

УДК 621.373.826

ЛАЗЕР НА ПАРАХ БРОМИДА МЕДИ С ЧАСТОТОЙ СЛЕДОВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ 400 кГцФ.А. Губарев^{1,2}, В.Ф. Федоров², Г.С. Евтушенко^{1,2}, В.Б. Суханов², С.С. Заикин¹¹Томский политехнический университет

E-mail: ime@tpu.ru

²Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

E-mail: qel@asd.iao.ru

Получена импульсная генерация в лазере на парах бромида меди малого активного объема с частотой следования импульсов 400 кГц. Повышение частоты генерации достигнуто за счет применения в схеме накачки модуляторной лампы с запуском от быстродействующего формирователя импульсов.

Важной особенностью лазеров на самоограниченных переходах в парах металлов является возможность работы при высоких частотах следования импульсов – десятки-сотни кГц [1, 2]. Максимальная частота повторения импульсов, достигнутая к настоящему времени, составляла 300 кГц и была реализована для лазера на парах бромида меди [3]. В последующих работах было показано, что оптимальные и максимальные частоты следования импульсов для лазеров на парах галогенидов металлов выше, чем для лазеров на парах чистых металлов. Модифицированным методом двоянных импульсов, например, показана принципиальная возможность достижения частот повторения импульсов свыше 500 кГц [4, 5].

В настоящей работе сообщается о достижении частоты следования импульсов генерации 400 кГц в лазере на парах бромида меди.

Схема накачки собрана на основе модуляторной лампы ГМИ-32Б (рис. 1). Величина рабочей емкости $C1$ составила 1100 пФ. Накачка активного объема осуществлялась в режиме частичного разряда рабочей емкости. Для запуска лампы разработан блок запуска (блок 2 на рис. 1), формирующий запускающий импульс длительностью 150...300 нс, амплитудой 700...1000 В, длительностью переднего фронта <50 нс. Блок собран на основе высокочастотных MOSFET-транзисторов. Частота следования импульсов задавалась с помощью стандартного генератора импульсов Г5-48. Регистрацию импульсов тока и напряжения производили с помощью датчиков тока Pearson Current Monitors 8450 и пробника напряжения Tektronix P6015A. Импульсы генерации контролировали также с использованием коаксиального фотоэлемента ФК-22. Регистрируемые датчиками сигналы подавались на осциллограф LeCroy WJ-324. Средняя мощность излучения контролировалась измерителем мощности Ophir 20C-SH. Амплитудные значения импульса генерации на рис. 2 пересчитаны исходя из средней измеренной мощности.

Для проведения экспериментов была изготовлена кварцевая газоразрядная трубка внутренним диаметром 0,5 см и активной длиной 24 см (рис. 3) с окнами, выполненными из оптического стекла (К-8). Электроды выполнены в виде кварцевых

стаканов, заполненных медной стружкой. Токовод к ним осуществляется посредством электродов от ламп ИФП 1200. Газоразрядная трубка заполнялась буферным газом неоном при давлении 8 кПа. Порошок бромида меди располагался в отдельном резервуаре с независимым нагревом. Добавки водорода (или HBr) в данных экспериментах не использовались, однако задержка импульса тока относительно приложенного напряжения на газоразрядной трубке ~30 нс указывает на присутствие неконтролируемого количества этих составляющих в активном объеме лазера (эксперименты с добавками будут проведены в дальнейшем).

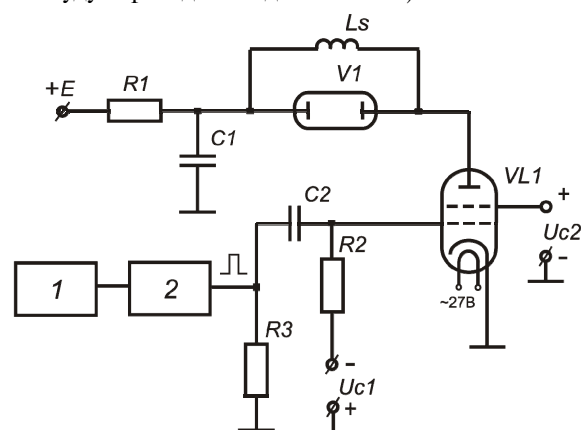


Рис. 1. Схема накачки лазера с высокой частотой повторения импульсов: 1) генератор импульсов; 2) формирователь; $V1$ – газоразрядная трубка; $VL1$ – модуляторная лампа; $Uc1, Uc2$ – источники сетевого напряжения смещения; $C1$ – рабочая емкость; $C2$ – разделительный конденсатор; $R1, R2$ – резисторы; Ls – шунтирующая индуктивность

