

УДК 548.0:537.226

О. Г. ВЛОХ, Л. А. ЛАЗЬКО и И. С. ЖЕЛУДЕВ

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГИРОТРОПНЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ LiIO₃

Как известно [1], кристаллы LiIO₃ относятся к классу симметрии 6 гексагональной сингонии и обладают очень большой оптической активностью [2]. В настоящем сообщении представлены результаты исследования влияния электрического поля и температуры на удельное вращение плоскости поляризации ρ.

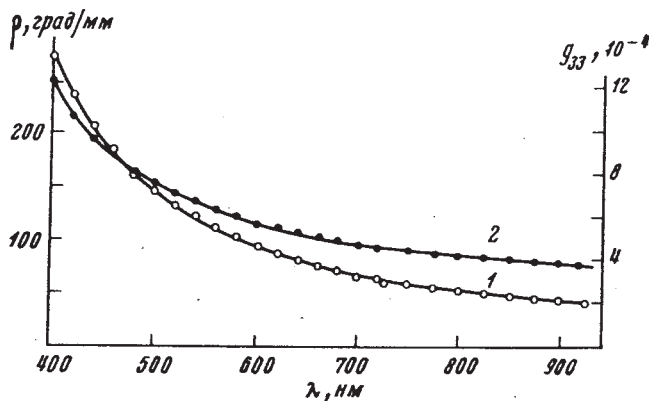


Рис. 1. Дисперсия удельного вращения плоскости поляризации (1) и компоненты g₃₃ тензора гирации (2) кристаллов LiIO₃

Предполагая, что приращения компонент тензора гирации Δg_{ij} зависят от деформации кристалла ε_{nl}, напряженности электрического поля E_k и температуры T, в линейном приближении запишем

$$\Delta g_{ij} = \frac{\partial g_{ij}}{\partial \epsilon_{nl}} \Delta \epsilon_{nl} + \frac{\partial g_{ij}}{\partial E_k} \Delta E_k + \frac{\partial g_{ij}}{\partial T} \Delta T = \eta_{ijnl} \Delta \epsilon_{nl} + \gamma'_{ijk} \Delta E_k + \theta'_{ij} \Delta T,$$

где d_{nlk} и α_{nl} – тензоры пьезоэлектрической и термической деформации, получим гирационный и термогирационный тензоры. Учитывая, что

$$\Delta \epsilon_{nl} = \frac{\partial \epsilon_{nl}}{\partial E_k} \Delta E_k + \frac{\partial \epsilon_{nl}}{\partial T} \Delta T = d_{nlk} \Delta E_k + \alpha_{nl} \Delta T,$$

где d_{nlk} и α_{nl} – тензоры пьезоэлектрической и термической деформации, получим

$$\begin{aligned} \Delta g_{ij} &= (\gamma'_{ijk} + \eta_{ijnl} d_{nlk}) \Delta E_k + (\theta'_{ij} + \eta_{ijnl} \alpha_{nl}) \Delta T = \\ &= (\gamma'_{ijk} + \tau_{ijrs} c_{rsnl} d_{nlk}) \Delta E_k + (\theta'_{ij} + \tau_{ijrs} c_{rsnl} \alpha_{nl}) \Delta T = \gamma_{ijk} \Delta E_k + \theta_{ij} \Delta T. \end{aligned}$$

Здесь τ_{ijrs} и c_{rsnl} – пьезогирационный тензор напряжений и тензор упругости, γ_{ijk} и θ_{ij} – тензоры суммарных (при свободной деформации) электрогирационного [3] и термогирационного эффектов.

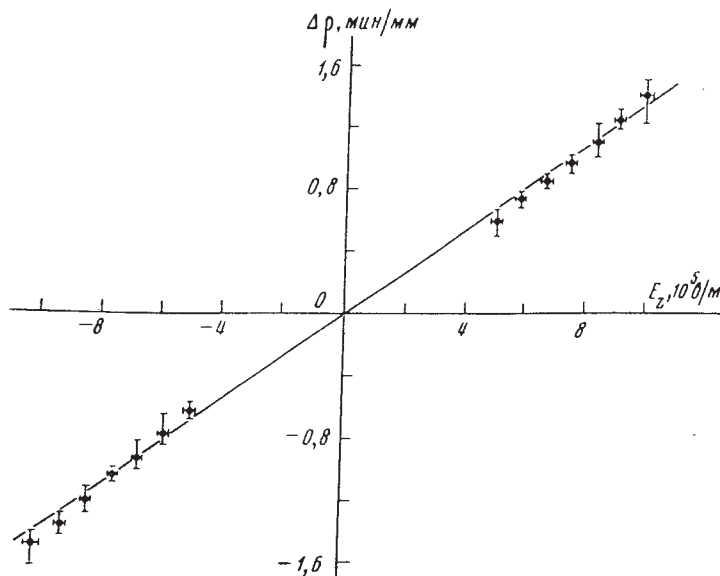


Рис. 2. Зависимость приращения удельного вращения плоскости поляризации кристаллов LiIO_3 от напряженности электрического поля E_z

Переходя к матричной записи, приращения удельного вращения плоскости поляризации в кристаллах LiIO_3 при действии электрического поля вдоль оптической оси представим в виде

$$\Delta\rho = \frac{\pi}{\lambda n_0} [\gamma_{33} E_z + \theta_{33} \Delta T]. \quad (1)$$

Экспериментальное исследование изменения оптической активности кристаллов LiIO_3 проводилось с использованием образцов z-срезы толщиной 11,961 мм. Наряду с этим на монохроматоре ЗМР-3 измерена дисперсия удельного вращения плоскости поляризации и с учетом данных [4] рассчитана дисперсия коэффициента g_{33} (рис. 1).

