

Следует отметить, что характерным недостатком данной системы является то, что длинноволновый край  $F$ -полосы попадает в область наибольшей чувствительности 630—680 нм, поэтому при длительном воздействии считывающего света из этой области спектра (особенно при повышенных температурах) может происходить «стирание» записи.

### Литература

- [1] В. И. Бодрягин, А. А. Кудрявцев, А. А. Шаталов. ПТЭ, № 4, 216, 1973.
- [2] В. Stadnik, Z. Tropner. Opt. comm., 6, 199, 1972.
- [3] К. К. Шварц, Д. П. Бандере, Я. Ж. Кристансон, А. О. Озолс, Ю. А. Экманис. Сб. «Проблемы голографии», вып. III, 181, М., 1973.
- [4] А. Н. Кравец, В. П. Кузнецов, А. А. Курмангалиева. Изв. вузов СССР, физика, № 5, 140, 1973.
- [5] В. Н. Синцов. Ж. научн. и прикл. фотогр. и кинематогр., 15, 299, 1970.
- [6] S. Radhakrishna, V. V. R. Chowdari. Phys. Stat. Sol. (a), 14, 11, 1972.
- [7] Н. Härtel, F. Lüty. Z. Physik, 182, 111, 1964.
- [8] А. И. Латышев, С. А. Писаревская, В. Б. Константинов, В. И. Коченов. Сб. «Проблемы голографии», вып. III, 80, М., 1973.
- [9] З. А. Загорская. Сб. «Проблемы голографии», вып. III, 159, М., 1973.
- [10] Н. М. Павлушкин, Л. Н. Вагин, М. В. Артамонова, Г. С. Галахова, В. А. Королев. Сб. «Проблемы голографии», вып. III, 171, М., 1973.

Поступило в Редакцию 12 июля 1974 г.

## ДИНАМИКА ГЕНЕРАЦИИ ЛАЗЕРА НА АИГ- $\text{Nd}^{3+}$ С ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЛАСТИНОЙ В РЕЗОНАТОРЕ

Н. Д. Белоусов и Б. С. Скоробогатое

Исследования генерации твердотельных лазеров с различными активными средами показывают, что основными причинами хаотического изменения амплитудных, спектральных и угловых характеристик излучения во времени являются пространственная неоднородность инверсной населенности [1, 2] и флуктуации параметров резонаторов [3]. В связи с этим большое распространение получили динамические методы стабилизации параметров излучения лазера, например [2, 4, 5]. Большинство работ, посвященных этому вопросу, относится к изучению динамики генерации лазеров на рубине и неодимовом стекле.

В данной работе исследовались спектрально-кинетические характеристики излучения лазеров на АИГ- $\text{Nd}^{3+}$  с динамическим резонатором, оптическая длина которого изменялась с помощью вращающейся плоскопараллельной стеклянной пластины (ВП) [6, 7]. Скорость такого изменения ( $v \geq 100$  см/сек.), необходимая для устранения продольной пространственной неоднородности инверсии, обеспечивалась ВП толщиной 1,5 см и  $n=1.5$  при частотах вращения  $f \geq 200$  гц.

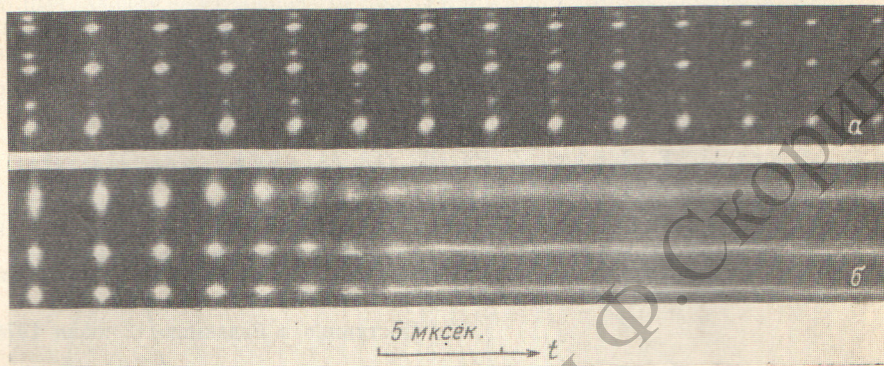
В плоскопараллельном резонаторе при  $v \geq 100$  см/сек. наблюдалось увеличение амплитуды пиков и частичное их упорядочение. При этом на развертках дальнего поля излучения отчетливо наблюдалась поперечная структура, изменяющаяся от пика к пику. В полусферическом резонаторе при таких же скоростях наблюдалась регулярные незатухающие пульсации интенсивности излучения. Распределение поля в пике при этом становилось равномерным и угловая расходимость стабилизировалась. Во всех экспериментах с полусферическим резонатором выполнялось условие  $R > 2L$ , и при  $v=0$  генерация проходила в обычном пиковом режиме.

