

"ВЫЖИГАНИЕ" СПЕКТРАЛЬНОГО ПРОВАЛА В КОНТУРЕ  
ПОГЛОЩЕНИЯ КРАСИТЕЛЕЙ ИК-ДИАПАЗОНА ПРИ ПИКО-  
СЕКУНДНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

В. А. Бабенко, В. И. Малышев, А. А. Сычев

УДК 621.375.8

В результате действия пикосекундного лазерного импульса зарегистрировано образование спектрального провала в контуре поглощения раствора красителя № 3955 при комнатной температуре. Проведены спектральные и временные измерения в контуре поглощения возбужденного красителя.

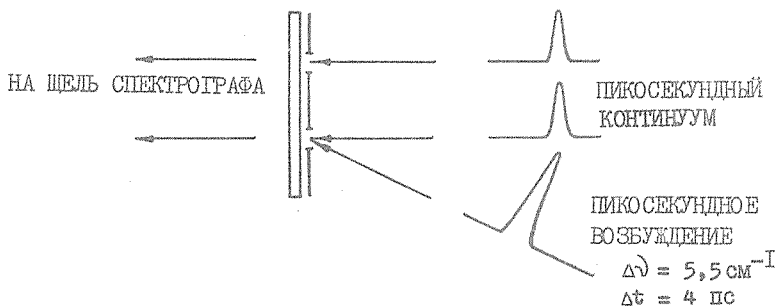
Просветляющиеся под действием мощного лазерного излучения растворы красителей имеют сложную по структуре широкую (в типичных случаях  $\approx 850 \text{ см}^{-1}$ ) полосу поглощения. Действие интенсивного монохроматического излучения на такие объекты приводит к селективному возбуждению той части молекул, которая в данный момент времени способна поглощать на частоте облучения, т.е. в контуре поглощения излучением "выжигается" спектральный провал /1-3/.

Время жизни такого провала зависит от скорости процессов обмена энергией как внутри молекулы, так и молекул между собой. Поэтому наблюдение спектрального провала в контуре поглощения возможно, если время регистрации меньше или сравнимо с характерными временами обмена энергией – временами "замывания". Следовательно, "выжигание" спектрального провала при комнатных температурах в конденсированных средах может наиболее отчетливо проявляться при пикосекундном возбуждении /4/.

Объектом исследования был раствор красителя № 3955 в нитробензоле, имеющий интенсивную полосу поглощения в области  $\lambda \approx 1$  мкм. Схема наблюдения (рис. I) является модификацией известной двухимпульсной методики возбуждения и зондирования. Одноточный импульс возбуждения длительностью  $\Delta t = 4$  пс от лазера на неодимовом стекле /5/ проходил через нижнюю диафрагму, помещенную внутри кюветы толщиной 100 мкм с исследуемым раствором.

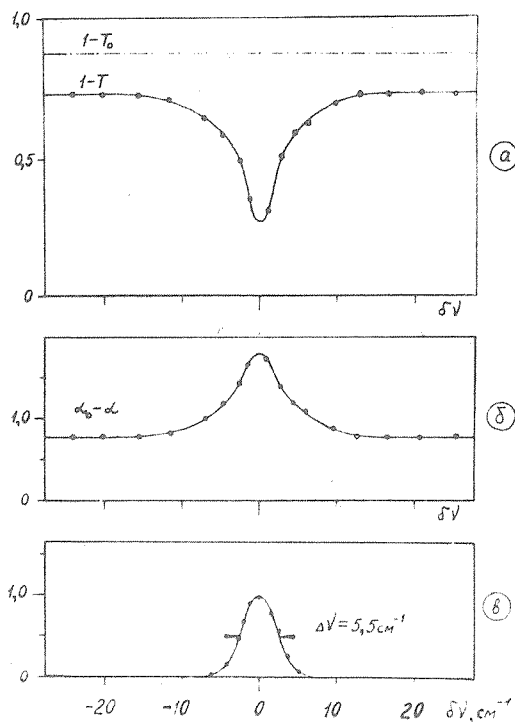
Широкополосное зондирующее излучение, представляющее собой пикосекундный континуум, генерируемый в кварце при прохождении части лазерного импульса возбуждения, сформированное в два коллинеарных луча, попадало на раствор красителя через оба отверстия диафрагмы. Верхний канал, на который не попадало возбуждающее излучение, служил для контроля и нормировки сигнала.

Момент попадания на кювету зондирующего излучения относительно возбуждающего варьировался оптической линией задержки.



