

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 534.286-8

АКУСТИЧЕСКАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В ЖИДКОМ ЭТИЛЕН- и ДИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕ

С. С. Алиев, Б. Парнисев, П. К. Хабибуллаев

Ниже излагаются результаты измерений амплитудного коэффициента поглощения α и скорости распространения звука c в жидком этилен- и диэтиленгликоле в широком интервале частот и температур с целью выяснения закономерностей акустической релаксации.

Этилен- и диэтиленгликоль х.ч. подвергались сушке над сульфидом натрия и трехкратной перегонке. В таблице 1 приведены значения плотности ρ_4 , показателя преломления n_D и температуры кипения $t_{кип}$ этих веществ.

Поглощение звука α измерялось импульсным методом в диапазоне частот от $\sim 10^7$ до $\sim 2 \cdot 10^9$ гц с точностью $\sim 3-5\%$ [1-3]. Скорость распространения звука измерялась фазовым методом с точностью $\sim 0,5\%$ [4, 5]. Точность термостатирования составляла $\pm 0,1^\circ$.

Данные о скорости c и об амплитудном коэффициенте поглощения звука приведены в таблицах 2 и 3. Эти данные с точностью $\sim 3-5\%$ могут быть описаны при помощи формулы

$$\frac{\alpha}{f^2} = B + \frac{A}{1 + \omega^2 \tau^2}, \quad (1)$$

где $\omega = 2\pi f$ — круговая частота звука, τ — время акустической релаксации, A и B — поглощение звука в области частот $\omega\tau \ll 1$ и $\omega\tau \gg 1$, соответственно.

Значения A , B , τ и c_0 (c_0 — скорость звука при $\omega \rightarrow 0$) приведены в табл. 2.

Согласно работам [6, 7] в жидком этилен- и диэтиленгликоле поворотной-изомерная релаксация отсутствует, а колебательная релаксация и броуновские скачки могут наблюдаться при частотах выше $\sim 10^{10}$ гц. Поэтому можно считать, что обна-

Таблица 1

Жидкость	ρ_4^{20} , г/см ³	n_D^{20}	$t_{кип}$ °С при $P = 760$ мм рт. ст.
Этиленгликоль	1,1138	1,4318	197,3
Диэтиленгликоль	1,1167	1,4474	244,33

Таблица 2

Жидкость	t° , С	$A \cdot 10^{17}$, см ⁻¹ сек ²	$B \cdot 10^{17}$, см ⁻¹ сек ²	$\tau \cdot 10^{10}$, сек	c_0 , м/сек	$\frac{\alpha_{экс}}{\alpha_{кл}}$	η_V/η_s
Этиленгликоль	-15	981	246	6,76	1753	1,95	1,60
	-5	596	160	5,37	1736	1,98	1,59
	+1	292	140	3,51	1726	1,96	1,61
	+10	154	116	2,53	1707	1,94	1,59
	+20	147	35	0,99	1684	1,95	1,62
Диэтиленгликоль	0	1223	266	7,56	1653	2,26	1,14
	10	620	214	4,92	1627	2,28	1,16
	20	292	170	2,31	1601	2,27	1,17
	30	154	152	2,16	1575	2,27	1,15

Значения $\frac{\alpha}{f^2} \cdot 10^{17}, \text{ см}^{-1} \cdot \text{сек}^2$

f, Мгц	Этиленгликоль					Диэтиленгликоль			
	-15°	-5°	+1°	+10°	+20°	0°	10°	20°	30°
24	1216	765	431	270	184	1475	830	461	306
39	1200	747	430	270	185	1148	825	460	306
55	1176	741	428	269	184	1416	817	458	306
86	1112	711	422	268	184	1315	793	453	306
102	1073	699	418	266	—	1257	779	449	303
118	1028	676	414	265	176	1198	762	445	301
133	987	656	409	263	182	1139	745	441	301
148	947	636	404	262	—	1083	727	437	300
300	606	455	343	241	—	669	548	380	281
400	497	370	304	225	174	530	460	342	271
500	422	314	272	210	165	450	389	310	259
600	377	277	246	196	165	400	354	284	244
700	346	248	227	185	156	367	326	274	232
800	324	229	211	174	155	345	301	248	224
900	308	216	199	166	149	329	285	235	224
1000	298	206	190	159	—	328	263	225	206
1200	—	—	—	—	144	—	—	210	188
1300	—	—	—	—	153	—	—	205	183
1400	—	—	—	—	135	—	—	202	183
1500	—	—	—	—	132	—	—	200	181
1600	—	—	—	—	129	—	—	196	179

руженная нами акустическая дисперсия вызвана структурной релаксацией, т. е. процессами перестройки ассоциированных комплексов, что подтверждается данными табл. 2. Эти данные показывают, что с ростом температуры значение $(\alpha/f^2)_{f \rightarrow 0}$ уменьшается, а отношения η_v/η_s и $\alpha_{\text{экс}}/\alpha_{\text{кл}}$ (где η_v и η_s — коэффициенты объемной и сдвиговой вязкости; $\alpha_{\text{экс}}$ и $\alpha_{\text{кл}}$ — экспериментально измеренное и рассчитанное по формуле Стокса поглощение, соответственно) в исследованном интервале температур, в пределах ошибок опыта и расчета, остаются постоянными (табл. 2), что характерно только для структурной релаксации [8, 9].

Экспериментальные значения энтальпии, свободной энтальпии и энтропии активации процесса релаксации для этиленгликоля $\Delta H^+ = 6,6 \text{ ккал/моль}$, $\Delta F^+ = 4,94 \text{ ккал/моль}$, $\Delta S^+ = 5,1 \text{ ккал/моль} \cdot \text{град}$, а для диэтиленгликоля — $\Delta H^+ = 6,8 \text{ ккал/моль}$, $\Delta F^+ = 4,5 \text{ ккал/моль}$, $\Delta S^+ = 8,44 \text{ ккал/моль} \cdot \text{град}$.

Авторы признательны М. И. Шахпаронову за интерес к данной работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин. Высокочастотная импульсная установка для исследования акустических свойств жидкостей на частотах 300—950 Мгц. Ультразв. техн., 1967, 3, 47—50.
2. П. К. Хабибуллаев, К. Парпиев, Т. Маманов, М. Г. Халиулин, С. С. Алиев. Низкотемпературная импульсная ультразвуковая установка для исследования акустических свойств жидкостей на частотах 20—1000 Мгц. Ультразв. техн., 1968, 3, 1—4.
3. К. Парпиев, П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин. Измерение поглощения гиперзвука в ряде жидкостей при частотах 1—2 Ггц. Акуст. ж., 1969, 15, 3, 466—468.
4. И. Г. Михайлов. Распространение ультразвуковых волн в жидкостях. М., ГТТИ, 1949.
5. В. Ф. Ноздрев. Применение ультраакустики в молекулярной физике. М., Физматгиз, 1958.
6. Kishimoto, O. Nomoto. Absorption of ultrasonic waves in organic liquids. J. Phys. Soc. Japan, 1954, 9, 1021—1029.
7. М. И. Шахпаронов. О механизме колебательной релаксации в жидкостях, не имеющих межмолекулярных водородных связей. Сб. «Примен. ультраакуст. к исслед. вещества», 1967, МОПИ, 23, 105—115.
8. «Физическая акустика» под ред. У. М. Мэсона, т. 2, ч. А. М., «Мир», 1968.
9. И. Г. Михайлов, В. А. Соловьев, Ю. П. Сырников. Основы молекулярной акустики. М., «Наука», 1964.

Московский государственный
университет

Поступило в редакцию
2 февраля 1969 г.