

## ВЫНУЖДЕННОЕ РЕЛЕЕВСКОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА В РАСТВОРАХ ЖИДКОСТЕЙ

*В.И.Беспалов, А.М.Кубарев*

1. В ряде работ [1] сообщалось о наблюдении вынужденного рассеяния Мандельштамм-Бриллюэновской компоненты (ВМБР) и вынужденного рассеяния света крыла релеевской линии (ВКРР) в жидкостях. В настоящей заметке приведены некоторые результаты наблюдений ВМБР и ВКРР, а также вынужденного рассеяния центральной релеевской компоненты (ВЦРР) в смесях жидкостей.

Схема использовавшейся экспериментальной установки аналогична схеме, описанной в работе [2]. Импульс света ( $\lambda = 0,6943 \text{ мк}$ , ширина спектра  $< 10^{-2} \text{ см}^{-1}$ ) длительностью  $\sim 20 \text{ нсек}$  и мощность  $\sim 5 \text{ Мвт}$  фокусировался ( $F = 15 \text{ см}$ ) внутрь квадрата с исследуемой жидкостью. Для исключения обратной связи между квадратом и лазером

*Вклейка к ст. В. И. Беспалова и др. (стр. 500)*

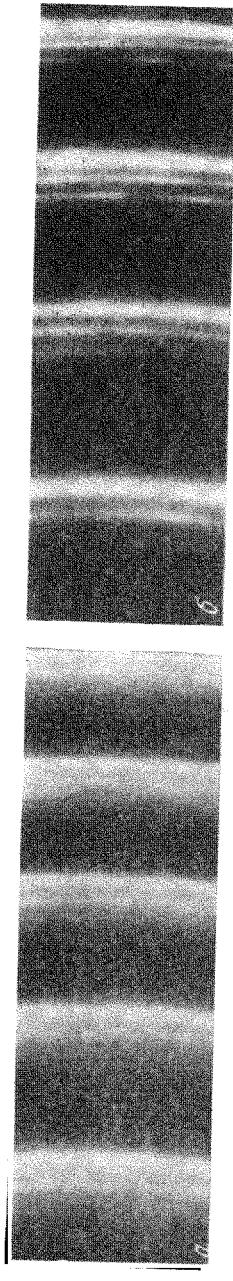


Рис. 2.

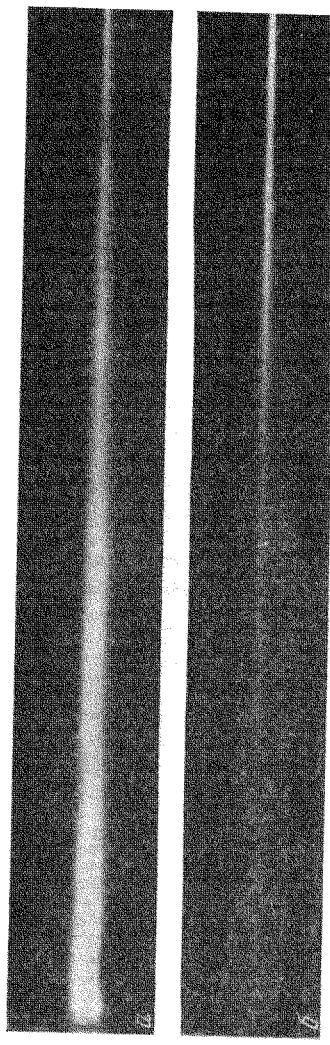


Рис. 3.

*Письма ЖЭГФ, т. 6, вып. 2*

ставился фарадеевский вентиль. Спектр проходящего через кювету и обратно рассеянного жидкостью света анализировался с помощью интерферометров Фабри-Перо.

