

где  $(c_0, c_0^*)$ ,  $(c_k, c_k^*)$  и  $(d, d^*)$  — канонически сопряженные переменные, описывающие однородную прецессию, спиновые волны (или магнитоэластические колебания) и акустические колебания соответственно. Коэффициенты  $\gamma_0$ ,  $\gamma_k$  и  $\Gamma$  — феноменологические постоянные затухания соответствующих колебаний,  $\Psi_1$  и  $\Psi_2$  определяют первый исчезающий нелинейный член магнитоупругого взаимодействия. Наконец,  $h_{k1}$  и  $h_{02}$  — параметры, характеризующие взаимодействие переменного поля со спиновыми волнами и однородной прецессией.

В результате решения этих уравнений последовательно для этапов импульсного возбуждения и свободной эволюции в неоднородном локальном поле для переменной звукового поля  $d^*(t)$  в момент времени  $t$  находим (время отсчитывается от окончания первого импульса)

$$d^*(t) = \frac{1}{2} (ih_{k1} \Delta t_1) \Psi_2^* h_{02} \gamma_0^{-1} (\alpha^2/4 + \beta)^{-1/2} \exp\{(-\alpha/2 + \sqrt{\alpha^2/4 + \beta}) \Delta t_2''\} \times \\ \times \exp\{-\gamma_k \tau - \Gamma(t-\tau) - i\omega_k \tau + i\Omega(t-\tau)\}, \quad (2)$$

$$\alpha = \Gamma + \gamma_k, \quad \beta = \{|\Psi_2| |h_{02}|\}^2 \gamma_0^{-2} - \Gamma \gamma_k. \quad (3)$$

Здесь  $\Delta t_2 = \Delta t_2' + \Delta t_2''$ ,  $\Delta t_2'$  — время роста однородной прецессии в линейном режиме,  $\Delta t_2''$  — время, в течение которого происходит нелинейное параметрическое возбуждение магнитоупругих колебаний.

Из формулы (2) следует, что амплитуда сигнала эха линейно зависит от величины поля первого импульса и нелинейно — от поля второго импульса. Из формул (2) и (3) получается пороговое значение поля второго импульса для магнитоупругой неустойчивости

$$|h_{02}|^2 \geq \gamma_0^2 \Gamma \gamma_k / |\Psi_2|^2. \quad (4)$$

Из-за наличия неоднородности локального поля в образце собственные частоты колебаний имеют вид

$$\omega_k(r) = \omega_k^0 + \Delta\omega_k(r), \quad \Omega(r) = \Omega_0 + \Delta\Omega(r), \quad (5)$$

где  $\omega_k^0 = \Omega_0$  — средняя по образцу частота. Так как источником разброса частот  $\Delta\omega_k$  и  $\Delta\Omega$  является неоднородность магнитного поля и  $\omega_k$  и  $\Omega$  представляют собой частоту фактически связанных магнитоупругих колебаний, практически имеем  $\Delta\omega_k = \Delta\Omega$ . Тогда из формулы (2) следует, что эхо возникает в момент времени  $t = 2\tau$ .

При расчетах мы считали, что параметрическое возбуждение магнитоупругих колебаний происходит только во время действия второго импульса. Если однородная прецессия возбуждена вторым импульсом значительно выше порогового уровня, возможно параметрическое возбуждение звука и после прохождения второго импульса. При этом будет наблюдаться усиление сигнала с ростом  $\tau$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. E. L. Hahn, Spin Echoes. Phys. Rev., 1950, 80, 580.

Казанский физико-технический институт  
Академии наук СССР

Поступила  
30 июня 1972 г.

