

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК Хе – Не ЛАЗЕРА С ДИФФУЗНЫМ ЗЕРКАЛОМ

Р.В.Амбарцумян, Н.Г.Басов, В.С.Летохов

1. В работах [1-3] был предложен и исследован лазер с нерезонансной обратной связью с помощью диффузного зеркала. Режим генерации лазера в этих работах был импульсным, так как активной средой является кристалл рубина при 300 или 77°К. В настоящем письме впервые сообщается о получении непрерывного режима генерации и исследовании частотных характеристик Хе–Не газового лазера на $\lambda = 3,50 \text{ мк}$ с обратной связью на диффузном зеркале. Ширина линии генерации со-

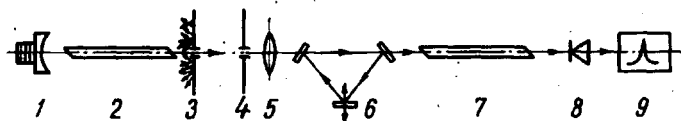


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 – сферическое зеркало, укрепленное на пьезокерамике; 2 – усиливающая Хе – Не разрядная трубка; 3 – диффузное зеркало с отверстием; 4 – диафрагма; 5 – согласующая линза; 6 – трехзеркальный скапирующий интерферометр; 7 – оптический квантовый усилитель; 8 – In As детектор; 9 – самописец

ставляла около 15 Мгц и ограничивалась относительно небольшим числом взаимодействующих мод. Экспериментально доказано, что средняя частота генерируемого излучения не зависит от расстояния между зеркалом и рассеивателем. Полученные результаты подтверждают возможность создания оптического стандарта частоты на основе принципа нерезонансной обратной связи. Отметим, что отсутствие пространственной когерентности излучения в таком лазере [3] не препятствует получению узких линий излучения с высокой абсолютной стабильностью частоты.

2. Схема экспериментальной установки приведена на рис.1. Лазер имел трубку, возбуждаемую высокочастотным разрядом, с длиной $L = 120 \text{ см}$ и внутренним диаметром $2a = 0,7 \text{ см}$, которая на $\lambda = 3,50 \text{ мк}$ обладала большим усилением [4, 5]. Трубка помещалась между сферическим зеркалом, укрепленным на пьезокерамике, и рассеивателем из слоя окиси магния, в середине которого имелось небольшое отверстие для вывода излучения. Порог достигался при длине разряда 90 см . Угол генерируемого излучения составлял $\phi_0 \approx 0,2^\circ$. Следовательно, число взаимодействующих мод приблизительно

$$N \approx (\phi_0 / \frac{\lambda}{a})^2 \approx 10,$$

а ожидаемая ширина спектра генерации

$$\Delta \nu \approx \frac{c}{2L} \frac{1}{N} \approx 10 + 20 \text{ МГц.}$$

Излучение лазера через две диафрагмы в узком телесном угле поступало на вход трехзеркального сканирующего интерферометра с базой $L' = 66 \text{ см}$ и разрешающей способностью около 10 МГц . Излучение после интерферометра усиливалось в 60 раз в Хе-Не лазерном усилителе и поступало на детектор. Сигнал детектора регистрировался самописцем.

Ширина линии генерации с диффузным зеркалом в большинстве опытов оказалась равной примерно 15 МГц (после вычитания ширины линии интерферометра). В некоторых опытах она достигала значений от 10 до 20 МГц . Стабильность частоты генерации измерялась следующим образом. Сферическое зеркало лазера приводилось в колебательное дви-

