

3. Г. Шлихтинг. Теория пограничного слоя. «Наука», 1969.
 4. Е. Е. Солодкин, А. С. Гапневский. Турбулентное течение вязкой жидкости в начальных участках осесимметричных и плоских каналов. Труды ЦАГИ, 1957, вып. 701.
 5. G. M. Corcos. Resolution of Pressure in turbulence. J. Acoust. Soc. America, 1963, 35, 2, 142—149.

Акустический институт АН СССР
 Москва

Поступила в редакцию
 25 января 1971 г.

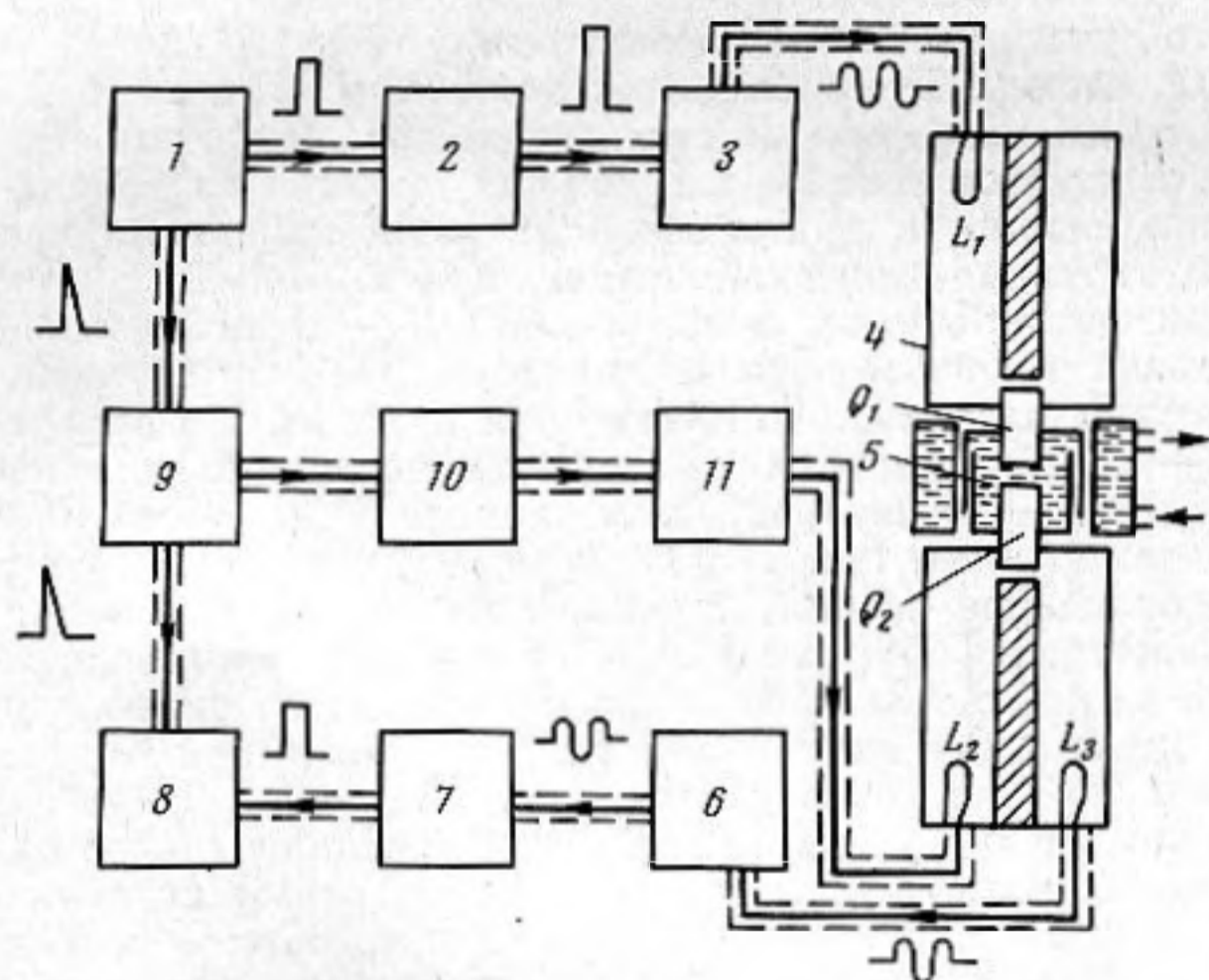
УДК 534.22.094.1

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЧАСТОТАХ 0,3—3 Гцц

Л. А. Давидович, С. Махкамов, Л. Пулатова, П. Б. Хабибулаев,
 М. Г. Халиулин

Исследование акустических свойств жидких систем в широком диапазоне частот имеет большое значение при изучении механизма релаксационных процессов, протекающих в жидкой фазе. С этой целью нами были выполнены измерения коэффициента поглощения гиперзвука в воде, гектане, ди-п-пропилаmine, бензоле, пиридине, тиофене, хлористом метиле, хлороформе, четыреххлористом углероде, сероуглероде, циклогексане, триэтилаmine, пентаноле и уксусной кислоте.