2. Так как первоначальная цель эксперимента заключалась в исследовании возможности получения заданного смещения частоты путем подбора концентрации раствора жидкостей, то в качестве смешиваемых выбирались такие пары жидкостей (хинолин ( $C_9H_7N$ ) – этиловый спирт ( $C_2H_5OH$ ), нитробензол ( $C_6H_5NO_2$ ) – четыреххлористый углерод ( $CCl_4$ )), в которых величина смещения при ВМБР существенно различна. Результаты исследования величины смещения частоты света при ВМБР в обратном направлении для смесей приведены на рис. 1. По горизонтали отложены весовые концентрации хинолина и нитробензола в соответствующих растворах. Как и предполагалось, при изменении концентрации от

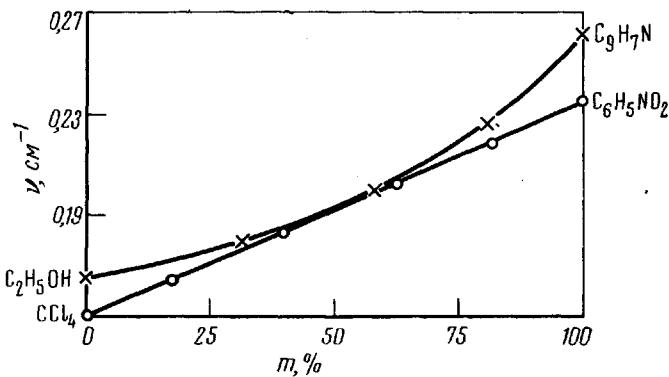


Рис.1

0 до 100%, происходит плавное изменение смещения от  $\nu_1$  до  $\nu_2$ , где  $\nu_1$  и  $\nu_2$  – величины, соответствующие смешиваемым чистым жидкостям. Следовательно, с помощью использования растворов подходящих жидкостей можно получить перестраиваемый по частоте (в пределах  $\sim 0,1 \text{ см}^{-1}$ ) источник света\*.

3. В спектре света, рассеянного всеми исследовавшимися жидкостями и растворами в обратном направлении, всегда, даже при десятикратном превышении порога, наблюдалась только одна стоксова компонента ВМБР\*\*. Ее интенсивность и порог возбуждения оставались примерно неизменными для всех исследовавшихся соотношений  $C_6H_5NO_2 - CCl_4$ , тогда как интенсивность ВМБР в растворе  $C_9H_7N - C_2H_5OH$  зависела от концентрации. Так, при 58%  $C_9H_7N$  она уменьшалась на порядок по сравнению с излучением в чистых жидкостях.

4. В спектре света, прошедшего через кювету, для некоторых жидкостей наблюдалось ВКПР. Ширина полосы ВКПР для  $C_9H_7N \sim 0,8 \text{ см}^{-1}$  (рис. 2, а), для чистого и слегка разведенного четыреххлористым углеродом нитробензола  $\sim 0,6 \text{ см}^{-1}$ . Интенсивность ВКПР по мере добавления четыреххлористого углерода в нитробензол сначала заметно возрастает, так что в растворе, содержащем 62,4% нитробензола, интенсивность ВКПР на порядок выше (при максимальной интенсивности возбуждающе-

го луча) и порог его возникновения в два – три раза ниже по сравнению с чистым нитробензолом. Однако при меньших концентрациях нитробензола (39,1%, 17%) и в чистом  $\text{CCl}_4$  ВКРР не наблюдается. Добавление в  $\text{C}_9\text{H}_7\text{N}$  уже 17% спирта\*\*\* приводит к срыву ВКРР. В чистом спирте ВКРР также не наблюдается. На фоне ВКРР в некоторых случаях просматривается одна–две линии, сдвиг которых равен  $\nu$  и  $2\nu$  (рис.2, а (см.вкл.)). Так как принято считать, что стокс.-компоненты ВМБР вперед могут наблюдаваться за счет обратной связи между квадратом и лазером, то, как уже отмечалось, были приняты меры (фарадеевский вентиль) по ее устранению. Хотя полностью исключить обратную связь не удалось, однако интенсивность первой стокс.-компоненты в падающем свете значительно меньше (примерно на два порядка) интенсивности основной линии. Вторая стокс.-компонента в падающем свете не была обнаружена. Ее появление связано, по-видимому, со вторичным слабым ВМБР интенсивной компоненты ВМБР, идущей назад. Слабое излучение вперед со сдвигом  $\nu$  и  $2\nu$  может затем усиливаться за счет параметрических эффектов с двухфотонной накачкой [4,5], приводящих, в частности, к ВКРР и к эффектам самофокусировки и самомодуляции. В чистом спирте аналогичные две компоненты в прошедшем свете наблюдались без ВКРР (рис.2, б (см. вкл.)).