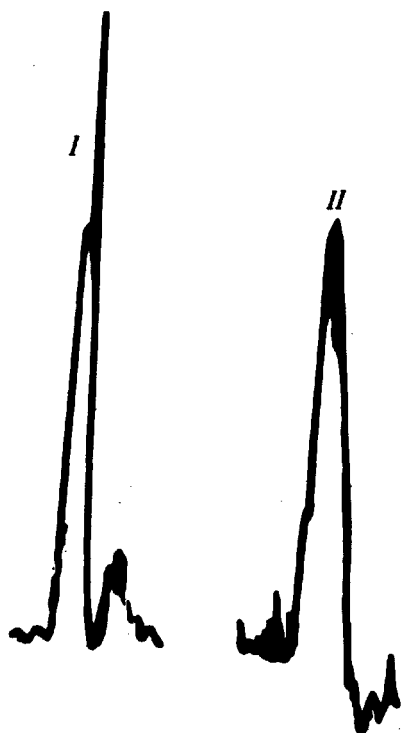


Рис.2. Спектр излучения лазера с диффузным зеркалом: I – генерация с неподвижным зеркалом 1 ; II – генерация с колеблющимся зеркалом 1

жение с частотой 100 Гц и амплитудой смещения $\delta L \approx 1 \text{ мк}$. Движение зеркала не приводило к уширению спектра излучения лазера (рис.2). В случае обычного лазера, когда рассеиватель заменялся вторым зеркалом, подобное движение зеркала приводило к уширению спектра генерации на 40 МГц (рис.3).

4. Достигнутая ширина линии не является предельной, так как она существенно ограничивалась геометрией разрядной трубки. Оптимальной

для получения узкой линии генерации высокой стабильности является такая геометрия, когда генерация осуществляется в полном телесном угле 4π стерад [6]. В этом случае число взаимодействующих мод $N \approx (\sigma/\lambda)^2$ (σ – размер лазера) может достигать значений $10^7 + 10^9$. Одновременно, в такой системе можно будет избежать влияния неодно

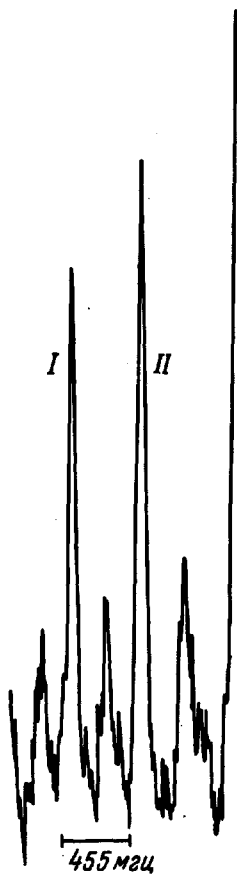


Рис.3. Спектр излучения лазера с резонатором Фабри-Перо: I – генерация с неподвижным зеркалом 1; II – генерация с колеблющимся зеркалом 1. Расстояние между максимумами – 455 Мгц

родного характера доплеровской линии, так как вероятность излучения атома в изотропном поле не зависит от скорости атома и "выжигания" дырок в линии невозможно. Эксперименты с такого типа лазерами ведутся в настоящее время.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность П.Г.Крюкову за многочисленные обсуждения и Е.П.Маркину за большую помощь.

Литература

- [1] Р.В.Амбарцумян, Н.Г.Басов, П.Г.Крюков, В.С.Летохов. Письма ЖЭТФ, 3, 262, 1966; ЖЭТФ, 51, 724, 1966.
- [2] Р.В.Амбарцумян, П.Г.Крюков, В.С.Летохов. ЖЭТФ, 51, 1669, 1966.
- [3] Р.В.Амбарцумян, П.Г.Крюков, В.С.Летохов, Ю.А.Матвеец. Письма ЖЭТФ, 5, 378, 1967; ЖЭТФ, 53, 1955, 1967.
- [4] R.A.Paananen, D.L.Bobroff. Appl. Phys. Lett., 2, 99, 1963.
- [5] W.L.Faust, R.A.McFarlane. J.Appl. Phys., 35, 2010, 1964.
- [6] В.С.Летохов. Письма ЖЭТФ, 5, 262, 1967; ЖЭТФ, 53, 1450, 1967.