

$$\varepsilon_2(E) = \frac{(E - E_{\text{мин.}})^2 \varepsilon_2^{(0)}(E)}{(E_0 - E_{\text{мин.}})(E_{\text{м}} - E_0) + (E_0 - E)^2}, \quad (2)$$

где $E_{\text{м}}$ — энергия максимума экситонного пика поглощения, наблюдаемая в эксперименте (для PbCl_2 [7] при 5°K $E_{\text{м}} = 4.690$ эв); $E_{\text{мин}}$ — энергия минимум в спектре поглощения (для PbCl_2 $\varepsilon_2(E) = 0$ при $E = 4.775$ эв); причем

$$\left. \begin{aligned} \Gamma &= 2 \sqrt{(E_0 - E_{\text{мин.}})(E_{\text{м}} - E_0)}, \\ q &= \frac{2(E_0 - E_{\text{мин.}})}{\Gamma}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Кривая (2) на рисунке рассчитана по формуле (2). Как видно, кривая Фано почти точно описывает наблюдаемую зависимость $\varepsilon_2(E)$. Значения параметров кривой (2) следующие: $\Gamma = 51.9 \pm 0.5$ мэв, $q = -2.85$, $E_0 = 4.701 \pm 0.002$ эв.

Таким образом, при температуре жидкого гелия уширение экситонного уровня вызвано, по всей видимости, не экситон-фононным взаимодействием, а рассмотренным конфигурационным взаимодействием.

Обсудим далее возможные причины появления состояний непрерывного спектра в области экситонных переходов.

1. Непрямые переходы зона—зона. В этом случае, однако, $\varepsilon_2^{(0)}(E)$ должна иметь сильную зависимость от энергии, это дало бы существенное расхождение между $\varepsilon_2(E)_{\text{теор.}}$ и $\varepsilon_2(E)_{\text{экспер.}}$

2. Тепловой «хвост» плотности состояний в зоне проводимости. Он должен быть мал при низких температурах.

3. «Хвост» плотности состояний в зоне проводимости, обусловленный неупорядоченностью решетки [8]. Действительно, исследованиями ЭПР [9] было показано, что кристаллы PbCl_2 имеют очень разупорядоченную решетку.

Таким образом, наличие явления антирезонанса в экситонном спектре кристалла PbCl_2 указывает на то, что экситонный уровень наложен на непрерывный спектр, обусловленный, возможно, разупорядочением решетки.

Автор глубоко признателен Г. Г. Лийдья за полезные обсуждения, Г. С. Завту за стимулирующие дискуссии и постоянный интерес к работе.

Литература

- [1] U. Fano. Phys. Rev., 124, 1866, 1961.
- [2] U. Fano, J. W. Cooper. Rev. Mod. Phys., 40, 441, 1968.
- [3] K. P. Jain. Phys. Rev., 139, A544, 1965.
- [4] E. S. Pusk, S. A. Rice, J. Jortner. Phys. Rev. Lett., 15, 289, 1965.
- [5] В. А. Архангельская, П. П. Теофилов. Опт. и спектр., 28, 1249, 1970.
- [6] F. C. Brown, Ch. Gähwiler, H. Fujita, A. B. Kunz, W. Scheiflei, preprint, University of Illinois. Urbana, 1970 (Phys. Rev., B2, 2136, 1970).
- [7] Г. Лийдья, В. Плеханов, А. Малышева, Изв. АН ЭССР, сер. физ.-мат., 19, 328, 1970; Г. Г. Лийдья, В. Г. Плеханов. Опт. и спектр., 32, 86, 1972.
- [8] B. I. Halperin, M. Lax. Phys. Rev., 148, 722, 1966; Phys. Rev., 153, 802, 1967.
- [9] J. Arends, J. F. Verwey. Phys. Stat. Sol., 23, 137, 1967; J. F. Verwey, Thesis, Utrecht, 1967.

Поступило в Редакцию 31 декабря 1970 г.

УДК 621.373 : 535 (206.3)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ГЕНЕРАЦИИ ГЕЛИЙ-КАДМИЕВОГО ЛАЗЕРА ДЛЯ ЦЕНТРА ПРОВАЛА ЛЭМБА

А. И. Лохматов, П. Я. Белоусов и В. П. Коронкевич

Освоение коротковолнового диапазона видимого спектра позволит расширить число физических и технических задач, которые можно решить при помощи лазерных интерферометров. В этой связи представляет интерес построение лазерного интерферометра, работающего в фиолетовой области спектра. Наиболее подходящим источником, пригодным для этой цели, является гелий-кадмиевый лазер, работающий на длине волны 441.5 нм.

