

полиуклеотида (РНК) является сложной и требует более детального выяснения. Анализ данных по ультразвуковой спектроскопии мономолекулярных реакций биополимеров можно, по-видимому, проводить аналогичным образом.

Автор выражает глубокую признательность И. И. Сапежинскому за полезное обсуждение результатов исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. И. Брагинская, С. Х. Садыхова, И. Е. Эльпинер. Изучение конформационных изменений биополимеров методом ультразвуковой спектроскопии. Акуст. ж., 1971, 17, 3, 465—466.
2. И. Е. Эльпинер, С. Х. Садыхова, Ф. И. Брагинская. О затухании ультразвуковых волн в водных растворах нуклеиновых кислот. Биофизика, 1970, 15, 1, 26—30.
3. I. E. El'piner, F. I. Bragynskaya, O. M. Zorina. Acoustic parameters of biopolymers. Proceedings of 7th Internat. Congr. on Acoustics, vol. 4, sec A-N-V, Akademiai Kiado, Budapest, 1971, 153—156.
4. И. Г. Михайлов, Ю. П. Соловьев. Основы молекулярной акустики. М., «Наука», 1964.
5. И. Г. Михайлов. Поглощение ультразвуковых волн в концентрированных растворах полимеров. Акуст. ж., 1962, 8, 4, 478—479.
6. А. А. Зарецкий, К. П. Фурсов. Импульсная установка для измерения затухания ультразвуковых волн в биологических растворах. Ультразвуковая техн., 1968, 2, 39—46.
7. Н. К. Кочетков, Э. И. Будовский, Е. Д. Свердлов. Органическая химия нуклеиновых кислот. М., «Химия», 1970, стр. 558.

Институт химической физики
Академии наук СССР

Поступила
28 октября 1971 г.

УДК 534.286

АКУСТИЧЕСКАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В ТРЕТИЧНОМ БУТИЛОВОМ СПИРТЕ И БИНАРНЫХ РАСТВОРАХ ТРЕТИЧНЫЙ БУТИЛОВЫЙ СПИРТ — ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ

