

ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРА РАССЕЯНИЯ СВЕТА И РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРА-И ГИПЕРЗВУКА В РАСТВОРЕ β -ПИКАЛИН-ВОДА

С.В.Кривохижа, Л.Сабиров, Я.Туракулов,
Т. М.Утарова

Изучена температурная зависимость интенсивности центральной компоненты в спектре рассеяния Мандельштама — Бриллюэна в растворе β -пикалин-вода. Показано, что в интервале температур $+60 + 70^\circ\text{C}$ наблюдается максимум интенсивности. В этом же интервале температур обнаружен максимум поглощения гиперзвука и отсутствие температурной зависимости скорости ультра и гиперзвука, $\frac{\partial V}{\partial T} \approx 0$.

При более низких температурах $\frac{\partial V}{\partial T} = -0,8$, а при более высоких $\frac{\partial V}{\partial T} = -3,6$.

1. Изучение линейно-поляризованного спектрально неразложенного света в некоторых нерасслаивающихся растворах показало, что существуют такие бинарные растворы, в которых интенсивность названного рассеяния сильно возрастает при приближении к определенной концентрации и температуре (см. [1] и цитируемую там литературу). К числу таких растворов относятся, например; растворы ацетон-вода и β -пикалин-вода. Такие растворы рассматривают как бинарные растворы с замкнутой областью расслаивания стянувшейся в точку и называют — растворами с "особой точкой" [2].

До настоящего времени изучение температурной зависимости скорости гиперзвука и ультразвука и соответствующих коэффициентов поглощения, а также распределения интенсивности линейно поляризованного света по частотам чувствительным к фазовым превращениям в подобных растворах не производилось.

Целью нашей работы явилось изучение температурных зависимостей скорости гиперзвука и ультразвука, коэффициента поглощения гиперзвука и кинетики спектра рассеяния света в растворе β -пикалин-вода при концентрации β -пикалина 28,4%. По данным [1] при такой концентрации наблюдалось сильное возрастание интенсивности рассеяния линейно-поляризованного света.

2. В нашем эксперименте исследование распространения гиперзвука проводилось по спектрам рассеяния Мандельштама — Бриллюэна [3, 4]. Скорость распространения гиперзвука определялась по смещению компонент Мандельштама — Бриллюэна с точностью $\pm 1\%$. Коэффициент поглощения гиперзвука определялся из истинной ширины компонент Мандельштама — Бриллюэна после исключения из наблюдаемой ширины аппаратной ширины контура [5]. Коэффициент поглощения гиперзвука определялся с точностью $\pm 5\%$.

