

О. Г. ВЛОХ, Л. А. ЛАЗЬКО и В. Я. НЕСТЕРЕНКО

**ОБНАРУЖЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОГИРАЦИОННОГО ЭФФЕКТА
В КРИСТАЛЛАХ α -ННО₃**

Электрогирационный эффект, предсказанный Желудевым [1], был надежно обнаружен и исследован лишь в кристаллах кварца [2]. Нам удалось наблюдать этот эффект также в гиротронных кристаллах подноватой кислоты α -ННО₃, принадлежащих к ромбоэдрическому классу симметрии 222.

Исходя из разложения гирации в ряд по степеням внешнего электрического поля $G = (g_{ij} + \gamma_{kij}E_k + \dots)l_i l_j$ и формы тензоров естественной гирации g_{ij} [3], а также линейной электрогирации γ_{kij} [1] для класса 222; гирацию кристаллов α -ННО₃ в линейном приближении можно описать соотношением

$$G = g_{11}l_1^2 + g_{22}l_2^2 + g_{33}l_3^2 + 2\gamma_{14}E_1l_2l_3 + 2\gamma_{25}E_2l_3l_1 + 2\gamma_{36}E_3l_1l_2, \quad (1)$$

где l_i , l_j — направляющие косинусы волновой нормали, E_k — компоненты напряженности электрического поля.

Таким образом, наблюдение эффекта вдоль оптической оси, лежащей в плоскости ХZ, возможно при действии поля в направлении оси у. В этом случае в сферической системе координат уравнение (1) примет вид

$$G = g_{11} \sin^2 \theta + g_{33} \cos^2 \theta + \gamma_{25} E_2 \sin 2\theta,$$

где θ — угол между оптической осью и тупой биссектрисой (осью z), равный 67° для $\lambda = 632,8$ мкм. Тогда изменение гирации вдоль оптической оси $\Delta G = \gamma_{25} E_2 \sin 2\theta$, а со-

ответствующее изменение удельного вращения плоскости поляризации

$$\Delta\rho = \frac{\Delta\Phi}{d_0} = \frac{\pi}{\lambda n_y} \Delta G = \frac{\pi}{\lambda n_y} \gamma_{25} E_2 \sin 2\theta, \quad (2)$$

где n_y — главный показатель преломления волны, распространяющейся вдоль оптической оси, d_0 — толщина кристалла по оптической оси, $\Delta\Phi$ — прирост фазы, обусловленный электрогирацией, т. е. изменением угла поворота плоскости поляризации.

С использованием гелий-неонового лазера исследовались образцы α -НЮ₃ размерами 1,341 и 2,819 см соответственно вдоль оси y и оптической оси. По существу эксперимент состоял в измерении угла поворота анализатора в положении компенсации просветления, возникающего под действием внешнего статического поля, по центру интерференционной коноскопической картины, характерной для двусных кристаллов, вырезанных перпендикулярно оптической оси. Угловые размеры диафрагмы выбирались оптимальными ($\sim 0,8'$) и значительно меньшими ширины центрального интерференционного минимума. Так как электрогирация сопровождалась электрооптическим эффектом, вызывающим смещение интерференционной картины (рис. 1), то отверстие диафрагмы фотоэлектронного умножителя при помощи микровинтовых механизмов устанавливалось строго по центру картины до и во время наложения поля. Контроль положения диафрагмы осуществлялся визуально по коноскопической картине и по уровню сигнала фотоумножителя.

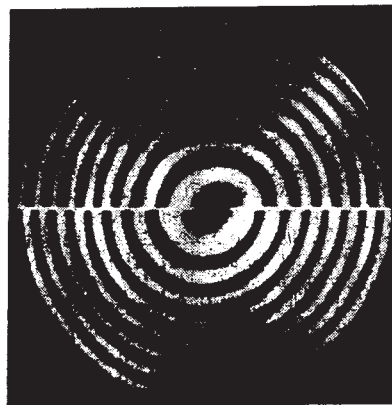


Рис. 1. Смещение интерференционной коноскопической картины при поле $E_y = 7,46 \text{ кв}\cdot\text{см}^{-1}$

Результаты исследования, представленные на рис. 2, указывают на линейную зависимость изменения удельного вращения плоскости поляризации $\Delta\rho$ от напряженности электрического поля E_y . На основе данных рис. 2 и показателя преломления n_y [4] по формуле (2) находим, что при комнатной температуре для $\lambda = 632,8 \text{ нм}$ величина $\gamma_{25} = 1,30 \pm 0,21 \cdot 10^{-8}$ ед. CGSE.