Скорость поперечного смещения поля в резонаторе с ВП при  $f \sim 200$  гц достигает 10 м/сек. За время выгорания инверсии такое смещение составляет величину порядка  $10^{-3}$  см. Характерный линейный размер поперечной неоднородности для обычно возбуждающихся мод в плоскопараллельном резонаторе составляет величину  $\sim 10^{-2}$  см [8]. В сферическом резонаторе число генерируемых поперечных мод значительно увеличивается и размер поперечной неоднородности становится одного порядка с величиной поперечного смещения поля. Значительное ухудшение регулярности кинетики и возникновение дискретной структуры распределения поля в пике наблюдались нами при уменьшении с помощью диафрагмы генерирующей области стержня до  $\phi 4$  мм (в экспериментах использовался активный элемент размером  $8 \times 50$  мм).

Динамика спектра излучения в режиме регулярных незатухающих пульсаций приведена на рисунке, а. В результате селекции мод в сложном резонаторе в спектре

наблюдалось несколько частотных компонент, положение которых от пика к пику оставалось неизменным. В полусферическом резонаторе с плоским зеркалом на клиновидной подложке и в сферическом резонаторе наблюдались регулярные колебания, затухающие к стационарному уровню. Динамика спектра излучения в таком режиме приведена на рисунке, б. Экспериментальные значения периода регулярных затухающих пульсаций хорошо согласуются с теоретическими, полученными из кинетических уравнений [8], а значения периода незатухающих колебаний значительно больше (при одинаковых надпороговых уровнях накачки и потерях в резонаторе).

Возникновение регулярных незатухающих колебаний излучения в лазере с ВП в резонаторе можно, по-видимому, объяснить следующим образом. Достаточно быстрое



Временные развертки спектра излучения. Область дисперсии эталона Фабри—Перо —  $0,31 \text{ см}^{-1}$ .

прохождение динамической модой спектрального интервала генерации требует учета инерционности механизма установления моды в резонаторе [9]. Если изменение частоты динамической моды за время линейного развития пика больше, чем генерируемый частотный интервал, то для ее установления требуется больший коэффициент усиления. Вследствие конечной скорости накачки это приведет к некоторому затягиванию во времени возникновения пика генерации. Остаточное поле предыдущего пика за это время успеет снизиться до уровня спонтанных шумов, в результате чего переходной процесс затянется на все время генерации. В нашем случае изменение частоты динамической моды за время, равное периоду следования пиков, превышает спектральную ширину компонент регулярных незатухающих колебаний и в  $1,5 \div 2$  раза меньше ширины первых пиков регулярных затухающих колебаний. Зависимость периода пульсаций от скорости изменения длины резонатора, полученная в [7] для лазера на рубине, также согласуется с высказанным выше предположением.

В квазистационарном режиме генерации наблюдались циклические изменения частоты (см. рисунок, б). Направление изменения частоты совпадает с направлением изменения длины резонатора, а скорость, соответствующая наблюдаемой величине смещения частоты, значительно меньше расчетной ( $72 \text{ см/сек.}$  вместо  $140 \text{ см/сек.}$ ). Такое различие связано, по-видимому, с инерцией спектра генерации, присущей лазерам с вырожденными модами [8].

#### Литература

- [1] С. Л. Танг, М. Статц, Г. де Марс. *J. Appl. Phys.*, **34**, 2289, 1963.
- [2] В. В. Андиферов, В. С. Пивцов, В. Д. Угожаев, К. Г. Фолин. *Сб. «Квантовая электроника»*. Изд. «Сов. радио», М., № 3 (15), 57, 1973.
- [3] Г. Н. Винокуров, Н. М. Галактионова, В. Ф. Егорова, А. А. Мак, Б. М. Седов, Л. И. Ханин. *ЖЭТФ*, **60**, 489, 1971.
- [4] Б. Л. Лившиц, А. Т. Турсунов. *ЖЭТФ*, **58**, 1516, 1970.
- [5] Ю. Е. Польский, А. А. Якутенков. *ЖЭТФ*, **64**, 438, 1973.
- [6] Н. Д. Белоусов, Б. С. Скоробогатов. III Республ. семинар по квантовой электронике. Тез. докл. Харьков, 1973.
- [7] В. П. Лопасов, М. М. Макогон, А. М. Солодов. Докл. юбилейной научно-технич. конф. радиофизического ф-та Томского унив., ч. 3, Томск, 1973.
- [8] А. М. Ратнер. Квантовые генераторы света с большим угловым расхождением. Изд. «Наукова думка», Киев, 1970.
- [9] Р. И. Баранов, Ю. М. Широков. *ЖЭТФ*, **53**, 2123, 1967.

Поступило в Редакцию 14 июля 1974 г.