

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 534.22

КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В ПАРАХ ЦИКЛОГЕКСАНА

Ю. А. Бутылев, В. Ф. Яковлев

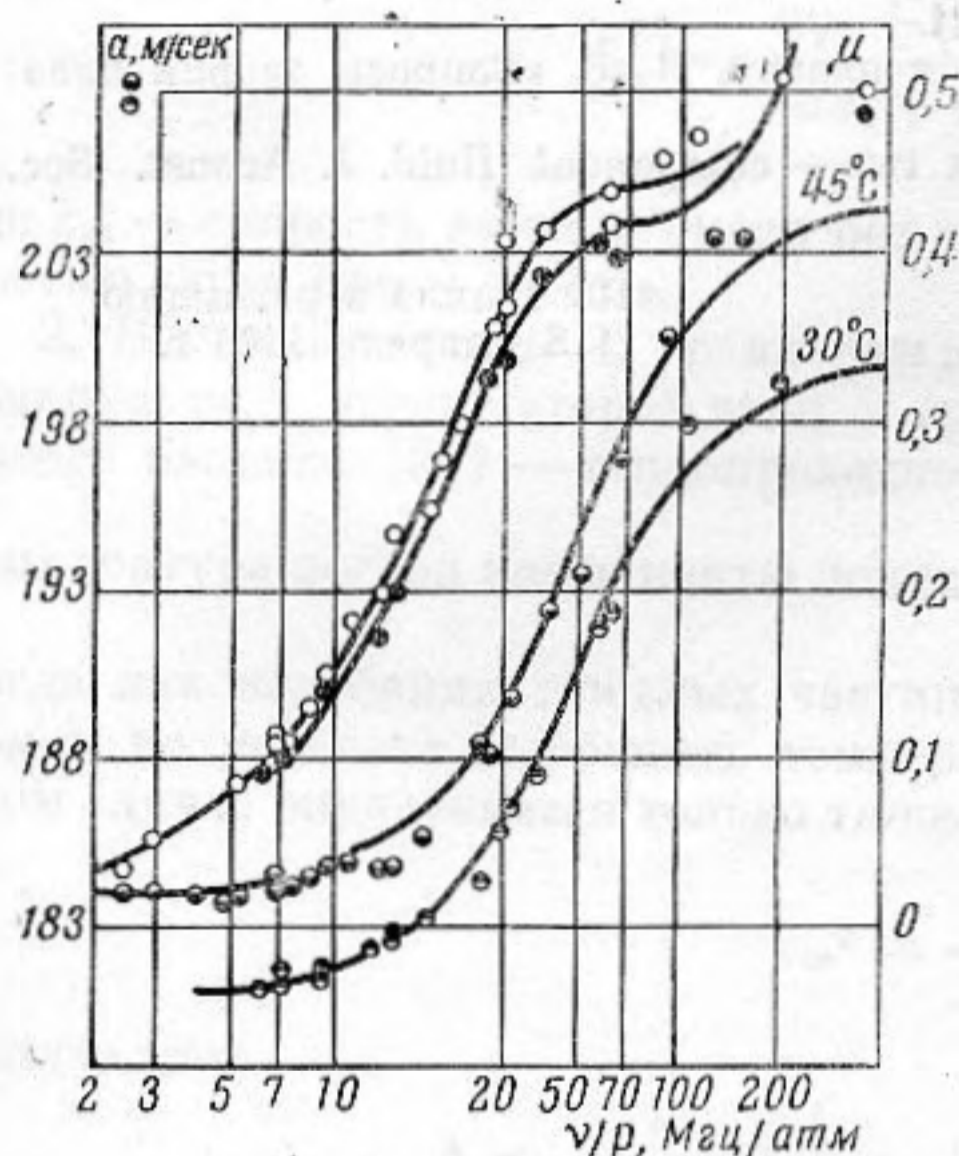
Гиперзвуковыми исследованиями [1, 2] обнаружено наличие в жидком циклогексане релаксационных явлений, связанных с возбуждением внутренних степеней свободы. Однако измеренная величина дисперсии звука находится на грани ошибки эксперимента. Ультразвуковые исследования паров циклогексана [3], проведенные в области изменения параметра ν/p от 2 до 8 Мгц/атм при 100°С, указывают на отсутствие в этой области релаксационных эффектов.

Целью данной работы являлось дальнейшее изучение распространения ультразвука в парах C_6H_{12} при больших значениях параметра ν/p . Опыты проводились с помощью ультразвукового интерферометра с двумя кристаллами, подобного описанному в работе [4]. В парах специально очищенного циклогексана ($d_{420} = 0,7785 \text{ г/см}^3$

$t_{кип} = 80,5^\circ$ при 753 мм Hg $n_{D20} = 1,4262$) были измерены скорость и поглощение ультразвука на частоте 591,11 кгц в области давлений от 285 до 2,3 мм Hg, измерившихся с помощью компрессионного ртутного манометра с точностью не ниже 0,1 мм и при температурах 30° и 45°, измеренных с точностью 0,1°, при точности термостатирования, намного лучшей, чем 0,1°.

Точность измерения скорости составляла $\pm(0,3 \div 1)\%$, поглощения — $(\mu = a\lambda) \pm(6-8)\%$, соответственно в области низких и высоких значений параметра ν/p .

