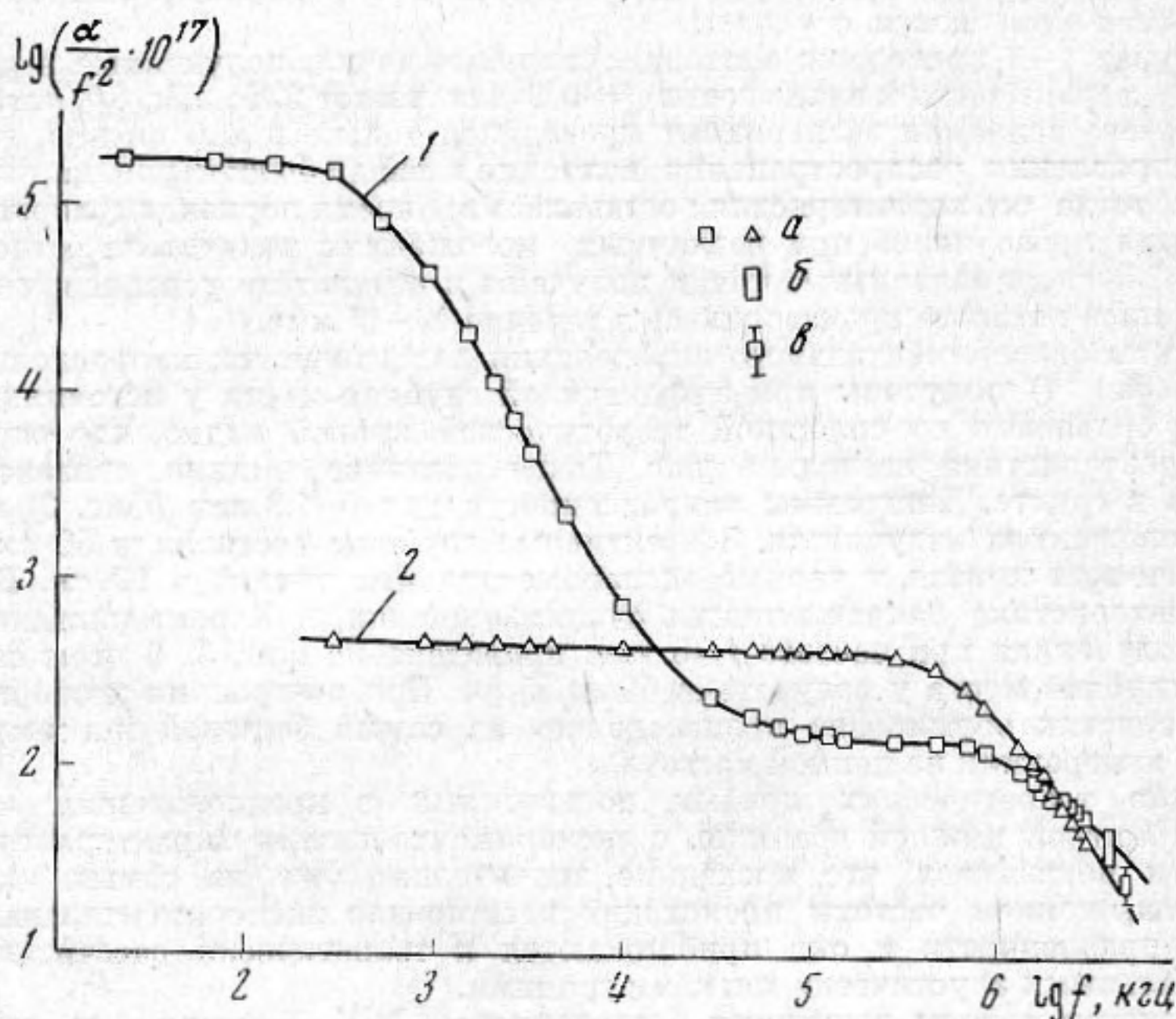


## АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ УКСУСНАЯ КИСЛОТА — ПИРИДИН

А. А. Иванов, С. Махкамов, П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин,  
Ш. Шарипов

Ультра- и гипер акустические исследования чистого пиридина показали наличие в нем акустической дисперсии в области частот  $10^8$ – $10^{10}$  гц, обусловленной колебательной релаксацией [1]. В работах [2–3] было исследовано поглощение и скорость ультра- и гиперзвука в уксусной кислоте, причем были обнаружены две области акустической дисперсии.

Показано, что в уксусной кислоте низкочастотная область релаксации обусловлена релаксацией диссоциации кольцевого димера на два мономера, высокочастотная же вызвана образованием из кольцевого димера цепочечного димера или образованием из цепочечного димера двух мономеров вследствие разрыва одной водородной связи [3].



