

ОБ АНОМАЛЬНОМ ХАРАКТЕРЕ МАГНИТОСТРИКЦИИ
КУПРАТОВ $R_2Cu_2O_5$ ($R=Dy, Ho$)

Н.П.Колмакова, И.Б.Крынецкий

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
119899, Москва, Россия
(Поступило в Редакцию 13 декабря 1994 г.)

Использование редкоземельных (РЗ) ионов в качестве магнитного зонда позволяет определять некоторые важные параметры сверхпроводящих соединений. Информацию об этих объектах дают и исследования родственных соединений, в частности изучение магнитоупругих свойств этих систем.

Известно, что магнитострикция (МС) РЗ-соединений определяется вкладом РЗ-подсистемы, имеет одноионное происхождение и характеризуется специфическими свойствами: большой анизотропией, сильным изменением по ряду РЗ-элементов, гигантской величиной для некоторых РЗ-ионов и т.д. (см., например, [1]). Исследования МС позволяют получать важную информацию об актуальных взаимодействиях магнитных ионов соединений, ответственных за формирование магнитных структур и изменение их в магнитном поле. Особенно интересно изучение МС соединений по ряду РЗ-ионов. Оно дает возможность разделить вклады РЗ-подсистемы и матрицы и проанализировать влияние структуры, а также других магнитных подсистем на свойства соединения.

РЗ-купраты $R_2Cu_2O_5$ являются сопутствующими фазами ВТСП типа 123. Структура этих купратов характеризуется медь-кислородными плоскостями $Cu-O-Cu$, параллельными плоскости ab . Расстояние между ионами меди в плоскостях в 2 раза меньше, чем расстояние между плоскостями. В структуре имеются две неэквивалентные четырехкратные позиции для «редкой земли»: $R(1)$ и $R(2)$, — которые расположены между плоскостями, причем так, что каждый ион R^{3+} находится ближе к одной из плоскостей. Измерения теплоемкости и магнитной восприимчивости обнаружили спонтанные магнитные и метамагнитные фазовые переходы в $R_2Cu_2O_5$ при низких температурах (температуры антиферромагнитного упорядочения для разных РЗ-элементов колеблются в интервале от 10 до 30 К). Проведенные к настоящему времени спектроскопические исследования позволили определить положения только нижайших штарковских подуровней основных мультиплетов R^{3+} в парамагнитной и упорядоченной фазах [3].

Изотермы МС некоторых РЗ-купратов исследованы в области низких температур с целью анализа изменения магнитной структуры в магнитном поле [4]. Мы провели измерения МС в более широком интервале температур (до ~ 90 К), чтобы проследить за температурными зависимостями РЗ-вклада в МС, которые сильно различаются для разных РЗ-ионов (относительно методики измерения λ см., например, [4]).

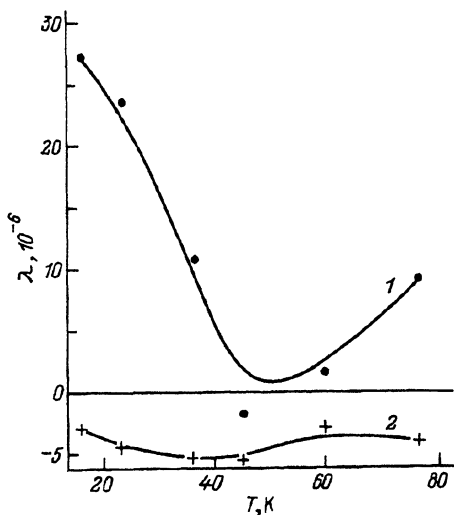


Рис. 1. Температурная зависимость объемной (1) и анизотропной (2) МС поликристалла $\text{Ho}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$, измеренной в магнитном поле $H = 42.3$ кОе.

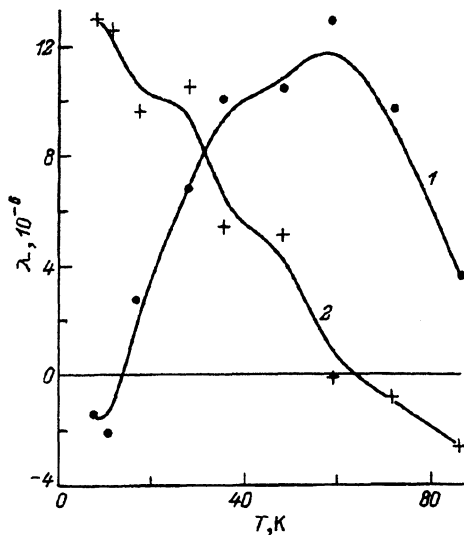


Рис. 2. Температурная зависимость объемной (1) и анизотропной (2) МС поликристалла $\text{Dy}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$, измеренной в магнитном поле $H = 42.3$ кОе.

