

СТАБИЛИЗАЦИЯ ОКГ НА РУБИНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ He–Ne-ЛАЗЕРА В КАЧЕСТВЕ РЕПЕРА ЧАСТОТЫ

А.Н.Бондаренко, С.В.Кружлов

Предлагается метод активной стабилизации частоты рубинового лазера, суть которого заключается в том, что добротность лазерного резонатора выбирается достаточно низкой, чтобы частота генерации и ее стабильность определялись высокодобротным интерферометром Фабри – Перо, помещенным внутрь резонатора под небольшим углом к его оси. Расстояние между зеркалами интерферометра жестко стабилизируется при помощи электронно-оптической схемы отрицательной обратной связи, в которую входят: стабилизированный He – Ne-лазер, фотоприемник и дифференциальный усилитель. Абсолютная нестабильность частоты составила величину $3 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}$.

В настоящей работе впервые предлагается метод активной стабилизации частоты импульсных твердотельных лазеров, при которой их относительная нестабильность может быть сравнима с нестабильностью газовых лазеров. Суть метода заключается в том, что добротность лазерного резонатора выбирается достаточно низкой, чтобы частота генерации и ее стабильность определялись высокодобротным интерферометром-селектором, помещенным внутрь резонатора под небольшим углом к его оси. Расстояние между зеркалами интерферометра-селектора (база) жестко стабилизируется при помощи электронно-оптической системы, в которую входят: стабилизированный He – Ne-лазер ($\lambda = 0,63 \text{ мкм}$) 11, сканирующий интерферометр-селектор 4, интерференционный светофильтр ($\lambda = 0,63 \text{ мкм}$) 7, фотоприемник 8 и дифференциальный усилитель 9 (рис. 1). Излучение He – Ne-лазера направляется на фотоприемник 8 через интерферометр 4, как показано на рис. 1. При этом величина сигнала фотоприемника, поступающего на вход 1 дифференциального усилителя, зависит от базы интерферометра и выбирается равной половине максимального значения. На вход 2 усилителя подается опорный сигнал такой же величины. Система сбалансирована. Незначительное изменение базы интерферометра приводит к изменению сигнала фотоприемника и на выходе дифференциального усилителя появляется усиленный разностный сигнал, поступающий на пьезо-керамику и возвращающий зеркало в первоначальное положение.

Исследование стабильности частоты производилось при работе рубинового лазера в режиме свободной генерации с накачкой, превышающей пороговый уровень в 1,3 раза. Регистрация спектра производилась

при помощи интерферометра Фабри – Перо *б*. Одно из его зеркал было прикреплено к пьезокерамическому цилиндру для компенсации температурного ухода базы. С этой целью излучение He – Ne-лазера направлялось на интерферометр *б* и при помощи источника постоянного напряжения *10*, подключенного к пьезокерамике, производилась подстройка интерферометра по виду интерференционной картины (так, чтобы в центре всегда наблюдался нулевой порядок). При фотографировании спектра рубинового лазера луч газового перекрывался.

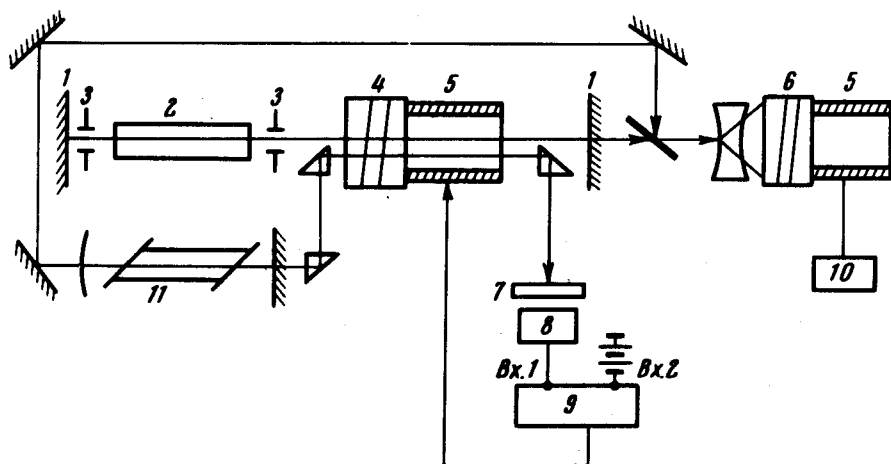


Рис. 1. Экспериментальная установка: 1 – зеркала резонатора; 2 – кристалл рубина $12 \times 120 \text{ мм}^2$; 3 – диафрагма $\phi 2 \text{ мм}$; 4 – интерферометр-селектор с коэффициентом отражения зеркал $R = 0,9$ и базой 3 мм ; 5 – пьезокерамические цилиндры; 6 – измерительный интерферометр Фабри – Перо с $R = 0,95$ и базой 3 см ; 7 – интерференционный светофильтр ($\lambda = 0,63 \text{ мкм}$); 8 – фотоземлет типа ФД-7К; 9 – дифференциальный усилитель; 10 – источник постоянного напряжения; 11 – стабилизированный He – Ne-лазер

Измерения показали, что за 1,5 часа работы рубинового лазера (45 вспышек через 2 минуты) среднеквадратическое отклонение частоты генерации от среднего значения при включенной системе стабилизации составило величину $0,003 \text{ см}^{-1}$, а при тех же условиях с выключенной системой стабилизации — $0,12 \text{ см}^{-1}$. Частота генерации может плавно меняться в пределах области дисперсии интерферометра *4* (в нашем эксперименте в пределах $1,7 \text{ см}^{-1}$) изменением угла падения луча газового лазера на рабочую поверхность этого интерферометра. Измерение энергии и порога генерации показало, что эти параметры также стабилизируются при стабилизации частоты.

