

СТРУКТУРА КОЛЕЦ ИЗЛУЧЕНИЯ КЛАССА II ВКР В БЕНЗОЛЕ

А. Н. Арбатская, М. М. Сущинский

УДК 535.375.5

Исследованы профили и структура центрального пятна и колец внеосевого излучения ВКР класса II высших стоксовых и первой антистоксовой компонент в бензоле. Дано объяснение наблюдаемой структуры колец на основе теории когерентных стоко-антистоксовых четырехфотонных процессов.

Детальное исследование профиля и структуры колец, образуемых внеосевым излучением ВКР, представляет несомненный интерес, так как дает дополнительные характеристики когерентных процессов в ВКР. Однако по этому вопросу какие-либо данные в литературе отсутствуют. Имеются лишь указания на то, что кольца класса II более широки и диффузны, чем кольца класса I /1/.

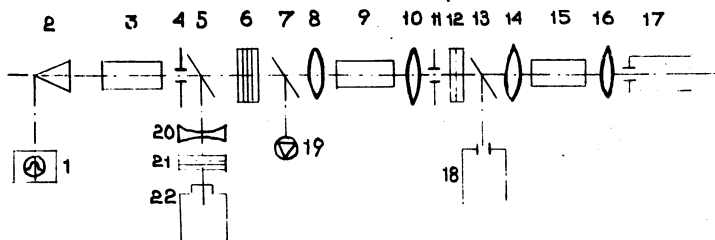
Нами исследованы кольца второй, третьей и четвертой стоксовых компонент и первой антистоксовой компоненты ВКР в бензоле. Схема установки, использованной при измерениях, приведена на рис. 1. В излучении оптического квантового генератора 3 присутствовала одна аксиальная и несколько угловых мод. ОКГ работал в моноимпульсном режиме с длительностью импульса около 30 нсек при максимальной энергии 0,34 дж.

Излучение рубина направлялось во вспомогательную квету 9, в которой возбуждались первая и вторая стоксовы компоненты ВКР. В том случае, когда исследовалось излучение второй стоксовой и первой антистоксовой компонент ВКР, из излучения, вышедшего из кветы 9, при помощи селективирующих фильтров устранялось излучение второй стоксовой компоненты. Если же излучалось излучение третьей и четвертой стоксовых компонент, то излучение второй стоксовой компоненты не ослаблялось. Спектральный состав излучения, вышедшего из вспомогательной кветы, контролировался фотографическим методом при помощи спектрографа 18.

Излучение, вышедшее из кветы 9, при помощи собирающей линзы 14 направлялось в квету с исследуемой жидкостью 15. В эту

квету излучение направлялось в пределах узкого приосевого конуса, благодаря чему мог происходить только процесс, дающий кольца класса II (см. /1,2/).

Излучение, вышедшее из кветы I5, собиралось линзой I6 в плоскости щели спектрографа I7 (при работе щель убиралась). Плоскость щели совпадала с фокальной плоскостью линзы I6, т.е. изучалось распределение интенсивности ВКР в "дальней зоне".



Р и с. I. Схема установки для исследования четырехфотонных процессов ВКР: I - осциллограф И2-7; 2 - ФЭК-09; 3 - ОКГ на рубине; 4 - II диафрагмы; 5,7,13 - поворотные пластинки; 6 - набор фильтров для ослабления возбуждающего излучения; 8 - линза с  $f = 500$  мм; 9 - кветта с веществом; 10 - линза с  $f = 800$  мм; 12 - набор фильтров для ослабления ВКР; 14 - линза с  $f = 140$  мм; 15 - кветта с веществом; 16 - линза с  $f = 80$  мм; 17 - спектрограф; 18 - спектрограф; 19 - калориметр; 20 - рассеивающая линза; 21 - интерферометр Фабри-Перо; 22 - камера с  $f = 800$  мм

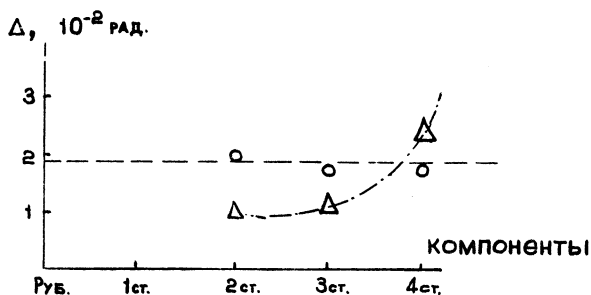
Преимущество данной установки заключается в том, что посылая в квету I5 излучение на второй стоксовой частоте вдоль оси (внеосевое излучение срезалось диафрагмой II), мы легко получали интенсивное излучение класса II на высших стоксовых компонентах (третьей и четвертой), не изменяя режима работы ОКГ. Кроме того, можно было легко изменять спектральный состав излучения, попадающего в эту квету.

