

## ФОТОИНДУЦИРОВАННОЕ ЛИНЕЙНОЕ ДВУПРЕЛОМЛЕНИЕ В БОРАТЕ ЖЕЛЕЗА

Ю.М.Федоров, А.А.Лексиков

Исследовано влияние освещения на оптическую анизотропию в базисной плоскости магнитоупорядоченного кристалла  $\text{FeVO}_3$ . Обнаружено индуцируемое светом линейное двупреломление, зависящее от величины и направления внешнего магнитного поля.

При исследовании линейного двупреломления в легкоплоскостных антиферромагнетиках было обнаружено влияние магнитного упорядочения на оптическую анизотропию кристаллов [1]. С другой стороны, достоверным является факт изменения магнитных свойств под действием света в ряде материалов [2 — 5]. Поэтому в кристаллах, обладающих совокупностью этих свойств, можно ожидать изменений оптических свойств при освещении; в частности магнитного двупреломления. С целью выяснения зависимости магнитного двупреломления от освещения мы предприняли попытку обнаружить этот эффект в прозрачном магнитоупорядоченном кристалле  $\text{FeVO}_3$ , в котором отмечено влияние освещения на магнитную восприимчивость и анизотропию [4, 5].

Измерения магнитного двупреломления проводились компенсационным методом Сенармона с модуляцией плоскости поляризации по азимуту, что позволяло регистрировать  $\Delta n$  с точностью  $10^{-7}$ . Для исследования влияния освещения на оптическую анизотропию использовалась двухлучевая методика: один луч (контрольный) монохроматический с интенсивностью  $\sim 10^{-4}$  вт/см<sup>2</sup>, другой (засвечивающий) "белый"  $\sim 1$  вт/см<sup>2</sup>. Во время включения второго луча система регистрации перекрывалась во избежание перегрузок фотоприемника (ФЗУ).

При исследовании зависимости магнитного двупреломления от величины внешнего магнитного поля было выяснено, что  $\Delta n$  в базисной плоскости близко к нулю в отсутствие поля и увеличивается с ростом поля, достигая насыщения  $\Delta n = 1,5 \cdot 10^{-4}$  ( $\lambda = 510$  нм). в полях  $H \geq 100$  э.

Так как в малых полях кристалл разбит на домены с не 180-градусным соседством [4], увеличение  $\Delta n$  с ростом поля указывает на значительность анизотропных членов в тензоре диэлектрической проницаемости [1].

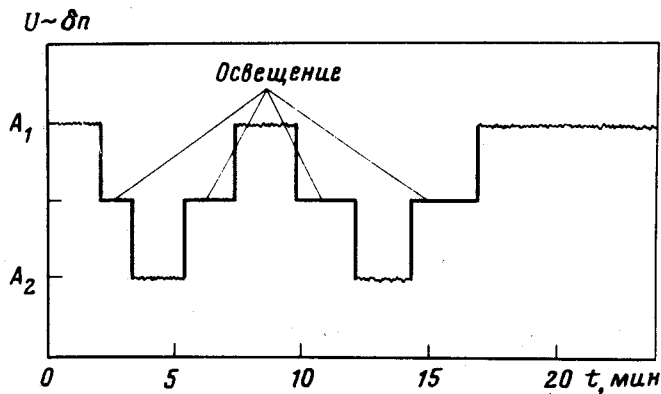


Рис. 1. Временная диаграмма электрического сигнала, пропорционального линейному двуупреломлению.  $A_1$ ,  $A_2$  — величины сигнала при освещении кристалла во взаимоперпендикулярных полях в базисной плоскости

Изменение линейного двуупреломления под действием света в  $\text{FeVO}_3$  наблюдалось следующим образом<sup>1)</sup>. Образец охлаждался до 78К и насыщался магнитным полем ( $H_1 = 120$  э), приложенным в базисной плоскости. Величина линейного двуупреломления в этом состоянии принималась за нуль отсчета. (Все последующие измерения  $\Delta n$  проводились в поле  $H_1$  с тем, чтобы магнитное состояние образца в момент измерения было одинаковым). После освещения кристалла в исходном магнитном состоянии отмечалось изменение двуупреломления ( $\delta n \sim 10^{-6}$ ), которое сохранялось без релаксации. Световое воздействие в поле  $H_{\perp}$ , приложенном в базисной плоскости нормально исходному  $H_1$ , приводило к изменению двуупреломления с обратным знаком. Последующее освещение в исходном поле  $H_1$  восстанавливало значение двуупреломления, полученное после первого освещения. Таким образом, обнаружено линейное двуупреломление, которое наводится освещением и связано с магнитным состоянием кристалла. ("Обработка" образца только магнитными полями без светового воздействия не изменяет исходной величины  $\Delta n$ ). На рис. 1 изображена временная диаграмма изменения электрического сигнала, пропорционального линейному двуупреломлению под действием освещения в полях  $H_1$ ,  $H_{\perp}$ . За начальное состояние выбрана величина сигнала  $A_1 \sim$  двуупреломлению кристалла, освещенного в поле  $H_1$ . Уровень сигнала  $A_2$  соответствует величине двуупреломления после освещения образца в присутствии поля  $H_{\perp}$ . Из приведенной диаграммы видно, что кристалл "запоминает" магнитное состояние в момент освещения, и значение двуупреломления воспроизводится при последующих циклах светового и магнитного воздействий. Величина эффекта зависит от напряженности магнитного поля, в котором образец подвергается воздействию света. С ростом поля  $\delta n$  увеличивается, достигая насыщения в полях  $H > 100$  э. Величина индуцированного

