

*Письма в ЖЭТФ, том 10, стр. 138 – 142*

*5 августа 1969г.*

**ГРАВИТАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ  
В ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ СПЕКТРАХ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ  
ЛИНИИ РЕЛЕЯ**

*И.М.Арефьев, Н.В.Милян*

Получены первые результаты, указывающие на влияние гравитационного эффекта вблизи критической температуры расслаивания бинарного раствора на величину скорости звука и показателя преломления света. Для наблюдения такого влияния предложен новый метод, сущность которого ясна из рис. 1.

Возбуждающий рассеяние луч лазера проходит кювету с раствором снизу вверх (или сверху вниз). Рассеивающий объем отображается через интерферометр Фабри – Перо в плоскость спектра. Интерференционным порядкам соответствуют различные по высоте объемы рассеяния. Смещение компонент Мандельштама – Бриллюэна (МБ)  $\Delta\nu$  равно [1] :

$$\Delta\nu = 2\pi\nu(v/c)\sin\theta/2. \quad (1)$$

Вблизи критической точки расслаивания в результате действия силы тяжести и замедления диффузии возможны значительные градиенты концентрации по высоте кюветы (гравитационный эффект) [2]. Поэтому в различных по высоте объемах рассеяния должны быть различные показатели преломления  $n$ , скорости звука  $v$ , а следовательно и  $\Delta\nu$ .

Был исследован раствор нитробензол – нормальный гексан с концентрацией нитробензола  $c_1 = 0,4$  мольных долей, близкой к критической, имеющий верхнюю температуру расслаивания  $t_c = 20 \pm 0,05^\circ\text{C}$ . Вблизи  $t_c$  перед фотографированием спектров раствор выдерживался при заданной температуре  $7 + 10$  час. Рассеяние возбуждалось линией  $6328\text{\AA}$  неон-гелиевого лазера мощностью 15 мвт. Другие условия эксперимента и обработка спектров такие же, как в [3].

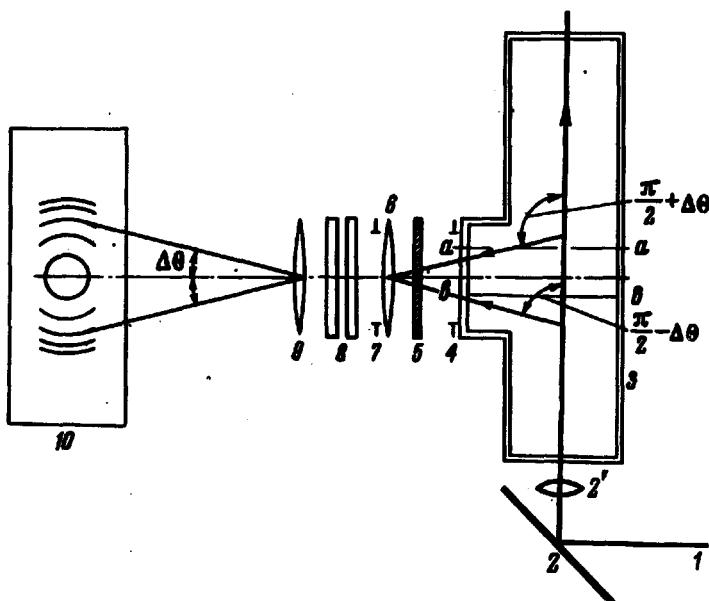


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 – луч лазера; 2 – плоское зеркало; 2' – длиннофокусная линза; 3 – кювета с раствором, высота кюветы 140 мм, диаметр 40 мм, диаметр бокового окна 40 мм, а а – середина кюветы, 6 б – положение границы фаз после расслаивания; 4 – диафрагма; 5 – светофильтр; 6 – объектив с фокусным расстоянием  $f = 300$  мм; 7 – диафрагма; 8 – интерферометр Фабри – Перо, область дисперсии  $0,5 \text{ см}^{-1}$ ; 9 – объектив;  $f = 500$  мм; 10 – плоскость спектра

Как видно из рис. 2, за  $10$  и  $4^\circ\text{C}$ . до  $t_c$  смещение компонент МБ в пределах ошибки не зависит от высоты рассеивающего объема, а при  $(t - t_c) = 1,1^\circ\text{C}$  смещение  $\Delta\nu$  для нижних слоев рассеивающего объема больше, чем для верхних слоев. Это указывает на то, что в данном температурном интервале начинает проявляться гравитационный эффект. Предполагая раствор идеальным, получим  $\delta(\Delta\nu)/\Delta\nu = 0,17 \delta c_1/c_1$ . При этом изменение  $\Delta\nu$  примерно на 30% обусловлено изменением  $n$  и на  $70\%$  изменением  $v$ .

