

В. А. Биденко, канд. техн. наук, А. П. Запунный, В. К. Хаустов, инженеры

РАСЧЕТ КРИВЫХ ФАЗОВЫХ СКОРОСТЕЙ УПРУГИХ ВОЛН МОНОКРИСТАЛЛОВ КРС-5 И КРС-6

В последнее время большой интерес разработчиков акустооптических устройств вызывают механические смеси бромистого таллия с иодистым таллием (КРС-5) и бромистого таллия с хлористым таллием (КРС-6). Для анализа акустооптических свойств монокристаллов (КРС-5 и КРС-6) требуется рассчитать кривые фазовых скоростей упругих волн в них. В общем случае в монокристалле в любом направлении могут распространяться три упругие волны: одна продольная и две сдвиговые [2]. Скорость распространения,

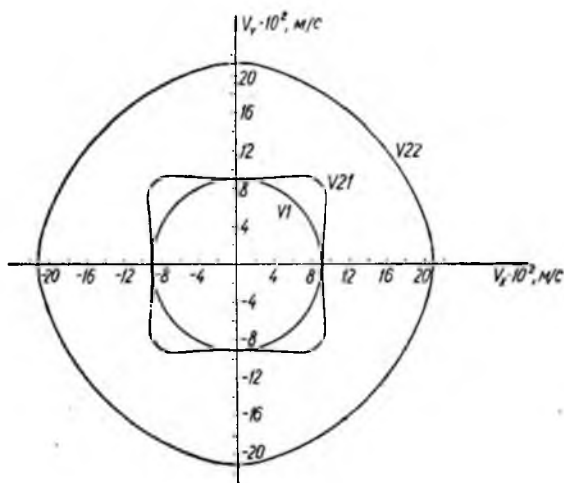


Рис. 1. Кривые фазовых скоростей упругих волн монокристалла КРС-5

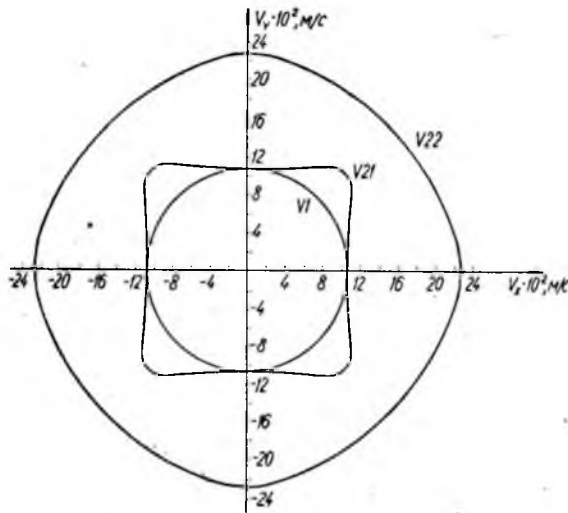


Рис. 2. Кривые фазовых скоростей упругих волн монокристалла КРС-6

поляризации упругих волн, распространяющихся в данном направлении, определяются из уравнения Кристоффеля для данного кристалла. Уравнение Кристоффеля в общем виде описывается выражением [2]

$$(C_{ijkl}n_jn_l - \delta_{ik}\rho v_i^2)\gamma_k = 0,$$

где C_{ijkl} — элемент тензора упругих постоянных; ρ — плотность материала; n_j, n_l — направляющие косинусы векторов фазовой скорости v_i ; $i, j, l, k = 1, 2, 3$ соответствуют декартовой системе координат; γ_k определяет поляризацию упругой волны; δ_{ik} — символ Кронекера.

Приравняв определитель уравнения (1) нулю, получим уравнение поверхности фазовых скоростей. Ее образуют концы всевозможных векторов фазовых скоростей упругих волн, отложенных из центра поверхности

$$\det \| G_{ijkl}n_jn_l - \delta_{ik}\rho v_i^2 \| = 0. \quad (2)$$

В развернутом виде уравнение (2) для монокристаллов кубической системы, к которым относятся КРС-5 и КРС-6 имеет вид [3]

$$\begin{vmatrix} \Gamma_{11} - \rho v^2 & \Gamma_{12} & \Gamma_{13} \\ \Gamma_{12} & \Gamma_{22} - \rho v^2 & \Gamma_{23} \\ \Gamma_{13} & \Gamma_{23} & \Gamma_{33} - \rho v^2 \end{vmatrix} = 0, \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} \Gamma_{11} &= C_{44} (1 - n_1^2) + C_{11} n_1^2; & \Gamma_{12} &= (C_{12} + C_{44}) n_1 n_2; \\ \Gamma_{22} &= C_{44} (1 - n_2^2) + C_{11} n_2^2; & \Gamma_{23} &= (C_{12} + C_{44}) n_2 n_3; \\ \Gamma_{33} &= C_{44} (1 - n_3^2) + C_{11} n_3^2; & \Gamma_{13} &= (C_{12} + C_{44}) n_1 n_3. \end{aligned}$$

Уравнение (3) описывает поверхность шестого порядка, которая в отдельных случаях (как в данном) распадается на поверхности более низких порядков. Для всех основных плоскостей кристаллов кубической системы уравнение (3) приводится к виду

$$\begin{aligned} C_{44} - \rho v^2 &= 0; \\ \rho^2 v^4 - \rho v^2 (C_{44} + C_{11}) + C_{11} C_{44} (n_1^4 + n_2^4) - \\ &- n_1^2 n_2^2 (C_{12}^2 + 2C_{12} C_{44} - C_{11}^2) = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Кривые зависимостей величин фазовых скоростей от направления распространения упругой волны для монокристаллов КРС-5 и КРС-6, по данным работы [1], рассчитывались на ЭВМ и представлены соответственно на рис. 1 и 2. Внешняя кривая представляет собой анизотропию продольных волн в монокристалле. Две внутренние кривые соответствуют сдвиговым волнам, причем скорость одной из сдвиговых волн не зависит от направления распространения.

1. Лисицкий И. С., Толсторожев В. М., Озерцкий С. М. и др. Механические свойства монокристаллов КРС-5 и КРС-6.—ОМП, 1976, № 4, с. 41—44. 2. Сиротин Ю. И., Шаскольская М. П. Основы кристаллофизики. М., Наука, 1975. 681 с. 3. Федоров Ф. И. Теория упругих волн в кристаллах. М., Наука, 1965. 389 с.

Поступила в редколлегию 05.09.79

V. A. Bidenko, A. P. Zapunnyj, V. K. Chaustov

CALCULATION OF PHASE VELOCITIES CURVES OF ELASTIC WAVES FOR MONOCRYSTALS KRS-5 AND KRS-6

Cristoffel's equation for cubic crystallographic system is resolved. Equations of phase velocities curves of elastic waves for monocryctals KRS-5 and KRS-6 are calculated.