Р и с. I. Схема наблюдения. Угол схождения между возбуждающим и зондирующим излучением равен  $25,5^\circ$

Контроль временного хода возбуждающего лазерного импульса осуществлялся фотоэлектронной камерой "Агат" СФ-1. Зондирующее излучение, прошедшее через раствор красителя по двум каналам, попадало на щель дифракционного спектрального прибора (со

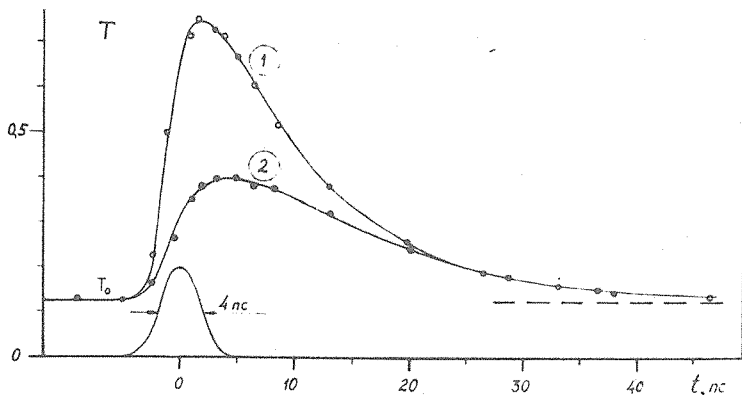


Р и с. 2. "Выжигание" спектрального провала в контуре поглощения раствора красителя № 3955 в нитробензоле при пикосекундном возбуждении. Начальное пропускание раствора  $T_0 = 0,125$ . Нулевая расстройка соответствует  $\lambda = 1,06$  мкм. а) Зависимость коэффициента поглощения ( $1-T$ ) возбужденного раствора от частоты. б) Спектральная зависимость разности показателей поглощения  $\alpha_0 - \alpha$  невозбужденного и просветленного растворов. в) Спектр возбуждающего лазерного излучения

спектральным разрешением  $0,1 \text{ см}^{-1}$ ), после которого регистрировалось фотоэлектрическим методом. Наблюдаемое "выжигание" спектрального провала в контуре поглощения раствора красителя при нулевой задержке между возбуждающим и зондирующим излучением демонстрирует рис. 2а. Уровнем 1 -  $T_0$  представлено начальное поглощение невозбужденного раствора. Спектральная зависимость разности показателей поглощения невозбужденного ( $\alpha_0 = -\ln T_0$ ) и просветленного ( $\alpha = -\ln T$ ) раствора приведена на рис. 2б. Спектральный состав возбуждающего излучения дан на рис. 2в.

На рис. 3 показана зависимость коэффициента пропускания  $T$  от времени для двух спектральных компонент зондирующего излучения: на частоте, совпадающей с центральной частотой возбуждающего излучения  $\nu_0$  - кривая 1, и отстроенной от него на  $\delta\nu = 30 \text{ см}^{-1}$  частоте  $\nu'$  - кривая 2.

Видно, что глубина спектрального провала постепенно уменьшается после возбуждения - происходит его "замывание", и, начиная с определенного момента времени ( $t > 20 \text{ пс}$ ), спектраль-



Р и с. 3. Зависимость коэффициента пропускания  $T$  раствора красителя от времени: 1) - на частоте лазерного возбуждения  $\nu_0$ ; 2) - на частоте  $\nu' = \nu_0 - 30 \text{ см}^{-1}$ . Энергия возбуждающего импульса  $5 \cdot 10^{-4} \text{ Дж/см}^2$

ный провал практически исчезает.

В дальнейшем временной ход зависимости  $T(t)$  определяется экспоненциальным спадом со временем релаксации  $\Delta\tau = 17$  пс. Это время соответствует времени релаксации населенности  $T_1$  в растворе красителя № 3955 при использованной концентрации  $1/6$ .

Известно, что в методике двухимпульсного возбуждения и зондирования в растворе красителя возможно образование решеток из-за интерференции двух излучений в момент перекрытия их на кквете с раствором  $1/7-9$ . Однако, анализ условий эксперимента и полученных данных свидетельствует о том, что наиболее достоверным объяснением полученных результатов является механизм образования спектрального провала в контуре поглощения.

Таким образом, наблюдение "выжигания" спектрального провала в контуре поглощения растворов органических соединений открывает возможность исследования механизмов энергообмена в конденсированных средах при пикосекундном возбуждении.

В заключение авторы выражают благодарность В. П. Яновскому за участие в проведении предварительных экспериментов.

Поступила в редакцию  
5 июля 1983 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. N. R. Socoу, Appl. Phys. Lett., 2, 36 (1965).
2. M. L. Spaeth, N. R. Socoу, J. Chem. Phys., 48, 2315 (1968).
3. Н. С. Воробьев, В. В. Коробкин, Краткие сообщения по физике ФИАН, № II, 7 (1975).
4. G. Mourou, IEEE J. Quantum Electronics, QE-11, N 1, 1 (1975).
5. В. А. Бабенко и др., Письма в ЖЭТФ, 25, вып. 8, 366 (1977).
6. В. А. Бабенко, В. И. Малышев, А. А. Сычев, Письма в ЖЭТФ, 14, 461 (1971).
7. M. E. Mack, Phys. Rev. Lett., 22, N 1, 13 (1969).
8. D. W. Phillion, D. J. Kuizenga, A. E. Siegman, Appl. Phys. Lett., 27, N 2, 85 (1975).
9. C. V. Shank, E. P. Ippen, Appl. Phys. Lett., 26, N 2, 62 (1975).