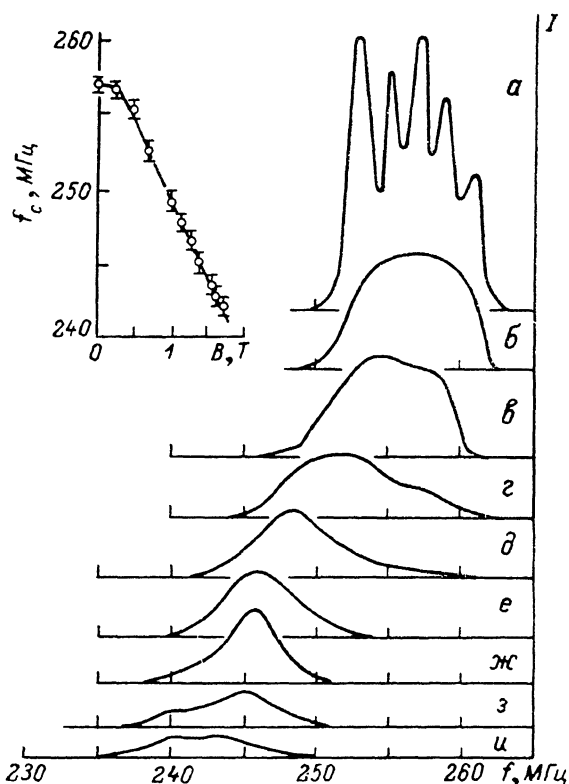


О ЗНАКЕ СВЕРХТОНКОГО ПОЛЯ НА ЯДРАХ ^{55}Mn В СИСТЕМЕ $\text{Mn}_{1+\delta}\text{Sb}$

Т. М. Шавишвили, А. М. Ахалкаци, И. Г. Кулинтари, М. Г. Меликия

Знак сверхтонкого (СТ) поля на ядрах ^{55}Mn в ферромагнитном соединении MnSb определялся в [1] методом ЯМР, при этом к образцу прикладывалось внешнее магнитное поле 0.3 Т, что приводило к смещению резонансной линии в сторону более высоких частот на величину порядка 0.2 МГц. На основании этого факта делалось заключение, что СТ поле



Зависимость амплитуды спинового эха I от частоты возбуждения f и индукции внешнего магнитного поля B для образца $\text{Mn}_{1.04}\text{Sb}$ при $T=77$ К.

Кривые соответствуют значениям B : а — 0.00, б — 0.25, в — 0.50, г — 0.71, д — 1.02, е — 1.30, ж — 1.37, з — 1.60, и — 1.70 Т. На вставке — зависимость центра тяжести линий f_c от индукции приложенного поля B .

положительно, т. е. направлено параллельно суммарной намагниченности магнетика [2, 3]. Согласно существующим представлениям о природе СТ полей на ядрах атомов, находящихся в ферромагнитной матрице, положительный знак СТ поля связывается с «незамороженным» орбитальным моментом парамагнитного иона, тогда как отрицательный знак в основном обусловлен обменной поляризацией ионного остова [3, 4]. Проведенные позже нейтронографические [5, 6] и магнитные [7] измерения показали, что в соединении MnSb на парамагнитном ионе Mn локализуется около 4-х $3d$ -электронов, при этом $3d$ -энергетические уровни расщепляются внутрикристаллическим электрическим полем и имеет место частичное «замораживание» орбитального момента. С другой стороны, согласно расчетам, выполненным по электронной структуре соединений MnAs , MnSb и MnBi , магнитные моменты ионов Mn в этих соединениях должны

носить в основном спиновый характер при несущественном вкладе орбитальной составляющей [8, 9]. Таким образом, полученный в [1] результат не согласуется с данными работ [5-9] и соответственно вопрос о знаке СТ поля на ядрах ^{55}Mn в MnSb требует дальнейшего уточнения.

