

ния в выводе (1) (и ненадежность значения отношения  $B/A$ ), совпадение следует считать превосходным. Неудивительно, конечно, что (1) отличается от поведения экспериментальной кривой для малых значений  $p_e/\nu$ , так как влияние приближений наиболее критично в этой области. Отметим также, что экспериментальное значение  $\alpha$  зависит от места измерения (по лучу); приводимые численные значения принадлежат максимальному значению  $\alpha^*$ .

Было бы полезно проверить это уравнение для других жидкостей. К сожалению, существующие данные недостаточны или недостаточно точны, чтобы позволить количественную проверку.

## ЛИТЕРАТУРА

1. R. D. Fay. Plane sound waves of finite amplitude. J. Acoust. Soc. America, 1931, 3, 2, 222—241.
2. F. E. Fox, W. A. Wallace. Absorption of finite amplitude sound waves. J. Acoust. Soc. America, 1954, 26, 6, 994—1006.
3. D. M. Towle, R. B. Lindsay. Absorption and velocity of ultrasonic waves of finite amplitude in liquids. J. Acoust. Soc. America, 1955, 27, 3, 530—533.
4. V. Narasimhan, R. T. Beyer. Attenuation of ultrasonic waves of finite amplitude in liquids. J. Acoust. Soc. America, 1956, 28, 6, 1233—1236.
5. Л. К. Зарембо, В. А. Красильников, В. В. Шкловская — Корди. О поглощении ультразвуковых волн конечной амплитуды в жидкостях. Докл. АН СССР, 1956, 109, 4, 731—734.
6. R. T. Beyer, V. Narasimhan. Note on finite amplitude waves in liquids. J. Acoust. Soc. America, 1957, 29, 4, 532.

Физический Департамент  
Брауновского университета,  
Провиденс, США

Поступило в редакцию  
16 ноября 1957 г.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНО-ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В КРИТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТИЛАЦЕТАТА

*Б. И. Кальнов, В. Ф. Ноздрев*

В настоящее время рядом работ установлено, что прохождение производной  $\partial\alpha/\partial T$  ( $\alpha$  — коэффициент поглощения) в критической точке через острый максимум является общим свойством вещества. Однако в литературе имеется лишь одна работа [1], где для этилацетата исследуется частотная зависимость коэффициента поглощения  $\alpha$  в критической области. Мы продолжили исследование частотной зависимости  $\alpha$  в критической области вещества, выбрав в качестве объекта метилацетат, для которого в интервале  $-40$  —  $+40^\circ$  установлена [2] резко выраженная частотная зависимость  $\alpha$ . Исследование метилацетата ( $T_K = 233,7^\circ$ ) проведено для 9 частот в интервале 5—14 мгц.

Для измерения коэффициента поглощения  $\alpha$  нами использована импульсная методика [3], согласно которой на разных расстояниях  $l_1$  и  $l_2$  от кварцевой пластинки устанавливаются два отражателя. При возбуждении ее в импульсном режиме на экране осциллографа появляются импульсы, соответствующие  $l_1$  и  $l_2$ . Расчет ведется по обычной формуле  $\alpha = \Delta A / 17,35 (l_2 - l_1)$ , где  $\Delta A$  — затухание в децибеллах.

При температурах, на  $10$ — $20^\circ$  ниже критической, импульс, соответствующий дальнему отражению, в силу большого поглощения исчезает и дальше используется методика одного фиксированного расстояния.