Л. Б. Верблян, В. С. Сперкач, М. И. Шахпаронов

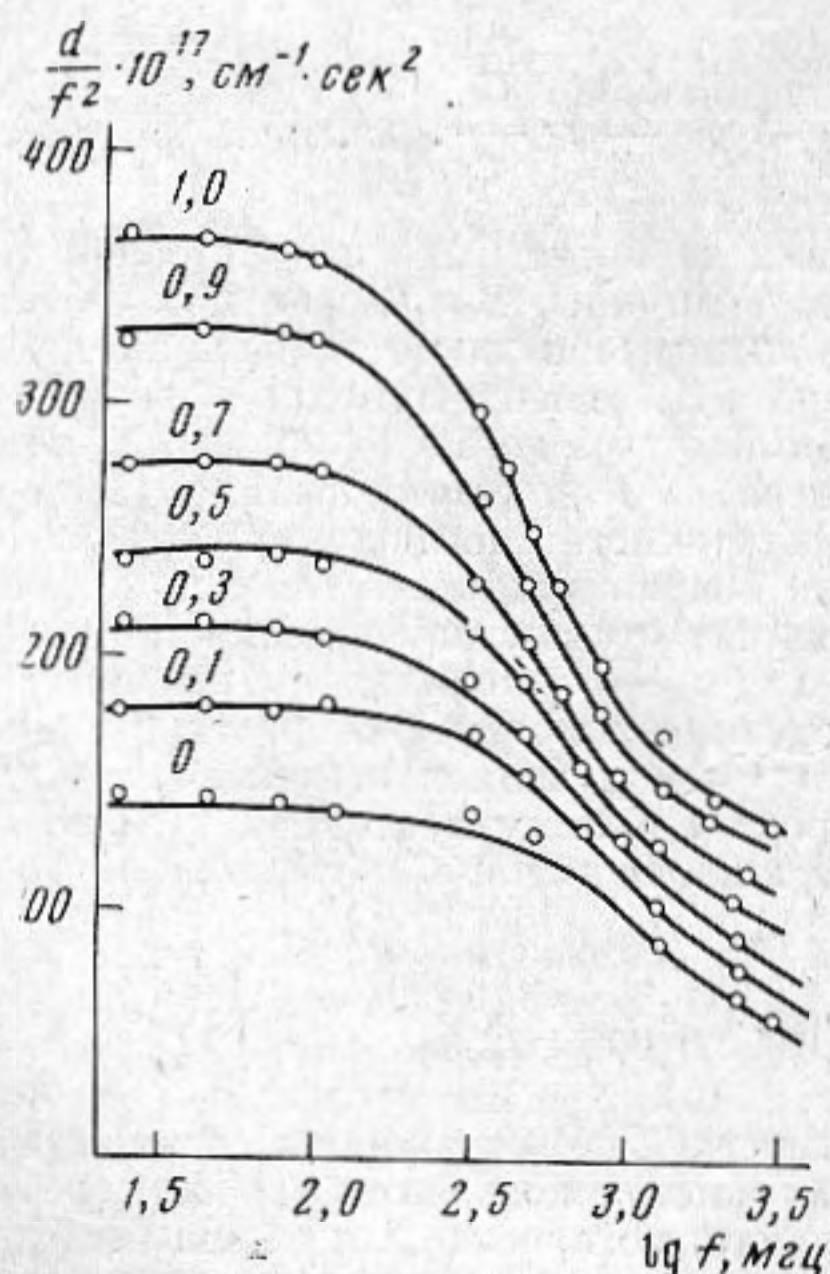
С целью выяснения характера акустической релаксации в третичном бутиловом спирте и его растворах с этиленгликолем были проведены измерения коэффициента поглощения звука α , скорости звука C_0 , коэффициента сдвиговой вязкости η , и плотности ρ в интервале температур (от -11 до $+60$) °С. Акустическая релаксация в этиленгликоле изучена в работах [1, 2].

Спирты марки «х.ч.» подвергались сушке и многократной перегонке. Степень чистоты контролировалась по показателю преломления n_D , плотности ρ и температуре кипения t_k . Значения этих параметров для третичного бутилового спирта ($n_D^{20} = 1,3850$, $\rho^{30} = 0,776$ г/см³, $t_k = 82,1$ °С при 748 мм рт. ст.) и этиленгликоля ($n_D^{20} = 1,4317$, $\rho^{20} = 1,113$ г/см³, $t_k = 197,3$ °С при 760 мм рт. ст.) в пределах ошибок эксперимента согласуются с литературными данными [3].

Поглощение звука измерялось импульсным методом в диапазоне частот ($2 \cdot 10^7$ — $2,9 \cdot 10^9$) гц с ошибкой от 5% на низких частотах до 10% на высоких [4, 5]. Скорость распространения звука измерялась фазовым методом, на частоте 30 Мгц, с ошибкой 0,5%. Точность термостатирования составляла $\pm 0,5$ °С.

В третичном бутиловом спирте и его растворах с этиленгликолем наблюдалась акустическая релаксация. Оказалось, что поглощение звука в пределах ошибок эксперимента следует выражению

