

Проведенные расчеты и эксперименты показывают, что при работе со сдвиговыми волнами в пьезополупроводниках изменение амплитуды сигнала может произойти не только вследствие изменения поглощения, но и вследствие изменения поляризации, которая в свою очередь тоже зависит от поглощения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров Ф. И. Теория упругих волн в кристаллах. М.: Наука, 1965.
2. Александров К. С. Распространение упругих волн по особым направлениям в кристаллах. — Кристаллография, 1956, т. 6, № 1, с. 718–728.
3. Ермилин К. К., Лямов В. Е., Прохоров В. М. Поляризационные эффекты в линейной и нелинейной кристаллоакустике. — Акуст. ж., 1979, т. 25, № 2, с. 161–179.
4. Грачев Г. С., Ермилин К. К., Лямов В. Е., Моськин А. М. Эллиптическая поляризация сдвиговой акустической волны в монокристалле ниобата лития. — Физ. тв. тела, 1976, т. 18, № 1, с. 304–305.
5. Грачев Г. С., Ермилин К. К., Лямов В. Е., Моськин А. М. Оптический метод измерения поляризации сдвиговых волн и ошибки ориентации граней образцов по отношению к осям кристаллов. — Акуст. ж., 1976, т. 22, № 4, с. 605–606.
6. Барышников Л. Ф., Лямов В. Е. Эллиптическая поляризация поперечных упругих волн в кристаллах под действием внешних полей. — Тр. VIII Всес. акуст. конф. М.: МУ-10, 1973, с. 158–161.
7. Барышникова Л. Ф., Грачев Г. С., Лямов В. Е. Экспериментальное исследование эллиптической поляризации поперечной упругой волны, возникающей под действием постоянного электрического поля. — Матер. Всес. конф. по вопросам методики и техники ультразвуковой спектроскопии. Каунас: Изд-во политехн. ин-та, 1976. с. 263–272.
8. Груздь А. Н., Махорт Ф. Г., Гуще О. И. Введение в акустоупругость. Киев: Наукова думка, 1977.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

Поступила в редакцию 8.IX.1980

УДК 534.8

### ОБ АКУСТИЧЕСКОЙ ДИСПЕРСИИ В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ

Избасаров В. Ф., Ульмасова М. Х., Хабибуллаев П. К.

В данной работе сообщаются результаты исследования закономерности распространения акустических волн в трансформаторном масле. Были измерены амплитудный коэффициент поглощения  $\alpha$  и скорость звука  $C$  в интервале частот  $f=0,2 \div 3000$  МГц и температур  $(-20) \div 40^\circ$  С. Измерения проводились реверберационным и импульсными методами.

Результаты эксперимента представлены на фигуре, где наблюдается широкая область акустической релаксации, сопровождающейся значительной дисперсией скорости звука. Температурная зависимость величины  $\alpha/f^2$  и  $C$  показывает, что с ростом температуры область релаксации смещается в сторону высоких частот.

В таблице приведены для исследуемого масла значения плотности  $\rho$ , статической сдвиговой вязкости  $\eta_s$ , адиабатической сжимаемости  $\beta_s=1/\rho C_0^2$ , величины  $(\alpha/f^2)_{\text{кл}}=8\pi^2\eta_s/3\rho C_0^2$ , предельные значения скорости звука  $C_0$  и  $C_\infty$  соответственно при частотах  $\omega \rightarrow 0$  и  $\omega \rightarrow \infty$  (здесь  $\omega=2\pi f$  — круговая частота).

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{г}\cdot\text{см}^{-3}$	$\eta_s, \text{П}$	$\left(\frac{\alpha}{f^2}\right)_{\text{кл}} \cdot 10^{17}, \text{см}^{-1}\cdot\text{с}^2$	$C_0, \text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	$C_\infty, \text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	$\beta_s \cdot 10^{11}, \text{дн}^{-1}\cdot\text{см}^2$	$\tau_D \cdot 10^8, \text{с}$
-20	0,9045	2,20	1560	1600	1840	4,32	2,3
0	0,8905	0,66	562	1516	1670	4,90	0,7
20	0,8770	0,24	242	1437	1555	5,50	0,3
40	0,8640	0,10	123	1368	1460	6,20	0,2

