

ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВЫЙ КrF- ЛАЗЕР С ЭНЕРГИЕЙ  
ИЗЛУЧЕНИЯ 14 ДЖ

В. М. Бучнев, А. Д. Клементов, П. Б. Сергеев

УДК 621.373.826.038.535

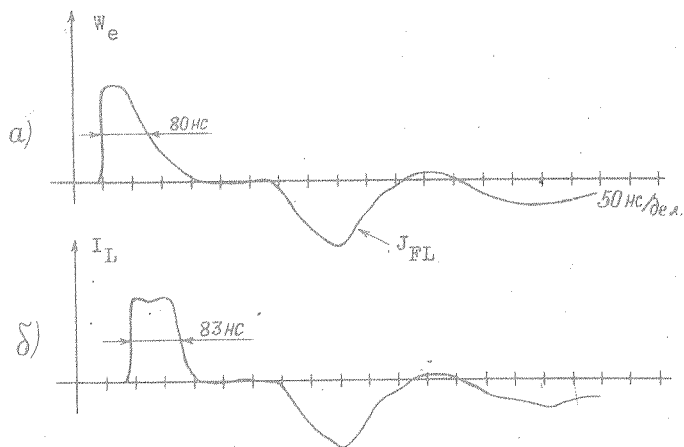
В работе проведено исследование зависимости выходной энергии электронно-пучкового КrF-лазера от прозрачности резонатора. Получена максимальная лазерная энергия 14 Дж при КПД 9% с активного объема 0,45 л. Определены основные параметры активной среды при давлении газовой смеси 3 атм.

Важным моментом в изучении каждого лазера является определение максимальных значений его основных энергетических параметров и выявление причин их ограничивающих. Это относится и к эксимерному электронно-пучковому лазеру на КrF<sup>+</sup>, результаты исследования которого приводятся в данной работе.

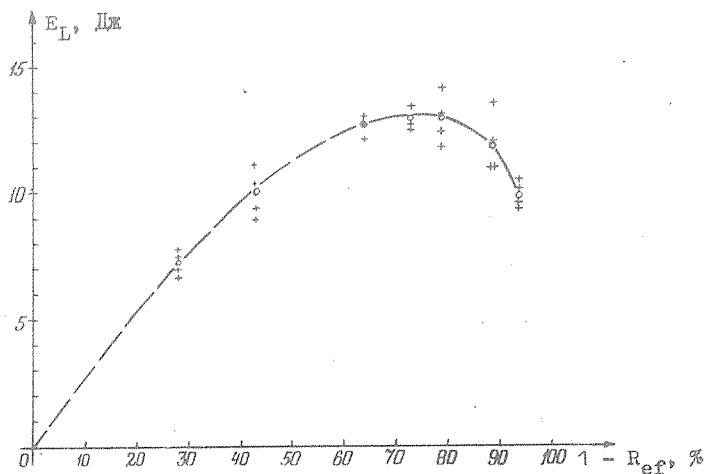
Эксперименты проводились на установке ЭЛ-1, описанной в /1/. Электронный пучок обеспечивал удельную мощность возбуждения рабочей газовой смеси  $\sim 1,3$  ГВт/л.атм. Газовая смесь состояла из F<sub>2</sub>, Кr, Ar с соотношением парциальных давлений 1/30/380 соответственно. Полное давление составляло 3 атм. Длительность импульса мощности электронного пучка на полувысоте была  $\sim 80$  нс, рис. 1 а.

Резонатор лазера был образован двумя одинаковыми плоскими зеркалами, которые устанавливались непосредственно на лазерную камеру. Расстояние между зеркалами - 35 см. Объем активной области - 0,45 л при длине  $L = 23$  см и световом диаметре 5 см. Хорошая лучевая прочность используемых зеркал /2/ позволила провести оптимизацию резонатора в диапазоне изменений коэффициента отражения R от 25 до 85%.

На рис. 2 представлена зависимость полной выходной лазер-



Р и с. 1. Осциллограммы импульсов мощности электронного пучка (а) и лазерного излучения (б);  $J_{FL}$  - сигнал импульса тока электронного пучка, задержанный относительно импульсов мощности



Р и с. 2. Зависимость выходной лазерной энергии от прозрачности резонатора

ной энергии за импульс от прозрачности резонатора  $T = 1 - R_{ef}$ , где  $R_{ef} = R^2$ . На оптимальном резонаторе была получена максимальная лазерная энергия 14,1 Дж при длительности импульса мощности лазерного излучения  $\sim 80$  нс, рис. 1 б. Эффективность лазера, определяемая как отношение лазерной энергии к энергии, введенной в активную область, составила  $(9 \pm 1,5)\%$ . Удельный энергосъем при этом достиг 31 Дж/л или 10 Дж/л·атм.

Полученные значения эффективности и энергосъема близки к результатам работы /4/.

Прямоугольность формы импульса мощности лазерного излучения и слабая зависимость его длительности от прозрачности резонатора позволила применить для обработки полученной зависимости  $E_x(T)$  стационарную теорию генерации. Согласно /3/ параметры оптимального резонатора и его эффективность  $\eta_{po}$  следующим образом связаны с коэффициентами усиления  $K$  и поглощения  $\alpha$  активной среды:

$$\ln R_0^{-2} = 2\alpha L(\sqrt{K/\alpha} - 1), \quad (1)$$

$$\eta_{po} = (1 - \sqrt{\alpha/K})^2. \quad (2)$$

Из этих выражений, зная длину активной области  $L$ ,  $R_0^2$ , а также эффективность резонатора  $\eta_{po}$ , можно получить значения  $K$  и  $\alpha$ . Для КгГ-лазера эффективность резонатора  $\eta_p$  есть отношение полной лазерной эффективности к эффективности формирования верхнего лазерного уровня  $\epsilon / 1/$ , которая была принята равной 0,2. С учетом поглощения в пассивных областях резонатора из выражений (1)-(2) были получены следующие значения  $K$  и  $\alpha$ :  $K = 0,15 \text{ см}^{-1}$ ,  $\alpha = 0,014 \text{ см}^{-1}$ . Знание коэффициента усиления  $K$  позволяет на основе выражения (3) /1/ получить значение интенсивности насыщения лазерного излучения  $I_s$ , которое составило:  $I_s = 5,3 \text{ МВт/см}^2$ . Оценка ошибок определения значений  $K$ ,  $\alpha$  и  $I_s$  показывает, что они не превышают 20% и, в основном, обуславливается ошибкой определения величины удельного энерговыклада в рабочую газовую смесь, который определяется путем пересчета экспериментально полученных значений энерговыклада в титановые фольги различной толщины.

Полученные значения удельного энергосъема и эффективности при давлении газовой смеси 3 атм впервые подтверждают уникальные результаты /4/, но при другом режиме возбуждения, что, наряду со знанием величин  $K$ ,  $\alpha$  и  $I_s$ , дает более полное представление о возможностях электронно-пучковых КгF-лазеров.

Поступила в редакцию  
28 июня 1982 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. В. М. Бучнев, А. Д. Клементов, П. Б. Сергеев, Квантовая электроника, 8, 1235 (1981).
2. В. А. Данилычев и др.; Квантовая электроника, 5, 2027 (1978).
3. Ю. А. Ананьев, Оптические резонаторы и проблема расходимости лазерного излучения, "Наука", М., 1979 г.
4. C. C. Tisone, E. L. Patterson, J. K. Rice, Appl. Phys. Letts., 35, 437 (1979).