

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Дамаскин В. Б., Петрий О. А. Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высшая школа, 1975. [2] Фрумкин А. Н. Потенциалы нулевого заряда. М.: Наука, 1980. [3] Золотовицкий Я. М. и др. Изв. АН СССР, сер. хим., 1971, № 7, с. 1444. [4] Бродский А. М., Гуревич Ю. Я., Плесков Ю. В., Ротенберг З. А. Современная фотоэлектрохимия. Фотоэмиссионные явления. М.: Наука, 1974. [5] Еременко А. А., Козлова Е. К., Ляш А. Н., Портнягин А. И., Филиппов А. Е. Препринт физ. фак. МГУ № 19. М., 1984. [6] Berg H., Schweiss H., Stutter E., Weller K. J. *Electroanal. Chem.*, 1967, N 15, p. 415. [7] *Электрохимия: Прошедшие и будущие 30 лет.* М.: Химия, 1982, с. 178—190. [8] Бункин Ф. В., Кириченко Н. А., Лукьянчук Б. С. УФН, 1982, 138, № 1, с. 45.

Поступила в редакцию
03.09.85

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1986, Т. 27, № 4

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

УДК 538.22:539.28

СВЕРХТОНКИЕ ПОЛЯ НА ЯДРАХ ^{27}Al В СПЛАВАХ СИСТЕМЫ ($\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x$) $_2\text{MnAl}$

П. Н. Стеценко, В. В. Суриков, В. С. Покатилов, А. И. Ласкин,
Ю. И. Авксентьев

(кафедра общей физики для естественных факультетов)

Исследованию сверхтонких (СТ) полей на ядрах sp -элементов в различных ферромагнитных матрицах (в том числе в сплавах Гейслера [1]), уделяется значительное внимание. Это объясняется в первую очередь тем, что ионы sp -элементов не имеют собственного магнитного момента, и поэтому СТ поле на ядрах sp -элементов целиком формируется за счет влияния магнитного окружения. Однако вопрос о механизме (или механизмах), посредством которого реализуется наблюдаемое СТ поле, остается открытым. На данном этапе анализ применимости различных феноменологических моделей к объяснению величин и знаков СТ полей на ядрах sp -элементов и оценки соответствующих параметров способствуют лучшему пониманию сложной природы СТ взаимодействий в ферромагнитных сплавах.

Модель объемного перекрытия [2] предполагает, что основной вклад в СТ поле на ядрах sp -элементов можно представить в виде суммы двух членов: 1) отрицательного, соответствующего поляризации s -электронов проводимости, не зависящей от типа sp -элемента и обусловленной ферромагнитной матрицей, и 2) положительно, учитывающего прямое перекрытие d -орбиталей со стороны ближайших магнитоактивных ионов.

Соответствующее выражение для СТ поля имеет вид

$$H_{\text{СТ}}/A_i = p + q(V_i - V_0), \quad (1)$$

где p — поляризация электронов проводимости вблизи ядра sp -элемента, не зависящая от его типа; q — положительная константа, также не зависящая от типа sp -элемента; V_i — атомный объем sp -элемента; V_0 — средний объем матрицы; A_i — константа СТ взаимодействия.

Авторы [3], отмечая, что вклад от объемного перекрытия в ряде случаев имеет место, справедливо ставят под сомнение применимость данной модели для объяснения всего спектра значений СТ полей, так как величина поляризации зависит от типа sp -элемента. Указанное возражение снимается, если рассматривать один и тот же тип ядра в различных ферромагнитных матрицах.

В таблице представлены результаты исследования системы ферромагнитных сплавов ($\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x$) $_2\text{MnAl}$. Измерения СТ полей на ядрах ^{27}Al методом ядерного спинового эха и намагниченности насыщения проводились при температуре жидкого гелия. Характерным было примерно одинаковое для всех четырех сплавов среднее значение магнитного момента, приходящегося на формульную единицу. Следует заметить, что по данным нейтронографических измерений средний момент для сплава Co_2MnAl должен составлять $\sim 4 \mu_B$ [4]. Более низкое значение магнитного момен-

та нашего образца может объясняться его частичной разупорядоченностью, что подтверждается наличием спутанных линий в спектре ядерного спинного эха [5].