Необходимая формула для расчета искомого поглощения  $\alpha_2$  имеет вид (1, 2, 3):

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \frac{\Delta A}{20l \cdot \lg e} + \frac{1}{l \cdot \lg e} \left( \lg \frac{k_2}{k_1} + \lg \frac{\epsilon_2 \cdot h_2}{\epsilon_1 \cdot h_1} + \lg \frac{\rho_1 c_1}{\rho_2 c_2} \right),$$

где  $\rho c$  — волновое сопротивление среды,  $\epsilon = 4,58$ ,  $h = 14,3 \cdot 10^4$  — диэлектрическая постоянная и пьезоэлектрическая константа деформации

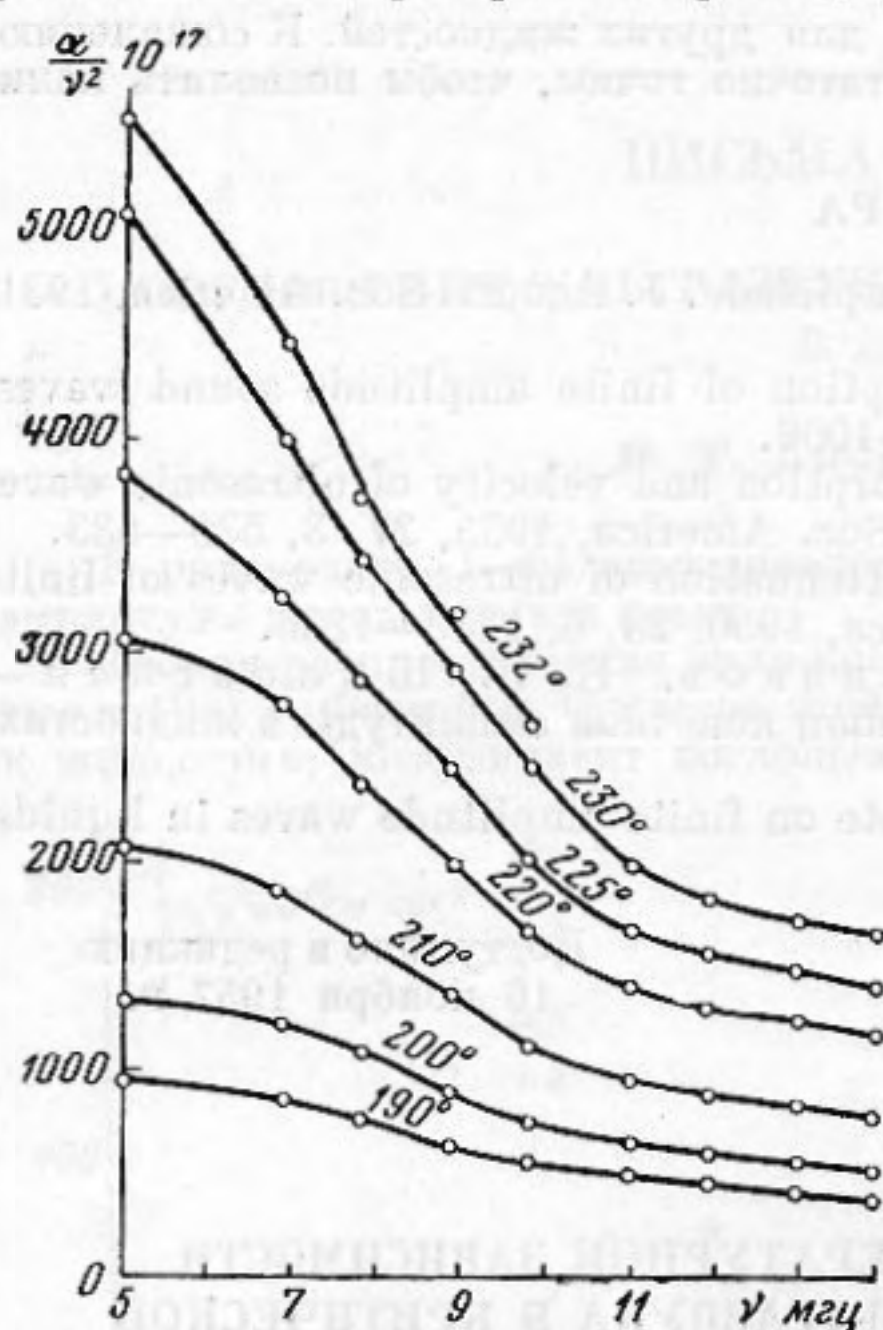
$$\left( \frac{\Delta h}{\Delta t} = -4,3 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{град}} \right).$$

Эта формула позволяет рассчитывать коэффициент  $\alpha_2$  при  $t_2$  по опорному значению  $\alpha_1$  при  $t_1$ , которое уже известно.