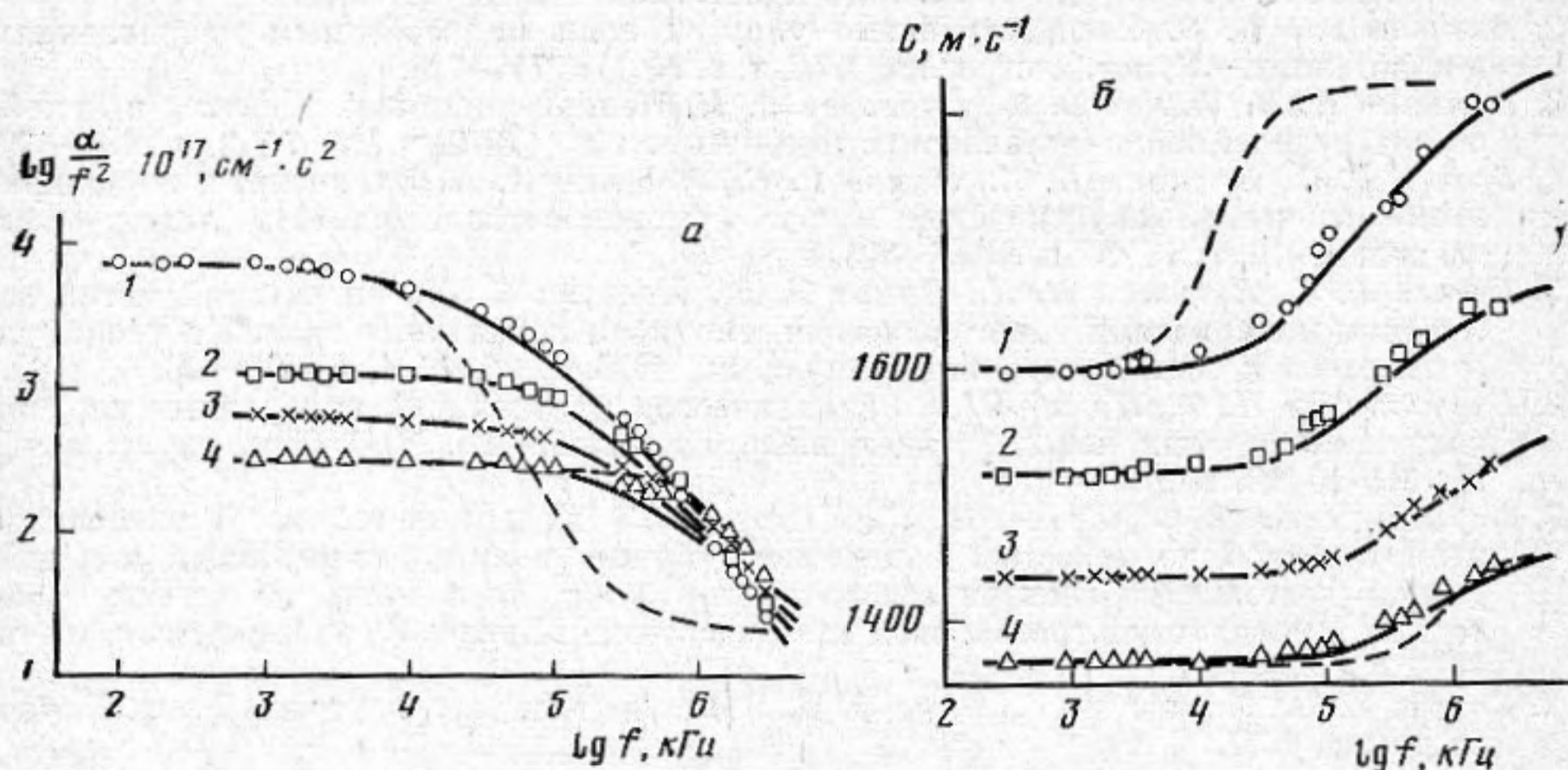
Сопоставление опытных значений величины  $(\alpha/f^2)_{\text{эксп}}$  с  $(\alpha/f^2)_{\text{кл}}$  показывает, что при частотах ниже 30 МГц  $(\alpha/f^2)_{\text{эксп}}/(\alpha/f^2)_{\text{кл}} > 1$ , а при частотах выше 500 МГц  $(\alpha/f^2)_{\text{эксп}}/(\alpha/f^2)_{\text{кл}} < 1$ . Этот эффект говорит о том, что в исследованном нами масле наблюдается релаксация как объемной  $\eta_v$ , так и сдвиговой вязкости  $\eta_s$ .

