

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.373 : 535] : 666.22

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОРОТКОЖИВУЩИХ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ
ПО СЕЧЕНИЮ ЛАЗЕРНОГО СТЕРЖНЯ
ИЗ НЕОДИМОВОГО СТЕКЛА

Л. Б. Глебов и М. Н. Толстой

Эффект внутренней модуляции добротности лазера на стекле, активированном неодимом, был обнаружен в 1966 г. в работах [1, 2]. В этих работах исследовалась генерация силикатного стекла без соактиваторов и антисольаризирующих добавок. Авторы сделали вывод, что модуляция добротности происходит за счет насыщающегося поглощения центров окраски, возникающих в стекле под действием УФ облучения. В последующих работах [3, 4] было показано, что поглощение, возникающее под действием УФ облучения, не связано с возбужденным поглощением активатора, а обусловлено процессами, протекающими в матрице стекла. В указанных работах, однако, не учитывался характер распределения центров насыщающегося поглощения по сечению стержня, что может сильно влиять на кинетику генерации при различных условиях опыта.

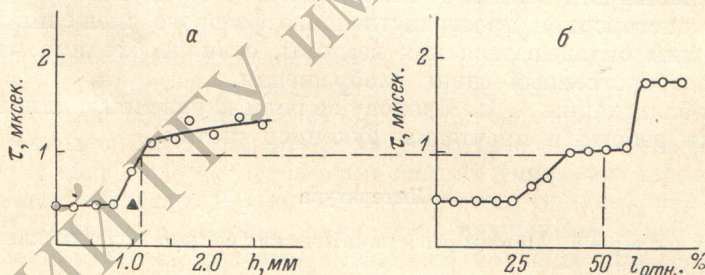


Рис. 1. Зависимость длительности пика τ от ширины кольца диафрагмы h (а) и отношения длины необлучаемой части стержня к полной его длине $l_{отн.}$ (б).

В настоящей работе сделана попытка исследовать распределение центров окраски по сечению генерирующего стержня и связать с этим особенности в кинетике генерации. В работе использовались стержни размером 10×130 и 8×120 мм из стекол марок КГСС-3 и КГСС-7. Активные стержни в эллиптическом осветителе помещались в резонатор со сферическими зеркалами. Для накачки использовались лампы ИФП-1200 при длительности импульса накачки 600 мксек. на полувысоте.

В указанных условиях опыта при накачке $W=4W_{пер}$ генерация приобретает характер регулярных пичков, аналогичных описанным в работах [1, 2, 4]. На рис. 1, а и 2, б представлены результаты исследования кинетики генерации при постоянном уровне накачки стержня диаметром 10 мм в зависимости от дозы УФ облучения. Изменение дозы проводилось за счет изменения длины той части стержня, которая была открыта для УФ облучения. Остальная часть стержня закрывалась трубкой из активированного кварца с границей пропускания 450 нм. В [2, 4] получено, что длительность пика пропорциональна, а временной интервал между пичками обратно пропорционален длине открытой части стержня. В случае стекол КГСС-3, КГСС-7 зависимость кинетики генерации от дозы облучения носит более сложный характер. На рис. 1, б можно выделить три характерных участка. Первый участок соответствует режиму с модулированной добротностью, когда генерация происходит в виде регулярных пичков длительностью ~ 0.5 мксек. и временным интервалом между пичками ~ 8 мксек. Второй участок соответствует режиму нерегулярных пичков, третий участок соответствует режиму квазинепрерывной генерации.

По-видимому, различие в ходе кривых рис. 1, б и 2, б по сравнению с результатами работ [2, 4] можно связать с тем, что в стекла типа КГСС-3, 7 в виде антисольаризиру-

щей добавки введен церий. Это приводит к тому, что доза, необходимая для получения регулярных пичков, повышается и для срыва этого режима достаточно закрыть от УФ облучения всего 1/3 стержня. Кроме того, длина использовавшегося в работе [2] стержня и, следовательно, насыщающегося фильтра была приблизительно в 4 раза больше, чем в настоящей работе.