Метод получения высоких звуковых частот основан на нерезонансном возбуждении монокристалла ниобата лития [1—5]. Измерения амплитудного коэффициента поглощения звука проводилось на двух импульсных установках, работающих на частотах 300—1000 и 1000—3000 Мгц. Эти установки конструктивно и по принципу работы мало отличались друг от друга. Блок-схема этих установок показана на фигуре.



Генератор импульсов 1 запускает развертку электронного осциллографа 8 и импульсного модулятора 2. Модулятор вырабатывает импульсы, которые подаются на анод лампы генератора 3. С генератора высокой частоты 3 радиопульс с определенной несущей частотой поступает через петлю связи L_1 на коаксиальный резонатор 4. Радиопульс на монокристалле ниобата лития Q_1 , установленном в зазоре коаксиального резонатора 4, преобразуется в гиперзвуковой импульс. Гиперзвук проходит через тот же монокристалл Q_1 в исследуемую жидкость 5, и на втором монокристалле ниобата лития Q_2 преобразуется в радиопульс высокой частоты, который с петли L_3 через каскад предварительного усилителя высокой частоты 6, выполненного на лампе бегущей волны поступает на вход супергетеродинного приемника 7 (в первой установке лампа бегущей волны не применялась), усиливается и после детектирования регистрируется осциллографом 8. Одновременно от калибровочного генератора 10, запускаемого импульсным генератором 9, радиопульс высокой частоты через attenuator 11 и через петли связи L_2 и L_3 поступает на вход приемника, усиливается, детектируется и подается на осциллограф 8.

Сравнивая амплитуды напряжения гиперзвукового и калибровочного сигналов, находим значение α / f^2 по формуле

$$\frac{\alpha}{f^2} = \frac{\Delta A}{20f^2 \Delta x \lg e},$$

где α — амплитудный коэффициент затухания гиперзвука, f — частота гиперзвука, ΔA — изменение амплитуды гиперзвука в децибелах, Δx — приращение акустического пути жидкости. Точность измерения величины α / f^2 составила $\sim 5-7\%$.

Результаты измерения коэффициента поглощения звука в ряде жидкостей приведены в таблице. Как видно из таблицы, в интервале частот 300—3000 Мгц значения

Жидкость	t, °C	Параметры жидкостей		Значения $\frac{\alpha}{f^2} \cdot 10^7, \text{ см}^{-1}\text{сек}^2$												$\tau \cdot 10^{10}, \text{ сек}$
		ρ_4^{20}	n_D^{20}	f, Гц												
				0,3	0,5	0,7	0,9	1,42	1,62	1,82	2,02	2,4	2,6	2,8	3	
Вода	20	0,9985	1,3330	24,5	23,9	24,3	24,5	23,8	24	24	24,1	23,9	24,1	24,2	24,3	—
Гептан	20	0,6835	1,3876	49	49	47	49	46	49	47	48	47	50	49	48	—
Ди-н-пропиламин	20	0,7403	1,4048	40	41	39	39	40	39	40	40	40	40	41	39	—
Бензол	20	0,8792	1,5010	739	554	390	303	154	115	97	78	56	51	44	40	2,7
Пиридин	25	0,9830	1,5098	410	330	279	214	131	110	91	81	63	54	49	46	1,9
Тиофен	20	1,0651	1,5283	751	404	239	154	72	59	49	42	35	33	30	28	5,7
Хлористый метилен	25	1,3234	1,4231	345	168	105	67	38	34	30	28	—	22	—	15	8,5
Хлороформ	20	1,4888	1,4450	435	361	305	248	150	146	126	94	90	76	68	63	1,6
Четыреххлористый углерод	20	1,5937	1,4608	533	520	482	445	315	270	266	240	196	177	165	157	1,0
Сероуглерод	25	1,2633	1,6276	376	130	70	47	23	20	17	16	13	11	9	8	20,4
Циклогексан	20	0,7786	1,4260	203	210	202	191	162	149	120	112	89	77	72	70	0,8
Триэтиламин	20	0,7280	1,4009	65	49	42	41	—	—	—	—	—	—	—	—	21
Пентанол	20	0,8144	1,4096	104	101	102	100	85	80	74	68	64	58	53	50	0,64
Уксусная кислота	20	1,0490	1,3710	146	138	129	117	95	90	85	80	75	70	63	59	$\tau_1 = 2,88 \cdot 10^{-7}$ [8] $\tau_1 = 8 \cdot 10^{-11}$

Примечание: ρ_4^{20} — плотность, n_D^{20} — коэффициент преломления, τ — время акустической релаксации.

