

Письма в ЖЭТФ, том 18, вып. 9, стр 565 – 568

5 ноября 1973 г.

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТООПТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В НЕОДНОРОДНО НАМАГНИЧЕННЫХ СРЕДАХ

Н. М. Салавский, Ю. М. Федоров

Обнаружена аномалия магнитооптического эффекта при перемагничивании монокристаллических образцов бората железа. Появление аномалии связывается с возникновением неоднородной магнитной структуры, способствующей увеличению магнитооптического вращения.

Работа посвящена изучению особенностей распространения электромагнитных волн в прозрачной магнитоупорядоченной среде с неоднородной намагниченностью.

Для экспериментов по обнаружению особенностей магнитооптических эффектов был выбран борат железа FeBO_3 [1], имеющий высокую прозрачность в видимой области спектра и обладающий магнитной анизотропией типа легкая плоскость. Исследуемые образцы представляли собой монокристаллические пластины $3 \times 5 \times 0,05 \text{ мм}^3$, большая поверхность которых нормальна к главной оси кристалла.

При перемагничивании слабых ферромагнетиков с анизотропией типа легкая плоскость возможно возникновение регулярной магнитной структуры с периодичностью вдоль оси перпендикулярной к легкой плоскости намагничивания [2]. Ряд экспериментов показал, что в локальных участках указанных образцов в процессе перемагничивания наблюдалась слоистая доменная структура по толщине пластины, аналогичная предсказанной в [2]. На рис. 1 приведено схематичное изображение образующейся слоистой структуры.

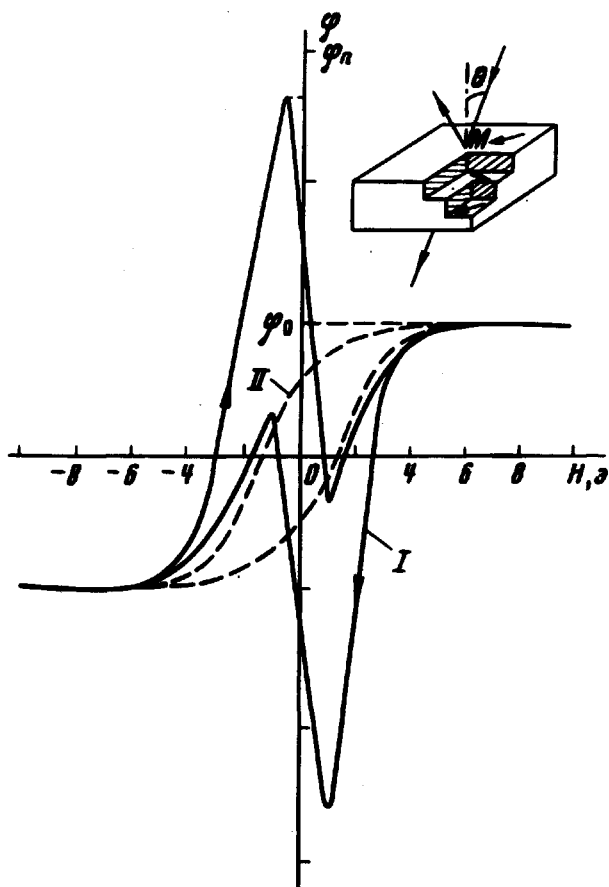


Рис. 1. Зависимость поворота плоскости поляризации от величины приложенного поля (H). Кривая 1 соответствует образцу, в котором наблюдается доменная структура. Кривая 2 отображает обычную кривую перемагничивания

Вращение плоскости поляризации в этой среде изучалось с помощью эффекта Фарадея, угол падения линейно-поляризованного света составлял 45° . На том же рисунке представлена зависимость амплитуды магнитооптического эффекта (ϕ) от величины поля, приложенного параллельно поверхности пластины. Кривая I получена с участка диаметром 100 мк , в котором наблюдается слоистая доменная структура по толщине образца. Кривая II отображает поворот плоскости поля-

ризации при перемагничивании образцов, в которых не возникает неоднородной конфигурации магнитных моментов по толщине образца¹⁾. При уменьшении насыщающего поля до значений, соответствующих появлению неоднородности намагниченности в исследуемом участке, величина магнитооптического эффекта (ϕ_n) не убывает как в обычных условиях, а возрастает по сравнению с величиной (ϕ_0) в насыщенном состоянии. Аномальный характер магнитооптического эффекта позволяет говорить об особых оптических свойствах магнитной неоднородности.

