

УДК 534.2

DOI: 10.17223/00213411/64/5/32

Д.С. САНДИТОВ^{1,2}, С.С. БАДМАЕВ¹, А.А. МАШАНОВ¹

ЗАВИСИМОСТЬ ОТНОШЕНИЯ КВАДРАТОВ СКОРОСТЕЙ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ ОТ ПАРАМЕТРА ГРЮНАЙЗЕНА

Установлено, что в формулах Леонтьева и Беломестных – Теслевой для параметра Грюнайзена правые части равенств зависят от ангармонизма через отношения квадратов скоростей акустических волн (v_L^2/v_S^2) и параметра Грюнайзена γ . Теоретическая зависимость (v_L^2/v_S^2) от γ в целом согласуется с экспериментальными данными как для кристаллов, так и для стеклообразных твердых тел. Величина (v_L^2/v_S^2) оказывается однозначной функцией отношения тангенциальной и нормальной жесткостей межатомной связи.

Ключевые слова: параметр Грюнайзена, продольная и поперечная скорости акустических волн, ангармонизм, коэффициент Пуассона, твердые тела, формулы Леонтьева и Беломестных – Теслевой.

Введение

В уравнение состояния твердого тела входит параметр Грюнайзена γ , характеризующий нелинейность силы межатомного взаимодействия и ангармонизм колебаний решетки. Основным соотношением для экспериментального определения γ является уравнение (закон, формула) Грюнайзена [1]

$$\gamma = \frac{\beta V B}{C_V}, \quad (1)$$

где β – коэффициент объемного теплового расширения; V – молярный объем; B – изотермический модуль объемного сжатия; C_V – молярная теплоемкость при постоянном объеме.

Помимо этого уравнения для расчета γ используются другие выражения, в том числе формулы Леонтьева [2]

$$\gamma = \frac{3}{2} \left(\frac{B_A}{\rho v_k^2} \right) \quad (2)$$

и Беломестных – Теслевой [3]

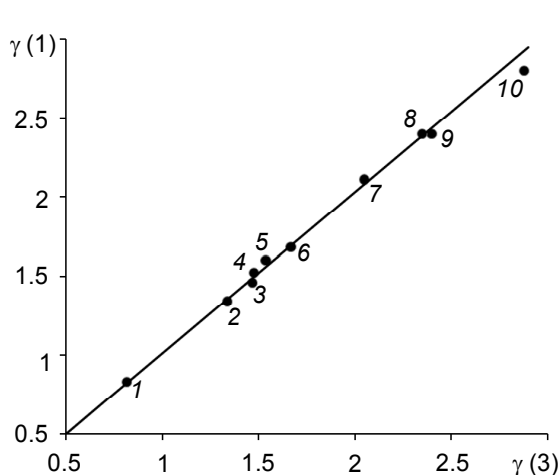


Рис. 1. Линейная корреляция между значениями параметра Грюнайзена γ , полученными по уравнению Грюнайзена γ (1) и по формуле Беломестных – Теслевой γ (3), для различных кристаллов (использованы данные [3, 4]): 1 – Be; 2 – LiF; 3 – NaCl; 4 – LiCl; 5 – KCl; 6 – KBr; 7 – Al; 8 – Ag; 9 – Pb; 10 – Au

$$\gamma = \frac{3}{2} \left(\frac{1 + \mu}{2 - 3\mu} \right). \quad (3)$$

Здесь B_A – адиабатический модуль объемного сжатия; ρ – плотность; v_k – средняя квадратичная скорость волн деформации, квадрат которой является инвариантом суммы квадратов скоростей распространения продольной (v_L) и поперечной (v_S) упругих волн,

$$v_k^2 = \frac{v_L^2 + 2v_S^2}{3}, \quad (4)$$

μ – коэффициент Пуассона, который иногда называют коэффициентом поперечной деформации. Формулы Леонтьева (2) и Беломестных – Теслевой (3) привлекательны тем, что, в отличие от уравнения Грюнайзена (1), позволяют рассчитывать γ по более доступным экспериментальным данным. Установлено, что они находятся в удовлетворительном согласии с уравнением Грюнайзена [3–5] (см., например, рис. 1).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>