

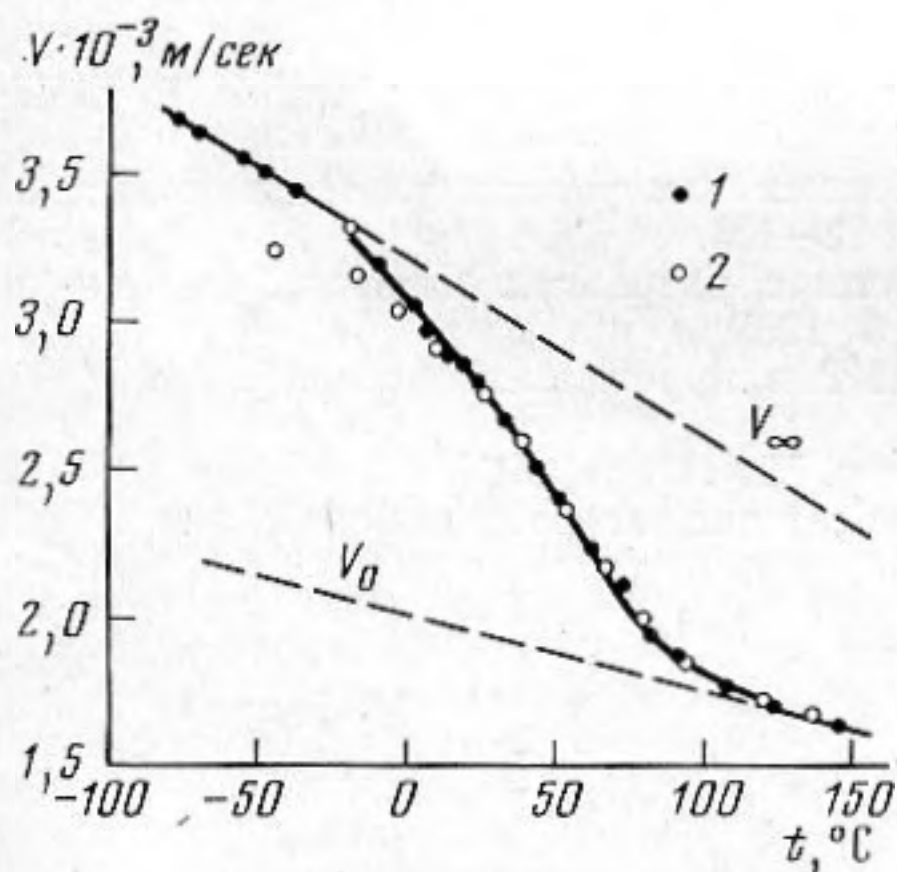
РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ И СДВИГОВЫХ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ВОЛН В ЖИДКОСТЯХ

