

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ШИРИНЫ ЛИНИИ ВЫНУЖДЕННОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ**

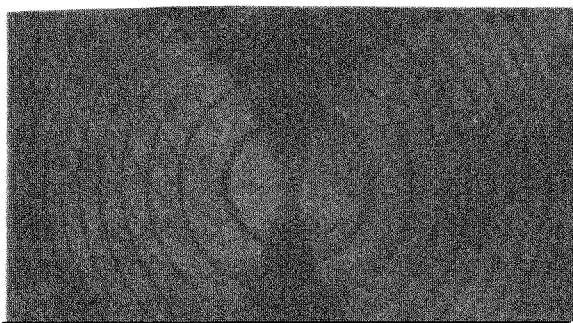
*В.А.Чирков, В.С.Горелик, Г.В.Перегудов, М.М.Сущинский*

Важным параметром как спонтанного комбинационного рассеяния света (СКР), так и вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР) является ширина излучения. Ширина линий СКР хорошо изучена. В то же время данные по ширине линий ВКР крайне ограничены [1–4].

В настоящей работе измерены ширины линий первой стоксовой компоненты ВКР ряда веществ. Вещества исследовались как в жидком, так и в твердом состоянии. В последнем случае в виде монокристаллов и порошков.

Спектры ВКР возбуждались излучением рубинового лазера с пассивной модуляцией (раствор фталацианина ванадия в толуоле). Мощность

излучения в импульсе  $\sim 10 \div 15$  МэВ, длительность импульса  $\sim 20 \div 30$  нсек. Селекция угловых колебаний не проводилась. Излучение лазера фокусировалось на образец линзой с  $f = 12$  см. Прошедшее через образец возбуждающее излучение и излучение ВКР собиралось линзой с  $f = 25$  см и направлялось на интерферометр Фабри – Перо. Интерференционная картина регистрировалась на фотопластинке с помощью камеры УФ-Я9 ( $f = 0,8$  м). Если образцом являлся монокристалл или жидкость, то после него ставилась матовая пластинка. Если образцом являлся порошок, то пластинка отсутствовала. Исследуемое излучение выделялось с помощью интерференционных фильтров, которые устанавливались либо перед объективом камеры УФ-Я9, либо на расстоянии 7–10 см перед фотопластинкой. Спектры регистрировались на инфракрасных фотопластинках высокой чувствительности, изготовленных в Госнихим-фотопроекте и любезно предоставленных нам А.С.Хейнманом. Нами разработан метод нанесения марок почернения, при котором используется излучение ВКР исследуемых образцов. Этот метод позволяет учесть зависимость свойств фотоматериала от длины волны падающего излучения и длительности засветки.



Интерферограмма излучения ВКР порошка стибьена  $\nu = 997$  см<sup>-1</sup>. Линии ВКР находятся справа, слева – возбуждающее излучение лазера ( $\lambda = 6943$  Å). Расстояние между кольцами 1,7 см<sup>-1</sup>

При исследовании веществ в жидком и порошкообразном состоянии использовались стеклянные кюветы, плоскопараллельность окон которых специально не контролировалась. Длина кювет 5 см при исследовании жидких образцов, 4 мм – порошков. Размер зерен порошка равнялся 0,2–0,3 мкм. Поликристалл бензола получался путем быстрого замораживания жидкого бензола в кварцевой кювете толщиной 2 мм. Монокристаллические образцы представляли собой пластинки или параллелепипеды.

педы. Кристалл стильбена был довольно неоднородным, задний торец его был скошен на  $3 + 5^\circ$ , а на торцы кристалла кальшита луч лазера падал не перпендикулярно, а под углом  $3 + 5^\circ$ .

Результаты измерений представлены в табл. 1. Примеры спектров приведены на рисунке. В таблице для сравнения приведены ширины линий СКР тех же веществ. Спектры СКР исследовались на спектрофотометре ДФС-12 при возбуждении линиями 4880 и 5145 Å аргонового лазера.

