

и μ , превышающей $\pm 10\%$. Возможной причиной более сильного расхождения рассчитанных величин μ и экспериментальных является то обстоятельство, что исходный экспериментальный спектр отражения, по-видимому, получен со значительными искажениями вследствие трудностей измерений в области малых углов скольжения γ . Если статистическая обработка результатов измерений дает ошибку $\Delta R \sim 2\%$ (как отмечено на рисунке), то для установления реальной величины погрешности ΔR необходимы специальные исследования и в первую очередь усовершенствование методики измерений в области малых углов γ .

В настоящей работе проведен также расчет второй оптической константы $\delta(E)$ (спектра вещественной части показателя преломления). Кривая 2 на рисунке показывает, что функция $\delta(E)$ испытывает очень слабые изменения в исследуемом интервале энергий (шкала δ представлена на рисунке в тех же относительных единицах, что и μ). Таким образом, подтверждаются предположения, высказанные в работе [4], о том, что тонкая структура спектров отражения в ультрамягкой рентгеновской области обусловлена в основном тонкой структурой соответствующих спектров поглощения. Единственный глубокий минимум на кривой дисперсии $\delta(E)$, по-видимому, указывает район $L_{II, III}$ -края поглощения Cl в KCl.

Литература

- [1] О. А. Ершов, А. П. Лукирский, Т. М. Зимкина. Тез. VIII Всес. совещ. по примен. рентген. лучей, Ленинград, 1964.
- [2] О. А. Ершов, С. И. Чернов. Опт. и спектр., 26, 597, 1969.
- [3] А. П. Лукирский, Е. П. Савинов, О. А. Ершов, Ю. Ф. Шепелев. Опт. и спектр., 16, 310, 1964.
- [4] О. А. Ершов, Д. А. Гоганов, А. П. Лукирский. ФТТ, 7, № 8, 1965.

Поступило в Редакцию 17 апреля 1969 г.

УДК 621.375.9 : 535

РУБИНОВЫЙ ЛАЗЕР С УЗКОЙ ЛИНИЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ

Ю. П. Виногин, Л. Н. Гнатюк, В. А. Никашин, В. К. Сахаров,
В. К. Тарасов и В. Я. Царфин

В работе [1] реализована схема одночастотного рубинового лазера, работающего под действием внешнего сигнала, который вводится в резонатор лазера после включения его добротности. В качестве затвора использовался электрооптический кристалл.

С другой стороны, известно [2, 3], что подобная схема, в которой один генератор является задающим, инициирующим генерацию других лазеров, используется для временной синхронизации излучения двух и более лазеров с модулируемой при помощи просветляющихся фильтров добротностью. Спектры излучения всех генераторов оказываются при этом совпадающими.

Целью настоящей работы было исследование возможности создания источника достаточно мощного моноимпульсного излучения узкого спектрального состава. Для этого, как и в [1], использовались два генератора: первый, стабильно работающий в режиме одной частоты (одна поперечная и одна продольная моды), и второй, выходной, лазер с фототропным затвором, начальное просветление которого происходило за счет излучения первого лазера.

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. В качестве активного элемента первого лазера использовался кристалл рубина повышенной однородности с сапфировыми наконечниками длиной 12 (18) см и диаметром 10 мм. Модулятором добротности являлся раствор фталоцианина в нитробензоле. База резонатора составляла 40 см. Внутри резонатора помещалась диафрагма диаметром 1.5 мм. Одночастотный режим работы сохранялся при превышении энергии накачки над пороговой до 10%. Энергия излучения равнялась ~ 5 мдж.

Кристалл выходного генератора имел следующие размеры: длина 24 см и диаметр 16 мм. Накачка производилась двумя лампами ИФП-5000. Зеркала были оба плоские, одно из них являлось общим с задающим генератором; длина резонатора 90 см. Модулятором добротности служили раствор фталоцианина в нитробензоле с начальным пропусканием 30% или светофильтр КС-19.

Диаметр пучка одночастотного излучения был значительно меньше диаметра кристалла рубина в выходном генераторе, однако расширения пучка не производилось. Это было возможным, так как цель эксперимента достигалась при такой про-

стой связи двух лазеров, причем по картине поля в ближней зоне было видно, что в генерации участвует все сечение выходного лазера. Последнее обеспечивалось неоднородностью активной среды в резонаторе генератора [4].

