

Таким образом, общность электронной структуры исследованных кристаллов указывает на схожий характер электрохимического поведения данных фторидов.

### Л и т е р а т у р а

- [1] Мурин И. В., Чернов С. В. Изв. АН СССР, сер. Неорг. материалы, 1982, т. 18, № 1, с. 168—169.
- [2] Hasegawa A. Sol. St. Ionics, 1985, vol. 15, N 1, p. 81—88.
- [3] Эварестов Р. А., Мурин И. В., Петров А. В. ФТТ, 1984, т. 26, № 9, с. 2579—2586.
- [4] Velicky B., Masek J. Sol. St. Commun., 1986, vol. 58, N 10, p. 663—666.
- [5] Эварестов Р. А. Квантово-химические методы в теории твердого тела. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. 154 с.
- [6] Evarestov R. A., Leko A. V., Smirnov V. P. Phys. St. Sol. (b), 1985, vol. 128, N 1, p. 275—285.
- [7] Boyd R. J., Whitehead M. A. J. Chem. Soc., 1972, N 1, p. 73—77.
- [8] Pool R. T., Leckey R. C., Jenkin J. G., Liesegang J. Phys. Rev. B, 1975, vol. 12, N 12, p. 5872—5877.
- [9] Heaton R. A., Lin C. C. Phys. Rev. B, 1980, vol. 22, N 6, p. 3629—3638.
- [10] Robertson J. J. Phys. C, 1979, vol. 12, N 22, p. 4767—4776.
- [11] Fast ion transport in solids. Ed. P. Vashishta et al., N. Y., etc., North-Holl, 1979, p. 687—690.

Ленинградский государственный  
университет им. А. А. Жданова  
Ленинград

Поступило в Редакцию  
10 сентября 1987 г.

УДК 537.32 : 546

Физика твердого тела, том 30, в. 3, 1988  
Solid State Physics, vol. 30, № 3, 1988

## НОВАЯ КОНДО-СИСТЕМА $\text{CeNiGa}_y$ С СИЛЬНЫМ ОРБИТАЛЬНЫМ ВЫРОЖДЕНИЕМ

М. Д. Котерлин, Б. С. Морозовский, Ю. М. Гринь

С целью изучения закономерностей образования тонкой структуры плотности состояний возле уровня Ферми ( $E_F$ ) в системах с валентно-нестабильными (ВН) редкоземельными элементами исследованы термоэдс ( $\alpha$ ) и удельное электросопротивление ( $\rho$ ) соединений типа  $\text{CeNiGa}_y$  ( $y = 0.5, 2, 3$ ). Особенностью кристаллической структуры  $\text{CeNiGa}_y$  является постепенное уменьшение с ростом  $y$  количества атомов Ni в ближайшем окружении Ce [<sup>1-3</sup>]. Согласно данным [<sup>1-3</sup>], на координационную сферу Ce радиуса  $R \approx 3.5 \text{ \AA}$  приходится 6, 4 и 2 атома Ni для составов с  $y = 0.5, 2$  и 3. Как известно [<sup>4, 5</sup>], наличие в ближайшем окружении атомов  $3d$ -переходного элемента ( $M$ ) приводит к возникновению ВН Ce, причем с ростом содержания компоненты  $M$  валентность Ce и ширина пика плотности состояний  $g_f(E)$  возле уровня  $E_F$  возрастают.

Результаты измерений  $\alpha$  и  $\rho$  в интервале температур 4.2—400 К для  $\text{CeNiGa}_y$  приведены на рис. 1. Как видно, для  $\text{CeNiGa}_{0.5}$  с наименьшим содержанием Ga  $\rho(T)$  обладает положительной кривизной с насыщением при  $T > 250 \text{ К}$ , что характерно для систем с промежуточной валентностью Ce. Это также подтверждается измерениями магнитной восприимчивости [<sup>1</sup>]. Несколько необычным является обнаружение двух положительных максимумов  $\alpha(T)$  ( $T_{\alpha_{\max 1}} \approx 70 \text{ К}$  и  $T_{\alpha_{\max 2}} \approx 350 \text{ К}$ ). Появление двухгорбой структуры  $\alpha(T)$  наблюдалось ранее в системах с Ce в состоянии, близком к кондовскому [<sup>6, 7</sup>]. В случае соединения с наибольшим содержанием Ga ( $y = 3$ ) аномалий  $\rho$  и  $\alpha$  не обнаружено. Соединение  $\text{CeNiGa}_2$  (структурный тип  $\text{NdNiGa}_2$ , пространственная группа  $Cmcm$  [<sup>2</sup>]) обнаруживает аномалии  $\rho(T)$  и  $\alpha(T)$ , свойственные немагнитным Кондо-

