

УДК 537.622

Д.С.Рыжаков (5 курс, каф. КЭ), И.В.Плешаков, к.ф.-м.н., с.н.с. ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОМАГНИТНОГО ЭФФЕКТА МЕТОДОМ ЯМР

ABSTRACT: It was shown that magnetic crystalline parameters have to change as result of lightning. The NMR method was used to detect this effect.

В настоящей работе продемонстрированы возможности ядерного магнитного резонанса (ЯМР) при изучении фотомагнитного эффекта, т.е. изменения параметров магнитного материала под воздействием света, который представляет значительный интерес как с фундаментальной, так и прикладной точек зрения (последнее связано с рассмотрением возможностей записи оптической информации на магнитный носитель). Впервые для исследования этого явления в прозрачном магнитоупорядоченном материале (борате железа, FeBO_3) ЯМР использован в [1,2], здесь будут рассмотрены особенности эксперимента и некоторые новые результаты, полученные для этого соединения.

Образцы представляли собой монокристаллы, обогащенные изотопом ^{57}Fe примерно до 80%. Исследовались два образца – тонкая пластинка с формой, близкой к прямоугольной и размерами $2 \times 2 \times 0.2 \text{ мм}^3$, и объемный кристалл с размерами $1.5 \times 1.5 \times 1.5 \text{ мм}^3$.

ЯМР регистрировался по схеме, использованной в [1,2]. Образец помещался в катушку, которая создавала переменное магнитное поле, возбуждающее ядерную спиновую систему. Оно было поляризовано в плоскости, совпадающей с плоскостью легкого намагничивания кристалла. Перпендикулярно ему, и также в легкой плоскости, было приложено постоянное магнитное поле, управляющее доменной структурой материала. Эксперимент проводился при температуре жидкого азота (77 К). Частота ЯМР ^{57}Fe в борате железа при этой температуре составляет 75.4 МГц, на эту частоту были настроены импульсный РЧ генератор и приемное устройство. С катушки снимался сигнал ЯМР в виде индукции после одиночного радиочастотного импульса, который после прохождения усилительного тракта можно было наблюдать на осциллографе. В качестве источника света использовалась галогенная лампа КГМ-300, т.е. использовался свет с широким спектром. Он подводился к образцу волоконно-оптическим жгутом, который был прижат непосредственно к поверхности кристалла. В случае толстого образца использовался инфракрасный фильтр, поскольку поглощение видимого света на большой толщине было достаточно сильным.

Изменение постоянного магнитного поля приводило к изменению амплитуды сигнала ЯМР, при этом в некоторой области (до наступления магнитного насыщения) сигнал изменялся незначительно, а затем начинался его спад. Последнее было связано с уменьшением коэффициента усиления ЯМР η в соответствии с выражением

$$H_{\perp} \approx \frac{h_1}{H_0 + H_A} H_n = h_1 \eta \quad [3],$$
 где H_{\perp} – перпендикулярная компонента локального сверхтонкого поля, H_0 и H_A – постоянное магнитное поле и поле магнитной анизотропии кристалла соответственно, h_1 – амплитуда радиочастотного поля. Гистерезис при перемагничивании не наблюдался.

После включения света регистрировалось смещение частоты ЯМР вниз примерно на 20 кГц, сопровождающееся возрастанием амплитуды сигнала. В качестве примера действия света на рис. 1 (тонкий образец) показано полевое изменение амплитуды сигнала индукции при различных условиях: до освещения (экспериментальные точки – квадраты), во время освещения (треугольники), и после снятия освещения (кружки).

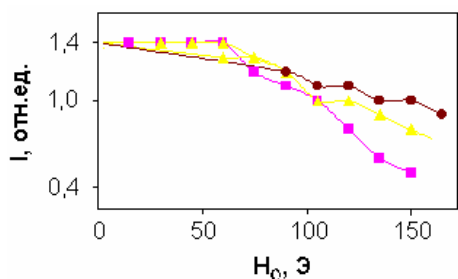


Рис. 1.

При выключении света сигнал ядерной индукции увеличивается по сравнению с наблюдаемым в образце до засветки, т.е. фактически был обнаружен эффект памяти, который ранее отмечен в работе [4] для магнитоакустических параметров того же материала. В нашем случае уменьшение магнитной анизотропии должно проявляться в увеличении сигнала ЯМР, которое и наблюдается в эксперименте.

Таким образом, в настоящей работе методом ЯМР исследованы некоторые особенности фотомагнитного эффекта в борате железа, в частности, обнаружено запоминание изменения магнитокристаллических параметров материала, вызванных действием света.

ЛИТЕРАТУРА:

1. И.В. Плешаков. Письма в ЖТФ, 2003, т. 29, с . 471.
2. V. Pleshakov, V.V. Matveev. J. Phys.: Condens. Matter, 2004, v. 16, p. 1725.
3. М. П. Петров. Электронно-ядерные взаимодействия. В кн.: Физика магнитных диэлектриков. Л.: Наука, 1974, 454 с.
4. М.Н. Seavey. Solid State Commun., 1973, v. 12, p. 49.