Чтобы получить генерацию второго лазера на заданной частоте, как нетрудно представить, необходимо было открыть затвор в резонаторе лазера после того, как в активном элементе его достигнута необходимая величина инверсной населенности,

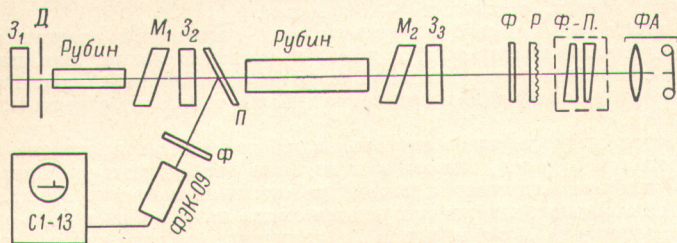


Рис. 1. Схемы эксперимента.

Z_1, Z_2, Z_3 — зеркала с коэффициентами отражения 100, 70, 70%; M_1, M_2 — модуляторы добротности; $Д$ — диафрагма; $Ф$ — светофильтры; $Ф.-П.$ — интерферометр Фабри—Перо; $Р$ — рассеиватель; $ФА$ — фотоаппарат.

достаточная, чтобы амплитуда волны после двух проходов в резонаторе не уменьшилась, т. е. было выполнено известное условие

$$R_2 R_3 K^2 a^2 \geq 1,$$

где R_2 и R_3 — коэффициенты отражения зеркала резонатора, K — коэффициент усиления в кристалле для одного прохода и a — коэффициент потерь на одном проходе (в него входят потери в самом кристалле, а также потери в открытом затворе).

Для насыщения затвора плотность мощности излучения нашего задающего генератора была достаточна. Необходимо было подобрать моменты включения накачек

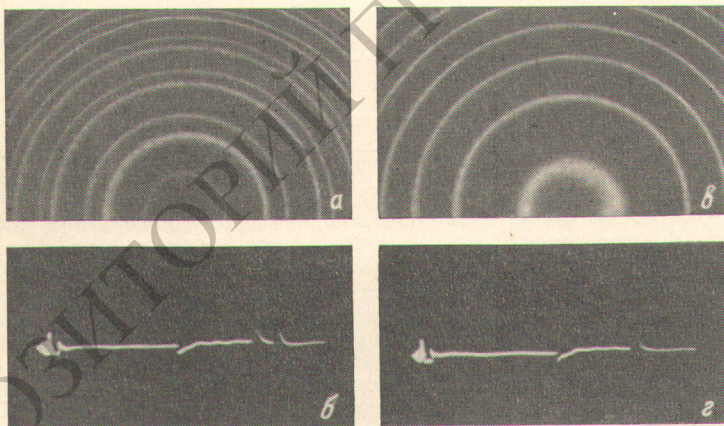


Рис. 2. Спектрограммы излучения второго лазера и осциллограммы излучения обоих генераторов.

$a, б$ — захвата нет, $в, г$ — захват. На осциллограммах справа от импульса начала развертки виден задержанный импульс поджига задающего генератора. Длительность развертки 5 мсек.

генераторов. Это достигалось за счет введения регулируемой линии задержки в схему управления поджигом одного из лазеров (задающего).

Контроль работы схемы, а также настройка ее, осуществлялись при помощи коаксиального фотоэлемента типа ФЭК-09, на который поступали импульсы излучения обоих генераторов, осциллографа С1-13 и эталона Фабри—Перо с промежуточным кольцом 3 см и предельным разрешением 0.003 Å.

На рис. 2, a и $б$ приведены спектрограмма излучения выходного лазера и соответствующая осциллограмма, когда захвата генерации не было. (На спектрограмме мог регистрироваться спектр только второго генератора, и в отсутствие захвата име-

лось 2—3 кольца). На рис. 2, *в* и *г* показаны спектрограмма и осциллограмма, когда захват происходил. Можно видеть, что полная ширина спектра излучения второго генератора при этом уменьшалась и при измерении не превышала 0.003 Å. Захват генерации и спектра наблюдался при использовании любого из двух затворов, однако для стекла КС-19 задающий импульс должен был генерироваться ближе к моменту спонтанной генерации второго лазера. Для жидкостного затвора временной интервал, где наблюдался захват, составлял ~100 мксек.