Анализ экспериментальных данных показал, что частотная зависимость величин  $\alpha/f^2$  и  $C$  не описывается уравнениями [1]

$$(1) \quad \frac{\alpha}{f^2} = \frac{C}{C_0} \left[ \frac{A}{1 + (\omega\tau)^2} + B \right]; \quad C^2 = C_0^2 + (C_\infty^2 - C_0^2) \frac{\omega^2\tau^2}{1 + (\omega\tau)^2},$$

где  $A$  и  $B$  — постоянные величины,  $C$  — скорость звука при частоте  $\omega$  и  $\tau = AC_0^3/2\pi^2(C_\infty^2 - C_0^2)$ .

Далее эти величины были сопоставлены с выводами теории [2]. Согласно [2], при каждой температуре степень порядка упорядоченных областей определяется давлением и сдвиговым напряжением. При изменении давления и сдвиговых напряжений равновесное значение упорядоченности нарушается и восстанавливается диффузионным путем через границы упорядоченных областей. Запаздывание такого выравнивания при изменении давления или сдвигового напряжения приводит к ано-



Зависимости поглощения (а) и скорости звука (б) от частоты для трансформаторного масла при температурах  $-20^\circ\text{C}$  (1),  $0^\circ\text{C}$  (2),  $20^\circ\text{C}$  (3) и  $40^\circ\text{C}$  (4). Сплошные кривые — расчет по формуле (2), пунктирные — по формуле (1) при  $-20$  и  $40^\circ\text{C}$ ; точки — результат эксперимента

мальному поглощению и дисперсии скорости звука, которые следуют формулам

$$(2) \quad \frac{1}{C} + i \frac{\alpha}{\omega} = \frac{1}{C_\infty} \left[ 1 + i \frac{C_\infty^2 - C_0^2}{C_0^2} F(\omega\tau_D) \right]^{1/2},$$

где  $F(\omega, \tau_D)$  — комплексная функция, вид которой дан в [2],  $\tau_D$  — время диффузионного процесса, которое рассчитывалось по формуле

$$(3) \quad \tau_D = \frac{5C_\infty^2 \left( \eta_s + \frac{3}{4} \eta_v \right)}{3\rho C_0^2 (C_\infty^2 - C_0^2)}.$$

Значения  $\tau_D$  приведены в таблице.

Сопоставление значений величин  $\alpha/f^2$  и  $C$ , полученных в эксперименте и вычисленных по формулам (1) и (2), представлено на фигуре. Здесь в пределах погрешности опыта наблюдается удовлетворительное согласие. Следовательно, можно считать, что наблюдаемая область релаксации связана с диффузионным обменным механизмом, обусловленным микронеоднородным строением среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мандельштам Л. Н., Леонтович М. А. К теории поглощения звука в жидкостях. — Ж. exper. и теор. физики, 1937, т. 7, № 3, с. 438–449.
2. Исакович М. А., Чабан И. А. Распространение волн в сильновязких жидкостях. — Ж. эксперим. и теор. физики, 1966, т. 50, № 5, с. 1343–1362.

Ташкентский  
государственный  
педагогический  
институт  
им. Низами

Поступила в редакцию  
7.VII.1980

УДК 534.286–8

#### АКУСТИЧЕСКАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В БЕНЗОТРИФТОРИДЕ

Кондратенко Н. В., Руденко А. П., Сперкач В. С., Ягупольский Л. М.

С целью выяснения характера акустической релаксации в бензотрифториде  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CF}_3$  нами были проведены измерения коэффициента сдвиговой вязкости  $\eta_s$ , плотности  $\rho$ , коэффициента поглощения  $\alpha$  и скорости распространения звука  $C$  в интервале температур от  $-30$  до  $80^\circ\text{C}$ .

Поглощение звука измерялось импульсным методом в диапазоне частот от 10 до 3000 МГц с погрешностью от 2% на низких частотах до 5% на высоких [1, 2].