text{К}$ аномалии не наблюдается.

В базисной плоскости магнитосопротивление по абсолютной величине меньше приблизительно на 33%, чем по оси c .

Проведенные исследования показывают, что электрические и гальваномагнитные свойства самария отличаются от этих свойств у РЗМ. Причиной этого отличия, скорее всего, являются особенности электронной структуры самария. Окончательные выводы можно будет сделать после исследования тепловых и магнитных свойств монокристаллов самария, о которых будет сообщено в следующей публикации.

Литература

1. Трубицин В.А., Шалашов В.Ф. ФНТ, 1980, 6, 732.
2. Krithivas G., Meaden G.T. J. of the Less – Common Metals, 1975, 47, 149.

Московский

государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
9 февраля 1984 г.