

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



ИМПУЛЬСНО-ПЕРИОДИЧЕСКИЙ  $\text{CO}_2$  ЛАЗЕР ИПЛ-1/ЕрФИ

М. А. Акопов, А. С. Овсепян, Б. В. Петросян, М. Л. Петросян

В работе приводится описание импульсно-периодического  $\text{CO}_2$  лазера, разработанного в Ереванском физическом институте. Лазер поперечного разряда и с быстрой циркуляцией активного газа. Приводятся результаты исследования частотно-энергетических характеристик лазера. Результаты исследования показывают, что данный лазер может работать при частоте повторения до 100 Гц с энергией в импульсе 0,9 Дж. При длительности импульса 0,1 мксек получена интенсивность мощности излучения  $10^8 \text{ Вт/см}^2$ . Лазер может быть использован для исследовательских целей и в технике.

Ереванский физический институт

ИМПУЛЬСНО-ПЕРИОДИЧЕСКИЙ  $\text{CO}_2$  ЛАЗЕР ИПЛ-1/ЕрФИ

М. А. Акопов, А. С. Овсепян, Б. В. Петросян,  
М. Л. Петросян

ՊԱՐԲԵՐԱՎԱՆ ԻՍՊՈՒՆՈՎ CO<sub>2</sub> ԼԱԶԵՐ ИМПЛ-1/ЕрФИ

Մ. Ա. Ակոպով, Ա. Ս. Հովսեփյան, Բ. Վ. Պետրոսյան,  
Ս. Լ. Պետրոսյան

Աշխատանքում բերված է Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտում ստեղծված պարբերական իմպուլսներով աշխատող լազերի նկարագրությունը: Լազերը լայնակի պարպման է և ունի ակտիվ գազի շրջանառության մեծ արագություն: Բերված է լազերի հաճախային և էներգետիկ բնութագրերի ուսումնասիրության արդյունքները: Զափումները ցույց են տալիս, որ տվյալ լազերը կարող է աշխատել մինչև 100 հց հաճախականությամբ - 0,9 Ջ իմպուլսային էներգիայով ժամպուլսի 0,1 մկվրկ տևողության դեպքում ստացվում է 10<sup>8</sup> վտ/սմ<sup>2</sup> հզորության ինտենսիվություն: Լազերը կարող է օգտագործվել գիտական ուսումնասիրությունների համար և տեխնիկայում:

Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ

ИПЛ-1/ЕрФИ является первой моделью CO<sub>2</sub> лазера разработанного в Ереванском физическом институте. Этот лазер может быть использован в физических исследованиях требующих интенсивные источники инфракрасного излучения, в частности для исследования взаимодействия электромагнитной волны с элементарными частицами в разных структурах. Может быть использован также в исследованиях по лазерному разделению изотопов, в биологии, медицине, фотохимии и других областях.

Основные параметры лазера следующие:

длина волны излучения	10,6 мкм
длительность импульса излучения	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-6</sup> сек
энергия излучения в импульсе до	1 дж
размер пучка на выходе	φ 25 мм
рабочий газ	H <sub>2</sub> :CO <sub>2</sub> :N = 3 : 2 : 1
давление газа	0,1 - 0,4 атм
сеть	3 x 380 В, 5 А
размеры:	
блок излучателя	1000 x 220 x 250см <sup>3</sup>
блок питания	500 x 700 x 800см <sup>3</sup>
вес	150 кг

ИПЛ-1/ЕрФИ по типу представляет из себя ТЕА лазер с ультрафиолетовой предионизацией. Источниками ультрафиолетового излучения служат искровые разрядники, расположенные по всей длине лазера. Схема поперечного сечения лазера приведена на рис.1.

Основной разряд происходит между электродами 2 имеющими профиль близкий к профилю Чанга. Зазор между электродами 2,8 см. Искровые разрядники 3 расположены на расстоянии 9 см от оси

лазера, зазор искровых разрядников 7 см. Оптический резонатор лазера имеет плоское германиевое зеркало и медное сферическое зеркало с радиусом кривизны 3 м. Схема модуляторов для питания основного разряда и искровых источников приведена на рис.2. Модуляторы построены по схеме полного разряда накопительных емкостей с помощью тиратронов ТГИ1-25/2000. Развязка искровых источников осуществлена с помощью индуктивностей  $L_1$ .