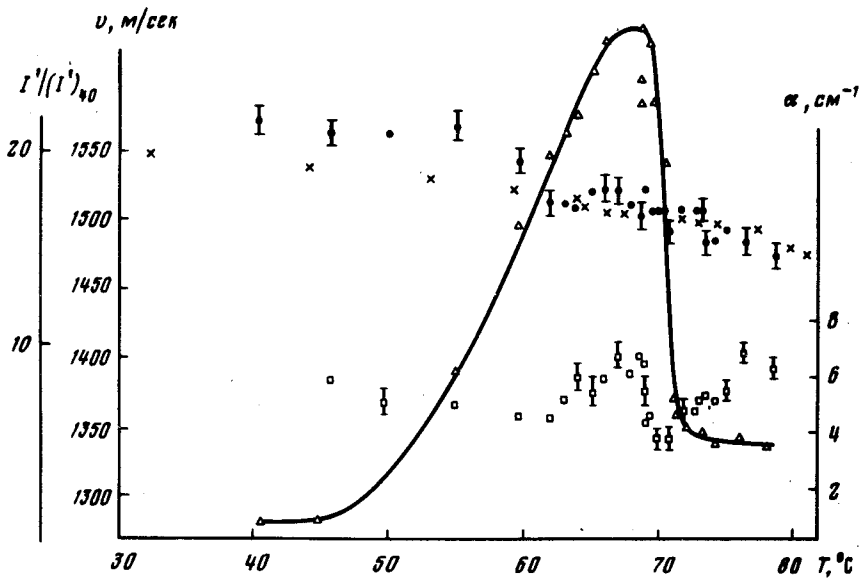


Рис.1. Δ – Температурная зависимость интенсивности центральной компоненты в спектре рассеяния Мандельштама – Бриллюэна нормированной интенсивностью компонент Мандельштама – Бриллюэна $I_c' = T_c/2I_{M-B}$ в растворе β -пикалин-вода. \square – Температурная зависимость коэффициента поглощения гиперзвука частоты $\sim 4,6$ ГГц в том же растворе. \bullet – Температурная зависимость скорости распространения гиперзвука частоты $\sim 4,6$ ГГц в растворе β -пикалин-вода. \times – Температурная зависимость скорости распространения ультразвука частоты 2,8 МГц в том же растворе

На рис.1 приведены кривые температурной зависимости центральной компоненты I_c' к интенсивности центральной компоненты при 40°C I_{c40}' . Обе центральные компоненты во всех случаях нормированы суммарной интенсивностью компонент Мандельштама – Бриллюэна, $I_c' = I_c/2I_{M-B}$.

Как видно из рис.1 величина I_c' превосходит I_{c40}' более чем в 20 раз: Максимум лежит в интервале температур $50 \div 70^\circ\text{C}$. В том же интервале температур (рис.1) наблюдается максимум поглощения гиперзвука.

На этом же рисунке приведены результаты измерения скорости распространения гиперзвука в интервале температур от 40° до 78°C .

Из графика скоростей распространения следует, что скорости ультразвука и гиперзвука могут быть разделены на три различные области. В интервале температур от 40 до 55°C наблюдается монотонное уменьшение скорости ультразвука и скорости гиперзвука с температурой, причем величина $\partial V/\partial T = -0,8$. Во втором интервале температур от 62 до $+72^\circ\text{C}$ в пределах точности опыта скорости ультразвука и гиперзвука практически не зависят от температуры $\partial V/\partial T \approx 0$. В этом же, втором, интервале температур наблюдается максимум поглощения ги-

перзвука, и, как было сказано, максимум интенсивности центральной компоненты.

Скорость распространения ультразвука измерялась по методике, описанной в [6] с точностью $\pm 0,2\%$. В третьем интервале температур от 72 до 78°C , $\partial V/\partial T = -3,6$, что в несколько раз превышает температурный ход скорости гиперзвука в интервале температур от 40 до 760°C .

Сравнение величины скоростей ультразвука и гиперзвука показывает, что в интервале температур от 40 до 60°C наблюдается положительная дисперсия скорости звука максимально $\sim 2,2\%$, а при дальнейшем повышении температур в пределах ошибки эксперимента, дисперсия скорости звука отсутствует¹⁾.

