

ОБ АНОМАЛЬНОМ ПОГЛОЩЕНИИ ЗВУКА ВБЛИЗИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

В. И. Самуилович, В. Ф. Кунцелис

Исследованию поглощения ультразвуковых волн (УЗВ) вблизи фазового перехода в сегнетоэлектриках посвящено немало экспериментальных и теоретических работ [1 – 4]. Однако, до последнего времени не существует хорошего соответствия между экспериментальными и теоретическими зависимостями аномального поглощения УЗВ от температуры, а также от частоты.

Температурные зависимости аномального поглощения, измеренные нами в SbSj [5], также очень приближенно описывались релаксационными теориями [3, 4]. Теория, рассматривающая поглощение при фазовом переходе, обусловленное взаимодействием звуковых и поляризационных волн [6], ввиду сложности математических выкладок, также не могла хорошо интерпретировать экспериментальные результаты, хотя ориентационную зависимость аномального поглощения объясняет работа, которая будет опубликована в этом году в ФТТ.

В последнее время появились работы, дающие в общем виде выражение для коэффициента поглощения звука [7, 8]:

$$\kappa \sim \omega^2 \text{Re} \int_0^{\infty} \langle \delta X(t) \delta X(0) \rangle \exp(-i\omega t) dt, \quad (1)$$

где ω – частота звука, δX описывает случайную силу, воздействующую на ультразвуковую волну посредством диполь-решетного взаимодействия. В случае электрострикционной связи пропорциональна диполь-дипольному взаимодействию.

Применив формулу (1), Кавасаки получил следующую зависимость коэффициента поглощения УЗВ при фазовом переходе в ферромагнетиках [9]:

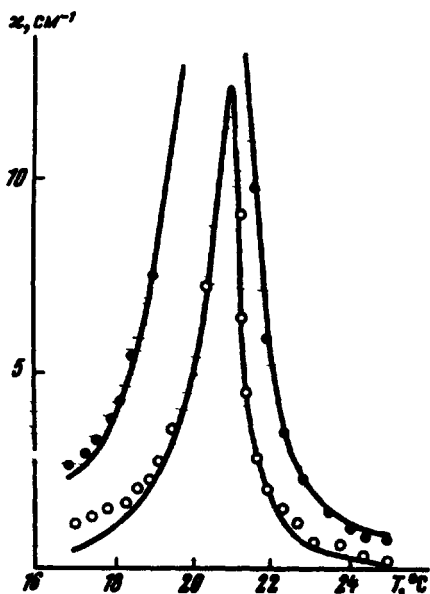
$$\kappa = A\omega^2 C^2(T) \left(\gamma + \frac{\lambda}{C(T)} \frac{\omega^2}{v_s^2} \right)^{-1} \left[1 + \omega^2 C(T) \left(\gamma + \frac{\lambda}{C(T)} \frac{\omega^2}{v_s^2} \right)^2 \right]^{-1}, \quad (2)$$

где $C(T)$ – температурная зависимость теплоемкости, v_s – скорость звука, A , γ и λ – слабо зависящие от температуры коэффициенты. В приближении малых частот УЗВ κ пропорционален квадрату теплоемкости:

$$\kappa = A\omega^2 C^2(T) / \gamma. \quad (3)$$

Так как расчеты Кавасаки являются сравнительно общими, то Хата и др. заметили, что такое рассмотрение можно применить и в случае аномального поглощения в NaNO_2 [10]. К сожалению, они пока не привели сопоставления температурных зависимостей поглощения УЗВ и теплоемкости.

Мы попробовали сравнить температурную зависимость аномального поглощения УЗВ в $SbSj$ [5] со скачком теплоемкости, приведенном в работе [11]. Считая, что до 10 МГц выполняется уравнение (3), было подсчитано κ и получено довольно хорошее согласие с экспериментом (рисунок, а). Подобрав $\gamma = 3,8 \cdot 10^7$, $\chi = 0,1$ и $A = 3,4 \cdot 10^{-6}$ ед. CGS и применяя формулу (2), можно получить хорошее согласие и на частоте 30 МГц (рисунок, б). На частоте 30 МГц экспериментальные точки смещены на $0,4^\circ\text{C}$ в сторону низких температур, так как такая погрешность при измерении абсолютной температуры была вполне возможна. В сегнетофазе экспериментальные значения κ несколько больше, но это и понятно так как в данном распространении не учитывалось доменное рассеяние.



Температурная зависимость коэффициента поглощения УЗВ в $SbSj$ $\kappa(T)$: а — на частоте 10 МГц (светлые кружки), б — на частоте 30 МГц (темные кружки). (Сплошные линии теоретические подсчеты)

Такое согласие экспериментальных и теоретических результатов в случае $SbSj$ обещает интересное теоретическое рассмотрение изменения теплоемкости и поглощения УЗВ в сегнетоэлектриках.

Вильнюсский
государственный университет
им. В.Капсукаса

Поступила в редакцию
8 февраля 1971 г.

Литература

- [1] К.А.Минаева, А.П.Леванюк. Изв. АН СССР, 24, 96, 1965.
- [2] К.А.Минаева, А.П.Леванюк, Б.А.Струков, В.А.Кощик. ФТТ, 9, 1220, 1967.
- [3] Л.Д.Ландау, И.М.Халатников. ДАН СССР, 96, 469, 1954.
- [4] А.П.Леванюк. ЖЭТФ, 49, 1304, 1965.
- [5] В.И.Самулионис, В.Ф.Кунигелис. ФТТ, 11, 844, 1969.
- [6] V.Dvořak. Can. J.Phys., 45, 3903, 1967.
- [7] К.Тани, Н.Мори. Progr. Theor. Phys., 39, 876, 1968.

- [8] K.Kawasaki. Phys. Lett., 26A, 543, 1968.
[9] K.Kawasaki. Phys. Lett., 29A, 406, 1969.
[10] I.Hatta, T.Ishiguro, N.Mikoshiha. J. Phys. Soc. Japan, 28 suppl., 211,
1970.
[11] T.Mori, H.Tamura, E.Sawaguchi. J. Phys. Soc. Japan, 20, 281, 1965.
-

)