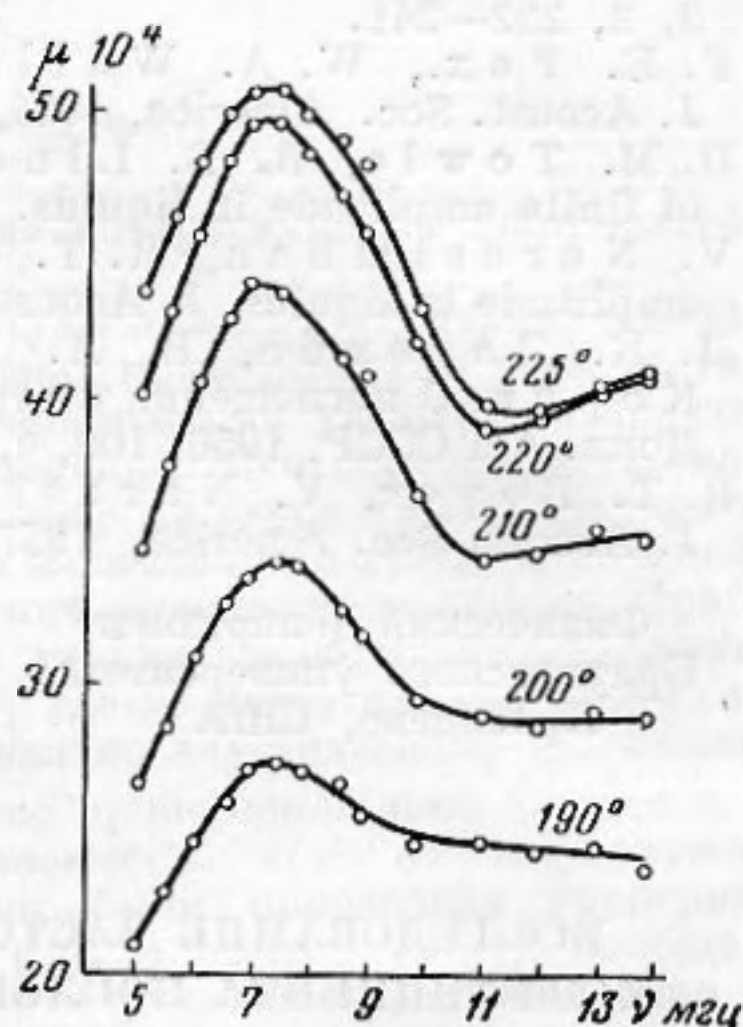
\* Авторы благодарны В. А. Красильникову, который указал на этот факт при обсуждении.



Измерение  $\alpha$  для одной и той же температуры одновременно двумя вышеуказанными способами дает совпадающие результаты. Поскольку в критической области эквивалентное электрическое сопротивление кварца резко уменьшается, то для сохранения постоянства, подаваемого с генератора на кварц напряжения, на выходе генератора включен понижающий трансформатор, что равносильно увеличению нагрузочного сопротивления генератора. Напряжение контролируется импульсным вольтметром.