Для определения знака СТ поля на ядрах ^{55}Mn в MnSb нами методом импульсного ЯМР исследовались поликристаллические образцы системы $\text{Mn}_{1+\delta}\text{Sb}$ ($0 \leq \delta \leq 0.22$). Измерения проводились при температуре жидкого азота (77 К) в магнитном поле, величина которого могла варьироваться в пределах 0—1.7 Т. Объекты исследования были получены по методу высокотемпературной твердофазной реакции и в дальнейшем подвергались длительному отжигу [10]. Для снятия спектров ЯМР использовалось двухимпульсное возбуждение равными по мощности РЧ импульсами, причем длительность первого импульса составляла 1.2 мкс, второго — 2.8 мкс, а задержка между ними — 10—12 мкс.

На рисунке представлена зависимость амплитуды сигнала спинового эха ядер ^{55}Mn от частоты возбуждения и величины приложенного магнитного поля для образца $\text{Mn}_{1.04}\text{Sb}$ (51 ат. % Mn +49 ат. % Sb). Можно видеть, что в поле от 0.25 Т и выше квадрупольное расщепление полностью исчезает, и спектральные линии принимают несколько асимметричную колоколообразную форму. С увеличением индукции магнитного поля центр тяжести спектра ЯМР смещается в сторону низких частот, при этом имеет место уменьшение интенсивности сигналов. Поскольку намагниченность насыщения для соединения $\text{Mn}_{1.04}\text{Sb}$ составляет 0.07 Т [5-7] в поле 0.5 Т и выше, образец насыщен, и сигналы ЯМР имеют внутридоменное происхождение.

На вставке рисунка дана зависимость центра тяжести линий ЯМР от величины индукции внешнего магнитного поля. Наклон линейного участка равен 10.8 ± 0.8 МГц/Т, что соответствует гиромагнитному отношению ядер ^{55}Mn — $\gamma/2\pi = 10.56$ МГц/Т [4]. Наблюдаемое уменьшение резонансной частоты для ядер в магнетике, находящемся в состоянии насыщения, непосредственно указывает на отрицательность знака СТ поля на ядрах ^{55}Mn в MnSb . Из приведенных данных это поле $B_{\text{СТ}}(^{55}\text{Mn}) = -24.2$ Т (при 77 К).

Для составов с $\delta > 0.04$ в спектре ЯМР ^{55}Mn появляется ряд низкочастотных максимумов (в районе 255—240 МГц), связанных с наличием в соединении магнитновозмущенных атомов Mn [10]. Измерения показывают, что с увеличением индукции приложенного внешнего магнитного поля эти максимумы также смещаются в сторону низких частот, что указывает на отрицательный знак СТ поля и на магнитновозмущенных атомах Mn .

Л и т е р а т у р а

- [1] *Tsujimura A., Tadamiki H., Koy Y. J. Phys. Soc. Japan, 1962, vol. 17, N 6, p. 1078—1080.*
- [2] *Ватсон Р., Фримен А.* В сб.: Теория ферромагнетизма металлов и сплавов. М.: ИЛ, 1963. 477 с.
- [3] *Ватсон Р., Фримен А.* В сб.: Сверхтонкие взаимодействия в твердых телах. М.: Мир, 1970. 374 с.
- [4] *Туров Е. А., Петров М. П.* ЯМР в ферро- и антиферромагнетиках. М.: Наука, 1969. 259 с.
- [5] *Reimers W., Hellner E., Treutmann W., Brown P. J. J. Phys. Chem. Sol., 1983, vol. 44, N 3, p. 195—204.*
- [6] *Yamaguchi Y., Watanabe H., Suzuki T. J. Phys. Soc. Japan, 1978, vol. 45, N 3, p. 846—854.*
- [7] *Teramoto T., Van Run A. M. J. Phys. Chem. Sol., 1968, vol. 29, N 2, p. 347—355.*
- [8] *Sandratskii L. M., Egorov R. F., Berdyshev A. A. Phys. St. Sol. (b), 1981, vol. 103, N 1, p. 511—519.*
- [9] *Allen J. W., Stenius W. Sol. St. Commun., 1971, vol. 20, N 6, p. 561—574.*
- [10] *Шааишвили Т. М., Ванярко В. Г., Ахалкаци А. М., Килиптари И. Г.* Труды ТГУ, сер. Физика, 1982, т. 14, с. 135—153.