5. В растворе  $\text{C}_9\text{H}_7\text{N} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  было обнаружено интенсивное квазизотропное нелинейное рассеяние света на несмещенной (с точностью до  $10^{-2} \text{ см}$ ) частоте. Оно связано, по-видимому, с рассеянием на флуктуациях концентраций, которые усиливаются в результате взаимодействия со светом. Это рассеяние по аналогии с уже принятой терминологией, можно назвать вынужденным рассеянием центральной (несмещенной) релеевской компоненты (ВЦРР). Вынужденное рассеяние такого типа особенно интенсивно должно идти вблизи критических точек, и являясь, по-существу, вынужденно критической опалесценцией. На рис.3, а (см.вкл.) приведена фотография луча в 58% растворе хинолина в спирте, полученная с ослабляющим в 32 раза нейтральным фильтром, поставленным на пути рассеянного света (перед объективом фотокамеры). Фотография 3, б (см.вкл.) получена при тех же условиях, но ослабляющий фильтр переставлен с пути рассеянного света на путь возбуждающего луча (перед квадратом). Сравнение фотографий и указывает на наличие нелинейного квазизотропного рассеяния. Фотографирование луча с различных направлений показало, что ВЦРР происходит интенсивно в направлении, перпендикулярном поляризации электрического вектора в падающем свете, и слабо в направлении, параллельном этому вектору.

Значительное ослабление падающего луча за счет ВЦРР и явилось причиной ослабления других процессов рассеяния в растворе хинолин-спирт.

Квазизотропное нелинейное рассеяние дает возможность более контрастно наблюдать амплитудную структуру луча. Так на ряде фотографий видны более интенсивные относительно тонкие ( $\sim 10^{-2} \text{ см}$ ) нити, сохранение диаметра которых на всем протяжении луча ( $\sim 100 \text{ мм}$ ) связано, по-видимому, с эффектом самофокусировки.

Аналогичный, но менее интенсивный (почти на два порядка) процесс наблюдался и в растворе нитробензола в  $\text{CCl}_4$ . Отличие состояло и в том еще, что в этом растворе рассеяние носит мелкозернистый локальный характер. Результаты более подробных исследований ВЦРР будут опубликованы.

Авторы благодарны А.В.Гапонову и Г.И.Фрейдману за обсуждение результатов.

Научно-исследовательский  
Радиофизический институт

Поступило в редакцию  
23 апреля 1967 г.

### Литература

- [ 1 ] И.Л.Фабелинский. Молекулярное рассеяние света. Изд-во "Наука", М., 1965.
- [ 2 ] В.И.Беспалов, А.М.Кубарев. Труды 2-го Всесоюзного симпозиума по нелинейной оптике. Новосибирск, 1966 (в печати).
- [ 3 ] R.G.Brewer, K.E.Rieckhoff. Phys. Rev. Lett., 13, 334, 1964.
- [ 4 ] В.И.Беспалов, А.Г.Литвак, В.И.Таланов. Труды 2-го Всесоюзного симпозиума по нелинейной оптике. Новосибирск, 1966
- [ 5 ] R.Y.Chiao, P.L.Kelly, E.Garmire. Phys. Rev. Lett., 17, 1158-1161, 1966.

---

\* Приведенные графики в совокупности с независимо измеряемыми значениями показателя преломления  $n$  и плотности  $\rho$  могут быть использованы для определения коэффициента адиабатического сжатия раствора  $\beta_s$ , входящего в соотношение  $v = (\rho_s^\beta)^{-1/2}$ , где скорость звука  $v = c \lambda \nu / 2n$ .

\*\* Излучения на антистоксовой частоте во всех экспериментах обнаружено не было. При исключении из схемы фарадеевского вентиля, развязывающего ОКГ и кювету, наблюдалось большое число стоксовых и антистоксовых компонент ВМБР. Этот же эффект связи ОКГ и кюветы с жидкостью имел, по-видимому, место и в работе [ 3 ].

\*\*\* Исследование при меньших концентрациях спирта в  $C_9H_7N$  не проводилось.