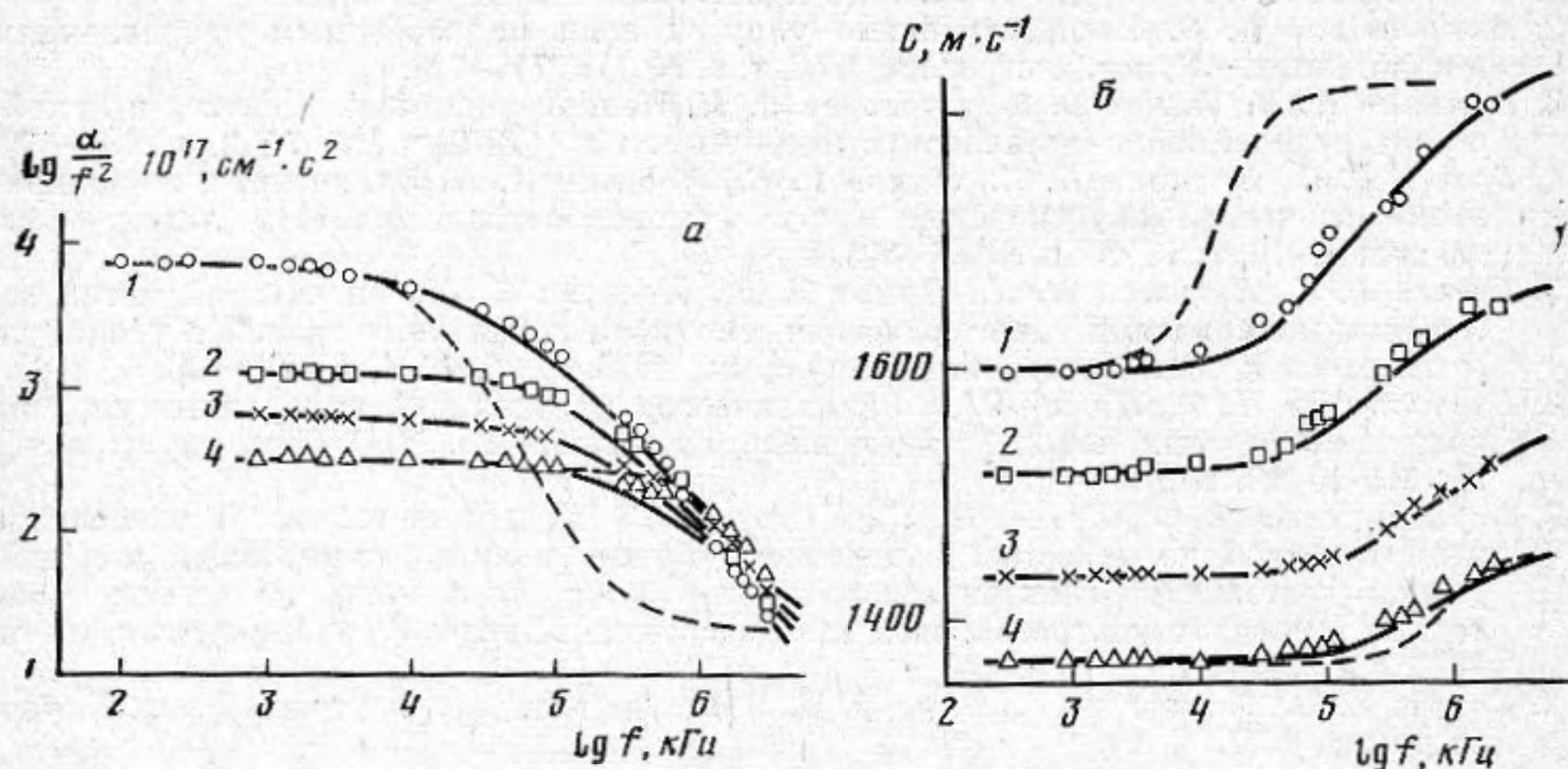


Далее эти величины были сопоставлены с выводами теории [2]. Согласно [2], при каждой температуре степень порядка упорядоченных областей определяется давлением и сдвиговым напряжением. При изменении давления и сдвиговых напряжений равновесное значение упорядоченности нарушается и восстанавливается диффузионным 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  $-20^\circ\text{C}$  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].