Фиг. 1

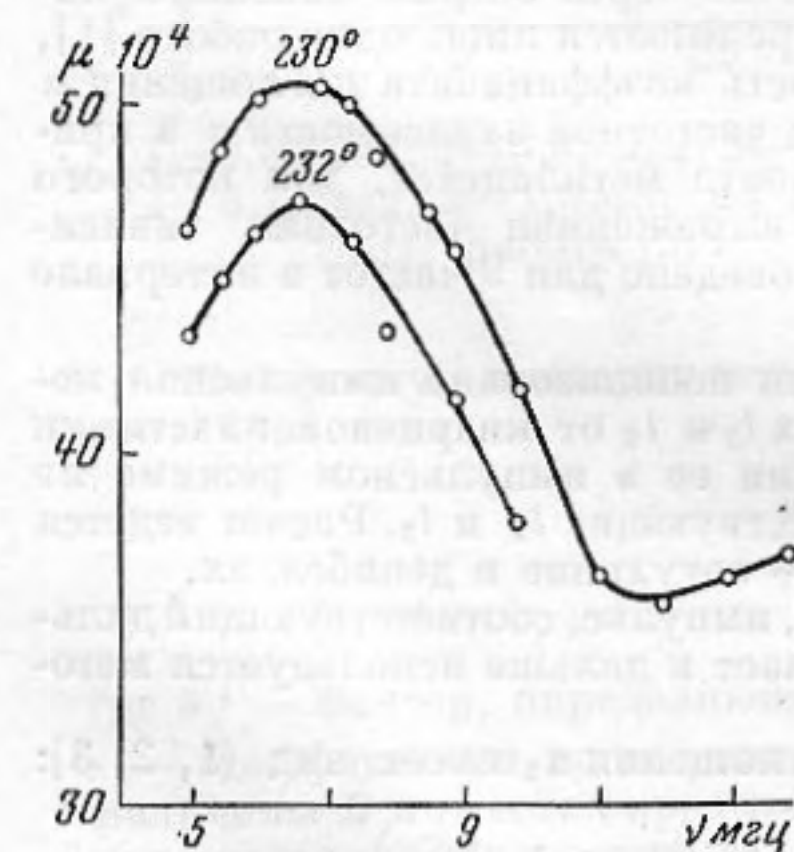


Фиг. 2

При значениях подаваемого напряжения в пределах 7—20 в какой-либо зависимости коэффициента поглощения от напряжения не наблюдается [4], т. е. выбранные напряжения еще достаточно малы. При импульсном режиме каждый раз после окончания импульса кварц еще продолжает некоторое время колебаться; скорость затухания этих свободных колебаний (затягивание) в критической области определяется главным образом волновым сопротивлением ( $\rho_k \cdot c_k \approx (4000-5000) \text{ CGS}$ ). Влияние кварцедержателя и внутреннего трения, при таких больших  $\rho c$ , можно еще не учитывать [5].

Результаты измерений в виде зависимости  $\alpha/\nu^2$  от частоты  $\nu$  и температуры в критической области жидкой фазы метилацетата даны на фиг. 1.

Величина  $\alpha/\nu^2$  существенно зависит от частоты, причем наблюдается уменьшение  $\alpha/\nu^2$  с ростом  $\nu$ , характерное при наличии релаксационных процессов. Это подтверждается также прохождением избыточного поглощения на длину волны  $\mu = \alpha_{\text{изб}} \cdot \lambda$  через максимум (фиг. 2). Максимальное значение  $\mu$  вблизи критической точки (фиг. 3) несколько уменьшается; частота, соответствующая максимуму  $\mu$ , приблизительно равна 7,1 мгц.



Фиг. 3

$\alpha/\nu^2 = f(\nu)$ , первоначально изученная в метилацетате в интервале  $-40$ — $+40^\circ$ , сохраняется вплоть до критической точки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. Ф. Ноздрев, В. Д. Соболев. Исследование ультразвуковых свойств этилацетата в критической области. Акуст. ж., 1956, 2, 4, 379.
2. Н. И. Кошкин, В. Ф. Ноздрев, В. Д. Соболев, Г. М. Ширкевич, В. Ф. Яковлев. Импульсная методика фиксированных расстояний, ее физическое обоснование и практические приложения. Акуст. ж., 1956, 2, 2, 161—166.