Г. И. Колесников, В. С. Старунов, И. Л. Фабелинский

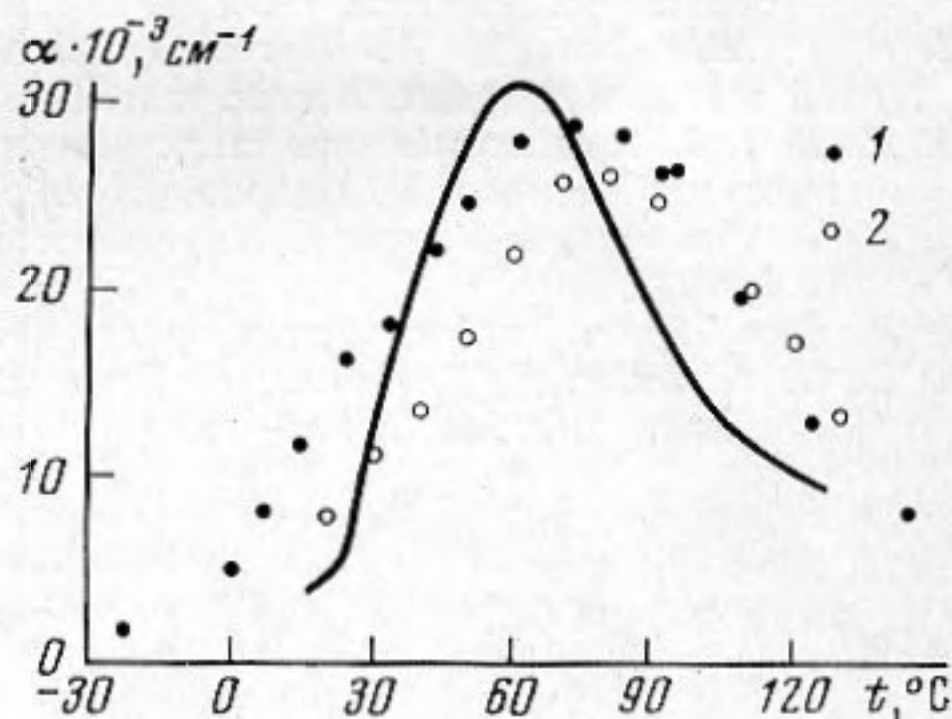
В работе сообщаются основные результаты выполненных авторами исследований температурной зависимости характеристик распространения поперечного и продольного гиперзвука в жидкостях по спектрам молекулярного рассеяния света. Рассеянный свет возбуждался He-Ne-лазером и наблюдался под углом $\theta=90^\circ$. Спектр рассеянного света, полученный с помощью интерферометра Фабри-Перо, сканировался изменением давления, а регистрация спектра осуществлялась методом счета фотонов.

Характер распространения продольного гиперзвука частотой $10^9 \div 10^{10}$ гц при различных температурах исследовался по спектрам мандельштам-бриллюэновского рассеяния [1] (поляризации возбуждающего и рассеянного света перпендикулярны плоскости рассеяния). По смещению и ширине компонент Мандельштама-Бриллюэна были измерены скорость и коэффициент поглощения гиперзвука в широком интервале температур в глицерине, бензофеноне, салоле и β, β' -дихлордиэтиловом эфире. Проведено сравнение полученных результатов с результатами расчета по формулам нелокальной теории [2, 3]. На фиг. 1 и 2 приведены зависимости скорости распространения продольного гиперзвука V и амплитудного коэффициента поглощения α от температуры в глицерине. Наряду с данными настоящей работы там приведены и экспериментальные результаты из работы [4]. Теоретические кривые на фиг. 1 и 2 построены таким же способом, как в [5, 6] (использовались полученные из эксперимента данные о температурной зависимости скоростей V_0 (высокие температуры) и V_∞ (низкие температуры)). Из графиков видно, что формулы нелокальной теории удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными. Некоторое количественное различие между теорией и экспериментом в температурной зависимости α может быть, видимо, уменьшено, если учесть в формулах теории модуль сдвига [3].

Характер распространения поперечного гиперзвука изучался по спектрам тонкой структуры крыла линии Рэля (ТСК) в салоле и бензофеноне с поляризацией возбуждающего света в плоскости рассеяния и поляризацией рассеянного света перпендикулярно плоскости рассеяния. При таких поляризациях в жидкостях с вязкостью 10^{-2} нз в спектре рассеянного света наблюдается дублет (ТСК) [7, 8], а при переохлаждении некоторых жидкостей, в частности салола, бензофенона, этилбензоата, вместо дублета ТСК в спектре деполаризованного рассеяния наблюдается триплет [9, 10], вызванный модуляцией рассеянного света сравнительно слабо затухающими поперечными гиперзвуковыми волнами. Температурная зависимость расстояния между компонентами ТСК и «поперечного триплета» изучалась в салоле и бензофеноне в широком интервале изменения их вязкости. Видимое спектральное расстояние между компонентами ТСК при изменении вязкости от 10^{-2} до 10^{-1} нз несколько уменьшает-



Фиг. 1



Фиг. 2

Фиг. 1. Зависимость скорости V продольного гиперзвука в глицерине от температуры: 1 — экспериментальные значения скорости, полученные авторами, 2 — данные работы [4]. Сплошная кривая построена по формулам теории [2, 3]

Фиг. 2. Температурная зависимость коэффициента поглощения α в глицерине: 1 — экспериментальные значения α , полученные авторами, 2 — данные работы [4]. Сплошная кривая построена по формулам теории [2, 3]