Полученные снимки фотометрировались и при помощи марок почернений, снятых в свете рассматриваемых компонент, почернения переводились в интенсивности. Для всех компонент были построены распределения интенсивностей в центральном пятне и в кольце.

Полученные данные для полуширины профилей углового распределения излучения ВКР в центральном пятне  $\Delta_{\text{Ц}}$  (кружки) и в кольцах  $\Delta_{\text{К}}$  (треугольники) приведены на рис. 2. Как можно видеть, полуширина профилей колец II класса второй и третьей стоксовых компонент ВКР остается довольно малой, причем приблизительно

$$\Delta_{\text{К}} = \frac{1}{2} \Delta_{\text{Ц}}.$$

Заметное уширение профиля кольца наблюдается при переходе к четвертой стоксовой компоненте, что, по-видимому, обусловлено



Р и с. 2. Полуширины углового распределения излучения ВКР. о - осевое излучение,  $\Delta$  - внеосевое излучение

усложнением структуры внеосевого излучения данной компоненты. На ряде снимков на четвертой стоксовой компоненте ВКР в бензоле мы наблюдали два concentрических кольца. Измеренные радиусы этих колец в  $10^{-2}$  рад  $\theta_{-4}$  и  $\theta'_{-4}$  приведены в таблице. В тех случаях, когда кольца частично перекрываются, они могут дать суммарное кольцо с более широким профилем.

Появление двух конусов внеосевого излучения четвертой стоксовой компоненты можно объяснить следующим образом. В соответствии со схемой возбуждения внеосевого излучения ВКР II класса, описанной в работе /3/, один из конусов образуется в результате стоко-антистокового четырехфотонного когерентного процесса, при котором фотоны с волновыми векторами  $\vec{k}_{-3}$  и  $\vec{k}_{-2}$  (распространяющиеся по оси) превращаются в фотоны  $\vec{k}'_{-4}$  и  $\vec{k}'_{-1}$  (распространяющиеся под углом к оси). Расчет по этой схеме, выполненный в работе /3/, дает угол внеосевого излучения  $\theta_{-4}$ . Возможен также процесс, при котором фотоны с волновыми векторами

$\bar{k}_{-3}$  и  $\bar{k}_{-1}$  (распространяющиеся по оси) превращаются в фотоны  $\bar{k}'_{-4}$  и  $\bar{k}'_0$  (распространяющиеся под углом к оси). Расчет дает в этом случае угол внеосевого излучения четвертой стоксовой компоненты  $\theta'_{-4}$ . Заметим, что экспериментальные значения углов имеют ошибку около  $\pm 15\%$ , в основном из-за того, что от снимка к снимку эти углы заметно варьируют. Ошибка в вычисленных значениях углов определяется в основном недостаточностью данных о дисперсии бензола. Показатели преломления в области высших стоксовых компонент находились путем экстраполяции данных /4/. При этом не учитывалась возможность изменения показателя преломления при приближении к области собственных колебательных частот. Учитывая возможные ошибки измерений углов и использованных данных о дисперсии, согласие вычисленных и экспериментальных результатов, приводимых в таблице, можно считать удовлетворительным.

Таблица I

Углы внеосевого излучения четвертой стоксовой компоненты ИКР в бензоле (в  $10^{-2}$  рад).

Углы	Расчет	Эксперимент
$\theta_{-4}$	4,36	3,6 + 0,5
$\theta'_{-4}$	5,5	5,15 + 0,6

Приносим благодарность В. П. Карповой и Ю. Н. Прибылову за помощь при измерениях и обработке результатов.

Поступила в редакцию  
21 мая 1974 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. E. Garmire. An Investigation of Stimulated Raman emission. 1965.
2. E. Garmire. Phys. Lett., 17, 251 (1965).
3. А. Н. Арбатская, М. М. Сушинский. ЖЭТФ, 66, 1993 (1974).
4. V. G. Cooper, A. D. May. Appl. Phys. Lett., 2, 74 (1965).