

фракции. На рис. 2 приведен результат эксперимента по искусственному увеличению размеров голограммы в два раза. Как видно, увеличение размеров голограммы приводит не только к увеличению масштаба выводимого изображения, но и к повышению его качества.

В заключение можно отметить, что относительно небольшие затраты машинного времени (восстановление изображения 7 мин, вывод изображения 2 мин) и достаточно высокое качество изображения позволяют использовать ЭВМ для практического восстановления изображений в экспериментах по СВЧ-голографии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Гудмен. Введение в Фурье-оптику. М., «Мир», 1970.
2. А. В. Аврорин, Е. А. Копылов, В. В. Кузнецов, В. Н. Лазарков. Оптическое восстановление изображений по СВЧ-голограммам.— *Автометрия*, 1973, № 5.

Поступило в редакцию 24 августа 1973 г.

УДК 621.387.41

В. В. АНЦИФЕРОВ, К. Г. ФОЛИН

(Новосибирск)

### ВРЕМЕННОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЕКТРА РУБИНОВОГО ЛАЗЕРА СО СФЕРИЧЕСКИМИ ЗЕРКАЛАМИ В КВАЗИСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ

В квазистационарном режиме генерации рубинового лазера со сферическими зеркалами средняя частота излучения может как уменьшаться, так и увеличиваться в процессе генерации (рис. 1, а). Такое изменение частоты впервые наблюдалось нами в [1] и объяснялось конкуренцией двух факторов: теплового смещения центра линии усиления и перестройки собственных частот резонатора из-за возникновения тепловой линзы в активном стержне. В настоящей работе приводятся результаты исследований, показывающие, что существенную роль играет еще один фактор, обусловленный также неравномерным нагреванием по сечению стержня.

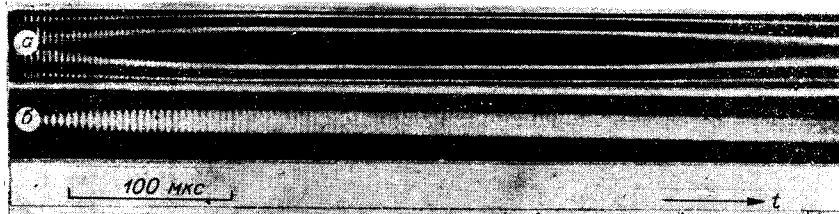


Рис. 1. Временные развертки спектра (а) и распределение интенсивности излучения в ближней зоне (б):

$R_1=R_2=50$  см,  $L_{\text{опт}}=60$  см, рубин  $\varnothing 12 \times 120$  мм<sup>2</sup>,  $E_{\text{п}}=3E_{\text{пор}}$ . Область дисперсии эталона Фабри-Перо  $0,5^{-1}$ .

Как хорошо видно из развертки распределения излучения в ближней зоне (см. рис. 1, б), имеет место постоянное увеличение сечения генерирующей области в начале и уменьшение в конце генерации. В [1] такого изменения не было замечено из-за случайного совпадения цели сверхскоростного фоторегистратора с плоскостью наиболее равномерной прокачки. При разнице нагревания в центре и на краях стержня такое изменение приводит к соответствующему смещению средней частоты генерации. Это согласуется со спектрограммой излучения, приведенной на рис. 1, а, за исключением рассмотренного в [1] небольшого участка в начале генерации, где имеют место сильные пульсации интенсивности.

Ясно, что чем больше поперечный индекс мод, для которых в процессе генерации выполняются пороговые условия, тем эффективнее действие этого фактора. То же самое можно сказать и в отношении второй причины увеличения частоты  $\nu_{mnq}$  — уменьшения фокусного расстояния тепловой линзы  $f$ . Из выражения для собственных частот резонатора с линзой [2] нетрудно получить скорость изменения частоты с температурой  $T$ :

$$\frac{d\nu_{mnq}}{dt} \approx \frac{m+n}{8f^3} \frac{df}{dT} [\text{см}^{-1}/\text{град}],$$

