

УДК 621.373:826.038.823

ИМПУЛЬСНЫЙ ВОЛНОВОДНЫЙ CO_2 -ЛАЗЕР
С ПРОДОЛЬНЫМ РАЗРЯДОМ

В. С. АРАКЕЛЯН, К. А. АКОПОВА, Г. Р. БАРХУДАРЯН

Институт радиофизики и электроники АН АрмССР

(Поступила в редакцию 5 мая 1983 г.)

Экспериментально исследован компактный импульсный волноводный CO_2 -лазер с частотой повторения импульсов 250 Гц и короткими импульсами накачки. Приведены зависимости средней мощности излучения лазера от вложенной энергии и давления для разных составов рабочей смеси.

Интенсивно исследуемые в последние годы волноводные лазеры и особенно CO_2 -лазеры [1—7] перспективны из-за возможности создания на их основе малогабаритных генераторов с высокими значениями таких параметров, как плотность излучения, удельный энергопотребление, коэффициент усиления, большой диапазон перестройки частоты излучения. Высокие значения отмеченных параметров волноводных CO_2 -лазеров обусловлены малым диаметром разрядной трубки лазера и высоким давлением рабочей среды по сравнению с обычными газовыми лазерами.

В исследовании волноводных CO_2 -лазеров наряду с непрерывными лазерами [1, 2] особое место занимают импульсные волноводные лазеры с большой (вплоть до 40 кГц [3, 6]) частотой повторения импульсов и высокой скоростью прокачки рабочей смеси. В работах [3, 4] сообщается о получении генерации в волноводном режиме работы с поперечным разрядом и с высокой частотой повторения импульсов.

Характерными недостатками волноводных лазеров с поперечным разрядом являются невозможность получения высокой однородности разряда в волноводном канале и сложность конструкции. В связи с этим представляет интерес исследование импульсных волноводных лазеров с продольным разрядом. Увеличение рабочего напряжения в волноводном лазере с продольным разрядом по сравнению с лазерами с поперечным разрядом компенсируется однородностью разряда и простотой конструкции.

В настоящей работе приводятся результаты экспериментального исследования энергетических характеристик волноводного CO_2 -лазера с продольным импульсным разрядом и высокой частотой повторения импульсов. Исследование было проведено на лазере с разрядной трубкой из BeO (рис. 1) с внутренним диаметром 0,3 см и длиной 30 см. Резонатор состоял из глухого зеркала с алюминиевым покрытием и выходного германиевого зеркала без покрытия, оба имели радиус кривизны 60 см. Зеркала крепились на расстоянии 1 см от концов трубки к юстировочным устройствам. Катодом служил один из фланцев, анодом — бронзовое кольцо, плотно прилегающее к концу трубки. Источником накачки служил ге-

нератор высоковольтных импульсов на тиратроне ТГИИ-100/8 с трансформаторной связью с разрядным каналом лазера. Исследования проводились на четырех составах смеси CO_2 , N_2 , He с соотношениями компонентов соответственно 1:2:3, 5:3:12, 1:1:8, 1:1:4 в диапазоне давлений 20—60 мм. рт. ст.

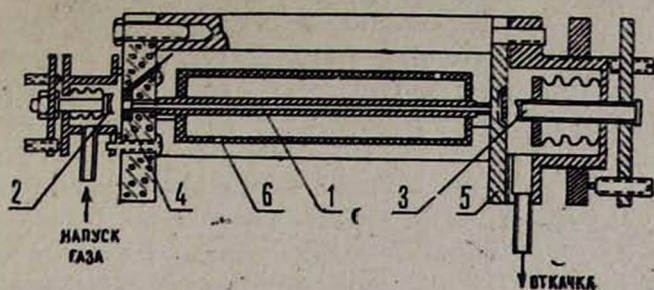


Рис. 1. Конструкция волноводного лазера: 1 — трубка из BeO ; 2 — глухое зеркало; 3 — выходное зеркало; 4 — анод; 5 — катод-фланец; 6 — рубашка охлаждения.

Давление измерялось на входе и выходе разрядной трубки образцовыми мановакуумметрами. Отсутствие заметной разницы давлений на концах разрядной трубки говорит о незначительной скорости прокачки рабочей смеси.

На рис. 2а и б представлены зависимости средней мощности генерации от давления активной среды для различных составов смеси и от энергии