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



t, °C	Параметры релаксации	Мольная доля третичного бутилового спирта						
		1,0	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1	0,0
60	$A10^{17}, \text{ см}^{-1}\text{сек}^2$	100	85	80	70	60	55	45
	$B10^{17}, \text{ см}^{-1}\text{сек}^2$	60	55	50	45	40	30	20
	$\tau 10^{10}, \text{ сек}$	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5
	$\varepsilon 10^2$	3,9	4,3	4,6	4,8	5,1	6,0	7,3
	$\frac{\alpha_{\text{эксп}}}{\alpha_{\text{кл}}}$	4,4	3,8	2,4	2,0	2,0	2,3	2,1
30	$\eta_s, \text{ снз}$	1,0	1,4	2,4	3,6	4,2	4,7	4,8
	$C_0, \text{ м} \cdot \text{сек}^{-1}$	1015	1095	1140	1220	1345	1510	1600
	$A10^{17}, \text{ см}^{-1}\text{сек}^2$	230	200	170	150	130	115	100
	$B10^{17}, \text{ см}^{-1}\text{сек}^2$	135	120	105	90	80	65	40
	$\tau 10^{10}, \text{ сек}$	2,7	2,4	2,1	1,9	1,7	1,4	1,0
10	$\varepsilon 10^2$	4,7	4,9	5,0	5,3	5,5	6,0	8,4
	$\frac{\alpha_{\text{эксп}}}{\alpha_{\text{кл}}}$	4,3	3,0	2,1	1,9	2,0	2,0	1,9
	$\eta_s, \text{ снз}$	3,3	4,9	7,5	9,8	12	13,6	14
	$C_0, \text{ м} \cdot \text{сек}^{-1}$	1100	1160	1225	1315	1415	1565	1670
	$A10^{17}, \text{ см}^{-1}\text{сек}^2$			440	380	285	260	240
11	$B10^{17}, \text{ см}^{-1}\text{сек}^2$			240	200	170	100	60
	$\tau 10^{10}, \text{ сек}$			3,5	3,0	2,3	2,0	1,6
	$\varepsilon 10^2$			7,8	8,8	9,1	10	13
	$\frac{\alpha_{\text{эксп}}}{\alpha_{\text{кл}}}$			2,1	2,0	1,9	1,9	2,0
	$\eta_s, \text{ снз}$			21	25	28	31	33
11	$C_0, \text{ м} \cdot \text{сек}^{-1}$			1275	1360	1460	1600	1704
	$A10^{17}, \text{ см}^{-1}\text{сек}^2$					1150	950	850
	$B10^{17}, \text{ см}^{-1}\text{сек}^2$					350	280	100
	$\tau 10^{10}, \text{ сек}$					8,5	6,6	5,0
	$\varepsilon 10^2$					10,0	12,0	15,0
11	$\frac{\alpha_{\text{эксп}}}{\alpha_{\text{кл}}}$					1,9	2,0	1,8
	$\eta_s, \text{ снз}$					95	108	120
11	$C_0, \text{ м} \cdot \text{сек}^{-1}$					1510	1645	1739

где τ — время акустической релаксации, ω — круговая частота, A и B — постоянные, не зависящие от частоты. Значения A , B , τ , $\frac{\alpha_{\text{эксп}}}{\alpha_{\text{кл}}}$ и релаксационной силы ε приведены в таблице. Релаксационная сила определяется выражением

$$\varepsilon = 1 - \left(\frac{C_0}{C_\infty} \right)^2 \approx \frac{AC_0}{19,8\tau}$$

где C_0 и C_∞ — скорости звука при $f \rightarrow 0$, $f \rightarrow \infty$ соответственно.

На фигуре представлена зависимость величины $(\alpha/f^2) \cdot 10^{17} \text{ сек}^2\text{см}^{-1}$ от логарифма частоты при 30° С для различных концентраций третичного бутилового спирта (в мольных долях) в растворах третичный бутиловый спирт — этиленгликоль. Сплошные кривые рассчитаны по формуле 1, точки соответствуют экспериментальным значениям. Полученные нами величины коэффициента поглощения звука для этиленгликоля и третичного бутилового спирта согласуются с результатами измерений приведенными в работах [1, 2, 6].