Для подбора временной задержки модулятора основного разряда служит индуктивность  $L_2$ , которая подбирается экспериментально по интенсивности выходного излучения. Перекачка газа через разрядный промежуток осуществляется с помощью вентилятора 4. Особенностью данной конструкции является то, что двигатель вентилятора помещен в газовом объеме лазера. При рабочих давлениях газа 0,1-0,4 атм обычные двигатели с напряжением питания 380 В не работают из-за пробоев в газе. Поэтому двигатель переделан на напряжение питания 27В. Мощность двигателя 1 квт. Мощность расходуемая на создание газового потока 400Вт. После 3 часов непрерывной работы требуется частичное обновление газа в камере лазера, что соответствует расходу газа 10 литр/час.

Ниже приводятся основные результаты исследования параметров излучения лазера в зависимости от энергии накачки от давления газа и от скорости циркуляции газа.

Энергия накачки определяется напряжением и емкостью накопительного конденсатора  $C_1$  модулятора. Увеличение емкости с одной стороны приводит к увеличению энергии накачки с другой стороны к удлинению времени разряда и следовательно к возникновению пробоев в камере лазера. Кроме того увеличение энергии накачки приводит к нагреву газа, что является причиной уменьшения мощности излучения.

На рис.3 приведены результаты исследования мощности лазерного излучения в зависимости от накопительной емкости  $C_1$ . Из рисунка видно, что оптимальное значение  $C_1 = 0,15$  мкф для данной конструкции. При измерениях для каждого значения  $C_1$  частота запуска увеличивалась до появления пробоев в газе.

Измерялась зависимость энергии в импульсе излучения от давления газа. Как известно энергия в импульсе пропорциональна давлению, это хорошо видно из рис.4. Максимальное давление ограничивается пробоями в газовом объеме и определяется эффективностью предионизации. Частота запуска лазера зависит от скорости прокачки газа через разрядный промежуток лазера, и определяется частотой вращения вентилятора.

На рис.5 приведены результаты исследования частоты запуска лазера от частоты вращения вентилятора. Как видно из рисунка зависимость линейная и скорость прокачки газа в данной конструкции в основном определяется частотой вращения вентилятора.

На рис.6 приведена зависимость средней мощности лазера от частоты запуска. Линейность этой зависимости указывает на то, что энергия в импульсе в данном диапазоне частот не меняется.

На рис.7 приведена зависимость частоты запуска лазера от величины накопительной емкости  $C_1$ . Из результатов можно сделать вывод, что  $C_1 f = \text{const}$ , т.е. мощность накачки для данной конструкции является постоянной величиной и составляет 600 Вт. Так как объем разрядной области составляет 1 литр, то удельная мощность накачки для данного лазера составляет 600 Вт/литр. Это близко значениям мощности накачки известных лазеров с ультрафиолетовой предионизацией [1].

ИПЛ-1/ЕрФИ использовался в исследованиях по ускорению

заряженных частиц электромагнитной волной в ондуляторах [2]. В этих исследованиях лазер работал в режиме разового запуска. При давлении газа 0,4 атм энергия в импульсе составляла 1 дж. 90% энергии было сосредоточено в диапазоне длительности 0,1 мксек. При поперечном сечении пучка  $0,1 \text{ см}^2$  интенсивность пучка достигла  $10^8 \text{ Вт/см}^2$  при этом электрическое поле лазерной волны было  $2 \cdot 10^5 \text{ В/см}$ .

Были проведены работы по синтезу алмаза из графита [3]. В этих исследованиях лазер работал с частотой запуска 10 Гц. Полученные результаты подтверждают целесообразность продолжения исследования в этом направлении.

Были проведены предварительные исследования по применению лазера в технологических целях, в частности для скрайбирования стекла и для сверления дырок в стекле и в других твердых материалах.