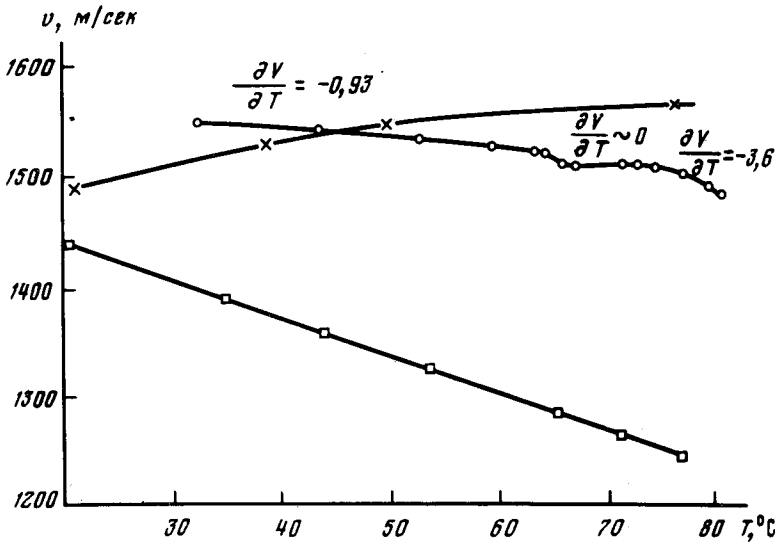


Рис.2. ● — Температурная зависимость скорости распространения ультразвука частоты $2,8$ МГц в растворе β -пикалин-вода. □ — Температурная зависимость скорости распространения ультразвука в чистом β -пикалине. Температурная зависимость скорости распространения ультразвука в чистой воде (наши измерения и табличные значения [8])

На рис.2 кроме температурной зависимости скорости распространения ультразвука в растворе β -пикалин-вода приведены также измерения температурной зависимости скорости ультразвука в чистом β -пикалине и в чистой воде. Здесь мы считаем существенным указать на еще одну особенность раствора β -пикалин-вода, а именно: в интервале температур от 32 до 42°C скорость распространения ультразвука

¹⁾ В выполненном нами исследовании скорость распространения ультразвука в интервале температур выше 70°C в пределах ошибки измерений совпадает со скоростью гиперзвука, но во всех сериях эксперимента ультразвуковые данные систематически лежат выше гиперзвуковых. Причина этого нуждается в выяснении.

в растворе больше скорости распространения ультразвука, в любой из чистых компонент, а это означает, что сжимаемость раствора меньше сжимаемости воды.

3. Теория для описания поведения скорости распространения ультразвука и гиперзвука в таких растворах отсутствует, а для поглощения попытка развить такую теорию сделана [7], но для сопоставления этой теории с опытом не известны необходимые параметры теории.

Особый интерес представляют результаты исследования распространения звука на изученном растворе β -пикалин-вода. Первоначально ожидалось, что при температурах ниже и выше "особой точки" вдали от нее, никаких аномалий в поведении скорости звука не будет, так как флуктуации концентрации при этих температурах развиты слабо. Однако, экспериментальное исследование как в ультразвуковом, так и в гиперзвуковом интервале частот показали, что скорость звука при температурах ниже "особой точки" имеет существенно меньший температурный ход, чем при температурах выше "особой точки". Возможно, что полученный результат указывает на некоторую перестройку структуры вещества при переходе через область "особой точки".

Выполненные измерения и их сопоставление с ранее сделанными исследованиями расслаивающихся растворов показывают, что в нашем случае, хотя и не возникает критическая точка расслаивания, но поведение интенсивности I_c' , α и V указывает на близость раствора к критической точке расслаивания. Однако, вопрос о природе особенности поведения скорости распространения звука в растворе β -пикалин-вода пока остается не ясным и нуждается в выяснении.

Авторы выражают благодарность И.Л.Фабелинскому за внимание к работе и обсуждение полученных результатов.

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

Поступила в редакцию
28 апреля 1980 г.

Самаркандский госуниверситет им. А.Навои

Литература

- [1] М.Ф.Вукс. Рассеяние света в газах, жидкостях и растворах, Ленинград, 1977.
- [2] В.Е.Эскин. Рассеяние света растворами полимеров. М., изд. Наука, 1973.
- [3] И.Л.Фабелинский. Молекулярное рассеяние света, М., изд. Наука, 1965.
- [4] С.В.Кривохижа, Л.Сабиров, Я.Туракулов. ЖЭТФ, 78, 1579, 1980.
- [5] H.C.Hulst, van der Reesink. Astrophys. J., 106, 121, 1947.
- [6] С.В.Кривохижа, И.Л.Фабелинский. ЖЭТФ, 50, 3, 1966.
- [7] В.П.Романов. Флуктуации в оптических и акустических явлениях в жидкости. Докторская диссертация, Ленинград, 1979.
- [8] Londolt-Börnstein. Molecular Acoustics, Berlin — New-York, 5, 1967.