Т а б л и ц а 1

Вещество	Агрегатное состояние	$T, ^\circ K$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\delta \nu_{\text{СКР}}, \text{см}^{-1}$	$\delta \nu_{\text{ВКР}}, \text{см}^{-1}$
Стильбен	кристалл	293	1593	4,8	0,6
	$l = 1,5 \text{ см}$		997	$2,5 + 3$	0,14
	порошок	250	1593	4,6	0,37
Кальцит	кристалл	293	1086	1,1	0,22
	$l = 3 \text{ см}$				
Нитрат калия	порошок	250	1051	—	0,05
Бензол	поликристалл	100	992	—	0,1
Бензол	жидкость	293	992	2	$< 0,2$
Ацетон	жидкость	293	2930	17	$< 0,2$

Измерению ширины линии ВКР в ацетоне и бензоле сильно мешало влияние вынужденного рассеяния Мандельштама — Бриллюэна (ВМБР). На интерферограмме стоксова излучения ВКР бензола и ацетона на фоне с шириной  $0,6 \text{ см}^{-1}$  наблюдалась структура, компоненты которой, по-видимому, возбуждались отдельными компонентами ВМБР. Это позволяет предположить, что истинная ширина линии ВКР в бензоле и ацетоне меньше, чем расстояние между компонентами ВМБР, т. е. меньше величины порядка  $0,2 \text{ см}^{-1}$ . Поэтому данные для бензола и ацетона следует рассматривать как грубо оценочные. Отметим, что в работе [4] также наблюдалась тонкая структура линии ВКР бензола с шириной отдельных компонент  $0,05 \text{ см}^{-1}$ .

Из табл. 1 видно, что ширина линии ВКР примерно в 10–20 раз меньше ширины линий СКР. Согласно теории [5, 6] ширина линии

$$\delta \nu_{\text{ВКР}} = \delta \nu_{\text{СКР}} \sqrt{\frac{\ln 2}{kl}},$$

где  $K$  — коэффициент усиления на частоте ВКР,  $l$  — длина образца. Для большинства исследуемых веществ  $kl \sim 20 + 40$ . Таким образом

линия ВКР должна сужаться в 5–7 раз. На опыте наблюдается значительно большее сужение линии.

Нами была исследована зависимость ширины линии ВКР стильбена  $\nu = 1593 \text{ см}^{-1}$  и нитрата калия  $\Delta\nu = 1051 \text{ см}^{-1}$  от температуры (см. табл. 2). Исследования проводились с порошками. С понижением температуры наблюдается сужение линии ВКР, причем в пределах ошибок эксперимента ( $\sim 20\%$ ) температурный ход  $\delta \nu_{\text{ВКР}}$  симбиатен с температурным ходом  $\delta \nu_{\text{СКР}}$ .

Т а б л и ц а 2

Вещество	$T, ^\circ\text{K}$	$\delta \nu_{\text{СКР}}, \text{см}^{-1}$	$\delta \nu_{\text{ВКР}}, \text{см}^{-1}$
Стильбен	250	4,6	0,37
	100	3,7	0,25
Нитрат калия	250	—	0,05
	100	—	0,03

Результаты, полученные нами для кристалла кальцита совпадают с оценками в работе [6]. Отмеченное выше значительное уменьшение ширины линии ВКР для других веществ, по-видимому, не связано с явлением самофокусировки так как наблюдается в некоторых веществах, где самофокусировки нет (ацетон). Казалось бы наиболее естественным объяснить наблюдаемое значительное сужение линий за счет многократного прохождения излучения ВКР через кювету вследствие отражения от торцов, рассеянии на неоднородностях и т. п., однако в наших опытах были приняты меры предосторожности для устранения этих эффектов. Другое возможное объяснение дано в работе [5].

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

Поступила в редакцию  
12 августа 1969 г.

### Литература

- [1] G.Eckhardt, R.W.Hellwarth, F.G.Mc Clung, S.E.Schwarz, D.Weiner, E.I.Woodbury. Phys. Rev. Lett., 9, 455, 1962; Electronic Design, 11, 28, 1963.
- [2] M.Geller, D.P.Barffeld, W.R.Sooy. Appl. Phys. Lett., 3, 36, 1963.
- [3] E.Gämmire. Диссертация 1967.
- [4] G.Bret, Annal Radioelectr., 22, 236, 1967.

[5] М.М. Сушинский. Спектры комбинационного рассеяния молекул и кристаллов. М., Изд. Наука, 1969.

[6] В.Н. Луговой. Введение в теорию вынужденного комбинационного рассеяния. М., Изд. Наука, 1968.