

УДК 535.375+621.375.9 : 535

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВКР НЕКОТОРЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Н. Д. Шведова, А. П. Герасин и Л. М. Свердлов

В статье приводятся результаты исследований формы и длительности импульсов лазера и компонент ВКР в бензоле, нитробензоле, толуоле, циклогексане, тиофене, четыреххлористом углероде, фенилацетилене. Полученные данные согласуются со ступенчатым механизмом возникновения компонент ВКР.

1. Большинство экспериментальных работ по исследованию параметров ВКР проводилось с использованием интегральных приемников излучения (фотопластинка, калориметр), не позволяющих наблюдать развитие ВКР во времени. В работах [1, 2] исследовалось ВКР по изменению формы импульсов возбуждающего и рассеянного света в жидком азоте и циклогексане. В обеих работах получены качественно сходные результаты, заключающиеся в сужении импульсов ВКР по сравнению с импульсами

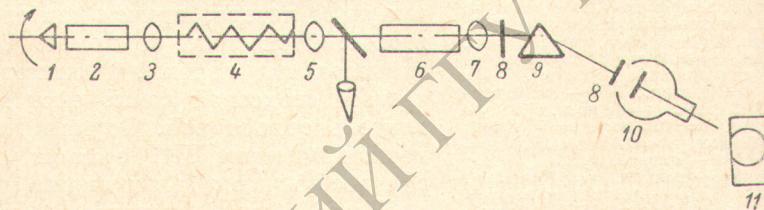


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

1 — призма полного внутреннего отражения, 2 — рубин, 3 — зеркало с пропусканием 70 %, 4 — затенятор, 5 — фокусирующая линза, 6 — кювета с исследуемой жидкостью, 7 — конденсорная линза, 8 — нейтральный светофильтр, 9 — спектрограф, 10 — фотоэлемент, 11 — скоростной осциллограф.

самими возбуждающего излучения лазера, обнаружена также деформация импульса возбуждающего излучения, обусловленная перекачкой энергии из этого импульса в импульсы ВКР. Представляет интерес изучение временных характеристик ВКР на широком круге веществ с целью выявления общих черт этого явления и особенностей, обусловленных структурой веществ.

В настоящей работе исследуются временные характеристики ВКР бензола, нитробензола, толуола, циклогексана, тиофена, четыреххлористого углерода, фенилацетилена, частотные и энергетические характеристики многих из которых исследовались нами ранее в работах [3, 4].

2. Исследование проводилось на установке, схема которой представлена на рис. 1. Спектры ВКР возбуждались рубиновым лазером с пиковой мощностью 4.2 Мвт. Световой импульс преобразовывался в электрический с помощью фотоэлемента ФЭК-15 и регистрировался скоростным осциллографом С1-10. Импульсы фотографировались на рентгеновскую пленку РФ-3 с чувствительностью 800 обратных рентген. Правильность воспроизведения распределения мощности в световом импульсе импульсом на экране осциллографа определялась линейностью световой характеристики фотоэлемента.

Результаты временных измерений ВКР приведены на рис. 2, 3.

Импульс лазера на входе кюветы (рис. 2, I, рис. 3, a) имеет гауссовскую форму и длительность его на половине высоты $\tau \approx 45$ нсек.

В большинстве случаев малоинтенсивные импульсы имеют плавный контур (рис. 2, IIa, IIb, III, VI, VIIb). Интенсивные импульсы ВКР первых стоксовых компонент бензола и нитробензола при определенных мощностях возбуждающего излучения имеют срезанные с провалами вершины (рис. 2, Va, рис. 3, c), при этом наблюдаются интенсивные вторые стоксовые компоненты (рис. 2Vb, рис. 3, d).

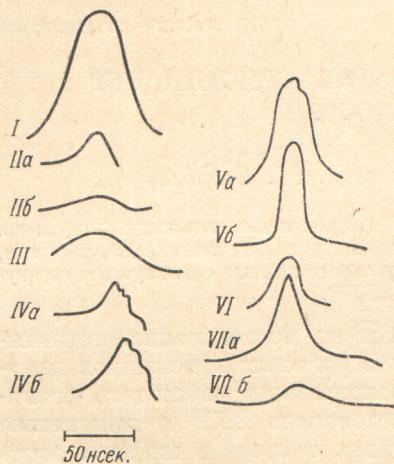


Рис. 2. Формы и длительности импульсов.