Исследование линейной электрогирации в направлении оптической оси при комнатной температуре усложняется ионной проводимостью кристаллов ($\sigma \sim 10^6$ ом·см) и обусловленным ею рассеянием света, которое приводит к полному исчезновению интерференционной коноскопической картины при подаче на кристалл напряжения в течение ~ 5 мин. Поэтому эксперименты проводились методом, описанным в [5], при -140°C . На рис. 2 представлена зависимость приращения удельного вращения плоскости поляризации от напряженности электрического поля E_z . Нетрудно убедиться, что при $T = \text{const}$ в кристаллах LiIO_3 под действием поля E_z и распространении света вдоль оптической оси возникает «чистый» эффект линейной электрогирации. Действительно, в этом случае электрооптический эффект [6] не приводит к возникновению дупреломления, а изменение обыкновенного показателя преломления [7] практически не влияет на величину удельного вращения плоскости поляризации: $\Delta\rho \approx \pi g_{33} n_{o13} E_z / 2\lambda \approx 4'' \text{ мм}^{-1}$ при $E_z = 10^6$ в/м. Если же предположить, что удельное вращение плоскости поляризации изменяется исключительно за счет пьезоэлектрической деформации, т. е. $\Delta\rho = \rho d_{33} E_z$, то для таких же полей по дан-

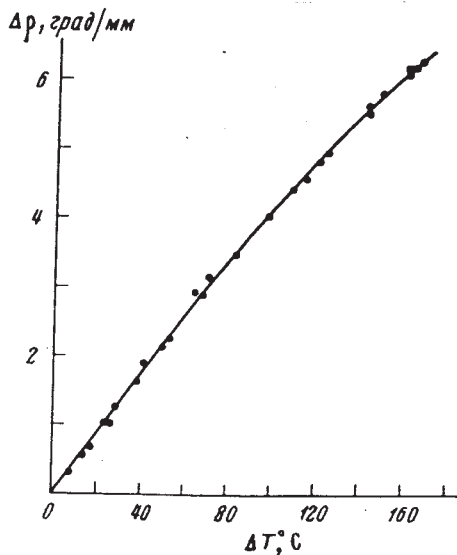


Рис. 3. Зависимость приращения удельного вращения плоскости поляризации от изменения температуры кристаллов LiIO_3

ным [8] о величине пьезоэлектрического коэффициента $d_{33}=139 \cdot 10^{-8}$ ед. CGSE (для $T=-20^\circ\text{C}$) получим $\Delta\rho=0,24 \text{ мин} \cdot \text{мм}^{-1}$, что составляет 17% наблюдаемого экспериментально суммарного эффекта электрогирации. Используя соотношение (1) и график на рис. 2, находим, что $\gamma_{33}=(0,47 \pm 0,09) \cdot 10^{-8}$ ед. CGSE для $\lambda=632,8 \text{ нм}$ и $T=-140^\circ\text{C}$.

Термогирационный эффект при $E=0$ исследовался в интервале $-160 \div +20^\circ\text{C}$. Температура кристалла определялась с точностью $\pm 0,5^\circ$. Как видно из рис. 3, кристаллы LiIO_3 обладают очень большим термогирационным эффектом. Так как в зависимости $\Delta\rho=f(\Delta T)$ наблюдается некоторая нелинейность, то коэффициент θ_{33} определяется по соотношению (1) для точки $\Delta T=0$. Величина коэффициента суммарной термогирации $\theta_{33}=(2,9 \pm 0,1) \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$ для $\lambda=632,8 \text{ нм}$. Изменение оптической активности только за счет термической деформации можно найти исходя из данных [9] о коэффициенте теплового расширения $\alpha_3=45 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$. Тогда $\Delta\rho=\rho\alpha_3\Delta T=0,386 \text{ град} \cdot \text{мм}^{-1}$ при $\Delta T=100^\circ\text{C}$, что составляет 9,3% суммарной термогирации.

Таким образом, в кристаллах LiIO_3 обнаружены явления электро- и термогирации. Существенно, что линейная электрогирация в этих кристаллах не усложняется электрооптическим эффектом или другими сопутствующими явлениями.

Авторы признательны И. А. Величко за любезно предоставленные кристаллы.

Литература

1. A. Rosenzweig, B. Morosin. Acta crystallogr., 20, 758, 1966.
2. З. Б. Перекалина, Г. Ф. Добрянский, И. А. Шпилько. Кристаллография, 15, 1252, 1970.
3. И. С. Желудев. Кристаллография, 9, 501, 1964.
4. G. Nath, S. Haussühl. Appl. Phys. Lett., 14, 154, 1969.
5. О. Г. Влох. Успехи физ. наук, 15, 771, 1970.
6. О. Г. Влох, И. С. Желудев. Кристаллография, 5, 390, 1960.
7. О. Г. Влох, И. А. Величко, Л. А. Лазько. Кристаллография, 20, 430, 1975.
8. S. Haussühl. Phys. status solidi, 29, K159, 1968.
9. S. Haussühl. Acustica, 23, 165, 1970.

Львовский государственный
университет

Поступила в редакцию
4.II.1974