Фиг. 1

Нами было проведено изучение акустических свойств пиридина, уксусной кислоты и растворов уксусная кислота — пиридин, которые имеют значительное отрицательное отклонение от идеальности. Пиридин и уксусная кислота марки «х.ч.» подвергались дополнительной химической очистке и перегонке. Степень чистоты контролировалась измерениями показателя преломления  $n_D^{20}$  и плотности  $d_4^{20}$ . Для пиридина  $n_D^{20}=1,5098$ ,  $d_4^{20}=0,9830$  г/см<sup>3</sup>, для уксусной кислоты  $n_D^{20}=1,3714$ ,  $d_4^{20}=1,0490$  г/см<sup>3</sup>.

Поглощение  $\alpha$ -звука на частотах  $\sim 20$  до  $300$  кгц измерялось реверберационным методом, от  $300$  кгц до  $5$  мгц — методом замещения с использованием эхо-сигналов, от  $10$  мгц до  $3$  гц — импульсным методом [4] с точностью  $\sim 7$ – $15\%$  на низких частотах и  $\sim 5$ – $7\%$  на высоких частотах. Скорость звука  $c$  на частоте  $f=1,42$  мгц измерялась фазовым методом [5, 6] с точностью  $\sim 0,1\%$ .

На фиг. 1 приведены графические зависимости величины  $\lg \alpha/f^2$  от логарифма частоты для пиридина при  $25^\circ\text{C}$  (1) и уксусной кислоты при  $20^\circ\text{C}$  (2),  $a$  — наши измерения,  $b$ ,  $c$  — измерения авторов работы [3, 7]. Как видно из фигуры, в пиридине во всем исследованном диапазоне наблюдается одна область, а в уксусной кислоте — две области акустической дисперсии.

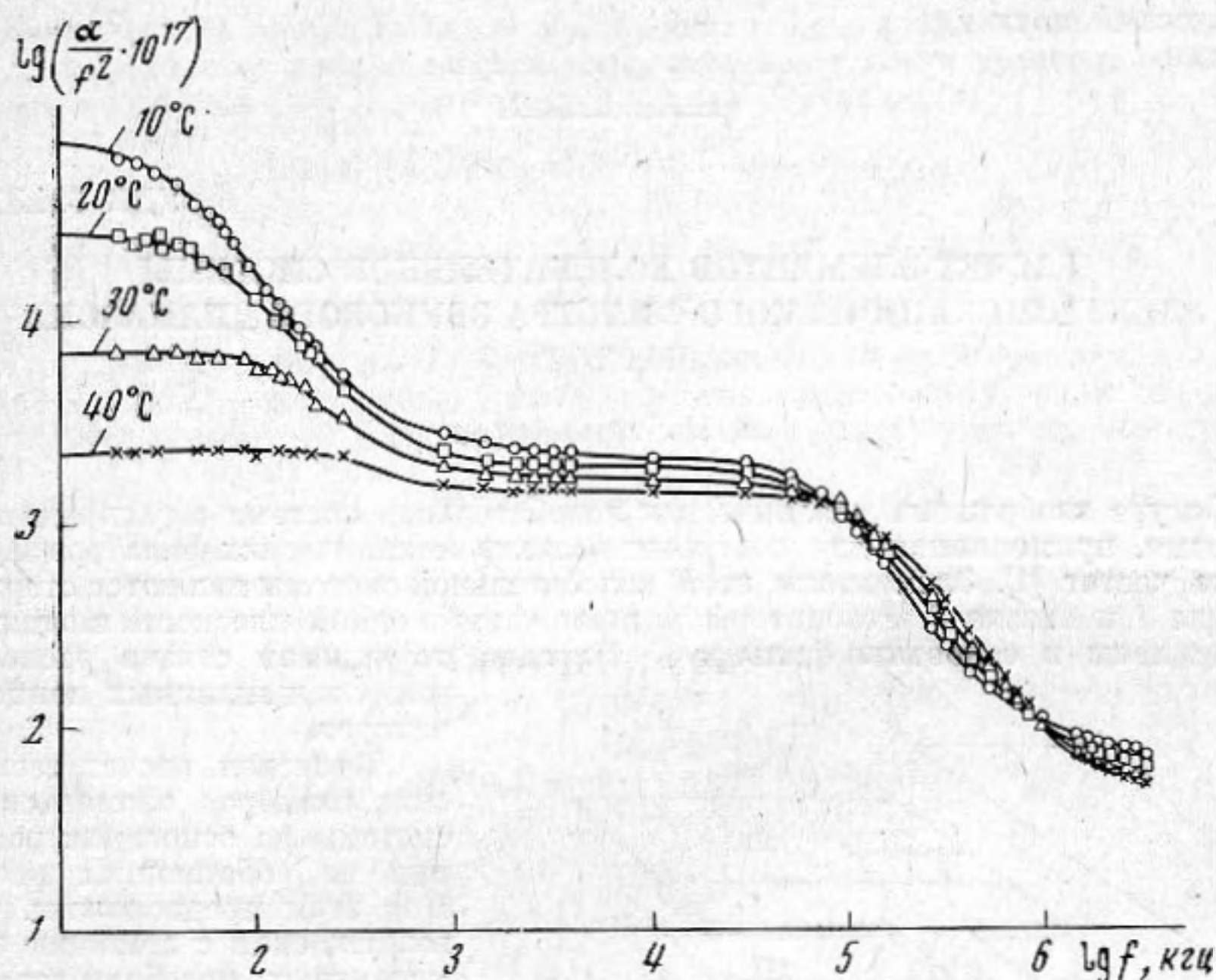
Результаты измерений величины  $\lg \alpha/f^2$  для раствора 0,1 мольных долей пиридина в уксусной кислоте при  $10$ ,  $20$ ,  $30$  и  $40^\circ\text{C}$  представлены на фиг. 2. Эта фигура показывает, что в таком растворе в использованном нами интервале частот наблюдаются две области акустической дисперсии.



