

УДК 535.56

© 1991

КОНОСКОПИЧЕСКИЕ КАРТИНЫ В ГИРОТРОПНЫХ КРИСТАЛЛАХ С ИЗОТРОПНОЙ ТОЧКОЙ

Р. О. Влох, Ю. А. Пятак, И. П. Скаб

Произведен анализ интерференции циркулярно-поляризованных волн при прохождении их через гиротропный кристалл с изотропной точкой. Получены коноскопические картины для различных классов симметрии и типов гирационных поверхностей кристаллов.

Интерференционные картины, возникающие при прохождении расходящегося пучка света через двупреломляющие кристаллы, помещенные между скрещенными поляризатором и анализатором, несут значительную информацию об двупреломляющих свойствах [1]. Известно также [2], что наличие оптической активности приводит к определенным изменениям коноскопических картин. Однако анализ интерференционных коноскопических картин, возникающих при прохождении пучка света через анизотропный гиротропный кристалл, в котором отсутствует линейное двупреломление, не проводился.

Настоящая работа посвящена изучению коноскопических картин, являющихся следствием интерференции циркулярно-поляризованных волн в гиротропных кристаллах, обладающих точкой инверсии знака линейного двупреломления.

Для расчета интерференционных коноскопических картин можно воспользоваться методом, изложенным в [1]. Рассмотрим вначале пучок линейно-поляризованного света, выходящий из поляризатора и падающий на плоскопараллельную пластинку толщиной h , вырезанную из гиротропного кристалла. Вышедшие из пластинки волны обладают разностью фаз δ

$$\delta = \frac{2\pi h}{\lambda \cos \theta} \sqrt{\Delta n_x^2 + \Delta n_n^2}, \quad (1)$$

где $h/\cos \theta = \rho$ — средний геометрический путь двух волн в пластинке; λ — длина волны оптического излучения; Δn_x — линейное двупреломление кристалла; Δn_n — циркулярное двупреломление. Таким образом, если кристалл находится в изотропной точке ($\Delta n_x = 0$), то (1) запишется в виде

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \rho \Delta n_n, \quad (2)$$

что соответствует разности фаз между двумя циркулярно-поляризованными электромагнитными волнами. Для слабопоглощающей среды $\Delta n_n = G/n^2$, тогда (2) примет вид

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda n} \rho G, \quad (3)$$

где $G = g_{ij} l_i l_j$ — скалярный параметр гирации; g_{ij} — компоненты тензора гирации; l_i, l_j — направляющие косинусы волновой нормали; n — показатель преломления.

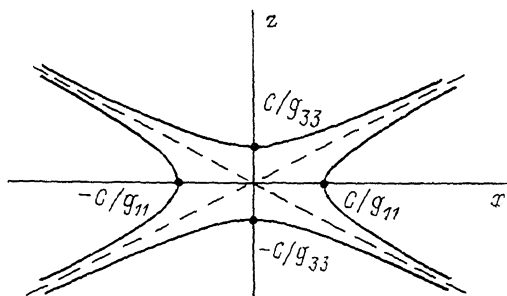
Очевидно, можно получить все изохроматы, строя вокруг некоторой точки поверхности постоянной разности фаз $\delta(h, \theta) = \text{const}$ и находя их пересечения с плоскостями $h = \text{const}$.

Для примера рассмотрим построение интерференционных коноскопических картин для гиротропных кристаллов, относящихся к классам симметрии 622, 6, 32, 3, 422, 4, находящихся в изотропной точке. Гиращионная поверхность таких кристаллов может иметь вид двузнаковых овалондов вращения с компонентами тензора гирации $-g_{11} = -g_{22} \neq g_{33}$. Используя сферическую систему координат, гиращию таких кристаллов можно описать соотношением

$$G = g_{33} \cos^2 \theta - g_{11} \sin^2 \theta. \quad (4)$$

Центральное сечение поверхности постоянной разности фаз плоскостью xz в кристаллах осевых групп симметрии средних сингоний.

Штрихами указаны направления циркулярных оптических осей.



Подставляя выражение (4) в (3), получим

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda n} \rho (g_{33} \cos^2 \theta - g_{11} \sin^2 \theta). \quad (5)$$

Следовательно, поверхности постоянной разности фаз определяются соотношением

$$\rho (g_{33} \cos^2 \theta - g_{11} \sin^2 \theta) = C, \quad C = \text{const}. \quad (6)$$

Чтобы представить себе форму данных поверхностей, обратимся к декартовым осям координат. Тогда

$$\begin{aligned} \rho^2 &= x^2 + y^2 + z^2, \\ \rho^2 \sin^2 \theta &= x^2 + y^2, \\ \rho^2 \cos^2 \theta &= z^2 \end{aligned}$$

