

УДК 548.0:535.56

БОКУТЬ Б. В., ХИЛО П. А.

ОСОБЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКОЙ ГИРОТРОПИИ КРИСТАЛЛОВ ПЛАНАЛЬНЫХ КЛАССОВ C_{6v} И C_{3v}

Акустическая гиротропия существует, как известно, в нецентросимметричных классах и проявляется обычно во вращении плоскости поляризации акустической волны [1-3]. Однако в нецентросимметричных кристаллах планальных классов вращение плоскости поляризации запрещено принципом Кюри из-за наличия плоскостей симметрии. Ясно, что в этом случае гиротропия может проявляться в эллиптичности проходящей волны. Соответствующая задача в кристаллооптике решена впервые в [4, 5].

В настоящей работе на основе феноменологического подхода проводится расчет поляризации упругих волн, распространяющихся под произвольным углом φ к акустической оси в плоскостях симметрии кристаллов планальных классов.

Уравнение Кристоффеля для плоских монохроматических волн представим в виде

$$(\rho\omega^2\delta_{ik} - c_{ijkl}k_jk_l - i\gamma_{ijkl}k_jk_lk_n)U_k = 0. \quad (1)$$

Записывая уравнение (1) с учетом явного вида тензоров c, γ [6, 2] в кристаллофизической системе координат, получим для кристаллов симметрии C_{6v}

$$(\rho\omega^2 - k^2c_0(\varphi))U_1 = 0, \quad (2)$$

$$[\rho\omega^2 - k^2c_1(\varphi)]U_2 - k^2c_3(\varphi)U_3 - iG_{\varphi\Phi}k^2U_3 = 0,$$

$$-k^2c_3(\varphi)U_2 + iG_{\varphi\Phi}k^2U_2 + [\rho\omega^2 - k^2c_2(\varphi)]U_3 = 0,$$

где

$$U = U_1e_1 + U_2e_2 + U_3e_3, \quad c_0(\varphi) = c_{66}\sin^2\varphi + c_{44}\cos^2\varphi,$$

$$c_1(\varphi) = c_{11}\sin^2\varphi + c_{44}\cos^2\varphi, \quad c_2(\varphi) = c_{33}\cos^2\varphi + c_{44}\sin^2\varphi, \quad (3)$$

$$c_3(\varphi) = (c_{13} + c_{44})\sin\varphi\cos\varphi, \quad G_{\varphi\Phi} = G_{13}k\sin\varphi\cos\varphi.$$

Для кристаллов симметрии C_{3v} уравнения (2) остаются теми же, но частично меняется определение (3). Из условия нетривиальной разрешимости (2) находим

$$k^2 = \frac{\rho\omega^2}{c_{\varphi\Phi} \pm}, \quad (4)$$

$$k^2 = \frac{\rho\omega^2}{c_0(\varphi)}, \quad (5)$$

где обозначено $c_{\varphi\Phi} \pm = \frac{2[c_1(\varphi)c_2(\varphi) - c_3^2(\varphi)]}{c_1(\varphi) + c_2(\varphi) \pm \sqrt{[c_1(\varphi) - c_2(\varphi)]^2 + 4c_3^2(\varphi)}}$.

Перейдем теперь к нахождению поляризации упругих волн. Из (2), (4), (5) следует, что в пренебрежении гиротропией волна (5) поперечна к вектору смещения, направленному по оси x , а две волны (4) линейно поляризованы в плоскости (k, c) , где c - вектор акустической оси. Для них

$$\frac{U_2 \pm}{U_3 \pm} = \frac{c_{\varphi\Phi} \pm - c_2(\varphi)}{c_3(\varphi)}$$

При учете акустической активности поляризация волны (5) не меняется, а поляризация волны (4) становится эллиптической, причем

$$\frac{U_2 \pm}{U_3 \pm} = \frac{c_3(\varphi) + iG_{\varphi\Phi}}{c_{\varphi\Phi} \pm - c_1(\varphi)}. \quad (6)$$

Удобно представить (6) в виде

$$\frac{U_2^\pm}{U_3^\pm} = \alpha_1^\pm + i\alpha_2^\pm,$$

где

$$\alpha_1^\pm = \frac{c_3(\varphi)}{c_{\varphi\varphi\pm} - c_1(\varphi)}, \quad \alpha_2^\pm = \frac{G_{\varphi\varphi}}{c_{\varphi\varphi\pm} - c_1(\varphi)}.$$

Используя затем известную методику приведения эллипса к главным осям, найдем для эллиптичности

$$\tau_\pm = \frac{\alpha_2^\pm}{(\alpha_1^{\pm 2} + 1)^2}.$$

Кроме того, большая ось эллипса повернута относительно направления исходной линейной поляризации на угол ε , определяемый соотношением

$$\operatorname{tg} 2\varepsilon = \frac{2\alpha_1^\pm \alpha_2^\pm}{(\alpha_1^{\pm 2} + 1)^2}.$$

Полученные формулы (7), (8) подтверждают сказанное выше об особенностях влияния акустической гиротропии на упругие волны в кристаллах планальных классов.

Отметим в заключение, что в направлении акустической оси ($\varphi=0$) и перпендикулярном ему ($\varphi=\pi/2$) гиротропия не сказывается на поляризации и скорости акустических волн.

Литература

1. Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. Основы кристаллофизики. «Наука», М., 1975.
2. А. Д. Вужва, В. Е. Лямов. Кристаллография, 22, 131, 1977.
3. D. L. Portigal, E. Burstein. Phys. Rev., 170, 673, 1968.
4. Ф. И. Федоров, Б. В. Бокуть, А. Ф. Константинова. Кристаллография, 7, 910, 1968.
5. Ф. И. Федоров. Теория гиротропии. «Наука и техника», Минск, 1976.
6. Ф. И. Федоров. Теория упругих волн в кристаллах. «Наука», М., 1965.

Гомельский государственный университет

Поступила в редакцию
12.II.1977