Результаты измерения в первом приближении могут быть описаны с помощью формулы

$$\frac{\alpha}{f^2} = \frac{A_1}{1+\omega^2\tau_1^2} + \frac{A_2}{1+\omega^2\tau_2^2} + B,$$

где  $\omega=2\pi f$  — круговая частота,  $\tau_1, \tau_2$  — времена акустической релаксации,  $A_1, A_2$  — вклады двух релаксационных процессов в поглощение,  $B$  — поглощение звука на частотах  $\omega\tau_2 \gg 1$ .



Фиг. 2

Экспериментальные значения релаксационных параметров  $A_1, A_2, B, \tau_1, \tau_2$  и скорости звука с приведены в таблице.

Жидкость	$t, ^\circ\text{C}$	$A_1 \cdot 10^{17}, \text{см}^{-1} \cdot \text{гц}^{-2}$	$A_2 \cdot 10^{17}, \text{см}^{-1} \cdot \text{гц}^{-2}$	$B \cdot 10^{17}, \text{см}^{-1} \cdot \text{гц}^{-2}$	$\tau_1 \cdot 10^8, \text{сек.}$	$\tau_2 \cdot 10^9, \text{сек.}$	$c \cdot 10^{-5}, \text{см} \cdot \text{сек}^{-1}$
Пиридин	25	425	—	15	0,019	—	1,417
Уксусная кислота	20	160 000	124	21	29	0,08	1,152
Раствор	10	71 000	2200	72	300	1,9	1,278
0,1 пиридин	20	24 000	1800	57	170	1,4	1,242
0,9 уксусная кислота, в мольных долях	30	5400	1550	48	81	1,1	1,207
	40	790	1370	45	49	0,9	1,173

#### ЛИТЕРАТУРА

1. К. Парпиев, П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин, М. И. Шахпаронов. Акустическая релаксация в жидком пиридине. Акуст. ж., 1969, 15, 3, 401–406.
2. Л. А. Давидович, А. А. Иванов, С. Махкамов, Л. Пулатова, П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин, Ш. Шарипов. О механизме колебательной релаксации в жидкостях. Акуст. ж., 1973, 19, 1, 26–31.
3. 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.
4. 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.



5. Н. Л. Телесин, В. А. Красильников. Ультразвуковой интерферометр с бегущей волной. Докл. АН СССР, 1950, 122, 6, 1037-1039.
6. Л. А. Давидович, М. Г. Халиулин, П. К. Хабибуллаев. Исследование акустических свойств некоторых жидкостей на частотах 0,3-5 Мгц. Изв. АН УзССР, сер. физ.-мат. н., 1972, 4, 69-70.
7. Т. Н. Мусаев, Л. В. Ланшина, П. К. Хабибуллаев, С. Г. Дудникова, А. К. Столяров. Исследование акустических свойств некоторых органических жидкостей. Доклад на VI Всес. акуст. конф., М., 1968, Д-У-2.