Энергия излучения второго генератора при постоянной энергии накачки его оставалась постоянной независимо от того, происходил захват или нет. В случае жидкостного затвора величина выходной энергии составляла 0.7 дж. Распределение поля в ближней и дальней зонах при захвате было таким же сложным, как и в отсутствие захвата.

В заключение отметим, что в настоящей работе не была проведена оптимизация элементов обоих генераторов, так же как не была исследована критичность захвата к некоторым факторам, например к режиму работы лампы накачки. Однако результаты эксперимента показывают, что рассмотренная схема лазера может быть использована для получения мощного моноимпульсного излучения весьма узкого спектрального состава.

Авторы выражают благодарность Г. И. Рукману за интерес к работе и полезные обсуждения.

Литература

- [1] А. Н. Бондаренко, Г. В. Кривошеков, В. А. Смирнов. ЖЭТФ, Письма в Редакцию, 9, 100, 1969.
- [2] H. Orower, W. Kaiser. Phys. Lett., 21, 638, 1966.
- [3] D. W. Gregg, S. J. Thomas. J. Appl. Phys., 37, 3750, 1966.
- [4] В. В. Коробкин, А. М. Леонтович, М. Н. Попова, М. Я. Щелев. ЖЭТФ, Письма в Редакцию, 3, 301, 1966; ЖЭТФ, 53, 16, 1967.

Поступило в Редакцию 21 апреля 1969 г.

УДК 535.37 : 547.532

ВОЗБУЖДЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗОЛА ВАКУУМНОЙ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ РАДИАЦИЕЙ

И. П. Виноградов и Н. Я. Додонова

Ранее нами были получены спектры люминесценции ароматических аминокислот [1] и некоторых производных нафталина с возбуждением в вакуумной ультрафиолетовой области спектра [2]. Было показано, что эти соединения при возбуждении длиной волны 160 нм флуоресцируют с первого синглетного уровня.

Известно, что бензол в парах при возбуждении во второй полосе поглощения (200 нм) не флуоресцирует [3], а при фотолизе паров бензола (1890 Å) был обнаружен атомарный водород [4] и другие более сложные соединения [5]. В жидком бензоле и тогда же выход флуоресценции падает в сторону коротких длин волн, начиная с длинноволновой границы второй полосы поглощения [3].

В настоящей работе исследовалась люминесценция бензола и его производных при возбуждении длинами волн 160 нм и в отдельных случаях 120 нм. Указанные длины волн выделялись из спектра водородной лампы с помощью вакуумного монохроматора (установка описана ранее [1]). Вещества марки ХЧ и ЧДА после многократной вакуумной перегонки при давлении $5 \cdot 10^{-6}$ тор сублимировались в виде тонкого слоя на охлаждаемую жидким азотом алюминированную стеклянную подложку. Спектры люминесценции бензола, толуола, бензилхлорида, бензилового спирта, дибензила, этилбензола, дифенилметана при 77° К приведены на рис. 1. В спектрах бензола, толуола и дифенилметана имеется полоса около 300 нм. Все спектры, кроме бензола, имеют четко выраженную структуру в области 400—500 нм и обладают одинаковым характерным распределением интенсивностей. Эта структурная полоса 400—500 нм появляется сразу же после включения источника света и наблюдается при возбуждении длинами волн 160 и 120 нм.

На рис. 2 приведены спектры люминесценции метилзамещенных бензола. Для этих соединений также характерна полоса около 300 нм и структурная полоса 400—500 нм. Спектры регистрировались с помощью ФЭУ-39 и приведены без учета кривой чувствительности фотумножителя, что могло внести незначительные искажения.

Для всех исследованных соединений наблюдалось усиление полосы 400—500 нм и структура ее становилась более отчетливой при некотором нагревании образца после сублимации с последующим охлаждением до температуры 77° К, что, по-види-