При  $(t - t_c) < 1^\circ$  компоненты МБ заметно размывались и их положение трудно было измерить на возрастающем фоне от центральной компоненты. Возможно, что размывание компонент МБ вызвано большим поглощением гиперзвука, распространяющегося в среде с переменной плотностью, поскольку в опытах с горизонтально ориентированной кюветой (лазерный луч перпендикулярен градиенту концентрации) нам удалось получить тонкую структуру линии Релея вплоть до  $(t - t_c) = 0,1^\circ\text{C}$ .

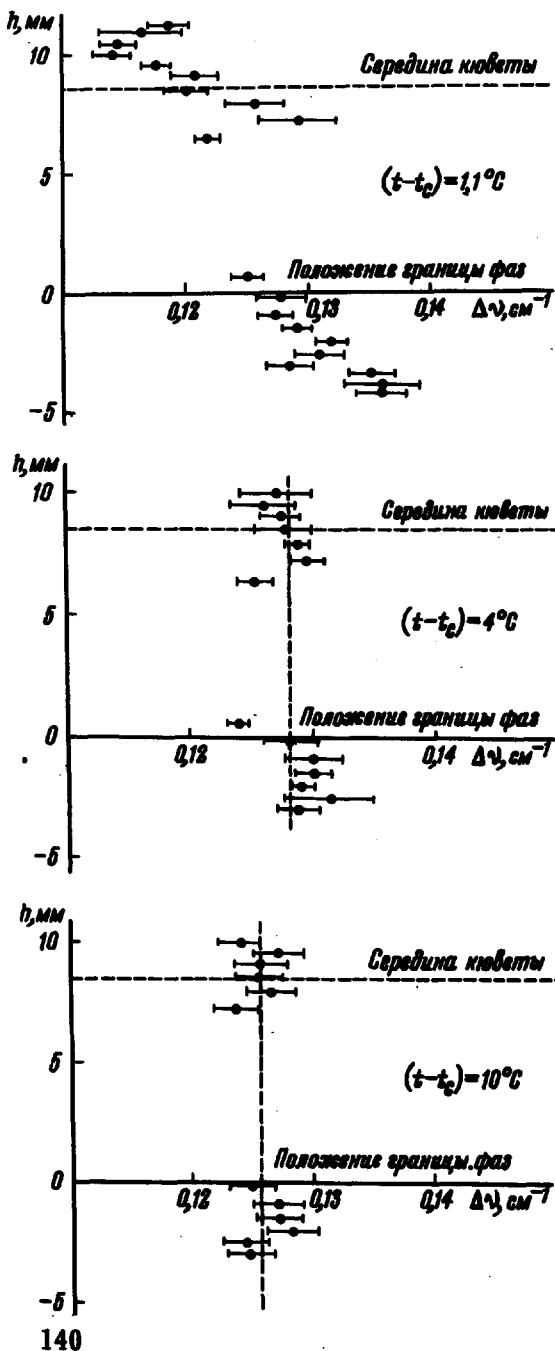


Рис.2. Смещение компонент МБ  $\Delta\nu$  в зависимости от высоты рассеивающего объема  $h$  при разных температурах

Результаты этих измерений представлены на рис. 3. Видно, что при приближении к  $t_c$  смещение компонент сначала растет, а за  $\sim 2,5^\circ\text{C}$  начинает уменьшаться и при  $(t - t_c) = 0,1^\circ\text{C}$  уменьшение составляет примерно 10%<sup>1)</sup>.

