

СДВИГ НАЙТА Al^{27} И МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ Al с Y и Th

В. П. КАЛАНТАРЯН, В. И. ЧЕЧЕРНИКОВ

Для получения информации об электронной структуре металлов и сплавов измеряются сдвиг Найта, и магнитная восприимчивость.

Ядерный магнитный резонанс и магнитная восприимчивость исследовались нами в интерметаллических соединениях алюминия с торием и иттрием, а именно, в соединениях Al_3Th , $AlTh$, Al_3Y и AlY . Образцы изготовлялись дуговой плавкой в атмосфере аргона и подвергались специальной термической обработке. Микрошлифы и рентгеноструктурный анализ показали, что образцы являются однофазными. Кристаллическая структура исследованных соединений следующая: $ThAl_3$ — гексагональная решетка ($a = 6,500 \text{ \AA}$, $c = 4,626 \text{ \AA}$); $ThAl$ — ромбическая ($a = 11,45 \text{ \AA}$, $b = 4,92 \text{ \AA}$, $c = 4,19 \text{ \AA}$); YAl_3 — кубическая решетка типа Pu_3Ba ; YAl — орторомбическая, типа CrB .

Измерения сдвига Найта проводились на спектрометре ЯМР для широких линий при азотной и комнатной температурах в магнитных полях напряженностью до 10 кэ, а для измерения магнитной восприимчивости использовались маятниковые весы [1], позволяющие проводить измерения в широком температурном интервале от 77°К до 800°К. Сдвиг Найта на Al^{27} при 293°К измерялся относительно водного раствора соли $AlCl_3$, а при азотной температуре — относительно сигнала от медной катушки датчика Cu^{65} и сравнивался с этим же сдвигом (относительно Cu^{65}) при комнатной температуре. Неточность измерения сдвига Найта была не больше 0,01%, а магнитная восприимчивость измерялась с точностью 5–15%. Каждое значение K и χ представляет собой усредненное значение многократных измерений.

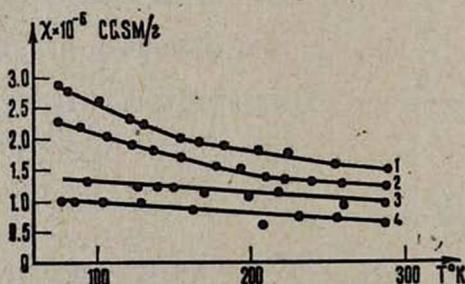


Рис. Зависимость измеренной магнитной восприимчивости от температуры для соединений: 1 — AlY , 2 — Al_3Y , 3 — $AlTh$, 4 — Al_3Th .

Зависимость измеренной восприимчивости от температуры для интерметаллических соединений Al_3Th , $AlTh$, Al_3Y и AlY показана на рисунке. Как видно из рисунка, в пределах точности измерений в ин-

тервале температур от $77^\circ K$ до $300^\circ K$ восприимчивость соединений Al_3Th и $AlTh$ слабо зависит от температуры, т. е. они являются слабыми температурно-зависимыми парамагнетиками, а у соединений Al_3Y и $AlTh$ наблюдается более резкое уменьшение восприимчивости при повышении температуры.

Так как измеренный сдвиг Найта в соединениях Al_3Th и $AlTh$ мал, а восприимчивость слабо зависит от температуры, то можно предположить, что в них d -зона заполняется s -электронами проводимости, но не полностью, и они обладают определенной восприимчивостью, обусловленной d -электронами. Как известно, заполнение s -электронами d -зоны ведет к резкому уменьшению в сдвиге Найта как контактного члена, так и поляризационного. Следовательно, в данных соединениях восприимчивость d -электронов определяется степенью заполнения d -полосы, а сдвиг Найта будет близок к нулю, что и наблюдается на опыте (см. таблицу). В соединении YAl экспериментальное значение

Таблица

Значения сдвигов Найта алюминия $K^{Al^{27}}$ и магнитной восприимчивости для соединений YAl_3 , YAl , $ThAl_3$ и $ThAl$. (В скобках дана восприимчивость на 1 грамм вещества, т. е. χ измерена в единицах $10^{-6} CGSM/g$.)

