

КВАДРУПОЛЬНЫЕ И МАГНИТНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В HoAlO_3

Л. С. Воротилова, Л. В. Дмитриева, В. С. Касперович, Р. М. Разманкулов

Редкоземельные (РЗ) алюминаты—перовскиты LnAlO_3 представляют интерес как материалы для квантовой электроники и техники СВЧ. Среди них соединения первой половины РЗ ряда, в частности LaAlO_3 , PrAlO_3 и EuAlO_3 , исследовались различными методами. Значительно менее изучены соединения второй половины ряда, при синтезе которых часто получают смесь двух фаз — перовскита и граната — и выращивание монокристаллов проводить сложнее. В настоящей работе методом ЯМР на ядрах ^{27}Al исследовались кристаллы HoAlO_3 , выращенные методом оптической зонной плавки. Они имели форму цилиндра со средними размерами: $l=7$ мм, $d=3$ мм.

Алюминат гольмия по типу симметрии относится к перовскитам с ромбическим искажением кристаллической решетки, пространственная группа P_{bnm} [1], точечная симметрия позиции алюминия C_2 . Элементарная ячейка содержит 4 магнитно-неэквивалентных ядра ^{27}Al .

Ориентационные зависимости спектра ЯМР ядер ^{27}Al снимались при комнатной температуре при вращении вектора магнитной индукции в плоскости, перпендикулярной оси цилиндрического образца и не содержащей ни одной из кристаллографических осей.

Полученные спектры анализировались по специальной методике, разработанной для случая вращения кристалла в одной произвольной плоскости с учетом определенной симметрии структуры [2].

Обработка экспериментальных результатов дает следующие значения констант квадрупольного взаимодействия: $e^2qQ/h=1.43 \pm 0.02$ МГц, $\eta=0.56 \pm 0.05$.

Матрица, определяющая направление главных осей тензора градиента электрического поля (ГЭП) для одного из четырех центров ^{27}Al , имеет вид

$$A = \begin{matrix} X \\ Y \\ Z \end{matrix} \begin{vmatrix} a & b & c \\ -0.804 & -0.514 & -0.298 \\ -0.111 & -0.363 & 0.925 \\ -0.584 & 0.777 & 0.235 \end{vmatrix}, \quad (1)$$

a, b, c — кристаллографические оси. Направляющие косинусы для трех других центров ^{27}Al получаются заменой знаков в одном из столбцов матрицы A .

Из (1) следует, что одна из главных осей ГЭП, а именно ось Y , лежит под углом $\approx 22^\circ$ к кристаллографической оси c , а две другие оси X и Z отклонены от плоскости ac на $\approx 17^\circ$ и $\approx 13^\circ$ соответственно. Подобное расположение главных осей тензора квадрупольного взаимодействия для ^{27}Al было получено в алюминате иттрия [3].

Расчет квадрупольных параметров, проведенный в рамках модели точечных зарядов при варьировании координат ионов в HoAlO_3 в пределах указанных в [1] погрешностей, приводит к следующим значениям: $e^2qQ/h=3.0 \pm 1.5$ МГц, $\eta=0.6 \pm 0.3$.

Несмотря на удовлетворительное согласие с экспериментом в алюминате гольмия, метод точечных мультиполей в применении к другим РЗ алюминатам оказывается недостаточным [4]. Для объяснения всех имеющихся экспериментальных данных по квадрупольным взаимодействиям в этих кристаллах необходим учет электронного вклада. Такая работа проводится нами в настоящее время.

В заключение обсудим влияние парамагнитных ионов Ho^{3+} на спектр ЯМР ядер ^{27}Al . Ориентационная зависимость центрального перехода

$1/2 \leftrightarrow -1/2$ обусловлена в основном магнитными локальными полями, наводимыми ионами Ho^{3+} , так как квадрупольные сдвиги 2-го порядка в данном случае малы. По известной формуле для локального магнитного поля (например, из [5]) с учетом экспериментальных значений парамагнитных сдвигов можно оценить величину среднего магнитного момента иона Ho^{3+} . Для комнатной температуры в поле 1 Тл оценка дает

$$\langle m \rangle = (0.15 \pm 0.02) \mu_B,$$

где μ_B — магнетон Бора.

Л и т е р а т у р а

- [1] Hammann J., Ocio M. // Acta Cryst. 1977. V. A33. N 6. P. 975—978.
 [2] Berglund B., Tegenfeldt J. // J. Magn. Res. 1978. V. 30. N 3. P. 451—455.
 [3] Burum D. P., Macfarlane R. M., Shelby R. M., Mueller L. // Phys. Lett. 1982. V. 91A. N 9. P. 465—468.
 [4] Воротилова Л. С., Дмитриева Л. В., Касперович В. С. // Ядерный магнитный резонанс. 1988. № 7. С. 59—66.
 [5] Bleaney B., Robinson F. R. S., F. N. H., Wells M. R. // Proc. R. Soc. Lond. 1978. V. A362. P. 179—194.

Институт химии силикатов
 им. И. В. Гребенщикова АН СССР
 Ленинград

Поступило в Редакцию
 15 июня 1988 г.
 В окончательной редакции
 24 октября 1988 г.

УДК 537.312.62

Физика твердого тела, том 31, в. 3, 1989
 Solid State Physics, vol. 31, № 3, 1989

АНОМАЛИИ ТЕРМОЭДС И ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ В МЕТАЛЛООКСИДНЫХ КЕРАМИКАХ ИТТРИЕВОЙ ГРУППЫ (80—300 К)

В. Н. Моргун, Н. Н. Чеботаев

В работе приведены результаты исследований температурных зависимостей электросопротивления (ЭС) и абсолютной дифференциальной термоэдс (ТЭ) $S = \Delta U / \Delta T$ сверхпроводящих металлооксидных керамик (ВТСП) иттриевой группы $M_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$, где $M = \text{Tm}$ (1), Y' (2), Y'' (3), Yb (4) (фаза «один—два—три») в интервале температур 80—300 К. Образцы были приготовлены в одинаковых условиях методом реакций в твердой фазе по стандартной технологии [1, 2]. При этом, однако, образцы несколько отличаются содержанием кислорода, плотностью и параметрами решетки. Образцы практически однофазны и имеют орторомбическую структуру. Электросопротивление измерялось по четырехзондовой схеме с относительной погрешностью $\sim 0.5\%$. ТЭ измерялась относительно меди или свинца [3] с абсолютной погрешностью ≤ 0.05 мкВ/К. Измерения ЭС и ТЭ проводились как в стационарном, так и в квазистационарном режимах в циклах охлаждение—нагрев. Для температурных зависимостей ЭС и ТЭ наблюдается небольшой гистерезис, т. е. несовпадение хода при охлаждении и нагревании образцов. Все образцы имеют металлический характер проводимости в интервале 95—300 К с квазилинейной зависимостью сопротивления от температуры. Удельное сопротивление при 100 К $\rho = (0.3—3) \cdot 10^{-5}$ Ом·м, при 300 К оно увеличивается в 2—3 раза, температура сверхпроводящего перехода $T_c \sim 91 \div 93$ К, ширина перехода $\Delta T_c \sim 1 \div 2$ К.

Для ТЭ, так же как и для ЭС, наблюдается СП переход при $T \sim 92$ К с падением эдс СП при $T < 92$ К до «нуля». В области температур 100—300 К ТЭ принимает в зависимости от типа образца (в первую очередь —