Экспериментальные данные по скорости (с учетом «идеализации» скорости [5]) и поглощения ультразвука приведены на фигуре. В области от 2 до 200 Мгц/атм обнаруживается дисперсия скорости звука порядка 10%, хорошо описываемая релаксационной теорией [6], с учетом одного времени релаксации. На фигуре представлены кривые



$$a = a_\infty \sqrt{\frac{(\nu/p)^2 + (\nu/p)_D^2 \frac{a_0^2}{a_\infty^2}}{(\nu/p)^2 + (\nu/p)_D^2}}$$

где $a_0 = 181 \text{ м/сек}$, $a_\infty = 200 \text{ м/сек}$, $(\nu/p)_D = 51 \text{ Мгц/атм}$ для 30° и $a_0 = 184 \text{ м/сек}$, $a_\infty = 204,8 \text{ м/сек}$, $(\nu/p)_D = 52 \text{ Мгц/атм}$ при 45°, построенные на основании экспериментов.

Экспериментальные данные по поглощению так же хорошо описываются релаксационной кривой с учетом классического поглощения, т. е.

$$\mu = \mu_{рел} + \mu_{кл},$$

$$\mu_{рел} = \pi \frac{a_\infty^2 - a_0^2}{a_0 a_\infty} \frac{(\nu/p) / (\nu/p)_{max}}{1 + (\nu/p)^2 / (\nu/p)_{max}^2},$$

$$(\nu/p)_{max} = \frac{a_0}{a_\infty} (\nu/p)_D,$$

$$\mu_{кл} = \frac{2\pi^2}{\gamma} \left[\frac{1}{3} + \frac{(\gamma - 1)(9\gamma - 5)}{4\gamma} \right] \eta \nu/p.$$

Значение $\gamma = C_p / C_v$ определялось по величине a_0 , а значения вязкости η были взяты из работы [7].

Анализируя поведение теплоемкости среды в исследуемой области ν / p по величине $\frac{C_v}{R} = \left(\frac{a^2 M}{RT} - 1 \right)^{-1}$ и считая в исследуемом диапазоне температур и давлений

ний $C_v = 3R + C_{\text{кол}}$, мы находим, что C_v / R изменяется от 10,58 и 12,82 до 3, что соответствует вкладу колебательных степеней свободы в теплоемкость, равному 15 кал/моль·град и 19,5 кал/моль·град соответственно при 30° и 45°. Значение колебательной теплоемкости, рассчитанное на основании спектроскопических данных [8], равно при 45° 19,1 кал/моль·град.

Следовательно, совпадение теоретических и экспериментальных данных по поглощению и характер изменения скорости указывают на то, что в парах циклогексана в диапазоне от 2 до 200 Мгц/атм проявляется релаксация колебательных степеней свободы.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. A. Fleury, R. Y. Chiao. Dispersion of hypersonic waves in liquids, J. Acoust. Soc. America, 1966, 39, 4, 751—752.
2. Г. Г. Сухотина, М. И. Шапаронов, А. Норматов. Ультразвуковые исследования ряда органических жидкостей. Сб. «Примен. ультразвук. к исслед. вещества», МОПИ, 1967, 22, 104—108.
3. I. D. Lambert, I. S. Rowlinson. Ultrasonic dispersion in organic vapors liquids. Proc. Royal. Soc., 1950, 204, 424—434.
4. В. А. Башлачев, Е. Д. Попов. Особенности интерферометрических измерений в парах и газах при высоких значениях ν / p . Ультразвук. техн., 1966, 5, 52—55.
5. K. F. Herzfeld, T. A. Litovitz. Absorption and dispersion of ultrasonic waves. N. A.—L., 1959.
6. H. O. Kneser. Schallabsorption und Dispersion in Gasen. Handbuch der Physik. Berlin, 1963.
7. Н. Б. Варгафтик. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М., Физматгиз, 1963.
8. Takahashi Hiroaki, Shimanouchi Takahiko, Funushima Yuniu. Infrared spectrum and normal vibrations of cyclohexane. J. Molec. spect., 1964, 13, 1, 43—56.

Московский областной педагогический институт им. Н. К. Крупской

Поступило в редакцию
17 февраля 1967 г.

УДК 534.232

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ЗАЖАТЫМ ФЕРРИТОВЫМ СЕРДЕЧНИКОМ

И. П. Голямина, В. К. Чулкова

При использовании ферритовых магнитострикционных преобразователей в ультразвуковых технологических установках целесообразно применять конструкцию, подобную изображенной на фиг. 1, а, в которой ферритовый сердечник 1 зажат в направлении колебаний между металлическими пластинами 2 при помощи одной или нескольких шпилек-стяжек 3 с гайками 4. В такой конструкции, широко применяемой для излучателей из пьезоэлектрической керамики, достигается повышенная прочность клеевого соединения керамического активного элемента с металлическими деталями преобразователя (диафрагмами, концентраторами), а также увеличивается предельно допустимая амплитуда колебаний самого сердечника [1, 2], т. к. прочность керамического материала на сжатие обычно на порядок больше, чем на растяжение. Однако для применения подобной конструкции необходимо быть уверенным, что наличие напряжения сжатия σ в активном материале не снижает существенно образом эффективность преобразователя.

Имеющиеся в работах Вильсона [3], Сыркина с сотрудниками и в наших предварительных исследованиях данные о влиянии σ на магнитострикционные и магнитные константы некоторых типов ферритов не дают однозначного ответа на этот вопрос. Вместе с тем, из этих данных следует, что действие σ существенно зависит и от вида применяемого материала и от условий его работы (поля подмагничивания H_0 ,