Анализ полученных данных показывает, что с ростом температуры значения A и ε уменьшаются, а отношение $\frac{\alpha_{\text{эксп}}}{\alpha_{\text{кл}}}$ (где $\alpha_{\text{эксп}}$ и $\alpha_{\text{кл}}$ — экспериментальные и рас-

считанные по формуле Стокса коэффициенты поглощения звука) не зависит от температуры, что характерно для структурной релаксации [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Алиев, К. Парпиев, П. К. Хабибуллаев. Акустическая релаксация в жидком этилен- и диэтиленгликоле. Акуст. ж., 1970, 16, 3, 466—467.
2. А. А. Бердыев, Б. Хемраев, А. Севидов. Поглощение ультразвука в этиленгликоле, глицерине и диэтиленгликоле. Изв. АН ТуркмССР, 1970, 1, 98—99.
3. А. Вайсберг. Органические растворители, М., Изд-во иностр. лит., 1963.
4. П. К. Хабибуллаев, К. Парпиев, Т. Маманов, М. Г. Халиулин, С. С. Алиев. Низкотемпературная ультразвуковая установка для исследования акустических свойств жидкостей на частотах 20—1000 Мгц. Ультразв. техн., 1968, 3, 1—4.
5. К. Парпиев, П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин. Измерение поглощения гиперзвука в ряде жидкостей на частотах 1—2 Ггц. Акуст. ж., 1969, 15, 3, 466—468.
6. С. Burton. A study of Ultrasonic Velocity and Absorption in Liquid Nixtures. J. Acoust. Soc. America, 1948, 20, 186.
7. П. К. Хабибуллаев, М. И. Шахпаронов. О механизмах акустической релаксации, вязкого течения и диэлектрической релаксации в одноатомных спиртах и некоторых полимерах. Вестн. МГУ, 1971, 1, 3.

Московский государственный
университет им. М. В. Ломоносова
Химический факультет

Поступила
16 апреля 1972 г.

УДК 534.231.1—16

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ САМОВОЗБУЖДЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Н. М. Гончарук, П. Я. Еоцаренко, А. М. Федорченко

В работах [1—3] различными методами решалась задача о самовозбуждении акустического генератора, представляющего собой пластинку пьезополупроводника, к которому приложено внешнее электрическое поле, вызывающее дрейф носителей тока. В работах [1—3] учитывались только акустические волны и полностью пренебрегались волны пространственного заряда. В работе [4] задача о самовозбуждении решалась как задача с начальными условиями с учетом волн пространственного заряда.

Ниже будет проанализировано влияние граничных условий и волн пространственного заряда на условие самовозбуждения акустического генератора. При этом будет показано, что, вообще говоря, в формулах для порога генерации нет параметра, малость которого оправдывала бы пренебрежение волнами пространственного заряда. Поэтому полученные в работах [1—3] формулы для самовозбуждения носят только качественный характер, а иногда оказываются просто неправильными.

Задача о самовозбуждении акустического генератора сводится к решению системы уравнений:

$$\begin{aligned} \rho \ddot{u} &= c \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - \gamma \frac{\partial E}{\partial z}, \\ \epsilon \frac{\partial E}{\partial z} + 4\pi\gamma \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + 4\pi en &= 0, \\ -e \frac{\partial n}{\partial t} + \frac{\partial j}{\partial z} &= 0, \quad j = \sigma E - env_0 + eD \frac{\partial n}{\partial z}, \end{aligned} \quad (1)$$

(где c и γ — упругая и пьезоэлектрическая константы соответственно, остальные обозначения общепринятые) при заданных начальных условиях. Так как система ограничена в направлении оси z , то необходимо задать краевые условия, которые мы выберем в виде

$$c \frac{\partial u}{\partial z} - \gamma E = 0 \quad z = 0, L \quad (2)$$

(что означает отсутствие механических напряжений на границе пьезоэлектроника), и одно из трех условий:

$$1) j = 0, \quad z = 0, L \quad 2) E = 0, \quad z = 0, L \quad 3) n = 0, \quad z = 0, L. \quad (3)$$