Следует отметить, что коротковолновое излучение накачки должно поглощаться в основном в тонком поверхностном слое лазерного стержня, так как коэффициент поглощения для $\lambda < 330$ нм весьма велик. С целью выяснения распределения поглощения УФ света и возникающих вследствие этого центров окраски были проведены следующие эксперименты. Было исследовано влияние исключения поверхностного слоя лазерного стержня на генерацию при условиях накачки, достаточных для получения режима регулярных пичков. Для этого на торцы стержня надевались кольцевые диафрагмы с различной шириной кольца. Было получено, что при увеличении ширины кольца диафрагмы резко меняется кинетика генерации (рис. 1, а и 2, а). При этом выходная энергия лазера меняется плавно, а порог генерации остается постоянным даже при закрывании 3/4 площади торца. На рис. 1, а и 2, а легко выделить два различных режима генерации. Первый режим — режим регулярных пичков длительностью ~ 0.5 мксек., наблюдающийся при малой ширине кольца. Второй — режим хаотических пичков, наблюдающийся при достаточно большой ширине кольца.

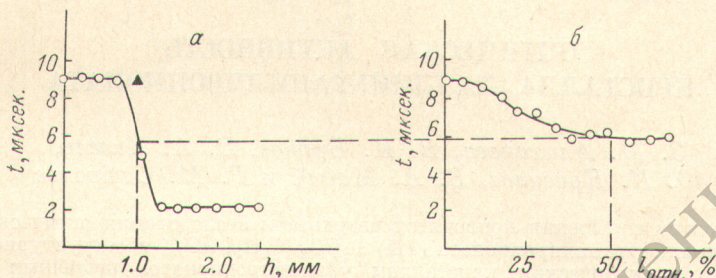


Рис. 2. Зависимость временного интервала между пичками t от ширины кольца диафрагмы h (а) и отношения длины необлучаемой части стержня к полной его длине $l_{отн.}$ (б).

Аналогичное изменение кинетики генерации при помещении диафрагмы в резонатор было получено в работе [5]. Авторы [5] полагают, что данный эффект вызывается изменением модового состава генерации, так как диафрагма в данном случае работает как селектор поперечных типов колебаний. Для того чтобы показать, что изменение кинетики генерации при кольцевом диафрагмировании происходит из-за исключения из генерации поверхностного слоя с высокой концентрацией центров окраски, а не из-за искажения модового состава, был проделан следующий эксперимент. Сравнивались параметры кинетики генерации двух стержней из стекла КГСС-7 с одинаковыми кольцевыми диафрагмами на торцах. Ширина кольца (1 мм) выбиралась достаточной, чтобы генерация образца диаметром 10 мм переходила из режима регулярных пичков в режим хаотических пичков. Второй стержень из того же стекла диаметром 8 мм плотно вставлялся в кварцевую трубку с наружным диаметром 10 мм, на торцы которой надевались те же диафрагмы. Этим достигалась идентичность геометрии резонатора и, следовательно, одинаковый модовый состав генерации. Пороги в обоих случаях оказались приблизительно одинаковы. В одинаковых условиях стержень диаметром 10 мм генерирует в режиме хаотических пичков (точки, соответствующие ширине диафрагмы 1 мм на рис. 1, а и 2, а), а стержень диаметром 8 мм генерирует в режиме регулярных пичков (треугольничка на рис. 1, а и 2, а). Генерация 8-миллиметрового образца переходит в режим хаотических пичков лишь при дальнейшем увеличении ширины кольца диафрагмы. Различие между первым и вторым стержнями только в том, что в первом случае значительная часть УФ излучения поглощается в поверхностном слое стекла, который не участвует в генерации, а во втором случае УФ излучение проходит через кварцевую трубку и поглощение УФ излучения и образование насыщающихся центров окраски происходит в той части стержня, которая участвует в генерации.

Наружные слои стекла можно рассматривать как фильтр, защищающий внутренние слои от УФ излучения, т. е. эти слои действуют как трубка из активированного кварца, применявшаяся в предыдущем опыте в качестве ультрафиолетового фильтра. Если сравнить правые и левые графики на рис. 1 и 2, можно видеть, что параметры кинетики генерации — длительность пичков и временные интервалы между ними — при закрывании половины стержня от УФ излучения близки к этим же параметрам, получаемым при надевании на торцы стержня диафрагм с шириной кольца 1 мм, следовательно, половина УФ излучения, вызывающего образование центров окраски в стекле, поглощается в поверхностном слое толщиной 1 мм.

Таким образом, несмотря на то что основное количество центров насыщающегося поглощения образуется в тонком поверхностном слое лазерного стержня, процессы,

протекающие в этом слое, могут определять кинетику генерации при достаточно больших дозах УФ облучения.