I — излучение лазера на входе кюветы; $\tau = 45$ нсек., стоксовые компоненты ВКР: IIa — тиофен, $\nu = 3045 \text{ см}^{-1}$, $\tau = 18$ нсек.; IIb — тиофен, $\nu = 802 \text{ см}^{-1}$, $\tau = 24$ нсек.; III — четыреххлористый углерод, $\nu = 460 \text{ см}^{-1}$, $\tau = 26$ нсек.; IVa — фенилацетилен, $\nu = 1002 \text{ см}^{-1}$, $\tau = 8$ нсек.; IVb — фенилацетилен, $\nu = 2102 \text{ см}^{-1}$, $\tau = 14$ нсек.; Va — нитробензол, $\nu = 1344 \text{ см}^{-1}$, $\tau = 20$ нсек., Vb — нитробензол, $\nu = 2 \times 1344 \text{ см}^{-1}$; VI — толуол, $\nu = 1002 \text{ см}^{-1}$, $\tau = 24$ нсек.; VIIa — циклогексан, $\nu = 2846 \text{ см}^{-1}$, $\tau = 18$ нсек.; VIIb — циклогексан, $\nu = 802 \text{ см}^{-1}$, $\tau = 24$ нсек.

зера в компоненты ВКР по энергии и по мощности для бензола, толуола, циклогексана.

Результаты представлены в таблице.

Вещество	Компоненты ВКР	Коэффициент преобразования по энергии, %	Коэффициент преобразования по мощности, %
Бензол	Первая стоксова компонента	8	15
	Вторая стоксова компонента	5.2	11
Толуол	Первая стоксова компонента	14.5	30
Циклогексан	Первая стоксова компонента	3	6.7

Вследствие уменьшения примерно в 2 раза длительности импульсов компонент ВКР по сравнению с длительностью импульса возбуждающего излучения, коэффициенты преобразования по мощности примерно в 2 раза выше, чем коэффициенты преобразования по энергии, что отмечалось в работе [5].

3. Наблюдаемое явление сужения импульсов ВКР качественно можно объяснить следующим образом: известно, что ВКР возникает только при достаточно большой мощности импульса возбуждения, т. е. имеется некоторый энергетический порог этого явления.

Следовательно, крылья импульса возбуждения до некоторого порогового уровня мощности в образовании ВКР роли не играют, т. е. в образовании ВКР принимает участие более узкая часть импульса. При ступенчатом механизме возникновения гармоник таким же образом может быть объяснено уменьшение длительности импульса второй стоксовой компоненты по сравнению с первой и третьей стоксовой компонентами по срав-

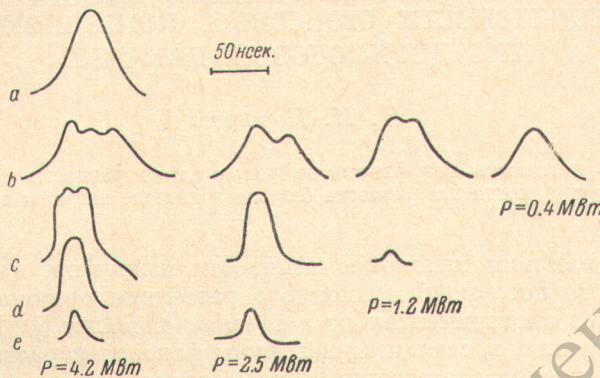


Рис. 3. Формы и длительности импульсов излучения лазера на входе в кюветы (a), излучения лазера, прошедшего через кювету с бензolem (b), первой стоксовой компоненты ВКР (c), второй стоксовой компоненты ВКР (d) и третьей стоксовой компоненты ВКР (e) при разных пиковых мощностях возбуждающего излучения.

нению со второй. Провал в импульсе возбуждения после прохождения его через вещество может быть объяснен теорией следующим образом: при квантовомеханическом рассмотрении ВКР для импульса возбуждающего излучения на выходе из вещества имеем выражение (1)

$$n(t) = f(t) \frac{\frac{A}{B} f(t) + 1}{\frac{A}{B} f(t) + e^{[B+A f(t)] l}}, \quad (1)$$

где $n(t)$ характеризует число квантов на выходе из вещества; l — толщина вещества; $f(t)$ — функция времени, описывающая импульс возбуждающего излучения; A характеризует вынужденное комбинационное рассеяние; B характеризует спонтанное комбинационное рассеяние.

Из формулы (1) следует, что максимуму мощности накачки [$f(t)$ — максимальна] соответствует минимум мощности в прошедшем через вещество импульсе [$n(t)$ — имеет минимум], т. е. в средней части импульса возбуждающего излучения на выходе из образца получается провал, наблюдаемый экспериментально.

Литература

- [1] В. А. Зубов, А. В. Крайский, К. А. Прохоров, М. М. Сущинский, Н. К. Шувалов. ЖЭТФ, 55, 443, 1968.
- [2] Г. Сингурел, В. И. Одинцов. Опт. и спектр., 27, 253, 1969.
- [3] Н. Д. Шведова, А. П. Герасин, В. В. Сиволов, Л. М. Свердлов. Ж. прикл. спектр., 11, 1022, 1969.
- [4] Н. Д. Шведова, А. П. Герасин, Л. М. Свердлов. Ж. прикл. спектр., 12, в. 1, 1970.
- [5] G. Bret, G. Mayeur. Compt. rend., 258 (12), 3265, 1964.

Поступило в Редакцию 16 апреля 1970 г.