решеткам (НКР) [8]. Отличительной особенностью НКР  $\text{CeNiGa}_2$  является наличие только одного максимума на зависимостях  $\rho(T)$  и  $\alpha(T)$  ( $\rho_{\text{max}} \approx 70$  мкОм·см,  $\alpha_{\text{max}} \approx +52$  мкВ/К при  $T \approx 15-20$  К). Положительный пик термоэдс необычно узкий (ширина пика  $\Delta T \approx 40$  К на уровне  $0.5\alpha_{\text{max}}$ ). Оценка коэффициента  $a$  в линейной части  $\alpha$  ( $a \approx aT$  при  $T < T_{\alpha\text{max}}$ ) составляет  $\sim 4-5$  мкВ/К<sup>2</sup>, что характерно для систем с тяжелыми фермионами. В рамках двухзонной модели [4] поведение  $\alpha(T)$  соответствует узкому пику  $g_f(E)$  с шириной  $\Gamma \approx 20$  К, расположенному выше уровня  $E_F$  ( $E_g - E_F \approx 9$  К). Замещение  $\text{Ce} \rightarrow \text{La}$  в  $\text{CeNiGa}_2$  приводит к некоторому сдвигу ( $\sim 5$  К) максимума магнитной составляющей сопротивления  $\rho_m$  ( $\rho_m = \rho(\text{Ce}_x\text{La}_{1-x}\text{NiGa}_2) - \rho(\text{LaNiGa}_2)$ ) и полному его исчезновению при

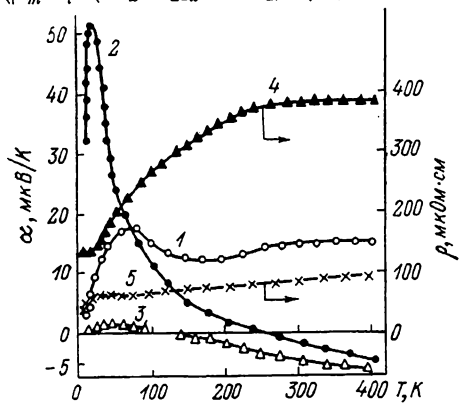


Рис. 1. Температурные зависимости термоэдс ( $\alpha$ ) и удельного электросопротивления ( $\rho$ ) соединений  $\text{CeNiGa}_y$ . а:  $y=0.5$  (1), 2 (2), 3 (3);  $\rho$ :  $y=0.5$  (4), 2 (5).

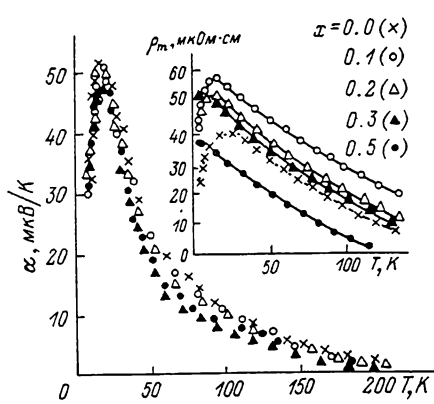


Рис. 2. Температурные зависимости термоэдс ( $\alpha$ ) твердого раствора  $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{NiGa}_2$ .

На вставке приведены температурные зависимости магнитной составляющей электросопротивления  $\rho_m(T) = \rho(\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{NiGa}_2) - \rho(\text{LaNiGa}_2)$ .

$x > 0.4$ . На поведении  $\alpha(T)$  изменение состава в области  $0 < x \leq 0.5$  существенно не сказывается (рис. 2). Логарифмические участки  $\rho_m$  наблюдаются только при  $T \geq 60$  К, причем угол наклона прямой  $\rho_m = A + B \ln T$  не зависит от состава. По-видимому, замещение  $\text{Ce} \rightarrow \text{La}$  не приводит к заметному изменению состояния Се и параметров пика  $g_f(E)$ . При  $x > 0.4$  Се переходит в состояние Кондо-примеси.

Из анализа полученных данных следует, что в  $\text{CeNiGa}_2$  реализуется аномально низкая энергия расщепления  $4f$ -уровня Се кристаллическим полем ( $\Delta$ ) при сравнительно высокой кондовской температуре ( $T_K$ ), причем  $T_K \geq \Delta$ .

## Л и т е р а т у р а

- [1] Ромака В. А., Гринь Ю. Н., Ярмолюк Я. П. УФЖ, 1982, т. 27, № 3, с. 400—404.
- [2] Гринь Ю. Н., Ярмолюк Я. П. Докл. АН УССР, А, 1982, № 3, с. 69—72.
- [3] Гринь Ю. Н. Докл. АН УССР, А, 1982, № 2, с. 80—84.
- [4] Котерлин М. Д., Бабич О. И., Луцив Р. В. и др. Препр. Ин-та металлофизики АН УССР, 1986, № 11. 24 с.
- [5] Луцив Р. В., Котерлин М. Д., Бабич О. И. ФТТ, 1984, т. 26, № 6, с. 1781—1785.
- [6] Schneider H., Kletowski Z., Oster F., Wohlleben D. Sol. st. Commun., 1983, vol. 48, N 12, p. 1093—1097.
- [7] Amato A., Sierro J. JMMM, 1985, vol. 47—49, N 3, p. 526—528.
- [8] Моцалков В. В., Брандт Н. Б. УФН, 1986, т. 149, № 4, с. 585—634.

Львовский госуниверситет  
им. И. Франко  
Львов

Поступило в Редакцию  
21 сентября 1987 г.