

## ЛИТЕРАТУРА

1. R. N. Schwartz, Z. I. Slawsky, K. F. Herzfeld. Calculation of vibrational relaxation times in gases. J. Chem. Phys., 1952, 20, 10, 1591—1599.
2. E. W. Montroll, K. E. Shuler. Studies in nonequilibrium rate processes. I, The relaxation of a system of harmonic oscillators. J. Chem. Phys., 1957, 26, 3, 454—464.
3. L. Landau, E. Teller. Zur Theorie der Schallabsorption. Phys. Z. Sow., 1936, 10, 1, 34—43.

Московский областной педагогический институт им. Н. К. Крупской

Поступило в редакцию  
13 апреля 1963 г.

УДК 534—13:533.7

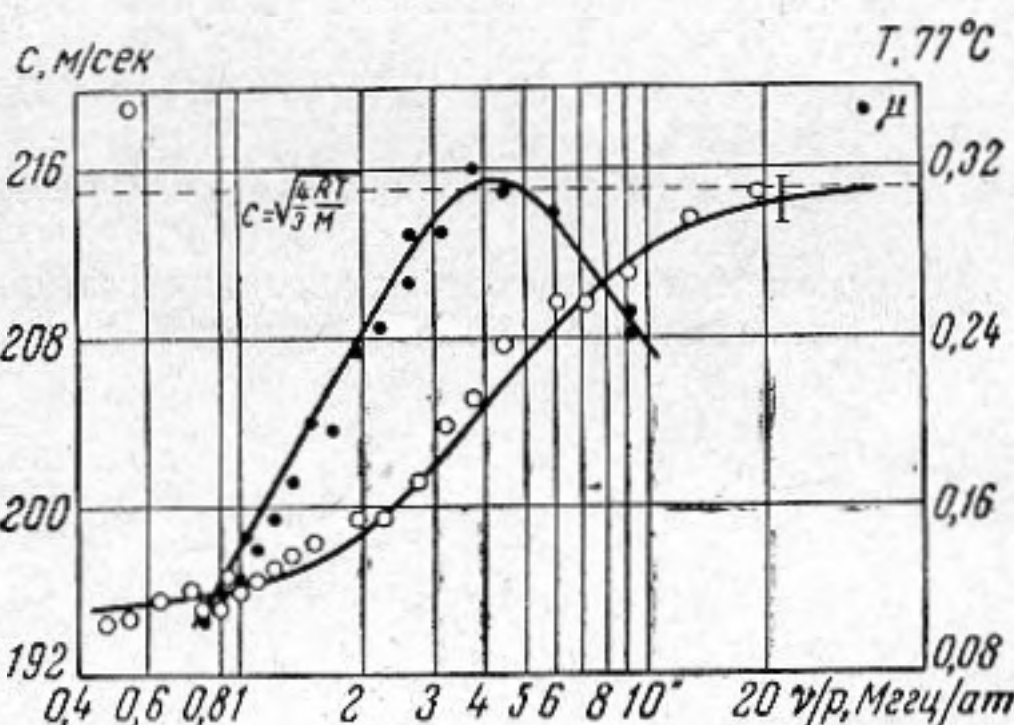
## КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В ПАРАХ ТИОФЕНА

Ю. А. Башлачев, В. Ф. Яковлев

В жидком тиофене  $C_4H_4S$  [1, 2] было обнаружено релаксационное явление, которое, как предполагают авторы исследований, является релаксацией кнезеровского типа и связано с возбуждением внутренних степеней свободы молекул. Для дальнейшего изучения природы обнаруженного релаксационного явления, нами были проведены опыты с парами тиофена.