Ташкентский государственный педагогический институт им. Низами

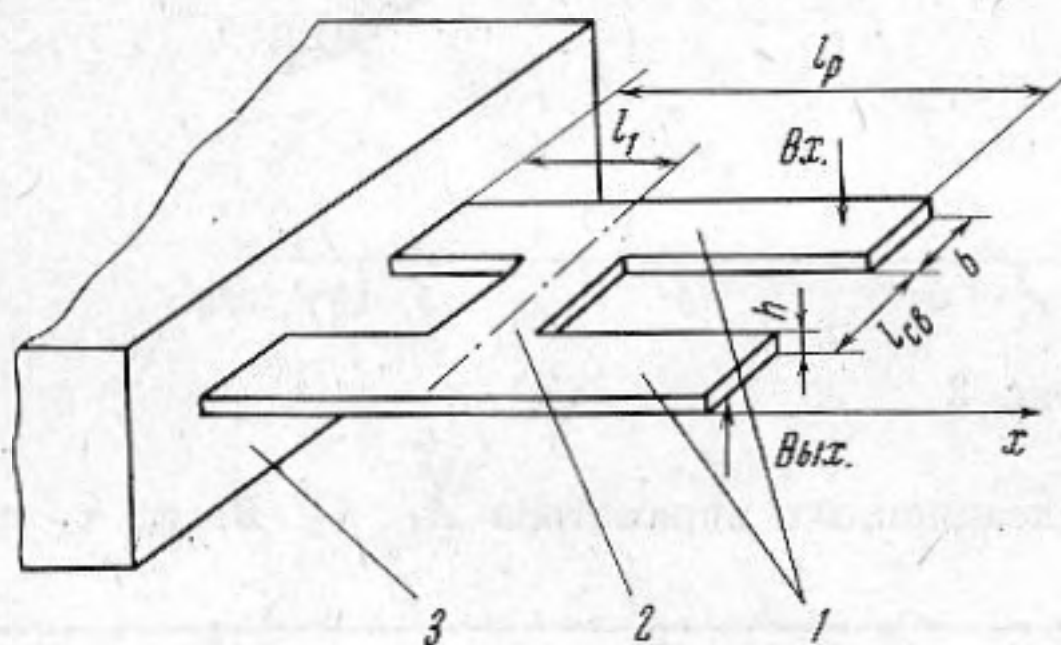
Поступила  
20 мая 1971 г.

УДК 621.372.542.24

## РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА ЗВУКОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ

А. П. Кровяков

На фигуре изображена механическая колебательная система с распределенными параметрами, применяемая для построения электромеханических фильтров звукового диапазона частот [1]. Элементами этой колебательной системы являются стержневые резонаторы 1 и связка 2. Резонаторы расположены в одной плоскости и одним концом заземлены в основании фильтра 3. Плоская стержневая связка расположена возле заземленных концов резонаторов.



Проведем расчет геометрических размеров элементов данной системы на основании рассмотрения ее собственных колебаний. При этом предположим, что при возбуждении с помощью электромагнитных преобразователей изгибных колебаний резонаторов в плоскости, перпендикулярной плоскости их расположения, элемент связи 2 фигуры испытывает деформацию чистого кручения. Кроме того, предположим, что в окрестностях каждой собственной частоты резонаторов система имеет две формы колебаний.

Первая форма колебаний системы соответствует тому случаю, когда оба резонатора колеблются в фазе на резонансной частоте  $f_1$ . При этом элемент связи не испытывает деформаций и, пренебрегая его массой, всю систему можно заменить одним консольно закрепленным резонатором (стержнем). Резонансная частота такого стержня определяется по известной [2] формуле

$$f_1 = \frac{\alpha_0^2}{l_p^2} \sqrt{\frac{EI}{\mu}} \quad (1)$$

Здесь  $\alpha_0$  — корни волнового уравнения, описывающего колебания консольно закрепленного стержня (первое значение этого корня равно  $\alpha_0=1,875$ ),  $l_p$  — длина резонатора,  $EI$  — жесткость элемента резонатора на изгиб,  $\mu$  — распределенная масса единицы длины резонатора, равная

$$\mu = \frac{b h \rho}{g} \quad (2)$$

где  $b$  — ширина стержня резонатора,  $\rho$  — удельный вес материала резонатора,  $h$  — толщина стержня резонатора,  $g$  — ускорение силы тяжести.

Резонансная частота  $f_1$  является нижней частотой среза амплитудно-частотной характеристики фильтра и при расчете обычно задается. Учитывая это, из выражения (1) легко определить длину ( $l_p$ ) элемента резонатора

$$l_p = \alpha_0^2 \sqrt{\frac{EI}{f_1^2 \mu}} \quad (3)$$