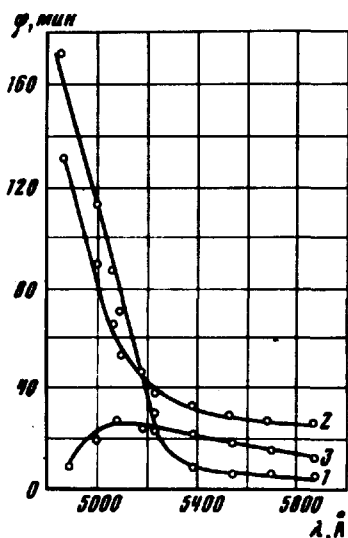


Рис. 2. Дисперсионные кривые вращения плоскости поляризации для различного магнитного состояния образца: 1, 2 — $H \leq H_c$, 3 — H больше поля насыщения

Теория оптических свойств прозрачной магнитоупорядоченной среды с регулярной доменной структурой при распространении света нормально к магнитному моменту развита в работе [3]. Однако эксперимент показал, что уменьшение угла падения приводит к уменьшению величины аномалии, которая при $\theta = 0$ не проявляется. Поэтому можно заключить, что роль четных магнитооптических эффектов [3] в описанном выше явлении незначительна. Для исключения магнитного линейного дихроизма, который может вызвать дополнительный поворот плоскости поляризации, образец устанавливался нормально лучу света и последовательно насыщался в двух взаимно перпендикулярных направлениях, при этом плоскость поляризации была ориентирована под углом 45° к этим направлениям. В этих условиях изменение интенсивности света, прошедшего через анализатор не отмечалось. Из этих экспериментов следует, что за аномальное увеличение вращения плоскости поляризации ответственен линейный магнитооптический эффект, т. е. недиагональная компонента тензора диэлектрической проницаемости.

¹⁾ Следует отметить, что кривая перемагничивания, полученная индуктивной методикой с образцов, в которых проявляется аномалия магнитооптического эффекта, имеет аналогичный вид.

При напылении магнито жесткой металлической пленки (FeNiCo , $H_c \sim 10 \text{ э}$) на одну из поверхностей пластины бората железа увеличивались размеры участков, в которых наблюдался аномальный эффект и его величина. При этом анализировался свет, являющийся суперпозицией отражений от поверхности бората железа и от границы кристалла-магнитная пленка. Керровское вращение пленки измерялось при нагревании образца выше температуры Кюри FeVO_3 ($T_K = 348^\circ\text{K}$) и оказалось пренебрежимо малой величиной в этих условиях, поэтому оно не вносит вклада в увеличение аномалии. Можно предположить, что роль магнито жесткой пленки сводится к изменению совершенства периодической магнитной структуры FeVO_3 , приводящее к значительному увеличению аномального эффекта.

Зависимость вращения плоскости поляризации от длины волны падающего света измерялась на образцах с напыленными магнитными пленками. На рис. 2 показаны дисперсионные кривые вращения при различном состоянии намагниченности. Кривые (1, 2, 3) соответствуют магнитным полям 0, 1, 8 э, приложенным в плоскости образца. Как видно из рисунка вращение в синей области спектра уменьшается для насыщенного состояния, а в полях соответствующих наличию регулярной доменной структуры по толщине пленки — увеличивается. По-видимому, это вызвано тем, что в последнем случае длина волны распространяющегося излучения приближается к периоду неоднородности или к величине кратной ему.

Отметим, что наличие регулярной неоднородности в анизотропных средах, в частности, спиральная конфигурация дипольных электрических моментов в жидких холестерических кристаллах обеспечивает аномалию их оптических свойств [4].

В заключение авторы выражают благодарность А.С.Боровику-Романову, Е.И.Кацу за полезные дискуссии, а также В.Н.Селезневу за предоставление монокристаллических образцов.

Институт физики
Академии наук СССР
Сибирское отделение

Поступила в редакцию
25 сентября 1973 г.

Литература

- [1] R. Wolfe, A. I. Kurtzig, R. L. Lecraw J. of Appl. Physics, 41, 3, 1218, 1970.
- [2] Ю.Г.Лебедев, В.Н.Филиппов. ФММ, 34, 5, 905, 1972.
- [3] Н.М.Саланский, М.Ш.Ерухимов. Препринт ИФ СО-7Ф, Красноярск 1972.
- [4] И.Г.Чистяков. УФН 89, 563, 1966.