ся (высокотемпературная ветвь); в интервале изменения вязкости от 10^{-1} до 1 *пз* компонент наблюдать не удается, а при изменении вязкости от 1 до 10^9 *пз* наблюдается триплет (низкотемпературная ветвь), расстояние между компонентами которого растет с ростом вязкости. В работе [11] было высказано предположение, что в высокотемпературной ветви, т. е. в случае, когда наблюдается дублет ТСК, видимое температурное изменение расстояния между компонентами ТСК $2\Delta\nu_T$ в значительной степени связано с конечностью спектральной ширины аппаратной функции прибора, что было подтверждено и экспериментально. При уменьшении аппаратной функции скорость температурного изменения $2\Delta\nu_T$ уменьшается. Выполненные измерения температурной зависимости двух времен релаксации анизотропии, скорости поперечного гиперзвука в низкотемпературной ветви, соотношения интегральных интенсивностей ближнего и дальнего крыльев линии Рэлея вместе с литературными данными о постоянной Максвелла позволили провести сравнение экспериментальных данных о зависимости $2\Delta\nu_T$ от температуры с феноменологической теорией [12]. Сравнение показало, что при учете конечной ширины аппаратной функции теория качественно, а в высокотемпературной ветви и количественно описывает экспериментальные данные. В низкотемпературной ветви количественного согласия нельзя ожидать, поскольку формулы релаксационной теории при больших вязкостях не описывают законов распространения гиперзвука [5, 6]. На основании полученных данных можно судить об оптимальных условиях опыта для исследования распространения сдвиговых волн в маловязких жидкостях акустическими методами. Представленные результаты показывают, что молекулярное рассеяние света является хорошим инструментом для изучения характера распространения продольного и поперечного звука высокой частоты в жидкостях.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Л. Фабелинский. Молекулярное рассеяние света. М., «Наука», 1965.
2. М. А. Исакович, И. А. Чабан. Акустическое поведение сильновязких жидкостей и теория жидкости. Докл. АН СССР, 1965, 165, 2, 399–302.
3. М. А. Исакович, И. А. Чабан. Распространение волн в сильновязких жидкостях. ЖЭТФ, 1966, 50, 5, 1343–1365.
4. D. A. Pinnow, S. J. Candau, J. T. La Macchia, T. A. Litovitz. Brillouin Scattering: Viscoelastic Measurements in Liquids. J. Acoust. Soc. America, 1968, 43, 1, 131–142.
5. С. В. Кривохижа, И. Л. Фабелинский. Экспериментальные исследования распространения ультразвука в вязких жидкостях. ЖЭТФ, 1966, 50, 1, 3–14.
6. С. В. Кривохижа. Исследование распространения ультразвука и гиперзвука в вязких жидкостях, в стеклах и кристаллическом кварце в широком интервале температур. Тр. ФИАН. М., «Наука», 1974, 72, 3–65.
7. В. С. Старунов, Е. В. Тиганов, И. Л. Фабелинский. Тонкая структура в спектре теплового крыла линии Рэлея в жидкостях. Письма в ЖЭТФ, 1967, 5, 9, 317–319.
8. G. I. A. Stegman, B. P. Stoicheff. Spectrum of Light Scattering from Thermal Shear Waves in Liquids. Phys. Rev. Lett., 1968, 21, 4, 202–206.
9. I. L. Fabelinskii, L. M. Sabirov, V. S. Starunov. Fine structure of Rayleigh line wind and propagation of transversal hypersound in liquids. Phys. Lett., 1969, 29 (A), 7, 414–415.
10. P. Bezot, G. M. Searby, P. Sixou. Low frequency light scattering from liquid and supercooled ethyl benzoate. J. Chem. Phys., 1975, 62, 9, 3813–3818.
11. В. С. Старунов, И. Л. Фабелинский. Тонкая структура крыла линии Рэлея и распространение поперечного гиперзвука в жидкостях. ЖЭТФ, 1974, 66, 5, 1740–1754.
12. С. М. Рыгов. Релаксационная теория релеевского рассеяния. ЖЭТФ, 1970, 58, 6, 2154–2170.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступила
9 марта 1976 г.