

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

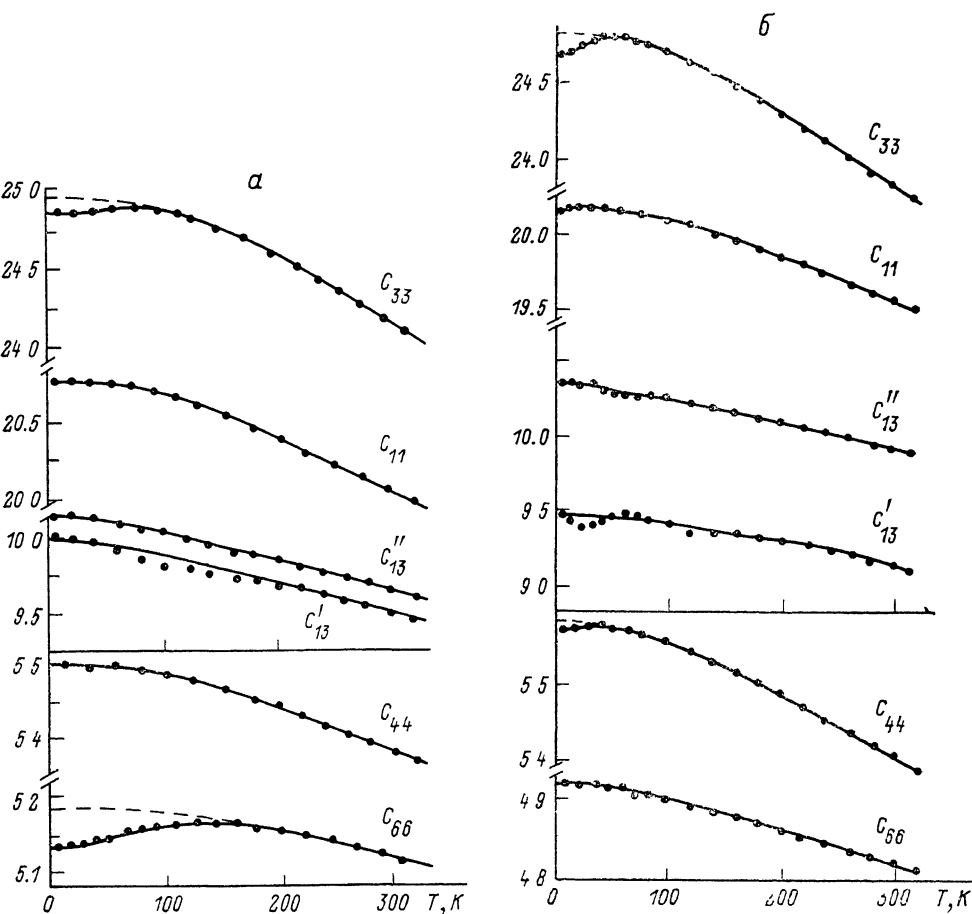
УДК 669 857 25 536 42 539.32

© 1991

УПРУГИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ YCo_5 и $GdCo_5$

Г. М. Квашин, О. П. Квашина

В настоящее время достаточно подробно исследованы упругие и магнитоупругие свойства интерметаллических соединений RCo_5 ($R=Ce, Nd$),



Температурные зависимости упругих постоянных монокристаллов YCo_5 (а) и $GdCo_5$ (б).

C'_{13} , C''_{13} — упругие постоянные, рассчитанные соответственно из скоростей распространения квазипродольной и квазипоперечной упругих волн. Значения C_{13} даны в $сд \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$

Tb, Dy) [1-3]. В соединении $CeCo_5$ [1] обнаружен инвариный характер изменения упругих постоянных в широкой области температур, связываемый с предполагаемой переменной валентностью ионов церия. В группе соединений RCo_5 ($R=Nd, Tb, Dy$) [2, 3] все упругие постоянные C_{ij} ис-

пытывают заметные (до 12 %) уменьшения в области спонтанных ориентационных фазовых переходов (ОФП) 2-го рода.

Выбор соединений YCo_5 и GdCo_5 в качестве объектов исследования обусловлен следующими причинами. Прежде всего в этих соединениях отсутствует ОФП, а также какие-либо другие магнитные или структурные фазовые переходы. Поэтому зависимости $C_{ij}(T)$ могут в какой-то мере служить реперными кривыми семейства соединений типа RCo_5 . Далее в этих соединениях влияние магнитного состояния R иона на зависимости $C_{ij}(T)$ должно быть минимальным, так как ион гадолиния не имеет орбитального момента, а ион иттрия вообще не несет на себе магнитного момента [4, 5].

На рисунке показаны температурные зависимости всех пяти независимых компонент тензора упругих постоянных соединений YCo_5 (а) и GdCo_5 (б). Значения упругих постоянных C_{ij} рассчитаны по известным соотношениям [6] из скоростей распространения V упругих волн. Расчет C_{ij} проводился с учетом температурных изменений размеров образца и его рентгеновской плотности. Скорости упругих волн измерялись импульсно-фазовым методом [6] с абсолютной точностью 10^{-3} . Чувствительность к относительным изменениям скорости по температуре 10^{-4} . Приготовлены монокристаллы соединений и их подготовка к измерениям описаны в [1-3]. В таблице приведены значения C_{ij} и рассчитанные из них температуры Дебая Θ_D для исследуемых и ряда других соединений типа RCo_5 при 4.2 К.