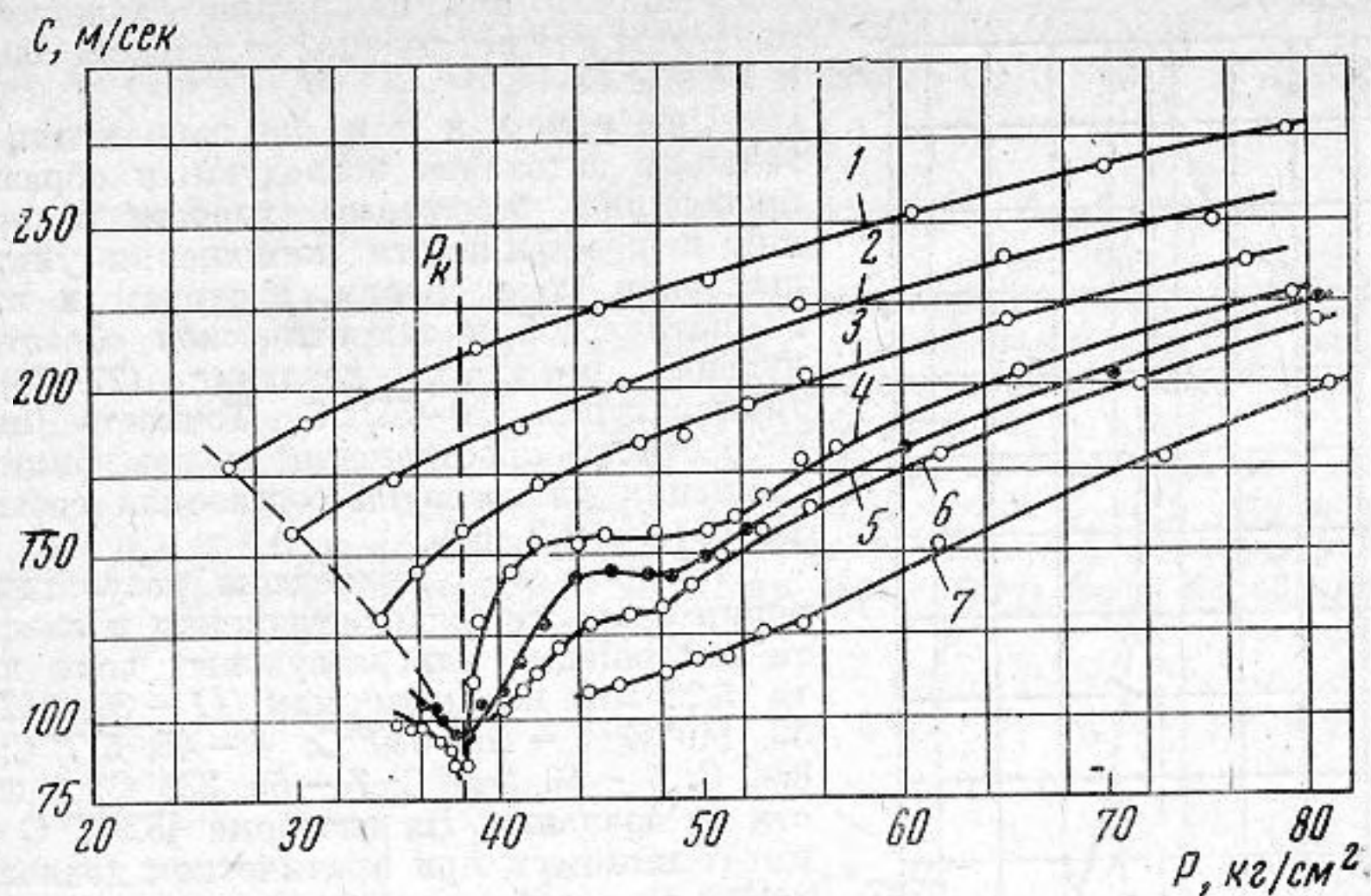
УДК 534.286

### ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШЕСТИФТОРИСТОЙ СЕРЫ В ЗАКРИТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