и в соответствии с (6) поверхности постоянной разности фаз будут определяться уравнением

$$(g_{11}(x^2 + y^2) - g_{33}z^2)^2 = C^2(x^2 + y^2 + z^2). \quad (7)$$

Эти поверхности можно получить при вращении кривых

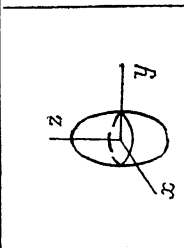
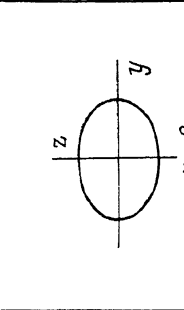
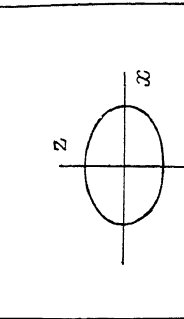
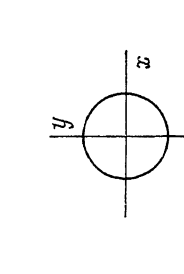
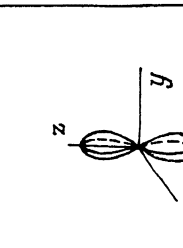
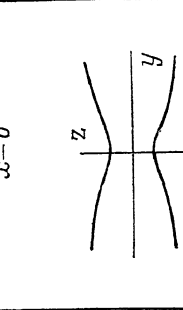
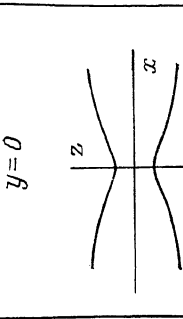
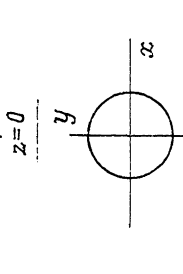
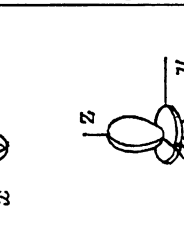
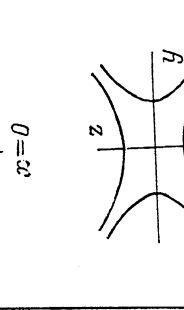
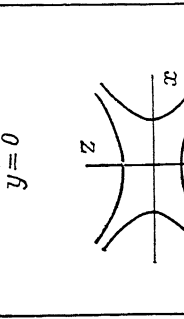
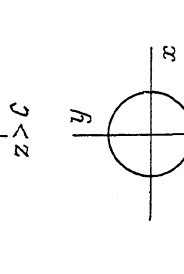
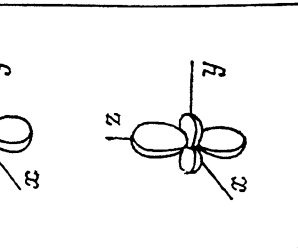
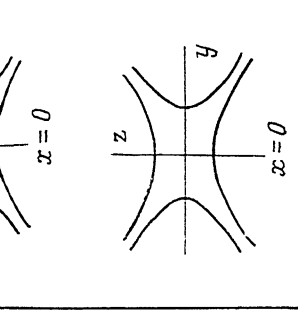
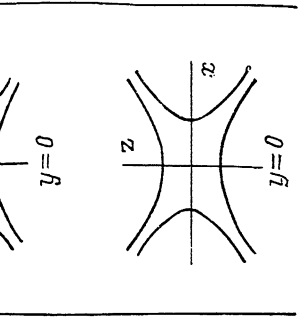
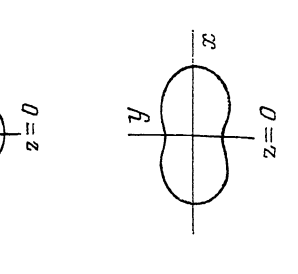
$$(g_{11}x^2 - g_{33}z^2)^2 = C^2(x^2 + z^2) \quad (8)$$

вокруг оси z (типичная кривая такого вида показана на рисунке). Асимптоты данных кривых ($z = \pm x \sqrt{g_{11}/g_{33}}$) указывают на направления в кристалле, где разность фаз между циркулярно-поляризованными волнами равна нулю, и являются циркулярными оптическими осями гиротропного кристалла [3].

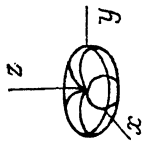
Теперь можно определить все изохроматы, используя сечения поверхности (7) плоскостями, находящимися на различном расстоянии от начала координат.