<sup>1)</sup>Изменение линейного дихроизма при освещении не обнаружено.

двупреломления аддитивно накапливается при коротких временах экспозиции и имеет максимальное значение при длительностях светового импульса  $\tau \sim 1,5$  мин. Наблюдаемое изменение двупреломления обусловлено непосредственно световым воздействием, так как, во-первых, не было отмечено температурной релаксации  $\Delta n$  со временем и, во-вторых, повышение температуры до 90К и последующее охлаждение образца при аналогичном наложении магнитных полей не приводит к изменению  $\Delta n$ .

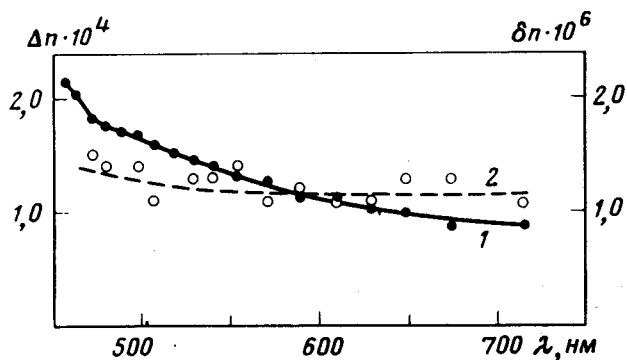


Рис. 2. Спектральные зависимости линейного магнитного  $\Delta n$  (1) и индуцированного  $\delta n$  (2) двупреломления

На рис. 2 показаны дисперсионные зависимости величин магнитного (1) и индуцированного (2) двупреломления. Из приведенных кривых видно, что если индуцированное двупреломление ( $\delta n$ ) практически не зависит от длины волны света в видимом диапазоне, то магнитное двупреломление  $\Delta n$  увеличивается с ростом энергии падающего света. Различный характер спектральных кривых может быть обусловлен тем, что электронные переходы, ответственные за оба вида двупреломления, происходят из уровней либо ионов разной валентности ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ), либо одинаковых ионов, но находящихся в различном окружении. Поскольку в решетке бората железа позиции иона железа эквивалентны, то изменение валентности магнитоактивного иона не может дать интегрального изменения оптической анизотропии вследствие сохранения суммарного заряда. То есть индуцированное двупреломление, по-видимому, связано с изменением лигандной структуры. Активным элементом такой структуры может являться кислородная вакансия, положение которой относительно магнитного иона имеет шесть кристаллографически эквивалентных позиций. Наличие вакансий приводит к локальным решеточным искажениям, которые через магнитоупругую связь взаимодействуют с магнитной подсистемой кристалла. При высоких температурах положение вакансии активировано, а при низких "заморожено". При изменении направления вектора антиферромагнетизма подстройка локальных деформаций к магнитоострикционным инициируется освещением.

Таким образом, обнаружено явление индуцированного светом линейного двупреломления, исследованы его полевые и частотные зависимости. Показаны "запоминание" эффектом магнитного состояния кристалла во время освещения и возможность управления его величиной внешним магнитным полем.

В заключение авторы приносят благодарность Р.В.Писареву за обсуждение этой проблемы, а также И.С.Эдельман за интерес и ряд ценных замечаний при написании этой работы.

Институт физики  
Академии наук СССР  
Сибирское отделение

Поступила в редакцию  
28 ноября 1978 г.  
После переработки  
2 февраля 1978 г.

### Литература

- [1] А.С.Воровик-Романов, Н.М.Крейнес, А.А.Панков, М.А.Талалеев. ЖЭТФ, **66**, 782, 1974.
  - [2] R.W.Teale, D.I.Weatherley. J. Phys., C: Sol. St. Phys., **6**, 750, 1973.
  - [3] В.Г.Веселаго, А.М.Прохоров. Препринт ФИАН №30, М., 1977 г.; Л.В.Анзина, В.Г.Веселаго, С.Г.Рудов. Письма в ЖЭТФ, **23**, 520, 1976.
  - [4] D.E.Lacklison, J.Chadwick, J.L.Page. J.Phys., D: Appl. Phys., **5**, 810, 1972.
  - [5] M.H.Seavey. Sol. St. Comm., **12**, 49, 1973.
-