Упругие постоянные C_{ij} (10^{10} Н/м²) и температура Дебая Θ_D (К) соединений RCo_5 (R=Ce, Nd, Gd, Tb, Dy, Y) при $T=4.2$ К

RCo_5	C_{11}	C_{33}	C_{44}	C_{66}	C''_{13}	Θ_D
YCo_5	25.76	24.88	5.50	5.14	10.15	374
CeCo_5	18.28	22.90	4.95	3.74	9.37	322
NdCo_5	18.21	23.02	4.67	4.09	10.06	320
GdCo_5	20.17	24.68	5.57	4.92	10.35	327
TbCo_5	21.20	25.50	5.68	5.28	10.92	344
DyCo_5	22.16	26.42	5.84	5.69	11.60	348

Из рисунка видно, что упругие постоянные C_{33} и C_{66} в соединении YCo_5 и C_{33} и C_{44} в GdCo_5 обладают положительным температурным коэффициентом в области низких температур. Инвариантный характер изменения отмеченных упругих постоянных является неожиданным для этих соединений, магнитные и решеточные свойства которых достаточно хорошо изучены и не указывают на существование каких-либо особенностей в области низких температур [4, 5]. В настоящее время нельзя дать однозначного объяснения обнаруженных аномалий. Разумеется, в этих металлических кристаллах на упругие свойства оказывают существенное влияние электроны проводимости и их взаимодействие с ионным остовом. Поэтому изменение с температурой межэлектронного и электрон-ионного взаимодействия может быть причиной возникновения рассматриваемых аномалий в YCo_5 и GdCo_5 . О существенной роли электронного вклада в упругие постоянные в ферромагнитных соединениях было отмечено в работе [7], основанной на Ферми-жидкостном подходе к упругим свойствам металлов.

Отметим, что при переходе от соединения YCo_5 к GdCo_5 инвариантные аномалии уменьшаются и вообще отсутствуют в других исследованных соединениях RCo_5 (R=Nd, Tb, Dy) [2, 3]. Т. е. появление в решетке RCo_5 магнитоактивных редкоземельных ионов с ненулевым орбитальным моментом полностью устраняет инвариантные аномалии упругих постоянных.

- [1] Андреев А. В., Дерягин А. В., Задворкин С. М., Квашнин Г. М. // ФТТ. 1985. Т. 27. № 10. С. 3164—3166.
 [2] Дерягин А. В., Квашнин Г. М., Капитонов А. М. // ФММ. 1984. Т. 57. № 4. С. 686—691.
 [3] Дерягин А. В., Квашнин Г. М., Капитонов А. М. // ФТТ. 1985. Т. 27. № 1. С. 225—228.
 [4] Тейлор К. Интерметаллические соединения редкоземельных металлов. М.: Мир, 1974. 219 с.
 [5] Дерягин А. В. // УФН. 1976. Т. 120. № 3. С. 383—437.
 [6] Труэл Р., Эльбаум Ч., Чик Б. Ультразвуковые методы в физике твердого тела. М.: Мир, 1972. 307 с.
 [7] Зверев В. М., Силян В. П. // ЖЭТФ. 1985. Т. 85. № 2 (8). С. 642—653.

Красноярский политехнический институт

Поступило в Редакцию
26 марта 1990 г.

УДК 537.226+537.311.33 : 537.535

© Физика твердого тела, том 33, № 2, 1991
Solid State Physics, vol. 33, N 2, 1991

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНСТАНТЫ ЭКСИТОН-ФОНОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

М. В. Курик

В физике экситонов одной из фундаментальных проблем остается изучение процессов взаимодействия экситонов с фононами. Многочисленными экспериментальными работами установлено, что для экситонов большого и малого радиусов взаимодействие экситонов с фононами проявляется в форме полос поглощения, в уширении и смещении полос поглощения с изменением температуры. Путем измерений параметров экситонных полос поглощения при различных температурах обычно исследуют процессы взаимодействия экситонов с фононами. Проблемой при этом, однако, остается экспериментальное определение величины константы экситон-фононного взаимодействия g . Теоретические оценки g получены в ряде теоретических работ, в частности в [1].

В настоящей работе анализируется одна из возможностей экспериментальной оценки константы g исходя из данных измерений параметров формы длинноволнового края экситонных полос поглощения при различных температурах. Рассмотрен случай экситонов Ванье—Мотта в полупроводниках и щелочно-галогидных кристаллах (ЩГК).

Из многочисленных экспериментальных исследований следует, что форма длинноволнового края экситонных полос поглощения при различных температурах подчиняется правилу Урбаха [2]. Аналитически эта зависимость представляется в виде [3]

$$K(\hbar\omega T) = K_0 \exp[-\sigma(\hbar\omega - \hbar\omega_0)/kT], \quad (1)$$

где $K(\hbar\omega T)$ — коэффициент поглощения функции энергии фотонов $\hbar\omega$ и температуры T ; $\hbar\omega_0$, K_0 — постоянные величины, имеющие различное значение для различных соединений [3]; σ — величина, характеризующая крутизну поглощения для соответствующей температуры.

Экспериментально установлено, что σ зависит от температуры, и эта зависимость может быть представлена аналитически в виде [3]

$$\sigma(T) = \sigma_0 \frac{2kT}{\hbar\omega_\phi} \operatorname{th} \frac{\hbar\omega_\phi}{2kT}, \quad (2)$$

где σ_0 — уже постоянная, не зависящая от T ; $\hbar\omega_\phi$ в ряде случаев соответствует средней энергии фононов, взаимодействующих с экситонами