

Степень изменения диаграммы направленности излучения при его усилении в ХеСl-лазерной системе

Н.Г.Иванов, В.Ф.Лосев, Ю.Н.Панченко

Измерена расходимость излучения при усилении пучка диаметром 1.5–150 мм. Показано, что при пространственно-неоднородном распределении интенсивности усиливаемого излучения вследствие его дифракции на диафрагме малого диаметра волновой фронт в активной среде существенно изменяется. Активная среда усилителя, возбуждаемая электронным пучком, позволяет без видимых искажений усиливать излучение с расходимостью ~ 10 мкрад. При транспортировке и усилении пучка диаметром более 75 мм основные искажения волнового фронта вызваны турбулентными потоками воздуха и аберрациями на оптических элементах.

Ключевые слова: широкоапертурный усилитель, задающий генератор, расходимость, волновой фронт, активная среда.

Формирование излучения с минимальной расходимостью является одной из наиболее важных задач квантовой электроники. Как известно, минимальная расходимость ограничена дифракцией излучения на апертурной диафрагме и пропорциональна отношению λ/D , где λ – длина волны излучения, D – диаметр диафрагмы. В этом отношении широкоапертурные эксимерные лазеры, являющиеся мощными источниками УФ излучения [1–3], имеют наибольшие перспективы. Однако на практике, особенно при большом диаметре лазерного пучка, всегда существуют трудности в получении его расходимости, близкой к дифракционной. Это связано с искажениями волнового фронта излучения в оптическом тракте и с влиянием усиленной спонтанной эмиссии.

В настоящей работе исследовались искажения волнового фронта и возможные причины их появления при усилении пучка ХеСl-лазера с расходимостью, близкой к дифракционному пределу.

1. Экспериментальная аппаратура и результаты экспериментов

В экспериментах использовалась лазерная система (рис.1), включающая в себя электроразрядный длинноимпульсный лазер и широкоапертурный усилитель, возбуждаемый двумя электронными пучками. Электроразрядный лазер с активным объемом размером $1 \times 3 \times 70$ см [4] одновременно играл роль задающего генератора (ЗГ) и предусилителя. С использованием плоскопараллельного резонатора его выходная энергия составляла 100 мДж при длительности импульса 150 нс (на полувысоте амплитуды). Первоначальное формирование излучения минимальной расходимости осуществлялось за счет установки в резонатор ЗГ двух диафрагм диаметром 1.4 мм. Широкоапертурный лазер имел активный объем размером $25 \times 25 \times 100$ см, в режиме свободной генерации

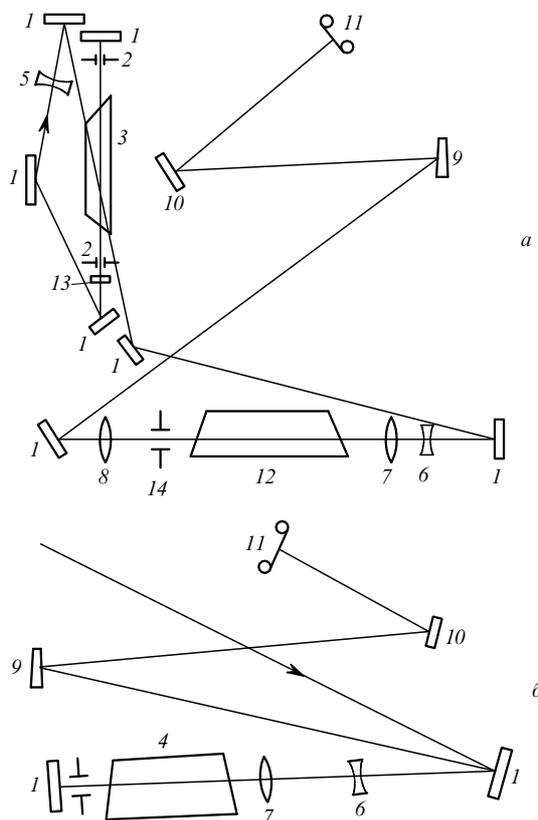


Рис.1. Оптические схемы эксперимента:

1 – зеркала полного отражения; 2 – диафрагма диаметром 1.4 мм; 3 – активная среда электроразрядного лазера; 4 – активная среда усилителя; 5–8 – линзы с $F = -80, -20, 150$ и 1000 см; 9 – кварцевый клин; 10 – зеркальный клин; 11 – фотопленка; 12 – активная среда широкоапертурного усилителя; 13 – полупрозрачное зеркало; 14 – диафрагма $\varnothing 35, 75, 150$ мм.

его энергия достигала 200 Дж [5]. Расходимость излучения в системе измерялась двумя способами: по энергии – с помощью калиброванных диафрагм, по интенсивности – с помощью зеркального клина-ослабителя.

Расчет дифракции излучения на диафрагме проводился путем вычисления интеграла Кирхгофа для равно-