Параметры	Температура $t$ °C			
	-30	20	40	80
$\eta_s \cdot 10^3$ , н·с/м	1,28	0,59	0,47	0,32
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	1259,8	1189,8	1161,0	1104,3
$C$ , м/с	1176	7011	945	814
$A \cdot 10^{19}$ , с <sup>2</sup> /м	90	110	126	250
$B \cdot 10^{19}$ , с <sup>2</sup> /м	40	55	60	76
$\tau \cdot 10^{11}$ , с	10,6	8,8	8,3	7,5
$\alpha_{\text{кп}}/f^2 \cdot 10^{19}$ , с <sup>2</sup> /м	16,4	12,6	12,3	14,1
$\eta_v/\eta_s$	9,1	15,8	18,8	25,8

Скорость распространения звука измерялась фазовым методом на частоте 10 МГц с погрешностью  $\sim 0,1\%$ . Экспериментальные значения  $\eta_s$ ,  $\rho$  и  $C$  приведены в таблице. Из сравнения значений  $C$ ,  $\rho$  для толуола [3] и бензотрифторида следует, что замена метильной группы в толуоле на фторметильную приводит к увеличению  $\rho$  и уменьшению  $C$ . Коэффициенты сдвиговой вязкости в толуоле и бензотрифториде в пределах погрешности их определения равны.

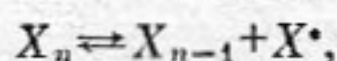
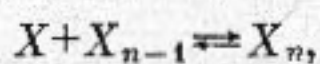
Экспериментальные значения величин  $\alpha/f^2$  в пределах погрешности эксперимента описываются кривыми, рассчитанными по формуле с учетом одного времени релаксации

$$\alpha/f^2 = B + A/1 + (\omega\tau)^2,$$

где  $A$  и  $B$  — эмпирические параметры,  $\omega$  — круговая частота,  $\tau$  — время релаксации. Значения  $A$ ,  $B$  и  $\tau$  приведены в таблице.

На основании данных о  $\eta_s$ ,  $\rho$  и  $C$  было рассчитано поглощение звука, обусловленное сдвиговой вязкостью  $\alpha_{\text{кп}}/f^2$ , и отношение коэффициента объемной вязкости  $\eta_v$  к сдвиговой. Результаты расчета приведены в таблице. Из таблицы видно, что параметр  $B$  значительно превосходит величину  $\alpha_{\text{кп}}/f^2$ . Это позволяет полагать, что обнаруженный нами релаксационный процесс не охватывает области изменения всей объемной вязкости в бензотрифториде и, следовательно, кроме обнаруженного нами существуют другие релаксационные процессы в более высоком диапазоне частот.

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что величины  $A$  и  $\eta_v/\eta_s$  увеличиваются с повышением температуры. Такая зависимость величин  $A$  и  $\eta_v/\eta_s$  от температуры характерна для жидкостей, избыточное поглощение в которых обусловлено колебательной релаксацией. Механизм обнаруженной нами акустической дисперсии  $\alpha$  в принципе может быть обусловлен следующими реакциями [4]:



где  $X$  — мономерная молекула в основном колебательном состоянии,  $X^*$  — мономерная молекула в возбужденном колебательном состоянии,  $n=2, 3, \dots$

В исследованном нами бензотрифториде акустическая дисперсия  $\alpha$  обусловлена колебательной релаксацией и описывается уравнением с одним временем релаксации, следовательно, мы должны принять, что дисперсия  $\alpha$  обусловлена одной из таких реакций либо их линейной комбинацией. Авторы работы [4] показали, что обычно реакция 1 протекает значительно быстрее, чем реакция 2 в жидкостях, в которых наблюдается колебательная релаксация, следовательно, механизм акустической дисперсии в бензотрифториде обусловлен в основном реакцией 2.

Исходя из температурной зависимости величин  $\tau$  и  $\eta_s$ , мы определили энтальпию акустической релаксации  $\Delta H_{\alpha^*}$  и вязкого течения  $\Delta H_{\eta^*}$ . Результаты расчета показали, что  $\Delta H_{\eta^*} > \Delta H_{\alpha^*}$  ( $\Delta H_{\eta^*} = 8$  кДж/моль,  $\Delta H_{\alpha^*} = 2,5$  кДж/моль). Это обусловлено тем, что в процесс вязкого течения вносят вклад реакции 1 и 2. Акустическая релаксация в основном обусловлена реакцией 2.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сперкач В. С., Чолпан П. Ф., Синило В. Н. Исследование распространения ультразвуковых волн в изовязкостных растворах парафинов. — В кн.: Физика жидкого состояния, 1979, № 7, с. 104–109.
2. Сперкач В. С., Рабичев Э. О., Гадайбаев У. Ш. Измерение распространения гиперзвука в ряде органических жидкостей на частотах 1,5–3,0 ГГц. — Вестн. МГУ. Химия, 1972, № 6, с. 723–724.
3. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука, 1972, с. 7–715.
4. Зиновьев О. И., Шахпаронов М. И. Явление ассоциации и колебательной релаксации в газах и жидкостях. — В кн.: Современные проблемы физической химии. Изд-во МГУ, 1980, т. 12, с. 75–93.

Полтавский педагогический институт им. В. Г. Короленко, Киевский государственный университет им. Т. Г. Шевченко

Поступила в редакцию 27.VII.1980