

ОДНОЧАСТОТНЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ЛАЗЕР БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ НА РУБИНЕ С АКТИВНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ДОБРОТНОСТИ

В. А. Базорин, В. И. Малышев, А. С. Маркин,
А. А. Сычев

Получен устойчивый одночастотный режим в лазере бегущей волны на рубине с активной модуляцией добротности при использовании единственной селектирующей пластины внутри резонатора. Изменением угла наклона селектора достигнута перестройка частоты в диапазоне $0,6 \text{ см}^{-1}$.

В проблеме создания одночастотных импульсных твердотельных лазеров высокой мощности наносекундного диапазона с жесткой временной синхронизацией излучаемого импульса и перестраиваемой длиной волны следует выделить два момента. Во-первых, для решения проблемы необходимо осуществлять такую схему селекции мод, которая при активной модуляции добротности (а только такая модуляция обеспечивает временную синхронизацию порядка нескольких *нсек*) обеспечила бы одночастотный режим. Во-вторых, схема селекции должна включить в себя элемент, который бы позволил контролируемым образом перестраивать рабочую длину волны лазера.

Для решения проблемы в свое время было предложено при сравнительно простой схеме селекции замедлять скорость включения затвора [1], либо с обычными модуляторами добротности применять сильную селекцию, так называемые "дисперсионные резонаторы" [2]. В первом случае, наряду с ухудшением КПД лазера, мы одновременно ухудшаем временную синхронизацию, а во втором — сильно усложняем схему резонатора, а следовательно, и схему перестройки длины волны.

Недавно [3] был предложен метод получения одночастотного режима в твердотельных лазерах с активной модуляцией добротности, основанный на использовании "затравочного" излучения свободной генерации, возбуждаемой в кольцевом резонаторе бегущей волны. Первые экспериментальные результаты, полученные при использовании данного метода, позволили выявить чрезвычайно сильную роль слабых селекторов, имеющихся в таком резонаторе. Это обстоятельство позволяет использовать метод не только для получения стабилизированного одночастотного режима в твердотельных лазерах с активной модуляцией добротности, но и для создания очень простых схем перестройки рабочей частоты таких лазеров.

В настоящей работе сообщается о получении стабилизированного одночастотного режима в лазере на рубине с кольцевым резонатором бегущей волны при активной модуляции добротности, частоту излучения которого можно было контролируемым образом изменять в диапазоне около $0,6 \text{ см}^{-1}$.

Схема кольцевого резонатора была трехзеркальной с поворотными призмами полного внутреннего отражения в качестве зеркал. Внутрь ре-

зонатора помещались рубиновый элемент размером $\varnothing 10 \times 120 \text{ мм}^2$, фарадеевский вентиль, электрооптический затвор на кристалле KDP и диффрагма $\varnothing 2 \text{ мм}$ для выделения мод типа TEM_{00q} . Коэффициент пропускания выходного зеркала составлял 30%. Оптическая длина резонатора равнялась 180 см. Фарадеевский вентиль, рубин и кристалл KDP имели торцы, срезанные под углом Брюстера к оси резонатора. В качестве селектора использовалась стеклянная плоскопараллельная пластинка толщиной 3 мм, угол наклона которой к оси резонатора мог изменяться с точностью $\pm 10''$. Исследование выходного излучения проводилось фотодиодом, подключенным к осциллографу С1-16, и интерферометром Фабри – Перо с расстоянием между пластинами от 3 до 30 мм.