В парах специально очищенного тиофена ( $n_D^{20} = 1,5288$ ,  $t_{кип} = 83,8^\circ$  при 750 мм Hg,  $\rho_4^{20} = 1,064$  г/см<sup>3</sup>) акустическим интерферометром были измерены скорость и поглощение ультразвука на частоте 497,8 и 249,3 кГц в области  $\nu/p$  от 0,4 до 20 мгц/ат при температурах от 30 до 80°. Термостатирование исследуемой среды осуществлялось много лучше, чем 0,1°, при точности определения температуры в 0,1°. Из-за большого коэффициента поглощения в среде точность измерения скорости составила  $\pm 0,5\%$ , поглощения ( $\mu = \alpha\lambda$ ) —  $\pm 7\%$ .

На фигуре приведены результаты измерения скорости  $c$  и коэффициента поглощения  $\mu = \alpha\lambda$  при  $t = 77 \pm 0,1^\circ$ . В области от 0,4 до 20 мгц/ат наблюдается возрастание скорости ультразвука от 195 до 215 м/сек, а величина  $\mu = \alpha\lambda$  проходит через явно выраженный максимум. Такое поведение скорости и поглощения хорошо описывается релаксационной теорией [3] с учетом лишь одного времени релаксации. На фигуре представлены кривые



$$c = c_\infty^2 \frac{(\nu/p)^2 + (\nu/p)^2_D c_0^2 / c_\infty^2}{(\nu/p)^2 + (\nu/p)^2_D} \quad \mu = \mu_{\text{рел}} + \mu_{\text{клас}},$$

где  $c_0 = 195,2$  м/сек,  $c_\infty = 215,6$  м/сек,  $(\nu/p)_D = 4,4$  мгц/ат взяты из эксперимента

$$\mu_{\text{рел}} = 2\mu_{\text{max}} \cdot \frac{(\nu/p) / (\nu/p)_{\text{max}}}{1 + (\nu/p)^2 / (\nu/p)_{\text{max}}^2},$$

$$\mu_{\text{max}} = \frac{\pi}{2} \frac{c_{00}^2 - c_0^2}{c_0 c_\infty}; \quad \left(\frac{\nu}{p}\right)_{\text{max}} = \left(\frac{\nu}{p}\right)_D \cdot \frac{c_0}{c_\infty}.$$

Величины  $\mu_{\text{max}}$  и  $(\nu/p)_{\text{max}}$  рассчитывались из данных о скорости

$$\mu_{\text{клас}} = \frac{2\pi^2}{v} \frac{\nu}{p} \cdot \left[ \frac{4}{3} \eta + \frac{k}{c} (\gamma - 1) \right].$$

По условиям эксперимента (низкое давление и достаточно высокая температура) пар можно считать подчиняющимся уравнению состояния идеального газа, поэтому для расчета  $\mu_{\text{клас}}$  можно воспользоваться известной формулой Эйнена:

$$k = \frac{1}{4} (9\gamma - 5) \frac{c_v}{M} \eta,$$

определив  $\gamma = c_p / c_v$  по величине скорости  $c_0$ ,  $\gamma = c_0^2 M / RT$ , и положив  $\eta = 9,8 \cdot 10^{-5}$  г/см сек по данным работы [4].

При расчете значения  $\gamma_\infty = c_\infty^2 M / RT$  оказалось, что оно близко к величине  $4/3$  ( $\gamma_\infty \text{ экспер} = 1,344$ ). Таким значением  $\gamma$  сможет обладать пар тиофена в случае включения колебательных степеней свободы молекул. Действительно, в общем виде теплоемкость представляется в виде  $c_v = c_{\text{тран}} + c_{\text{вращ}} + c_{\text{кол}}$ . Если предположить справедливым классическое равномерное распределение энергии по трансляционным и вращательным степеням свободы, то  $c_v = 3R + c_{\text{кол}}$ , откуда при  $\gamma_\infty = 4/3$ ,  $c_{\text{кол}} = 0$ . Величина  $c_v / R = 1 / c^2 M / RT - 1$  в области 0,4 до 20 мггц/ат изменяется от 9,8 до 3. Отсюда можно заключить, что вклад колебательных степеней свободы в теплоемкость составляет 13,6 кал/моль град.