Поскольку наблюдаемый эффект достаточно мал, то весьма важно проанализировать влияние на него сопутствующих явлений, в частности, пьезоэлектрической деформации кристалла и электрооптического эффекта. Предполагая, что при пьезоэлектрической деформации величина удельного вращения остается постоянной, а поворот плоскости поляризации изменяется вследствие изменения толщины образца вдоль оптической оси, обусловленного деформацией сдвига в плоскости XZ , получим

$$\Delta\Phi = \rho \Delta d_0 = \rho d_0 d_{25} \text{ctg } \theta (\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) E_y,$$

где d_{25} — пьезоэлектрический коэффициент [5]. Найденная таким способом величина $\Delta\Phi$ при $E_y = 7,46 \text{ кв}\cdot\text{см}^{-1}$ составляет $10''$, т. е. 0,9% от наблюдаемой экспериментально.

Вследствие смещения оптической оси от нормали к пластинке, вызванного электрооптическим эффектом, также изменяется оптический путь в кристалле. Это смещение может быть обусловлено либо изменением угла между оптическими осями, либо поворотом оптической индикатрисы. Легко показать, что в первом случае угол между оптической осью y и осью z изменяется на величину

$$\Delta\theta \approx \frac{1}{2} \frac{(r_{52} E_y)^2}{(a^2 - c^2)^2} \sqrt{\frac{a^2 - c^2}{b^2 - c^2}},$$

Рис. 2. Зависимость изменения удельного вращения плоскости поляризации кристаллов α -НЮ₃ от напряженности электрического поля E_y

а во втором — угол поворота оптической индикатрисы в плоскости XZ с достаточной точностью определяется соотношением

$$\xi_2 = r_{52} E_y / (a^2 - c^2), \quad (3)$$

где r_{52} — электрооптический коэффициент, a , b и c — обратные величины главных показателей преломления n_x , n_y и n_z соответственно. Как видно из представленных соотношений $\Delta\theta \ll \xi_2$, поэтому достаточно принимать во внимание лишь второй фактор.

Угол поворота оптической индикатрисы ξ_2 рассчитывался по величине экспериментально наблюдаемого смещения коноскопической картины (рис. 1). Величина сме-

щения измерялась на микроскопе МИР-12 по негативу фотографии, полученной при использовании диафрагмы, поочередно закрывающей верхнюю (без поля) и нижнюю (с полем) части картины. В расчетах учитывался показатель преломления n_y и расстояние картины от кристалла (547 см). При $E_y = 7,46 \text{ кв}\cdot\text{см}^{-1}$ угол $\xi_2 = 28 \pm 1''$. Существенно отметить, что эти данные можно использовать для определения электрооптического коэффициента r_{32} . Учитывая (3), для $\lambda = 632,8 \text{ нм}$ находим $r_{32} = 2,14 \pm 0,15 \cdot 10^{-7}$ ед. CGSE. На этом результате в отличие от данных, полученных по измерениям изменений двулучепреломления [6], не сказывается влияние оптической активности кристаллов. Он хорошо согласуется с данными [4,7]. Нетрудно убедиться, что при столь малых отклонениях оптической оси от нормали к пластинке изменение оптического пути и связанное с ним изменение вращения плоскости поляризации значительно меньше точности эксперимента.

Следовательно, с полным основанием можно констатировать, что электрическое поле непосредственно влияет на оптическую активность кристаллов α -НЮ₃, вызывая эффект линейной электрогирации.

Литература

1. И. С. Желудев. Кристаллография, 9, 4, 501, 1964.
2. О. Г. Влох. Ж. эксперим. и теор. физ. Письма в редакцию, 13, 3, 118, 1971; Укр. физ. ж., 15, 5, 769, 1970; там же, 16, 5, 734, 1971.
3. Дж. Най. Физические свойства кристаллов. Изд-во ин. лит., М., 1960.
4. Е. Н. Волкова, В. А. Дианова, А. Л. Зуева, А. Н. Израйленко, А. С. Липатов, В. Н. Парыгин, Л. Н. Рашкович, Л. Е. Чирков. Кристаллография, 16, 2, 346, 1971.
5. S. Haussühl. Acta crystallogr., A24, 6, 697, 1968.
6. О. Г. Влох, И. В. Кутний, В. Я. Нестеренко. Укр. физ. ж., 15, 2, 327, 1971.
7. Г. Ф. Добржанский, Л. А. Кулевский, Ю. Н. Поливанов, А. М. Прохоров, В. В. Смирнов. Сб. Краткие сообщения по физике, 8, Ротапринт Физ. ин-та АН СССР, 1970, стр. 61.

Львовский государственный
университет

Поступила в редакцию
12.VIII.1971
С доработки
16.XII.1971