Основная трудность при построении стабилизированного по частоте He-Cd лазера связана с довольно значительным уровнем шумов, что не позволяет привязать излучение к какой-либо определенной точке спектральной линии кадмия. Нами были исследованы режимы работы лазера в интервале давлений гелия от 2 до 20 мм рт. ст. и интервале токов от 10 до 70 ма. Результаты изучения поведения шумов в зависимости от давления гелия и тока позволили выбрать оптимальные параметры лазера и осуще-

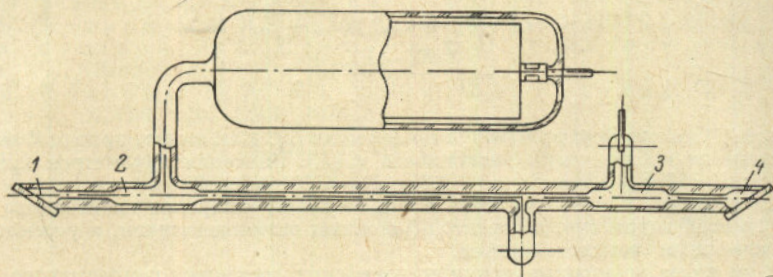


Рис. 1. Газоразрядная трубка He-Cd лазера.

1, 2, 3, 4 — камеры, предохраняющие окна Брюстера от запыления кадмием.

ствить стабилизацию по центру провала Лэмба. Был изготовлен лазер, работающий на парах изотопа Cd^{114} с обогащением 97.1%. Длина активной части разрядной трубки составляла 100 мм при диаметре равном 1.1 мм. Резонатор лазера образован зеркалами ($R=500$, $R=\infty$) с коэффициентом отражения 99.8%, закрепленными на торцах инваровой трубы длиной 205 мм. Одно из зеркал для осуществления активной стабилизации присоединялось к пьезокерамическому элементу. Шумы в лазере устранялись подбором давления He^3 и выбором рабочего тока разряда. Для нашего случая давление гелия было взято равным 6.6 мм рт. ст., а ток разряда составлял 26 ма. Лазер работал на постоянном токе и имел холодный алюминиевый катод. Введение кадмия в разрядный промежуток осуществлялось посредством катафореза [1].

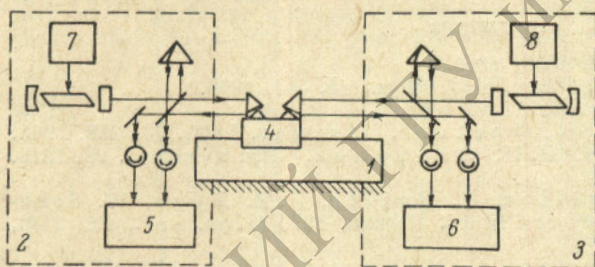


Рис. 2. Блок-схема экспериментальной установки для измерения длины волны He-Cd лазера.

1 — направляющая станина, 2, 3 — интерферометры, 4 — подвижный суппорт, 5 и 6 — электронные реверсивные счетчики, 7 и 8 — системы стабилизации частоты лазеров.

стабилизированный гелий-неоновый лазер, заполненный Ne^{20} . Значение его длины волны для центра провала Лэмба хорошо известно из сравнений с оранжевой линией изотопа криптона 86. Наиболее достоверным значением следует считать средний результат, полученный в [3] и равный для нормальных условий (температура 20°, давление 760 мм рт. ст. и влажность 10 мм рт. ст.) 632.99140 нм. Это значение принималось нами в качестве исходного.

Метод определения длины волны поясняется рис. 2. На массивной направляющей 1 жестко закреплены два интерферометра майкельсоновского типа 2 и 3. Угловые отражатели интерферометров связаны с подвижным суппортом 4. При смещении отражателей на длину ~ 1 м реверсивные счетчики 5 и 6 подсчитывают число прошедших интерференционных полос. Поскольку смещения отражателей 5 и 6 равны друг другу, то значение длины волны кадмиевого лазера можно определить из простого соотношения

$$\lambda_{Cd} = \frac{N_1 n_2}{N_2 n_1} \lambda_{Ne},$$

где λ_{Ne} — длина волны исходного лазера, N_1 и N_2 — число полос для первого и второго интерферометров, а n_1 и n_2 — показатели преломления воздуха для сравниваемых длин волн.