В заключение авторы благодарят А. М. Бонч-Бруевича и С. Е. Потапова за полезные обсуждения.

Литература

- [1] W. Shiner, E. Snitzer, R. Woodcock, Phys. Lett., 21, 412, 1966.
- [2] E. Snitzer, R. Woodcock. IEEE J. QE-2, 627, 1966.
- [3] C. C. Robinson. J. Opt. Soc. Am., 57, 4, 1967.
- [4] А. М. Бонч-Бруевич, С. Е. Потапов, Я. И. Ханин. Опт. и спектр., 28, 203, 1970.
- [5] R. Polloni, C. A. Sacchi, O. Svelto. J. Appl. Phys., 37, 1931, 1966.

Поступило в Редакцию 26 октября 1971 г.

УДК 535.56 : 548.0

ОПТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КРИСТАЛЛА ТАЛЛИЙУРАНИЛПРОПИОНАТА

З. М. Алиханова, В. И. Бурков, В. А. Кизель,
Ю. И. Красилов, В. А. Мадий и Г. М. Сафронов

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования оптической активности (ОА) таллийуранилпропионата (ТП) $TlUO_2(C_2H_5COO)_3$, изоструктурного исследованным ранее кубическим кристаллам уранилпропионатов щелочных металлов и аммония [1]. В указанных кристаллах ОА и дихроизм соответствующих электронно-колебательных полос поглощения обусловлены внутримолекулярными взаимодействиями в пределах одного асимметричного уранилпропионатного комплекса.

Исследования ОА проводились на монокристаллах высокого качества, выращенных из водного раствора и отобранных по минимальному двупреломлению. Измерения дисперсии вращения проводились на фотоэлектрическом спектрополяриметре [2] с монохроматором ДФС-12. Более подробно методика эксперимента описана в [3, 4].

Степень асимметрии, которая определяет величину ОА, в значительной степени зависит от характера кристаллического поля, воздействующего на анионный комплекс $[UO_2(C_2H_5COO)_3]^-$. Это воздействие в первую очередь определяется силой поля катионов, входящих в состав соединений. Как показано в работе [5], для катионов щелочных элементов, имеющих конфигурацию соответствующих атомов инертных газов, степень асимметрии и величина ОА существенно возрастают от калийуранилпропионата к цезийуранилпропионату, т. е. при увеличении ионного радиуса катиона от 1.33 до 1.69 Å. Ион таллия Tl^+ имеет существенно другую электронную конфигурацию $[Xe] 4f^{14}5d^106s^2$, в связи с чем можно было ожидать аномалий в оптических свойствах кристалла ТП.

На кривой дисперсии ОА ТП при T 300 и 90° К (см. рисунок) отчетливо видны области аномальной дисперсии, разделенные частотным интервалом ~ 720 cm^{-1} . Так же, как и для указанных выше кристаллов уранилпропионатов, соответствующие полосы поглощения в области аномальной дисперсии обладают круговым дихроизмом и связаны с электронно-колебательным переходом $A_{1g} \rightarrow A_{2g}$. Вклад в дисперсию вращения дает также полоса в ультрафиолетовой области спектра поглощения, соответствующая переходу $A_{1g} \rightarrow A_{2u}$.

Используя представления, связанные с молекулярной природой ОА в ураниловых соединениях [1, 2], из кривой дисперсии были вычислены силы вращения по формуле [1, 6]

$$R_i \approx 1.1 \cdot 10^{-42} \frac{\Delta_i^0}{\lambda_i^0} \frac{\Phi_i(\lambda)}{w \left(\frac{\lambda - \lambda_i^0}{\Delta_i^0} \right)}, \quad (1)$$

которая при $\Delta_i^0 \ll |\lambda - \lambda_i^0|$ имеет вид

$$R_i \approx 1.1 \cdot 10^{-42} \Phi_i(\lambda) \frac{\lambda^2 - (\lambda_i^0)^2}{(\lambda_i^0)^2}, \quad (2)$$

где $\Phi_i(\lambda)$ — молекулярное вращение, λ_i^0 — длина волны соответствующей полосы поглощения; Δ_i^0 — частотный интервал между максимумом и минимумом вращения

в области аномальной дисперсии, $w(z) = e^{-z^2} \int_0^z e^{x^2} dx$ — табулированная функция [7].