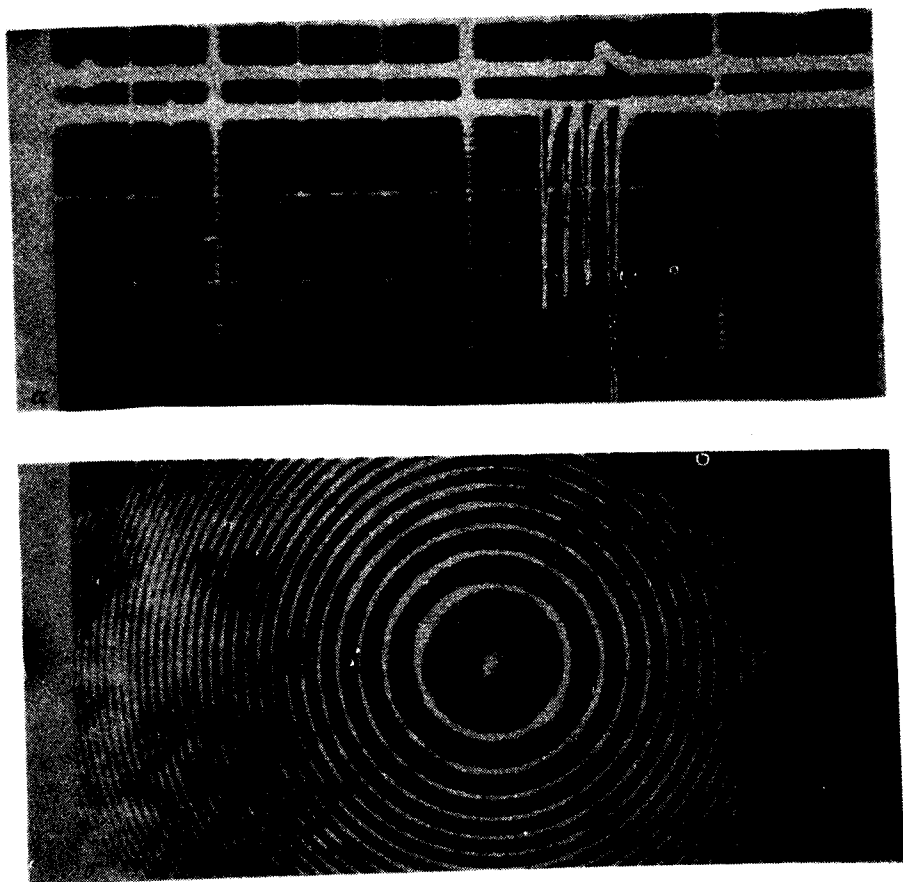


Рис. 1. Осциллограмма (а) и интерферограмма (б) излучения лазера при полном включении добротности после третьего пика свободной генерации. Масштаб развертки – 100 мксек/деление. Коэффициент усиления верхнего луча в 10^3 раз меньше нижнего. База интерферометра – 2,5 см

На рис. 1, а, б приведены типичные осциллограмма и интерферограмма гигантского импульса, полученного при полном включении затвора после нескольких пиков свободной генерации. Ширина спектра, как видно из интерферограммы, определяется аппаратной функцией и не превышает

шает $\Delta\nu_a \cong 0,01 \text{ см}^{-1}$. В действительности спектр имеет еще меньшую ширину, так как межмодовое расстояние составляет в нашем случае $\delta\nu_m = 1/L \cong 0,0056 \text{ см}^{-1}$, и при возбуждении двух или трех мод мы должны были бы увидеть на временной картине гигантского импульса биения с периодом $T = L/c \cong 1,7 \text{ нсек}$. Однако гигантский импульс, регистрируемый с помощью фотоэлемента ФЭК-09 и осциллографа И2-7, имел всегда гладкую форму с длительностью около 25 нсек . Этот факт позволяет утверждать, что в нашем случае осуществляется одночастотный режим. Уход частоты от импульса к импульсу при неизменном положении элементов резонатора также не превышал ширины аппаратной функции. Поэтому в нашем эксперименте кроме перестройки частоты удается получить воспроизводимую генерацию одночастотного излучения с точностью не хуже 10^{-2} см^{-1} . Следует отметить, что при включении затвора без возбуждения предварительной свободной генерации спектр был практически бесструктурным с общей шириной около 1 см^{-1} .



Рис. 2. Интерферограмма излучения лазера при полном включении добротности после нескольких пиков свободной генерации при углах наклона селектирующей пластины $0^\circ 00'$ (а), $0^\circ 15'$ (б), $0^\circ 22'$ (в), $0^\circ 30'$ (г). Область дисперсии интерферометра равна $1,67 \text{ см}^{-1}$

На рис. 2 представлены интерферограммы излучения гигантского импульса с временной зависимостью, подобной рис. 1 а, при различных фиксированных углах наклона селектирующей пластинки. Как видно из них, частота излучения меняется в диапазоне $0,6 \text{ см}^{-1}$, причем в каждом случае спектр оставался одночастотным.

Следует заметить, что используя настоящую методику, при соответствующем выборе конструкции селектора можно расширить диапазон перестройки рабочей частоты ОКГ на рубине до величины, определяемой шириной линии усиления рубина, т. е. до $\Delta\nu \sim 10 \text{ см}^{-1}$. Поскольку же настоящий метод работает и в случае сред с неоднородным уширением линии усиления, то в случае ОКГ на неодимовом стекле можно расширить диапазон перестройки до $\Delta\nu \sim 250 \text{ см}^{-1}$.

В заключение авторы выражают благодарность Ю.В.Коробкину за помощь в эксперименте и полезные обсуждения.

Московский институт радиотехники
электроники и автоматики

Физический институт им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
16 июня 1975 г.

Литература

- [1] J. M. McMahon. IEEE J. QE, 5, 489, 1969.
 - [2] В.Б.Марков, Т.Я.Марусий, М.С.Соскин, А.И.Хижняк. ЖЭТФ, 64, 1538, 1973.
 - [3] В.А.Бахорин, Ю.В.Коробкин, А.С.Маркин, А.В. Прохиндеев. Письма в ЖЭТФ, 19, 758, 1974.
-