По этой простой методике была проделана серия из 10 измерений. Значение длины волны для центра провала Лэмба лазера, заполненного Cd^{114} , равнялось 441.5696, нм. Относительная погрешность этого значения с учетом неопределенности в длине волны исходного лазера, по нашим оценкам, составляет $3 \cdot 10^{-7}$. Элементы аппаратуры подробно изложены нами в [4].

Литература

- [1] T. P. Sosnowski. Appl. Physics, 40, 5138, 1969.
- [2] А. И. Лохматов, В. А. Ханов. Автометрия, № 1, 16, 1970.
- [3] K. D. Mielenz, K. F. Nefflen, W. R. C. Rowley, D. C. Wilson, E. Engelhard. Appl. Optics, 7, 289, 1968.
- [4] В. П. Коронкевич, Г. А. Ленкова. Автометрия, № 1, 4, 1971.

Поступило в Редакцию 17 января 1971 г.

УДК 621.373 : 535 (206.1)

ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА НА РУБИНЕ ОРГАНИЧЕСКИМИ КРИСТАЛЛАМИ.

Б. Л. Давыдов, В. В. Дунина, В. Ф. Золин, Л. Г. Коренева,
М. А. Самохина и Э. П. Шлитерис

В предыдущих работах [1, 2] нами была показана связь между внутримолекулярным переносом заряда и генерацией второй гармоники излучения лазера на неодимовом стекле. В данной работе исследована генерация второй гармоники лазера на рубине в органических кристаллах, когда частота второй гармоники приближается к полосе поглощения или попадает в нее. При этом, согласно теоретическим представлениям, с одной стороны, за счет приближения к резонансу эффективность генерации должна возрастать [3], с другой стороны, выход сигнала с частотой 2ω должен убывать за счет поглощения в веществе. При достаточно мощном сигнале лазера возможно «просветление» на частоте 2ω за счет параметрического взаимодействия сигналов первой и второй гармоник [4].

Генерация второй гармоники исследовалась на поликристаллических образцах, аналогично [5, 1, 2]. Эффективность генерации сигнала 2ω определялась в условных единицах сравнением с эффективностью порошкообразного ниобата лития.

В таблице приведены результаты измерений эффективности генерации второй гармоники лазера на рубине при мощности в импульсе 15 Мвт/см². Для сравнения в той же таблице приведена эффективность преобразования излучения лазера на неодимовом стекле. В последнем столбце таблицы приведено положение наиболее длинноволновых полос поглощения в спиртовых растворах исследованных веществ. Смещение полос поглощения при растворении обычно не превышает 15–20 нм. Для веществ 2–4, эффективных при преобразовании излучения лазера, полосы поглощения которых еще далеки от 2ω излучения рубина, эффективность генерации сигнала 2ω по сравнению с ниобатом лития слабо меняется при переходе от лазера на неодимовом стекле к лазеру на рубине. Очевидно, что при этом частота 2ω приближается и к полосам поглощения ниобата лития.

В большинстве случаев при попадании частоты второй гармоники лазера в полосы поглощения, соединения 8–16,¹ выход сигнала 2ω резко падает, по-видимому, вследствие двухквантового поглощения. Многие из этих веществ при этом горят. Соединения 5, 6 и в какой-то степени 7 дают заметный сигнал второй гармоники излучения лазера на рубине несмотря на то, что частота 2ω попадает в их полосы поглощения. Экстинкция этих полос поглощения очень велика $\epsilon_{\text{max}} = 10^4$ для вещества 5. При этом вещества 5 и 7 не повреждаются при мощности падающего излучения 50 Мвт/см² в отличие от ниобата лития, хотя последний не имеет полос поглощения в области 350 нм. Неповрежденными оказываются и вещества 8–11. Отсутствие повреждений вряд ли можно связать с «просветлением» [4]. Скорее всего оно объясняется сравнительно слабым двухквантовым поглощением излучения лазера. Действительно, в растворе 0.3 М *m*-нитроанилина двухквантового поглощения не наблюдалось вплоть до мощности 50 Мвт/см². Вещества 17–19 сгорали под воздействием излучения неодимового лазера, но давали сигнал второй гармоники излучения рубина. Судя по химическим формулам этих веществ, в них следует ожидать внутримолекулярный перенос заряда при возбуждении. В веществах 20–23 наиболее длинноволновым переходом

¹ Частота второй гармоники лазера на рубине не попадает в полосы поглощения спиртовых растворов веществ 15 и 16. Однако она весьма близка к ним и, по-видимому, попадает в полосу поглощения кристаллов.