Мы измерили показатель преломления  $n$  ( $6328\text{\AA}$ ) в тонком слое раствора на рефрактометре ИРФ-22. При приближении к  $t_c$  он линейно возрастал от значения 1,4300 при  $(t - t_c) = 15^\circ\text{C}$  до значения 1,4387 при  $(t - t_c) = 0,1^\circ\text{C}$ . Если, таким образом, принять что  $n$  практически не изменяется, то кривая рис. 3 описывает температурный ход скорости гиперзвука.

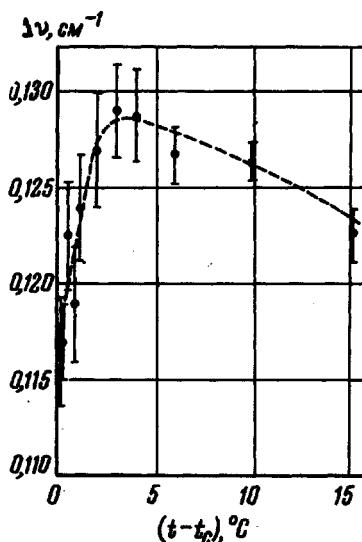


Рис.3. Смещение компонент МБ  $\Delta\nu$  в зависимости от температуры раствора при горизонтальной ориентации кюветы

Д'Ариго и Сетте [5] в таком же растворе измерили скорость ультразвука на частоте 15  $M\text{гц}$ . Данные этих авторов по поглощению ультразвука показывают, что частота 15  $M\text{гц}$  выше критической частоты релаксации объемной вязкости, если предполагать одно время релаксации. Следовательно, скорости ультразвука на частоте 15  $M\text{гц}$  и гиперзвука должны

<sup>1)</sup>Полученные результаты по температурной зависимости  $\Delta\nu$  находятся в качественном согласии с недавними результатами Чена и Полонского [4]. Температурный ход  $\Delta\nu$  вблизи  $t_c$  в [4] не был объяснен, но было указано, что он не связан с изменением  $n$ .

ны совпадать либо должна иметь место слабая положительная дисперсия скорости звука.

Сопоставление наших данных и данных [5] показывает, что при  $(t - t_c) > 2,5^\circ\text{C}$  скорости ультразвука и гиперзвука в пределах ошибки измерения совпадают. При  $(t - t_c) < 2,5^\circ\text{C}$  скорость ультразвука продолжает увеличиваться почти по линейному закону, а скорость гиперзвука уменьшается (см. рис. 3). Обнаруживаемая "отрицательная" дисперсия скорости звука не следует из простых релаксационных представлений, которые вполне успешно объясняли результаты экспериментов [3].

Уменьшение  $\Delta\nu$  вблизи  $t_c$  может быть вызвано возрастающей систематической ошибкой в измерении  $\Delta\nu$ , связанной с ростом фона от центральной линии. Микрофотометрирование спектров показало, что эта ошибка составляет  $2 \pm 3\%$ . Учет ширины компонент МБ [4] дает еще  $\sim 2\%$  уменьшения  $\Delta\nu$ . В соответствии с результатами опытов с вертикально ориентированной кюветой, оставшиеся  $5\%$  уменьшения  $\Delta\nu$  можно было бы отнести за счет гравитационного эффекта, поскольку в опытах с горизонтально ориентированной кюветой объем рассеяния находился на  $6 \text{ mm}$  выше положения границы фаз.

В заключение выражаем благодарность И.Л.Фабелинскому за внимание к этой работе, полезные обсуждения и указания.

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

Поступила в редакцию  
27 июня 1969 г.

### Литература

- [1] И.Л.Фабелинский. Молекулярное рассеяние света. М., Изд. Наука, 1965.
- [2] А.В.Воронель, М.Ш.Гиттерман. ЖЭТФ, 48, 1433, 1965.
- [3] И.М.Арефьев. Письма в ЖЭТФ, 7, 361, 1968; Канд. диссертация, ФИАН. М., 1968.
- [4] S.H.Chen, N.Polonsky. Phys. Rev. Lett., 20, 909, 1968.
- [5] G.D'Arrigo, D.Sette. J. Chem. Phys., 48, 691, 1968.