

Х. Е. СТЕРИН

**ТОНКАЯ СТРУКТУРА ЛИНИЙ РАССЕЯНИЯ
В СМЕСИ БЕНЗОЛ — ТОЛУОЛ**

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 13 VII 1948)

Релаксационная теория поглощения ультразвуческих волн в жидкостях, развитая Л. И. Мандельштамом и М. А. Леонтовичем^(1,2), приводит для коэффициента α поглощения синусоидальной волны частоты ω на единицу длины к выражениям вида:

$$\alpha = A\omega^2\tau \quad (1)$$

для области частот, где $\omega\tau \ll 1$, и

$$\alpha = A/\tau \quad (2)$$

для области частот, где $\omega\tau \gg 1$.

Здесь A — величина, зависящая от скорости и дисперсии звука, а τ — параметр, имеющий размерность времени. Параметр этот обратно пропорционален „скорости реакции“, могущей происходить в жидкости, и определяет ее внутреннее состояние.

В таком виде теория поглощения звука в жидкости представляет наиболее простую схему, описывающую внутреннюю структуру жидкости с помощью лишь одного переменного. Несмотря на эту схематичность, теория позволяет разъяснить многие важные черты явления поглощения и, в первую очередь, устраняет основное затруднение гидродинамической теории, согласно которой α должно расти пропорционально ω^2 . Таким образом, становится понятным существование тонкой структуры линий рассеянного света в жидкостях, для которых прямые измерения в диапазоне частот, не превышающем $10^7 - 10^8$ Hz, дают для α большие значения.

В соответствии с этим представляет интерес подвергнуть экспериментальной проверке ряд других выводов, вытекающих из этого простейшего варианта теории. Так, было исследовано влияние повышения температуры на коэффициент затухания ультразвуческих волн в области сравнительно низких частот⁽³⁾, с одной стороны, и на резкость линий тонкой структуры^(4,5), с другой. Наблюденные факты, если также учесть влияние температуры на величину A , могли быть истолкованы как указание, что τ уменьшается с ростом температуры. Такое заключение довольно понятно, поскольку по физическому смыслу τ обратно пропорционально скорости реакции, увеличение которой с температурой представляется естественным.

П. А. Бажулиным^(6,7) было установлено значительное уменьшение затухания ультразвуческих волн в бензоле при незначитель-

ных прибавках толуола. Поскольку A не может сильно зависеть от примесей, то, с точки зрения указанной схемы, описанное явление должно было бы формально означать сильное уменьшение τ при добавлении толуола к бензолу, хотя физические основания для этого не могут быть указаны так просто, как в случае повышения температуры. Поэтому казалось заслуживающим интереса изучить влияние примесей на резкость дублета тонкой структуры и таким образом проверить, действительно ли предположение об уменьшении τ в смесях может считаться оправданным.

Исследование было произведено с помощью следующей аппаратуры: для освещения жидкостей был использован двухламповый



Рис. 1

осветитель с эллиптическими рефлекторами и лампами ПРК, работавшими при пониженном режиме (8). Ртутная линия $\lambda=4078 \text{ \AA}$ в этих условиях оказалась достаточно пригодной для наблюдения тонкой структуры линий рассеяния. Спектральными приборами служили призмный монохроматор, эталон Фабри—Перо с расстоянием 5 мм между зеркалами и камера с фокусным расстоянием 24 см. Угол рассеяния составлял 90° .

Первые наблюдения были сделаны без ограничения апертуры падающего света, тем не менее структура линий рассеяния получилась четкой. С таким устройством нормальный снимок получался за 2 часа. В дальнейшем были введены диафрагмы, ограничивающие апертуру падающего света до 23° в воздухе (15° в жидкости). При этом время экспозиции возросло до 10—11 час. Смещенные и центральная компоненты тонкой структуры получались еще более четкими, но лишь при условии, что вариации атмосферного давления в течение опыта не превосходили 2 мм рт. ст., поскольку специальных мер баростатирования не было принято.

Был исследован бензол с примесями толуола в количестве 1, 2, 4, 6, 10 и 20% по объему. При этом не наблюдается сколько-нибудь систематического уширения смещенных компонент, которое могло бы быть приписано влиянию примеси.

Это обстоятельство лишний раз показывает, что простая схема, положенная в основу релаксационной теории, дающая в общем правильную ориентировку в обширном экспериментальном материале, не является достаточной для объяснения всех деталей явления. На эту ограниченность теории указывают сами авторы, подчеркивающие, что рассмотренный вариант ее представляет простейший частный случай (1).

Заслуживает упоминания, что чистота бензола имеет большое значение для получения хороших снимков тонкой структуры, в первую очередь для получения правильного соотношения между интенсивностью смещенных и несмещенной компонент. Применяя обычные меры предосторожности, мы получили снимки, типичная микрофотограмма которых представлена на рис. 1, в и которые очень напоминают микрофотограмму, приведенную Венкатесвараном (5).

Однако специальная тщательная очистка бензола, в частности от следов тиофена, приводила к получению снимков, на которых относительная интенсивность несмещенной компоненты значительно меньше, как показывает рис. 1, а. Это обстоятельство имеет большое зна-

чение, ибо Венкатесваран использовал свои снимки для проверки формулы Ландау — Плачека⁽⁹⁾, определяющей соотношение интенсивностей несмещенной и смещенных компонент, и получил цифру, в несколько раз превосходящую теоретическую. Данные Венкатесварана, как было указано В. Л. Гинзбургом⁽¹⁰⁾, должны быть исправлены путем учета относительной ширины и формы компонент рассеяния. Однако, как показывает ориентировочный расчет, это исправление не вносит значительного изменения в окончательный результат. Указываемый нами источник экспериментальной ошибки, по видимому, значительно важнее.

Мы могли использовать наши снимки лишь для ориентировочной оценки соотношения интенсивностей, ибо при их получении эта задача не ставилась и не было принято специальных мер, необходимых для точного фотометрического учета фона, значительного при работе с бензолом. Эта ориентировочная оценка показывает, что наблюдаемый на опыте результат значительно ближе к теоретическому, чем полагает Венкатесваран. Этого же мнения придерживается и Рэнк в недавно опубликованной работе⁽¹¹⁾.

За предложенную тему и руководство работой я глубоко признателен акад. Г. С. Ландсбергу.

Оптическая лаборатория
Физического института им. П. Н. Лебедева
Академии Наук СССР

Поступило
12 VII 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. И. Мандельштам и М. А. Леонтович, ЖЭТФ, 7, 438 (1937).
² М. А. Леонтович, Изв. АН СССР, ОМОН, 633 (1936). ³ П. А. Бажулин, Докторская диссертация, 1948. ⁴ C. V. Raman and B. V. R. Rao, Nature, 135, 761 (1935).
⁵ C. S. Venkateswaral, Proc. Ind. Acad. Sci., A, 15, 322 (1942). ⁶ П. А. Бажулин, ДАН, 3 (12), 283 (1938). ⁷ П. А. Бажулин, ЖЭТФ, 8, 457 (1938).
⁸ X. E. Стерин, Изв. АН СССР, сер. физ., 11, 345 (1947). ⁹ G. Placzek u. L. Landau, Phys. Z. d. Sowjetunion, 5, 172 (1934). ¹⁰ В. Л. Гинзбург, Изв. АН СССР, сер. физ., 9, 174 (1945). ¹¹ D. H. Rank, J. S. McCartney and G. J. Szasz, JOSA, 38, 287 (1948).