$\frac{\alpha}{f^2} \cdot 10^{-17}$, см⁻¹сек², в воде, гептане ди-п-пропиламин, в пределах ошибок опыта, не зависят от частоты, а в бензоле пиридине, тиофене, хлористом метиле, хлороформе, четыреххлористом углероде, сероуглероде, циклогексане, триэтиламин и пентаноле наблюдается дисперсия коэффициента поглощения звука. В уксусной кислоте в исследованном диапазоне частот, по-видимому, наблюдается вторая область акустической дисперсии.

Анализ экспериментальных данных показал, что в бензоле, пиридине, тиофене, хлористом метиле, хлороформе, четыреххлористом углероде, сероуглероде и циклогексане акустическая дисперсия вызвана колебательной релаксацией [6, 7]. В уксусной кислоте низкочастотная релаксация, вероятно, обусловлена реакцией диссоциации кольцевого димера на два мономера, в то время как высокочастотная релаксация вызвана образованием из кольцевого димера цепочечного димера или образованием из цепочечного димера двух мономеров вследствие разрыва одной водородной связи [8, 9]. В пентаноле релаксационная область поглощения связана перераспределением межмолекулярных водородных связей [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин. Высокочастотная импульсная установка для исследования акустических свойств жидкостей на частотах 300—950 Мгц. Сб. Ультразвук. техн., 1967, 3, 47—50.
2. 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.
3. А. А. Бердыев, В. В. Лапкин, Н. Б. Лежнев. Поглощение ультразвука в жидкостях в диапазоне частот 20—3000 Мгц. Изв. АН ТуркмССР, сер. ФТХ и ТН, 1969, 3, 108—110.
4. Б. А. Белинский, М. Карабаев, А. С. Лагунов. Установка для измерения скорости звука в жидкостях в диапазоне частот до 3 гц. Уч. зап. Моск. обл. пед. ин-та им. Н. К. Крупской. 1969, 24, 206—209.
5. K. G. Plass, A. Kenl. Schallabsorption in Lösungen 2—2-wertiger Elektrolyte im Frequenzbereich 0,3 GHz bis 2,8 GHz. Acustica, 1968, 20, 360—365.
6. И. Г. Михайлов, В. А. Соловьев, Ю. П. Сырников. Основы молекулярной акустики. М., «Наука», 1964.
7. К. Парпиев, П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин, М. И. Шахпаронов. Акустическая релаксация в жидком пиридине. Акуст. ж., 1969, 15, 3, 401—406.
8. I. Lamb, J. M. M. Pinkerton. The absorption and dispersion of ultrasonic waves in acid. Proc. Roy. Soc., 1949, A199, 114—129.
9. Ю. Г. Шорошев, Л. В. Ланшина, М. И. Шахпаронов. Исследование гипер акустических свойств жидкостей с помощью гелий-неонового лазера. Докл. АН СССР, 1967, 173, 1, 70—72.
10. П. К. Хабибуллаев, Т. Маманов. Акустическая дисперсия в *n*-амиловом и изо-амиловом спиртах. Ж. физ. химии, 1970, 44, 2633—2636.

Ташкентский государственный
педагогический институт
им. Низами

Поступило в редакцию
12 апреля 1971 г.

УДК 534.22.094.1

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Т. Н. Ключникова, Л. В. Ланшина, К. Парпиев

Ультра- и гипер акустические исследования показали, что в бензоле и его галоген-производных: хлор, фтор, бром, йод-бензол, гексафтор, тетрафтордихлор, пентафторхлорбензоле и др. [1, 2] в области частот 10^8 — 10^{10} гц наблюдается акустическая дисперсия, вызванная колебательной релаксацией.

Представляло интерес продолжить эти исследования для производных бензола с другой структурой. С этой целью мы взяли *m*-толуидин, *m*-крезол, метилбензоат, этилбензоат. Кроме того, был исследован циклогексанол, в молекуле которого в отличие от производных бензола, шестичленное углеродное кольцо не содержит π -связей.

Для того, чтобы выяснить, существует ли в выбранных нами жидкостях на частотах 10^8 — 10^{10} гц релаксационный процесс, были проанализированы данные по скорости и поглощению звука на ультра- и гипер акустических частотах.