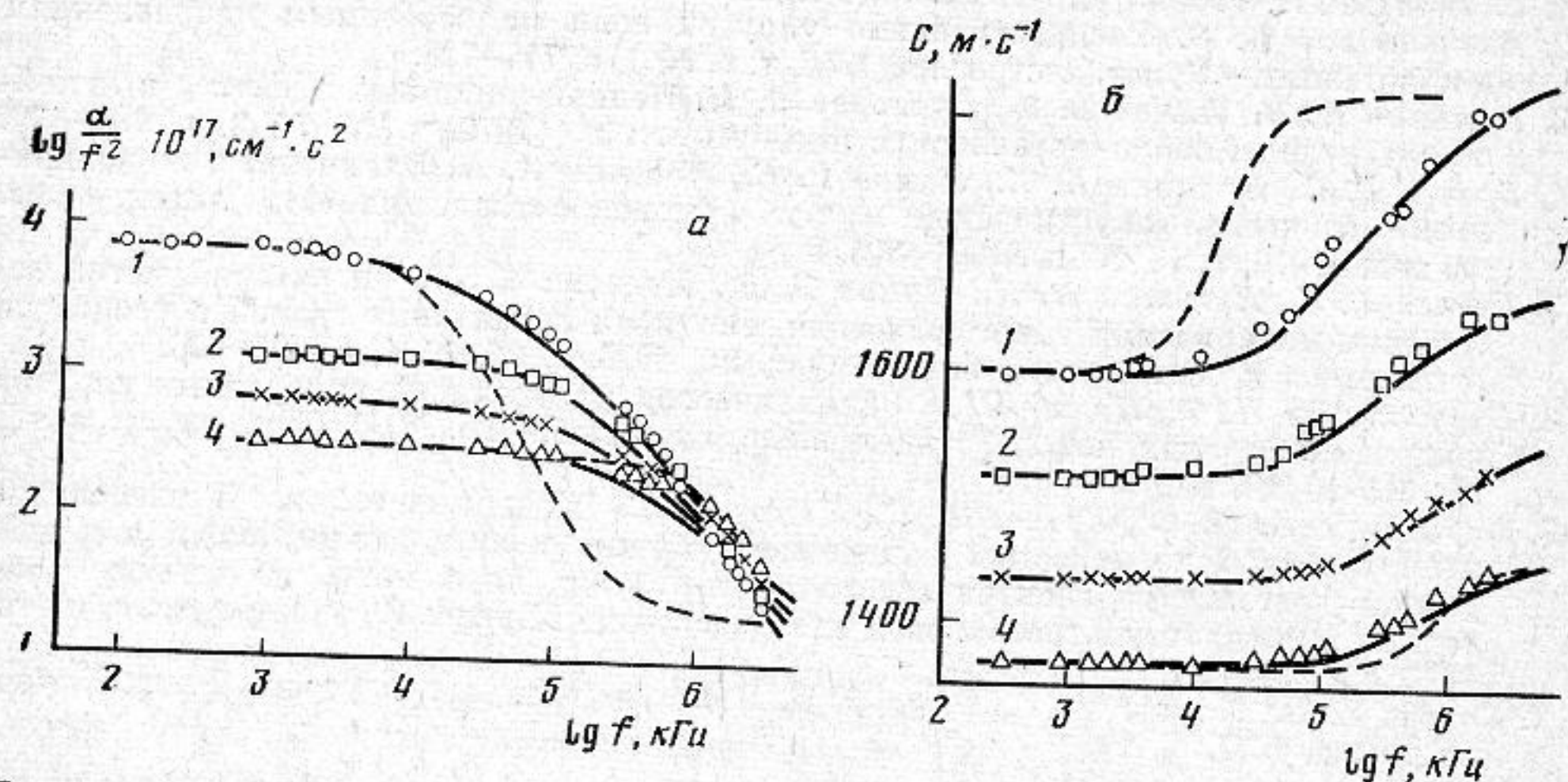


Далее эти величины были сопоставлены с выводами теории [2]. Согласно [2], при каждой температуре степень порядка упорядоченных областей определяется давлением и сдвиговым напряжением. При изменении давления и сдвиговых напряжений равновесное значение упорядоченности нарушается и восстанавливается диффузионным 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°C (1), 0 (2), 20 (3) и 40°C (4). Сплошные кривые — расчет по формуле (2), пунктирные — по формуле (1) при -20 и 40°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], τ_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 τ_D приведены в таблице.

Сопоставление значений величин α/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 η_s , плотности ρ , коэффициента поглощения α и скорости распространения звука C в интервале температур от -30 до 80°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
ρ , кг/м ³	1259,8	1189,8	1161,0	1104,3
C , м/с	1176	7011	945	814
$A \cdot 10^{19}$, с ² /м	90	110	126	250
$B \cdot 10^{19}$, с ² /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 ² /м	16,4	12,6	12,3	14,1
η_v/η_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 η_s , ρ и C приведены в таблице. Из сравнения значений C , ρ для толуола [3] и бензотрифторида следует, что замена метильной группы в толуоле на фторметильную приводит к увеличению ρ и уменьшению C . Коэффициенты сдвиговой вязкости в толуоле и бензотрифториде в пределах погрешности их определения равны.

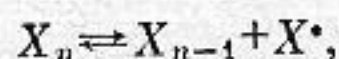
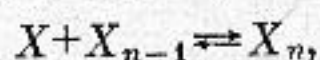
Экспериментальные значения величин α/f^2 в пределах погрешности эксперимента описываются кривыми, рассчитанными по формуле с учетом одного времени релаксации

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

где A и B — эмпирические параметры, ω — круговая частота, τ — время релаксации. Значения A , B и τ приведены в таблице.

На основании данных о η_s , ρ и C было рассчитано поглощение звука, обусловленное сдвиговой вязкостью $\alpha_{\text{кп}}/f^2$, и отношение коэффициента объемной вязкости η_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 η_v/η_s увеличиваются с повышением температуры. Такая зависимость величин A и η_v/η_s от температуры характерна для жидкостей, избыточное поглощение в которых обусловлено колебательной релаксацией. Механизм обнаруженной нами акустической дисперсии α 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 α обусловлена колебательной релаксацией и описывается уравнением с одним временем релаксации, следовательно, мы должны принять, что дисперсия α 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 τ и η_s , мы определили энтальпию акустической релаксации ΔH_{α^*} и вязкого течения ΔH_{η^*} . 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., Гадаймаев 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