Данным методом нами рассчитаны поверхности постоянной разности фаз для различных классов гиротропных кристаллов, обладающих изотропной точкой, однако вероятность наблюдения полной изотропии для двухосных кристаллов мала. В таблице представлены уравнения и сде-

Сечения поверхностей постоянной разности фаз циркулярно-поляризованных волн в кристаллах различных групп симметрии

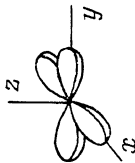
Симметрия кристалла	Вид гирационных поверхностей	Уравнения поверхностей постоянной разности фаз	Сечения поверхностей постоянной разности фаз плоскостью $M \perp x$	Сечения поверхностей постоянной разности фаз плоскостью $M \perp y$	Сечения поверхностей постоянной разности фаз плоскостью $M \perp z$
622, 6 32, 3, 422, 4		$(g_{11}(x^2 + y^2) + g_{33}z^2)^2 = C^2(x^2 + y^2 + z^2)$	 $x=0$	 $y=0$	 $z=0$
622, 6, 32, 3, 422, 4		$z^4 = C^2(x^2 + y^2 + z^2)$	 $x=0$	 $y=0$	 $z > C$
622, 6, 32, 3, 422, 4		$(g_{11}(x^2 + y^2) - g_{33}z^2)^2 = C^2(x^2 + y^2 + z^2)$	 $x=0$	 $y=0$	 $z=0$
222, 2, 1		$(g_{11}x^2 + g_{22}y^2)^2 - 2g_{11}g_{33}x^2z^2 - 2g_{22}g_{33}xy^2z^2 \times y^2z^2 + g_{33}z^4 = C^2(x^2 + y^2 + z^2)$	 $x=0$	 $y=0$	 $z=0$

622, 6,
32, 3,
422, 4



$$(x^2 + y^2)^2 = C^2(x^2 + y^2 + z^2)$$

42 m, 4



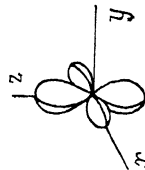
$$(x^2 - y^2)^2 = C^2(x^2 + y^2 + z^2)$$

mm2, m



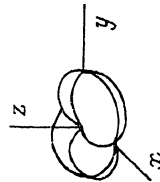
$$x^2 y^2 = C^2(x^2 + y^2 + z^2)$$

222,
2, 1

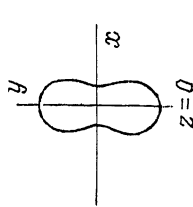
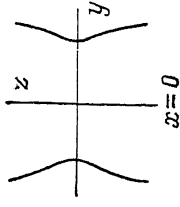
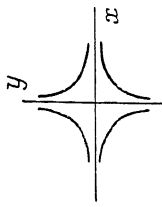
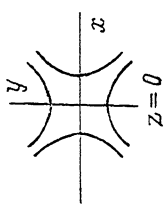
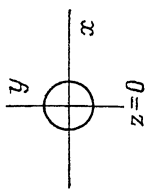
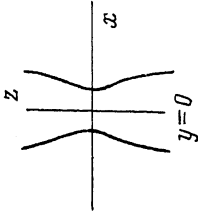
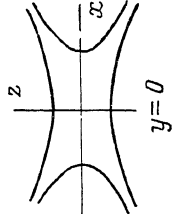
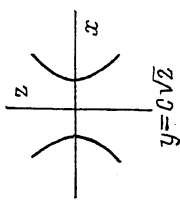
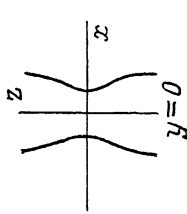
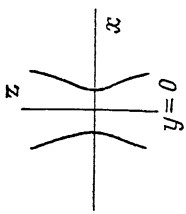
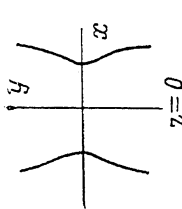
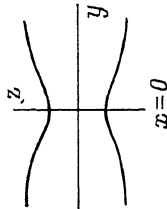
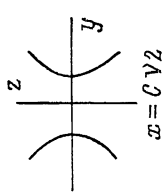
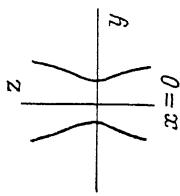
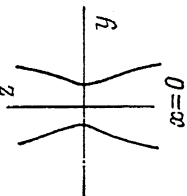


$$(g_{11}x^2 - g_{33}z^2)^2 = C^2(x^2 + y^2 + z^2)$$

222,
2, 1



$$(g_{11}x^2 + g_{22}y^2)^2 = C^2(x^2 + y^2 + z^2)$$



ланы сечения этих поверхностей. Из приведенных результатов видно, что если гирационная поверхность имеет вид фигуры вращения вокруг оси z (z — оптическая ось кристалла), то сечение, а следовательно, и коноскопическая картина при распространении света вдоль оси z должна иметь вид концентрических колец. При распространении света вдоль осей x и y в большинстве случаев коноскопические картины будут напоминать интерференционную картину, возникающую в двупреломляющем кристалле, вырезанном перпендикулярно кристаллофизической оси [1].

Таким образом, в настоящей работе проведен анализ интерференционных коноскопических картин в гиротропных кристаллах, обладающих точкой инверсии знака линейного двупреломления.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970.
- [2] Влох О. Г. Явления пространственной дисперсии в параметрической кристаллооптике. Львов: Выща школа, 1984. 155 с.
- [3] Влох Р. О. // Препринт № 153. Львов. 1988. 30 с.

Львовский государственный университет
им. И. Франко

Поступило в Редакцию
21 мая 1990 г.
В окончательной редакции
25 апреля 1991 г.

