

ЛАЗЕР НА $YAG : Nd^{3+}$ С ШИРИНОЙ СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ МЕНЕЕ 10^{-9} \AA

22

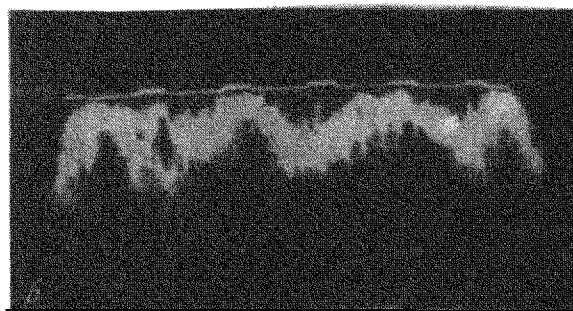
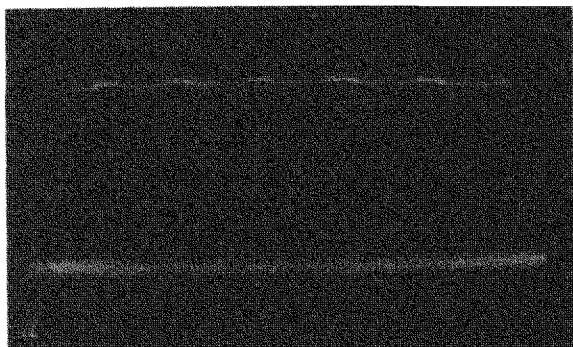
Г.Н.Винокуров, Н.М.Галактионова, В.Ф.Егорова, А.А.Мак

До настоящего времени минимальная ширина спектра излучения, полученная в твердотельных ОКГ, составляла $\sim 10^{-4} \text{ \AA}$ ($\sim 10^6 \text{ \AA}$) [1]. Получение высокомонокроматичного когерентного излучения в твердотельных лазерах ограничивается как числом возбуждаемых мод, так и пиковостью излучения каждой моды. Если выделение в генерации одной моды не вызывает особых трудностей (см., например, [2]), то вопрос о пиковости излучения твердотельного лазера, который относится к числу фундаментальных проблем физики твердотельных лазеров, до последнего времени удовлетворительно не решался. При пиковом характере излучения ширина моды $\Delta\nu$, представляющая собой предельную ширину спектра генерации, определяется соотношением $\Delta\nu \Delta t \sim 1$, где Δt — длительность пика, и составляет от 1 до 100 нс в зависимости от длительности пика. В данной работе получен беспиковый режим генерации на одной моде TEM_{000} лазера на основе $YAG : Nd^{3+}$. При этом общая ширина спектра излучения генерации составила менее 50 нс ($\sim 10^{-9} \text{ \AA}$).

Кристалл диаметром 3 мм и длиной 50 мм с плоскими торцами помещался в резонатор, образованный плоскими зеркалами с диэлектрическими покрытиями. Пропускание зеркал — 0,5 и 2%. Длина резонатора 250 мм. В качестве источника накачки использовалась иодная лампа накаливания, питаемая постоянным током, колебания интенсивности накачки не превосходили 0,5%. Большое внимание уделялось устранению механических вибраций, связанных, главным образом, с системой охлаждения кристалла водопроводной водой.

В качестве селектора аксиальных типов колебаний применялась плоскопараллельная стеклянная пластинка без покрытий толщиной 2,5 мм введенная в резонатор со стороны полупрозрачного зеркала под углом $\sim 2^\circ$ нему. Выделение моды TEM_{000} обеспечивалось выбранными диаметром и длиной резонатора. Исследовались пространственные, временные и спектральные характеристики излучения, кроме того регистрировались спектры низкочастотных и высокочастотных биений.

На рисунке *а, б*, приведены фотографии осциллограмм (осциллограф С1-19, экспозиция $1/30$ сек) излучения лазера, работающего в стационарном и пиковом режимах генерации соответственно. Контроль модового состава излучения проводился по дальней – и ближнепольной картине, а также по спектру излучения, исследованному с помощью эталона Фабри–Перо в сочетании с электронно-оптическим преобразователем.



Осциллограммы излучения лазера *а* – в стационарном и *б* – пиковом режимах. Метки 2 мсек

Беспиковое излучение генерации было получено как при наличии одного, так и нескольких аксиальных типов колебаний при условии обеспечения высокостабильной накачки и отсутствия вибраций элементов резонатора. В случае одномодового режима работы ширина спектра излучения, измеренная с помощью регистрации "нулевых" биений на спектроанализаторе

АСЧХ-1, составила менее $50 \text{ мк} (10^{-9} \text{ \AA})$. При этом контроль спектра биений в пределах от 50 до 200 мк показал их отсутствие.

Следует отметить, что в условиях стационарного режима генерации селекция аксиальных типов колебаний осуществляется значительно надежнее, чем при наличии пиков, и излучение в одномодовом режиме отличается высокой стабильностью. Таким образом устранение пиковости излучения твердотельных ОКГ позволяет получить чрезвычайно узкий спектр генерации.

Наиболее вероятным нам представляется следующий механизм образования пиков. Термический нагрев активной среды при оптической накачке, любые механические неустойчивости элементов резонатора приводят к изменению эффективной формы резонатора. При однородном по сечению изменении длины резонатора благодаря доплеровскому смещению частота излучения в каждой моде точно следит за смещающейся частотой резонатора. При неравномерном по сечению изменении оптической длины резонатора, что при неоднородном изменении температуры и любых механических деформациях имеет место практически всегда, вследствие дифракционного расплывания через каждую точку сечения резонатора проходит излучение с различными частотами, соответствующими доплеровскому смещению в разных точках сечения резонатора. Как показали предварительные расчеты на ЭВМ, такого рода немонохроматичность излучения приводит к пиковому режиму.

Таким образом, для устранения пиковости излучения необходимо исключить нестационарную, неравномерную по сечению деформацию резонатора.

Поступила в редакцию

1 сентября 1969 г.

Литература

- [1] А.А.Мак, Б.М.Седов. ЖТФ, 38, 2119, 1968.
- [2] А.Л.Микаэлян, Л.Н.Разумов, Н.А.Сахарова, Ю.Т.Турков. Письма в ЖЭТФ, 5, 148, 1967.
- [3] Н.М.Галактионова, В.Ф.Егорова, А.А.Мак. Опт. и спектр., 25, 305 1968.