Таким образом, хорошее совпадение релаксационных кривых с экспериментальными данными о скорости и поглощении ультразвука позволяет утверждать, что нами обнаружена релаксация колебательных степеней свободы молекул в парах тиофена в области от 0,4 до 20 мггц/ат.

### ЛИТЕРАТУРА

1. М. И. Шапаронов, М. С. Тунин. Гиперакустические свойства жидкостей и структура молекул. Сб. «Применение ультразвука к исследованию вещества». М., МОПИ, 1961, 15, стр. 19.
2. А. А. Бердыев, Н. Б. Лежнев. Поглощение ультразвука в бензоле и тиофене на частотах до 300 мггц. Изв. АН Туркменской ССР, сер. физ.-тех., хим. геол. наук, 1963, 3, 104.
3. Н. О. Кнесер. Schallabsorption und Dispersion in Gasen. Handbuch der Physik, Berlin, 1961.
4. И. Ф. Голубев. Вязкость газов и газовых смесей. М., Физматгиз, 1959.

Московский областной педагогический институт им. Н. К. Крупской

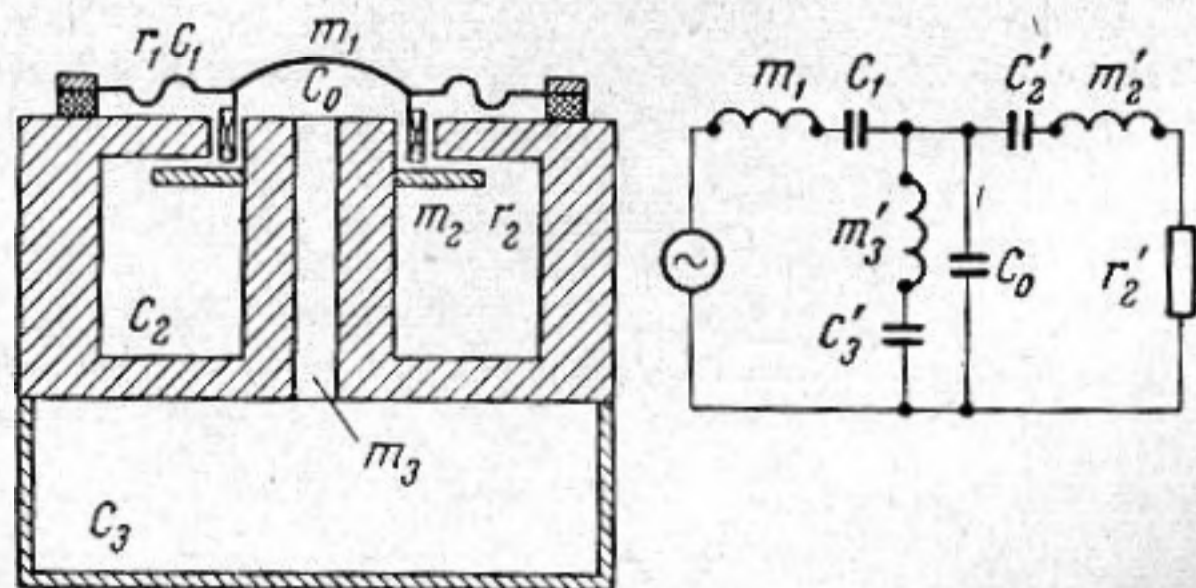
Поступило в редакцию  
3 декабря 1963 г.

УДК 534.8

### ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ИНФРАЗВУКОВОЙ МИКРОФОН С ПОДВИЖНОЙ КАТУШКОЙ

Я. Ш. Вахитов

Для исследования некоторых видов инфразвуковых полей представляют интерес акустические приемники, обладающие высокой чувствительностью в сравнительно неширокой (3—4 октавы) полосе частот. Такие приемники используются обычно в полевых условиях, в связи с чем к ним предъявляются высокие требования в отно-



Фиг. 1