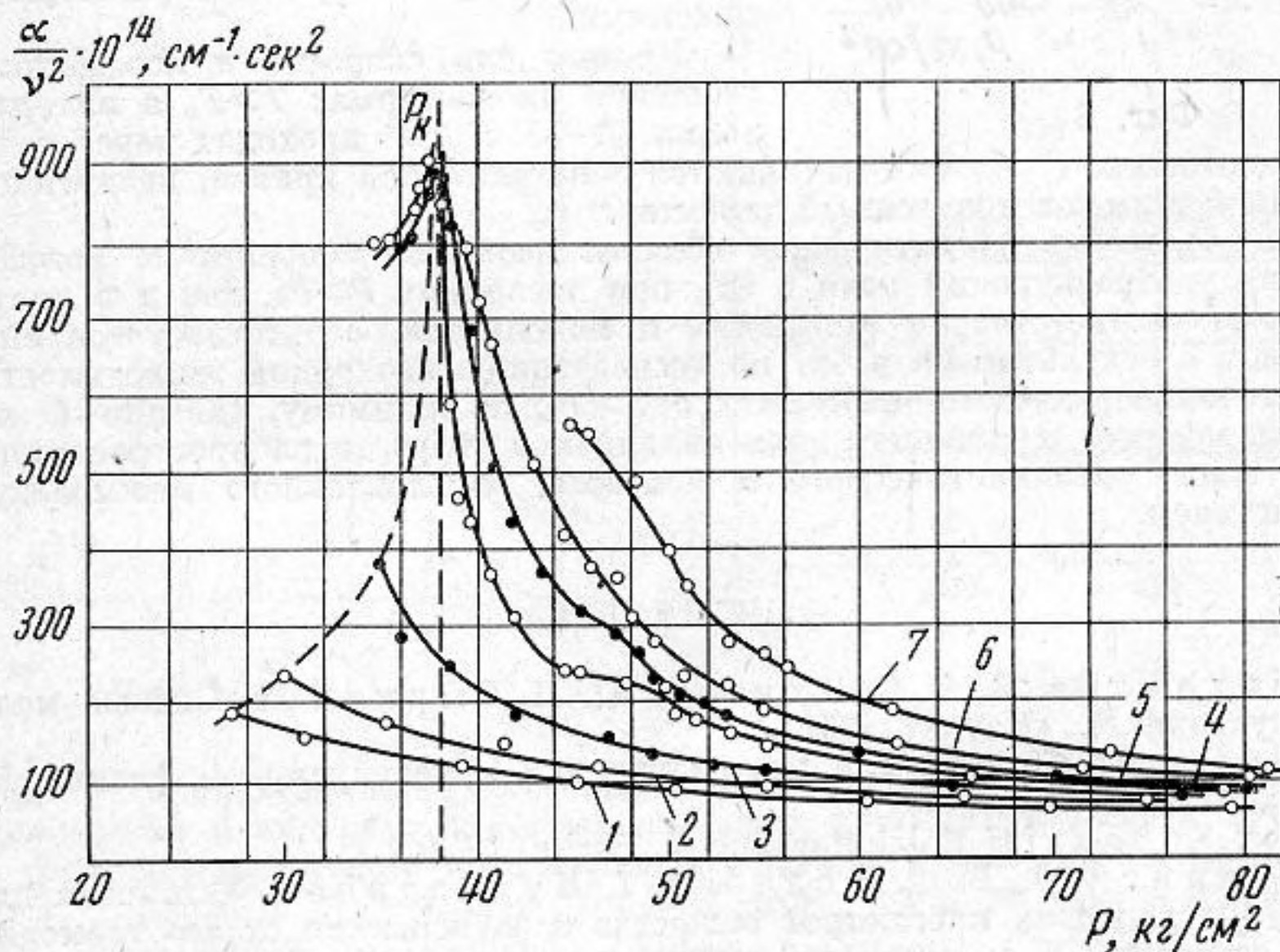
*Б. А. Белинский, В. Ф. Ноздрев, Т. Нуриддинов*

Исследование акустических свойств вещества в критической и закритической области представляет практический и научный интерес. Акустические параметры в критическом и закритическом состояниях вещества в основном исследуются по линии насыщения и изохорам [1-3]. Интересно провести исследование акустических параметров жидкости вблизи критической точки в закритической области по изотермам, изобарам и изохорам.

Для такого исследования нами была собрана импульсная ультразвуковая установка [4], на которой производились измерения скорости распространения и коэффициента поглощения ультразвуковых волн в критической области для шестифтористой серы, критические параметры которой известны с достаточной точностью. Образец для исследования предварительно подвергался химической очистке; чистота образца была не хуже, чем 99,9%.