Для генерации гигантских импульсов с такой же стабильностью частоты нами используется метод сверхрегенеративного усиления [1], в

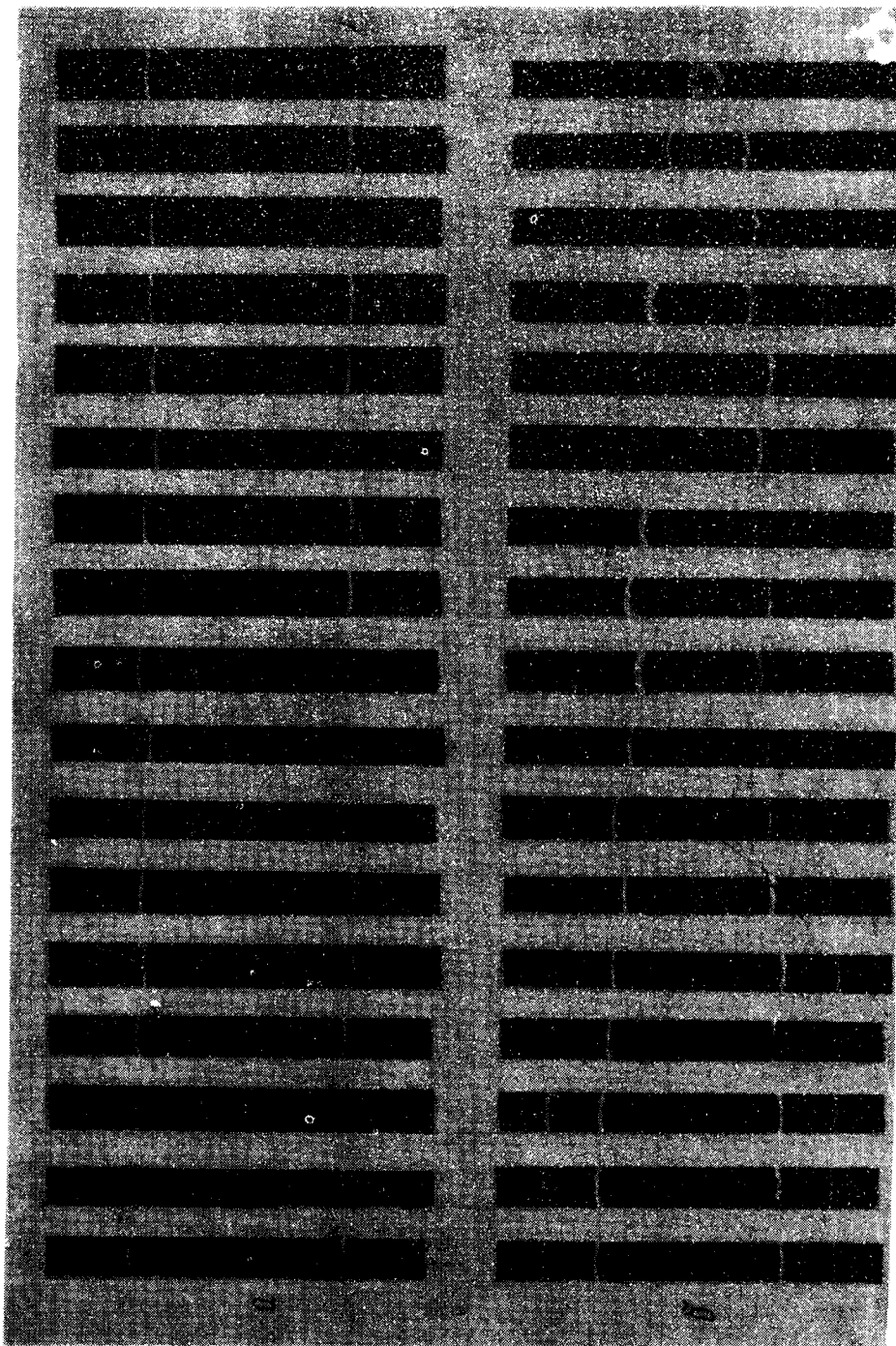


Рис. 2. Спектр генерации рубинового лазера с включенной (а) и выключенной (б) системой стабилизации

котором в качестве источника внешнего сигнала служит описанный выше лазер.

Поступила в редакцию
19 сентября 1974 г.
25 июня 1975 г.

Литература

- [1] А.Н.Бондаренко, Г.В.Кривошеков, В.А.Смирнов. Письма в ЖЭТФ, 9, 100, 1969; ЖЭТФ, 56, 1817, 1969.
-