На рис. 1, 2 приведены температурные зависимости объемной λ_w ($\lambda_w = \lambda_{\parallel} + 2\lambda_{\perp}$) и анизотропной λ_{an} ($\lambda_{an} = \lambda_{\parallel} - \lambda_{\perp}$) МС поликристаллических образцов $\text{R}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$ для соседних по ряду сильномагнитных РЗ-ионов Dy и Ho. По сравнению с МС соответствующих соединений семейства 123 ($R = \text{Dy}, \text{Ho}$) МС купратов $\text{R}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$ характеризуется значительно меньшей величиной (в системе 123 она достигает в области низких температур $\sim 10^{-4}$), совершенно другими температурными зависимостями, соотношением анизотропной и объемной МС (ср., например, с [5]). Удивительной представляется малая величина МС исследованных соединений, поскольку РЗ-вклад в МС от диспрозиевой и гольмиевой подсистем во всех оксидах и соединениях типа 123 бывает велик, тем более что РЗ-ионы в $\text{R}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$ находятся в локальном окружении с очень низкой симметрией — моноклинной. Ситуация, по-видимому, аналогична той, что имеет место для другого класса соединений с низкой локальной симметрией — перовскитов RMO_3 ($M = \text{Al}, \text{Fe}, \text{Cr}$), которые были исследованы нами ранее [6]. Для них МС РЗ-подсистемы велика, но резко анизотропна. В результате для поликристалла суммарный вклад оказывается малым, а наблюдение большой величины МС требует специальной геометрии эксперимента, проводимого на монокристалле. Эта задача была реализована нами в [6]. К сожалению, имеющиеся в настоящее время данные спектроскопических исследований купратов $\text{R}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$ еще не позволяют рассчитать вклад РЗ-подсистемы в МС. Однако обнаруженные нами экспериментально факты аномального поведения МС купратов $\text{R}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$ ($R = \text{Dy}, \text{Ho}$): малая величина МС, существенно немонотонная температурная зависимость объемной МС и температурно-независимая (в исследованном температурном интервале) анизотропная МС (для $R = \text{Ho}$) —

представляются интересными и стимулируют проведение дальнейших исследований магнитоупругого поведения данной системы.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (№ 94-02-05231).

Список литературы

- [1] Звездин А.К., Матвеев В.М., Мухин А.А., Попов А.И. Редкоземельные ионы в магнитоупорядоченных кристаллах. М. (1985). 294 с.
- [2] Kazei Z.A., Kolmakova N.P., Levitin R.Z., Mill B.V., Moshchalkov V.V., Orlov V.N., Snegirev V.V., Zoubkova J. J. Magn. Magn. Mater., **86**, 124 (1990).
- [3] Пауков И.В. Автореф. канд. дисс. Троицк (1994). 18 с.
- [4] Зоубкова Я., Крынецкий И.Б., Левитан Р.З., Орлов В.Н., Снегирев В.В. ФТТ **34**, 1371 (1992).
- [5] Del Moral A., Ibarra M.R., Algarabel P.A., Arnaudus J.I. Physica C **161**, 48 (1989).
- [6] Колмакова Н.П., Крынецкий И.Б. ФТТ **35**, 377 (1993).

УДК 539.32

© Физика твердого тела, том 37, № 7, 1995
Solid State Physics, vol. 37, N 7, 1995

УПРУГИЕ СВОЙСТВА ПОЛИТИПОВ КАРБИДА КРЕМНИЯ

С.Ю. Давыдов, С.К. Тихонов

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук,
194021, Санкт-Петербург, Россия
(Поступило в Редакцию 20 декабря 1994 г.)

Карбид кремния существует в виде более чем 250 политипов, отличающихся упаковкой слоев вдоль C -оси. Единственный кубический политип — β -SiC (или $3C$ -SiC), имеющий структуру цинковой обманки (ZB). Гексагональная (вюрцитная — W) структура также существует в чистом виде и обозначается $2H$ -SiC. Остальные гексагональные и ромбоэдрические политипы образуются комбинациями этих двух структур, их коллективно обозначают как α -SiC [1].

В последнее время возрос интерес к карбиду кремния как к материалу, используемому в микромеханике [2,3]. Поэтому представляет интерес исследовать, как упругие свойства политипов зависят от соотношения структур W/ZB , что в принципе позволит целенаправленно варьировать упругие характеристики материала.

Теория, позволяющая описать изменение упругих постоянных C_{ij}^* кристаллов смешанной вюрцитно-сфалеритной структуры, была развита в [4], а в работах [5,6] была обобщена на упругие податливости S_{ij}^* . Для упругих постоянных в [4] были получены следующие выражения:

$$C_{11}^* = \bar{C}_{11} - (1 - x^2)\Delta^2 \bar{C}_s / A,$$

$$C_{12}^* = \bar{C}_{12} + (1 - x^2)\Delta^2 \bar{C}_s / A,$$

$$C_{44}^* = \bar{C}_{44} - (1 - x^2)(\Delta^2 / \bar{C}_s) [1 + x^2 \Delta^2 / A],$$