Фиг. 1

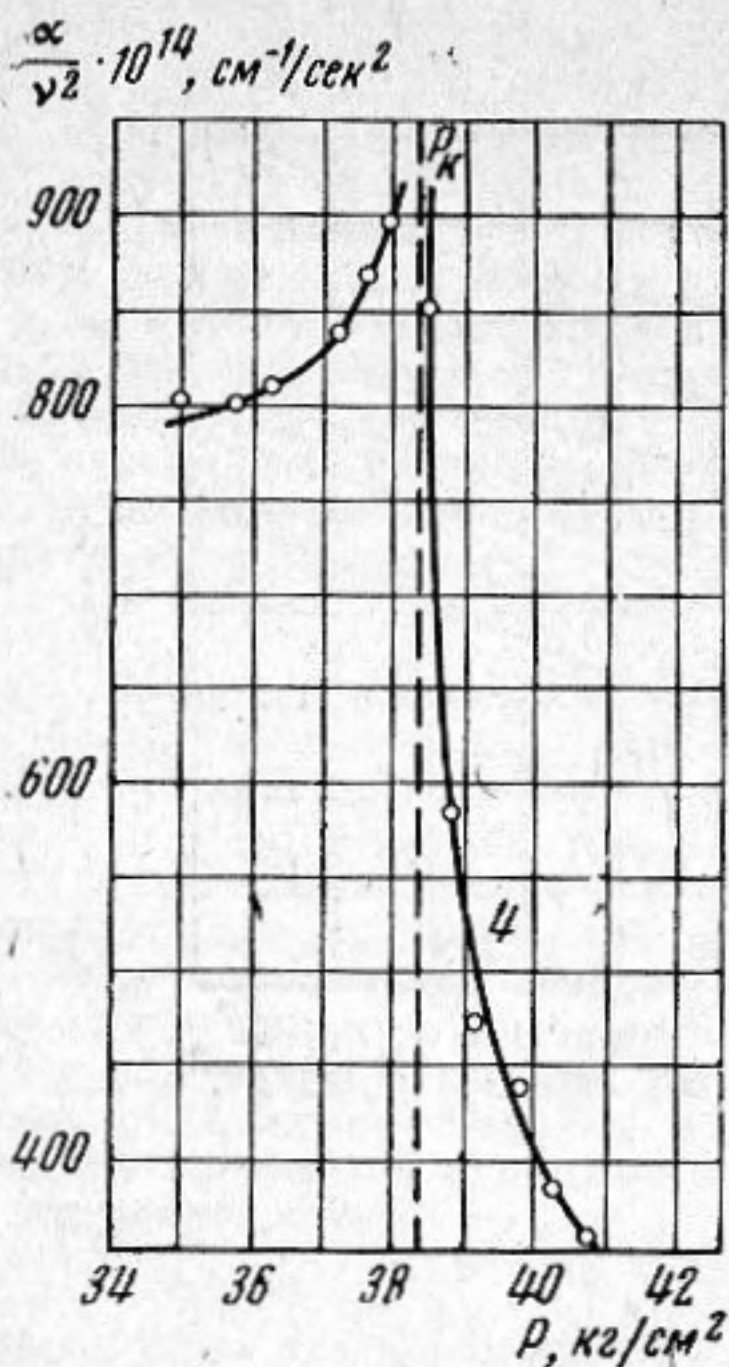


Фиг. 2

Критические параметры исследованного образца шестифтористой серы были близки к данным, полученным в работе [8]. В таблице даны критические параметры по данным других работ.

Перед заполнением измерительный автоклав тщательно вакуумировался до 0,01 мм рт. ст. Для измерения давления и температуры использовались соответственно поршневой манометр (МП-600) и 10-омное платиновое термосопротивление.

$T_K, ^\circ\text{C}$	$P_K, \text{кг/см}^2$	$v_K, \text{см}^3/\text{моль}$	Литература
$45,547 \pm 0,005$	$38,337 \pm 0,005$	200	[5]
$45,555 \pm 0,005$	—	194,4	[6]
45,58	38,32	199	[7]
$45,560 \pm 0,005$	$38,328 \pm 0,003$	$198,0 \pm 0,4$	[8]



Фиг. 3

гиба; на изотермах  $T < T_k$  они начинаются с пограничной кривой, показанной штриховой линией и имеют монотонный характер.

Таким образом, в закритической области изотермы скорости и коэффициента поглощения ультразвуковых волн в  $SF_6$  при давлениях  $P > P_k$ , как и в критической точке, имеют соответственно минимумы и максимумы. Это согласуется определенным образом с результатами работ по исследованию изохорной теплоемкости [3, 9]. Наличие точек перегиба на изотермах с  $T > T_k$ , по-видимому, связано с явлением ассоциации молекул и наличием двух механизмов скорости распространения ультразвуковых волн: газокинетического и полевого, обусловленного межмолекулярным взаимодействием.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. Г. Михайлов, В. А. Соловьев, Ю. П. Сырников. Основы молекулярной акустики. М., «Наука», 1964.
2. В. Ф. Ноздрев. Применение ультраакустики в молекулярной физике. М., Физматгиз, 1958.
3. Wegner Schaaffs. Molekularakustik. Berlin, 1963.
4. Б. А. Белинский, В. Ф. Ноздрев, Т. Нуриддинов. Установка для измерения акустических параметров вещества в зависимости от его термодинамического состояния в окрестности критической точки. В сб.: Применение ультраакустики к исследованию вещества, МОПИ им. Н. К. Крупской, 1973, вып. 26.
5. К. Е. MacCormack, W. G. Schneider. Can. J. Chem., 1951, 29, 699.
6. D. Atack, W. G. Schneider. J. Phys. and Coll. Chem., 1951, 55, 532.
7. P. H. Glegg, J. S. Rowlinson, L. R. Sytton. Trans. Faraday Soc., 1955, 51, 1333.
8. Л. А. Макаревич, Е. С. Соколова, Г. А. Сорина. ЖФХ, 1967, 41, 2273.
9. Х. И. Амирханов, А. М. Керимов, Б. Г. Алибеков. Прямые измерения теплоемкости *n*-гептана и углекислоты. В сб.: Применение ультраакустики к исследованию вещества, 1961, вып. XIII, 89–98.

Московский областной педагогический институт им. Н. К. Крупской

Поступила  
21 февраля 1972 г.