3. В. Ф. Яковлев. Физические основы импульсного метода исследования распространения ультразвуковых колебаний. Сб. «Применение ультразвука к исследованию вещества», 1955, МОПИ, 1, 79—100.
4. Ю. Н. Бормосов. Исследование поглощения ультразвуковых волн в метилацетате. Уч. зап. МОПИ, 1956, 43, 3, 243—256.
5. Б. И. Кальянов. Некоторые методические особенности исследования поглощения ультразвуковых волн импульсным методом в критической области. Сб. «Применение ультразвука к исследованию вещества», 1958, МОПИ, 7, 60—72.

Московский областной педагогический институт имени Н. К. Крупской

Поступило в редакцию  
10 декабря 1957 г.

## К ВОПРОСУ О ПОГЛОЩЕНИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В ЭТИЛАЦЕТАТЕ

И. Г. Михайлов

За последнее время В. Ф. Ноздревым и его сотрудниками был опубликован ряд работ по измерению поглощения ультразвуковых волн в ацетатах и формиатах [1—3]. В этих работах прежде всего подтверждается известный ранее факт существования релаксации в этих жидкостях. Кроме того, было обнаружено, что, например, в этилацетате, в диапазоне частот 3—30 мГц наблюдается два максимума на кривой  $\alpha\lambda = f(\nu)$ , где  $\alpha$  — коэффициент поглощения,  $\lambda$  — длина волны звука и  $\nu$  — частота ультразвука.

Считая, что эти максимумы являются релаксационными, авторы нашли, что соответствующие времена релаксации равны  $0,98 \cdot 10^{-8}$  сек и  $2,65 \cdot 10^{-8}$  сек (при  $t=20^\circ$ ).

Элементарными расчетами по формулам феноменологической релаксационной теории можно, однако, показать, что при обычной точности измерения поглощения 5—10% разрешить два релаксационных максимума возможно только в том случае, если времена релаксации различаются не менее чем в 10 раз. Таким образом, если в этилацетате на кривой  $\alpha\lambda = f(\nu)$  в диапазоне частот 3—30 мГц действительно существует два максимума, то они безусловно не являются релаксационными и определение по ним времен релаксации двух процессов не является законным.

На это обстоятельство мной и моими сотрудниками обращалось внимание во время дискуссий по этим работам, происходивших на конференциях в Московском областном педагогическом институте в 1956 и 1957 гг., на Конференции по жидкому состоянию, состоявшейся в Киеве в мае 1957 г., и на Всесоюзной конференции по акустике в Москве в июне 1957 г. Так как после дискуссий вопрос о природе этих максимумов оставался все же открытым, мы решили произвести дополнительные измерения поглощения в этилацетате. Эти измерения были выполнены в нашей лаборатории импульсным методом в диапазоне температур  $-40^\circ$ ,  $+20^\circ$ . Кроме того, в качестве источника ультразвука мы применили пьезокварцевый клин.

При помощи клина можно получить любую частоту ультразвуковых колебаний в диапазоне, определяемом толщинами тонкого и толстого концов клина. Нами применялся клин X-среза, размером  $30 \times 60$  мм с толщиной толстого конца равной 1,1 мм и тонкого — 0,3 мм. Было также установлено, что клин хорошо возбуждается и на третьем обертоном. Предварительно этот метод был тщательно проверен на ряде известных жидкостей ( $m$  — ксилол, бензол и некоторые другие) и было получено хорошее согласие с наиболее надежными литературными данными, а также с данными, полученными нами на той же установке, но с применением обычных плоскопараллельных пьезокварцевых пластинок.

Нами было установлено, что в исследованном диапазоне частот 5—20 мГц экспериментальные точки при всех температурах хорошо ложатся на кривые вида:  $\alpha/\nu^2 = \frac{A}{1+(\nu/\nu_r)^2} + B$ , где  $\nu_r$  релаксационная частота. На фигуре дана эта кривая и наши экспериментальные точки для  $t=20^\circ$ , а также экспериментальные данные В. Ф. Ноздрева и А. М. Султанова [1], отмеченные крестиками.