Соединение	Сдвиг Найта $K^{Al^{27}}$ в %	Измеренная восприимчивость $\chi \cdot 10^{-6} CGSM/моль$	
		$T_{аз.}$	$T_{ком.}$
YAl_3	0,13	98 (2,3)	51 (1,2)
YAl	0,05	168 (2,9)	86 (1,48)
$ThAl_3$	0,04	78 (1,0)	62 (0,8)
$ThAl$	0,06	169 (1,3)	122 (0,94)

найтовского смещения на ядрах Al^{27} значительно меньше контактного вклада в сдвиг Найта Al^{27} , обусловленного взаимодействием s -электронов проводимости с ядром. Этот вклад, как известно [2], рассчитывается по формуле

$$K = \frac{8}{3} \pi \chi_s \Omega |\psi(0)|^2, \quad (1)$$

где χ_s — спиновая восприимчивость s -электронов,

Ω — атомный объем,

$|\psi(0)|^2$ — квадрат амплитуды волновой функции s -электронов проводимости на ядре.

Небольшое значение сдвига в соединении YAl может быть связано с наличием поляризационного члена. В самом деле, так как магнитная восприимчивость YAl заметно зависит от температуры, то вклад восприимчивости d -электронов значителен, а при отсутствии $s-d$ -взаимодействия и наличии спиновой восприимчивости этих электронов возможна значительная поляризация внутренних s -электронов Al d -электронами переходного металла. Что касается соединения YAl_3 , то в нем контактный вклад, как показала наша оценка по формуле (1), по величине хорошо согласуется с экспериментальным значением сдвига Найта. Это указывает на то, что дополнительное поле на ядрах Al^{27} в YAl_3 обусловлено только контактным взаимодействием s -электронов проводимости с ядрами Al , причем большая величина сдвига Найта Al^{27} указывает на отсутствие $s-d$ -взаимодействия в данном соединении.

Итак, небольшой сдвиг Найта в Al_3Th и $AlTh$ можно объяснить заполнением s -электронами проводимости Al d -зоны переходного металла. В соединениях YAl_3 и YAl значение сдвига Найта зависит от степени поляризации s -электронов, которая определяется коэффициентом β . В случае соединения YAl_3 этот коэффициент небольшой, а в соединении YAl он имеет значительную величину. Значение коэффициента β зависит как и в случае соединений системы $Al-Sc$ [3] от кристаллической структуры этих соединений.

МГУ им. М. В. Ломоносова,
ИРФЭ АН АрмССР

Поступила 14.VIII.1972

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В. И. Чечерников. П. Иулуу. ПТЭ 5, 180 (1964).
2. Y. Masuda, M. Nishitoka. J. Phys. Soc. Japan, 22, 238 (1967).
3. В. И. Чечерников, В. И. Неделько, А. В. Ведяев. ЖЭТФ, 55, 486 (1968).

Al^{27} -ի նԱՅՏԻ ՇԵՂՈՒՄԸ ԵՎ ՄԱԳՆԵՍԱԿԱՆ ԸՆԿԱԼՈՒՄԸ Al -Ի ՄԻ ՔԱՆԻ
ԻՆՏԵՐՄԵՏԱԿԱԿԱՆ ՄԻԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ Y -Ի ԵՎ Th -Ի ՀԵՏ:

Վ. Պ. ՔԱԼԱՆԹԱՐՅԱՆ, Վ. Ի. ՉԵՉԵՐՆԻԿՈՎ

Առաջին անգամ Al_3Y , AlY , Al_3Th և $AlTh$ ինտերմետաղական միացություններում չափված է նայտի շեղումը միջուկների վրա և մագնիսական ընկալումը ազոտի և սենյակի շերտաատիճաններում: Տրված է տարբեր փոխազդեցություններով պայմանավորված առանձին ներդրումների գնահատականը նայտի ընդհանուր շեղման մեջ:

THE KNIGHT SHIFT OF Al^{27} AND MAGNETIC SUSCEPTIBILITIES OF SOME INTERMETALLIC COMPOUNDS OF Al WITH Y AND Th

V. P. KALANTARIAN, V. I. CHECHERNIKOV

The results of the measurements of Knight shift of Al^{27} and magnetic susceptibilities in the Al_3Y , AlY , Al_3Th and $AlTh$ intermetallic compounds are given. The various contributions to the Knight shift are estimated.