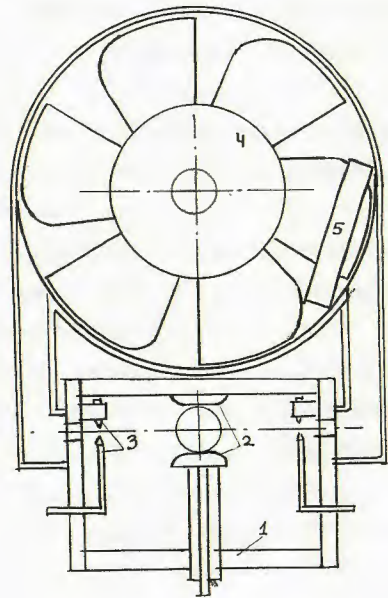


Рис. I

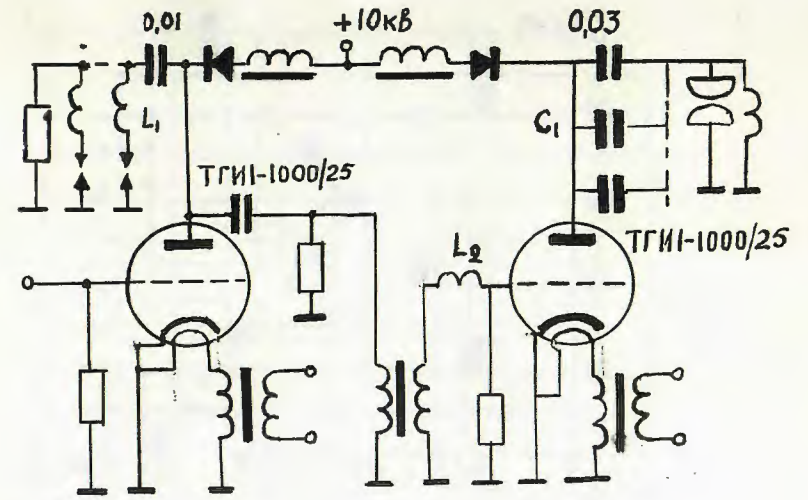


Рис. 2

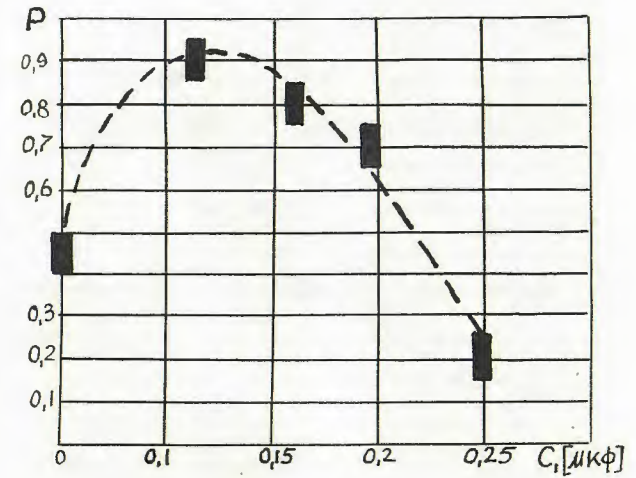


Рис. 3

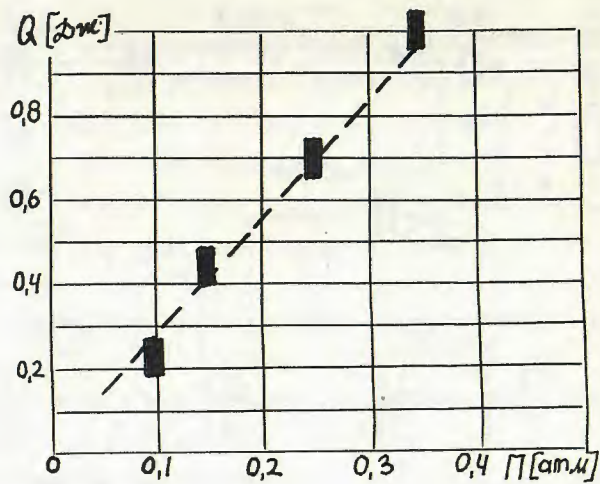


Рис. 4

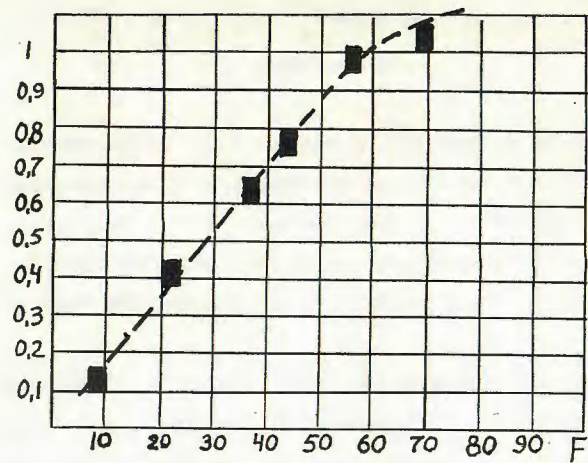


Рис. 6

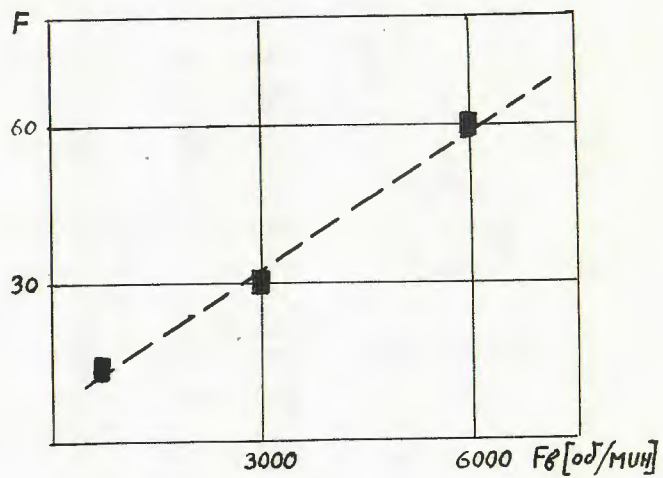


Рис. 5

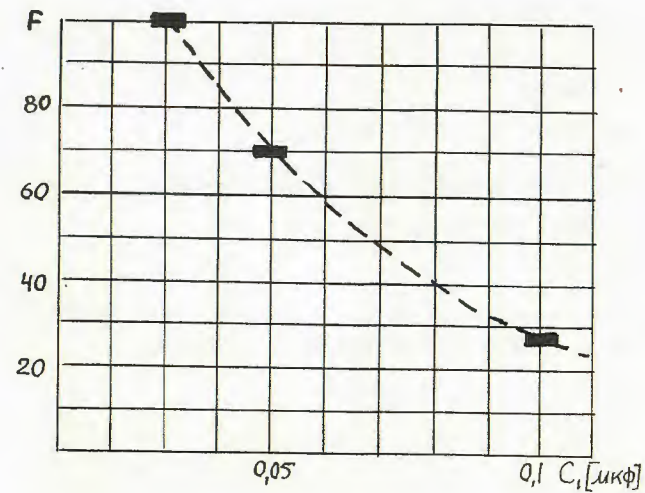


Рис. 7

## Литература

1. Технологические лазеры под редакцией Г.А. Абильспитова.
2. The study of interaction of electrons with an electromagnetic wave in an undulator. A. Ts. Amatuni, M. L. Petrosian, B.V., Petrosian, A. S. Hovsepian, R. Ts. Harutunian and L.V., Khachatryan. Review of scientific instruments. Vol. 60 N7 July 1989.
3. Исследование возможности синтеза алмаза с использованием излучения  $\text{CO}_2$  лазера. Амадуни А. Ц., Егикян Д. Л., Овсепян А. С., Оганесян Л. О., Петросян М. Л., Петросян Б. В. Препринт ЕрФИ 1425(12)-94.

Импульсно-периодический  $\text{CO}_2$  лазер ИПЛ-1/ЕрФИ

М. А. Акопов, А. С. Овсепян, Б. В. Петросян, М. Л. Петросян

(на русск. языке)

Технический редактор А. С. Абрамян

---

Подписано в печать 05.10.94    Формат 64x84/16

Офсетная печать Уч. изд. л. 0,5    Тираж 100

Зак. тип.    № 120

Индекс

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте

Ереван-36, ул. Братьев Алиханян 2.

PULSE PERIODIC  $\text{CO}_2$  LASER (ИПЛ-1/ЕрФИ)

M.A. Akopov, A.S. Hovsepian, B.V. Petrosian,

M.L. Petrosian

A pulse periodic  $\text{CO}_2$  laser developed at the Yerevan Physics Institute is described. It is a transverse discharge laser with fast circulation of the active gas. There are given the investigation results of frequency power characteristics of the laser. Investigation results show that the laser can operate at repetition frequency up to 100 Hz with  $\sim 0,9$  J pulse energy. The radiation intensity of  $10^8 \text{ W/cm}^2$  is received at  $0.1 \mu\text{s}$  pulse duration. The laser can be used for research and engineering purposes.

Yerevan Physics Institute