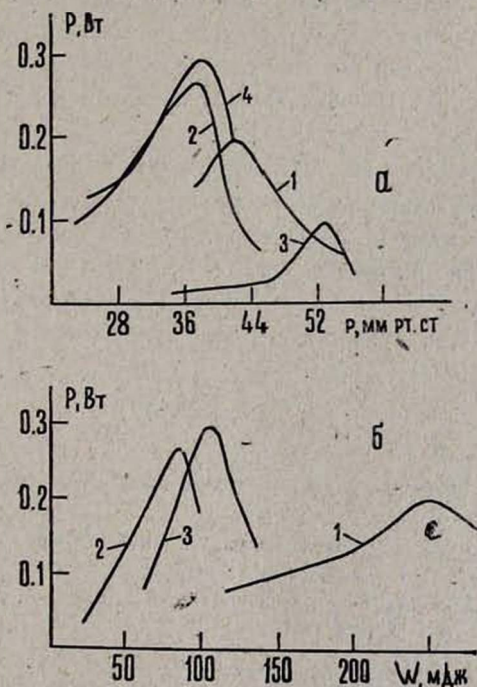


Рис. 2. а) Зависимость средней мощности излучения от давления рабочей смеси при соотношениях компонентов CO_2 : N_2 : He : 1—5:3:12; 2—1:2:3; 3—1:1:8; 4—1:1:4. б) Зависимость средней мощности излучения от вложенной энергии при соотношениях компонентов рабочей смеси CO_2 : N_2 : He : 1—5:3:12; 2—1:2:3; 3—1:1:4.

говклада. Оптимальной по средней выходной мощности оказалась смесь с соотношением компонентов $\text{CO}_2 : \text{N}_2 : \text{He}$ 1:1:4, максимальная средняя мощность регистрировалась при давлении 38 мм рт. ст. и составляла 0,3 Вт. Как видно из представленных зависимостей, с увеличением содержания гелия увеличивается давление, соответствующее оптимуму средней выходной мощности. Импульс излучения имеет пик длительностью $\sim 10^{-6}$ с и «хвост», длительность которого меняется с давлением рабочей смеси, слабо зависит от содержания гелия и сильно — от содержания азота. Короткий пик в начале импульса излучения обусловлен характеристиками накачки. Длительность тока накачки — порядка 10^{-6} с. Мощность лазера в импульсе достигала значения 100 Вт при частоте повторения импульсов 250 Гц. Импульсная мощность в одиночном режиме работы достигала 300 Вт. Эффективность лазера с учетом вложенной энергии для смеси 1:1:4 составила 1%, что совпадает с данными, полученными в волноводных лазерах с поперечным разрядом [3, 4]. Следует ожидать существенного увеличения КПД, выходной мощности и оптимального энергоуклада при уменьшении потерь в волноводе и повышении коэффициента отражения выходного зеркала до 86—90%. Измерения тока показали, что оптимум по средней выходной мощности получается при плотности тока порядка 7 А/см², что существенно превышает значение плотности тока в непрерывных волноводных лазерах (160 мА/см² [2]) и в 2 раза превышает значение, полученное в работе [5] (3 А/см², поперечный разряд с предыонизацией), где ограничением увеличения тока накачки служило появление дуги в разряде. Энергия в импульсе излучения при частоте повторения 250 Гц составила $1,2 \cdot 10^{-3}$ Дж, энергия с единицы объема — $0,6 \cdot 10^{-3}$ Дж/см³, что близко к параметрам лазеров с поперечным разрядом [4, 5] и в два раза превышает этот параметр в одиночном режиме работы.

Полученные результаты подтверждают перспективность создания и исследования волноводных CO_2 -лазеров с короткими ($\sim 10^{-6}$ с) длительностями тока накачки. Увеличение частоты повторения импульсов накачки, оптимизация коэффициента отражения выходного зеркала при большой скорости прокачки позволят существенно увеличить как среднюю выходную мощность излучения, так и импульсную.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьянц В. В., Кузяков Б. А., Синицын А. М. Квантовая электроника, 6, 759 (1979).
2. Shtrahata H., Fujitoko J. J. Appl. Phys., 47, 2627 (1976).
3. Smith P. W. et al. Opt. Comm., 16, 50 (1976).
4. Walker A. C., Rickwood K. R. J. Physics, E. Scient. Instr., 9, 432 (1976).
5. Löfving S. IEEE, QE—13, 379 (1977).
6. Антохов В. В. и др. Квантовая электроника, 8, 904 (1981).
7. Григорьянц В. В., Жаботинский М. Е., Кузяков Б. А. Квантовая электроника, 9, 1496 (1982).

Վ. Ս. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ, Կ. Ա. ԱԿՈՊՈՎԱ, Հ. Ռ. ԲԱՐԻՈՒԴԱՐՅԱՆ

Բերված են 250 Հց հաճախությամբ երկայնական իմպուլսային պարպումով աշխատող ալիքատարային CO_2 լազերի ճառագայթման միջին հզորության էքսպերիմենտալ հետազոտման արդյունքները, կախված ներդրված էներգիայի և բանվորական խառնուրդի ճնշումից $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}$ տարրեր բաղադրությունների համար: Ցույց է տրված իմպուլսային երկայնական պարպումով աշխատող էֆեկտիվ ալիքատարային CO_2 լազերների ստեղծման հնարավորությունը:

PULSED CO_2 WAVEGUIDE LASER WITH CONVENTIONAL DISCHARGE

V. S. ARAKELYAN, K. A. AKOPOVA, H. R. BARKHUDARYAN

The dependences of the average pulse power of a waveguide CO_2 laser with conventional discharge and high pulse repetition rate on the input energy and gas pressure are given for different mixture ratios of $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}$ gas.