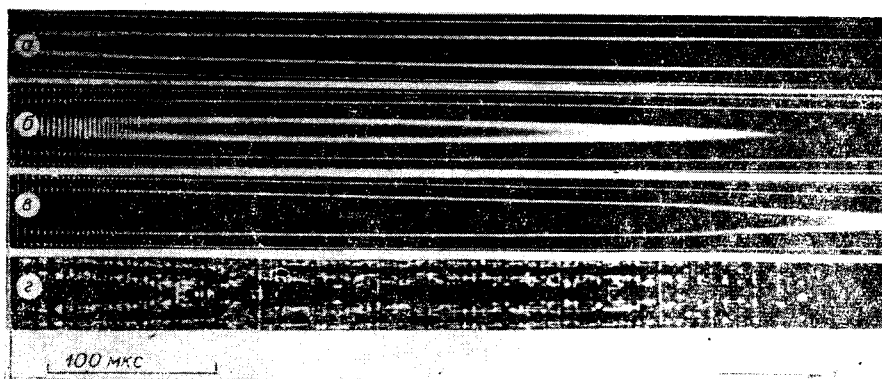


Рис. 2. Временные развертки спектра излучения с применением КФМ:  
 $R_1=R_2=100$  см,  $L_{\text{опт}}=60$  см, рубин  $\varnothing 12 \times 120$  мм<sup>2</sup>:  
 а — без диафрагм, б — в резонаторе две диафрагмы  $\varnothing 8$  мм, в —  $\varnothing 6$  мм, г —  $\varnothing 4$  мм. Область дисперсии эталона Фабри-Перо  $0,5$  см<sup>-1</sup>.

которая возрастает с ростом поперечных индексов мод  $m, n$ . Приведенное выражение позволяет произвести оценку, подтверждающую эффективность обсуждаемого фактора. При  $f \sim 100$  см и  $\frac{df}{dT} \approx 20$  см/град [3],  $m, n \approx 200$  получаем  $\frac{dv}{dT} \approx 0,1$  см<sup>-1</sup>/град, величину одного порядка со скоростью теплового дрейфа линии усиления ( $0,13$  см<sup>-1</sup>/град). Неравномерное нагревание активного стержня по сечению увеличивает эффективность действия этого механизма еще за счет «уплощения» [4] вершины кривой усиления для ТЕМ<sub>mnq</sub> мод. При этом в отличие от случая генерации ТЕМ<sub>00q</sub> мод в данном случае спектр сужается не до одной моды, а до величины, определяемой таким «уплощением» линии усиления, которое при разнице в нагревании в 2°С составляет  $0,26$  см<sup>-1</sup>. Это подтверждается еще следующим экспериментом. На рис. 2, а, б, в, г приведены временные развертки спектра выходного излучения, полученные при постепенном сокращении сечения генерирующей части стержня с помощью диафрагм. Без диафрагм при сечении стержня 12 мм увеличение частоты наблюдается в течение всей генерации (см. рис. 2, а), при введении диафрагм  $\varnothing 8$  мм — только в первой трети (см. рис. 2, б), где, по-видимому, наиболее эффективно действуют оба фактора. При  $\varnothing 6$  мм в течение всего импульса генерации превалирует действие теплового смещения центра линии усиления и частота уменьшается (см. рис. 2, в), но со скоростью, примерно вдвое меньшей скорости такого смещения. При дальнейшем уменьшении диаметра диафрагм до  $\varnothing 4$  мм (см. рис. 2, г) происходит срыв квазистационарного режима даже с применением метода компенсируемой фазовой модуляции КФМ, поскольку при таком сечении стержня возбуждается небольшое число мод низкого поперечного индекса и поперечная неоднородность инверсии не сглаживается. Такое изменение согласуется с предложенным в [5] объяснением причин сглаживания поперечной неоднородности инверсии методом КФМ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Анциферов, К. Г. Фолин, В. С. Пивцов, В. Д. Угожаев. Основные особенности свободной генерации ОКГ на рубине в сферическом резонаторе с электрооптическим сглаживанием пространственной неоднородности поля.— ЖТФ, 1971, т. 41, № 12.
2. H. Kogelnik. Imaging of Optikal Modes — Resonators With Internal Lenses.— Bell. Syst. Techn. J., 1965, v. 44, 455.
3. Б. А. Ермаков, А. В. Лукин. Энергетические параметры ОКГ периодического действия на рубине и его тепловой режим.— ЖТФ, 1970, т. 40, № 7.
4. В. В. Анциферов, Г. В. Кривошеков, К. Г. Фолин. Влияние неоднородности поля излучения в активном стержне на динамику ОКГ на рубине.— ЖЭТФ, 1969, т. 56, № 2.
5. К. Г. Фолин, В. В. Анциферов. Кинетика генерации, спектр и направленность излучения ОКГ на рубине с пространственно-однородной инверсной населенностью.— ЖЭТФ, 1968, т. 55, № 7.

Поступило в редакцию 4 апреля 1974 г.