Можно предположить, что степень поляризации s -электронов проводимости пропорциональна величине среднего момента сплава. Отсюда следует, что поляризация для всех рассматриваемых сплавов примерно одинакова. Отсутствие изменения $H_{ст}^{(27Al)}$ в области высоких концентраций Cu (образцы № 1 и 2) при изменении параметра решетки (а следовательно, и среднего объема матрицы V_0) свидетельствует о том, что для этих сплавов вклад в СТ поле на ядрах ^{27}Al от объемного перекрытия незначителен. Это объясняется тем, что в структуре $L2_1$ [5] магнито-активные ионы Mn находятся лишь во второй координационной сфере относительно узлов, занятых алюминием. Так как величина константы СТ взаимодействия для алюминия составляет $1,8 \cdot 10^3$ МГц/с-эл [6], то получаем следующее значение поляризационного члена: $p \approx -1,9 \cdot 10^{-2}$.

В области высоких концентраций кобальта наблюдается уменьшение $H_{ст}^{(27Al)}$ с уменьшением параметра решетки сплава. Предполагая, что это уменьшение обусловлено влиянием объемного перекрытия со стороны магнито-активных ионов Co , находящихся в первой координационной сфере, получаем оценку второго, «объемного» параметра: $q \approx 3 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}^{-3}$.

Параметр решетки (a), средний магнитный момент ($\bar{\mu}$), экспериментальные и рассчитанные значения СТ поля на ядрах ^{27}Al в сплавах системы $(Co_{1-x}Cu_x)_2MnAl$

Образец	$a, \text{ \AA}$	$\bar{\mu}, \mu_B$	$H_{ст}^{(27Al)}, \text{ кГц}$	
			эксперимент	расчет
№ 1 ($x \approx 0,9$)	5,937	3,18	-33	-34
№ 2 ($x \approx 0,8$)	5,920	3,01	-34	-34
№ 3 ($x \approx 0,1$)	5,787	3,10	-19	-18
№ 4 ($x = 0$)	5,752	3,10	-16	-17

В последнем столбце таблицы приведены значения $H_{ст}^{(27Al)}$, рассчитанные по формуле (1) с использованием полученных величин p и q . Можно заключить, что при сделанных допущениях модель объемного перекрытия Стирнс удовлетворительно объясняет поведение СТ полей на ядрах ^{27}Al в исследованных сплавах.

Что касается сплавов Гейслера, то ранее применение модели Стирнс ограничивалось немагнитными примесями в сплавах типа X_2MnZ ($X \neq Co$, Z — sp -элемент), где только Mn обладает магнитным моментом. Как показывают проведенные здесь оценки, эта модель может быть использована для интерпретации сверхтонких полей и в сплавах с двумя типами магнито-активных элементов ($X=Co$). Применение модели может быть расширено и на область больших концентраций немагнитных элементов. Однако вопрос о точных модельных расчетах, отражающих физическую природу каждого из слагаемых в выражении (1), в настоящее время остается открытым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Norbeck J. M., Stearns M. B. J. Appl. Phys., 1979, 50 (3), p. 2063.
 [2] Stearns M. B. Phys. Rev., 1973, B8, N 9, p. 4383. [3] Campbell I. A., Vincze I. Ibid., 1976, B13, p. 4178. [4] Webster P. J. J. Phys. Chem. Solids, 1971, 32, p. 1221. [5] Стеценко П. Н., Суриков В. В., Покатилов В. С., Даскин А. И. ФТТ, 1983, 25, с. 2807. [6] Watson R. E., Bennett L. H. Phys. Rev., 1977, B15, p. 502.

Поступила в редакцию
30.09.85