На рис. 2 представлены осциллограммы импульсов напряжения, тока и генерации для частот 250 и 400 кГц при напряжении питания схемы накачки лазера 10 кВ. Как видно из осциллограмм, импульс генерации реализуется сразу после достижения максимума напряжения и соответствует максимуму вводимой энергии за импульс накачки. На рис. 2 представлен суммарный по обеим линиям импульс генерации. С увеличением частоты следования импульсов мощность генерации падает, причем на зеленой линии (510,6 нм) падение более значительно, чем на желтой линии (578,2 нм).

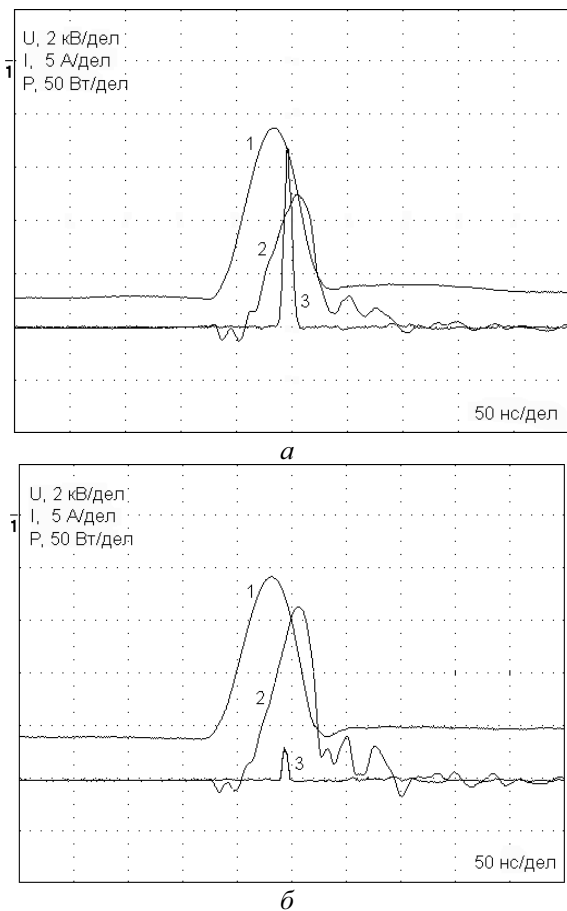


Рис. 2. Осциллограммы: 1) импульсов напряжения, 2) тока и 3) генерации. Частота следования импульсов: а) 250 кГц и б) 400 кГц

На предельной частоте 400 кГц генерация наблюдается неустойчиво, а разрядная трубка пере-

гревается. Необходимо уменьшать вводимую энергию в разряд за импульс, что можно осуществлять укорочением импульса накачки. Далее, в конструкции газоразрядной трубки (рис. 3) предусмотрен генератор HBr, добавки которого (как и водорода) должны приводить к ускорению процессов релаксации активной среды в межимпульсный период. Следовательно, это также приведет к увеличению оптимальных и максимальных частот повторения импульсов и средней мощности излучения [6].

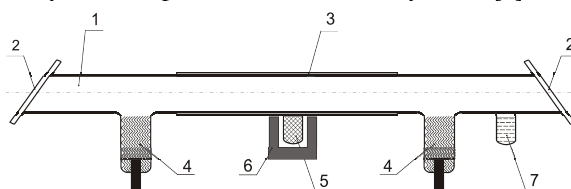


Рис. 3. Конструкция активного элемента: 1) кварцевая трубка; 2) выходные окна; 3) теплоизолятор; 4) электроды; 5) порошок бромида меди; 6) нагревательный элемент 7) генератор HBr

Таким образом, в работе впервые для лазеров на самоограниченных переходах в парах металлов получена частота повторения импульсов генерации 400 кГц. Дальнейшее продвижение в область более высоких частот повторения импульсов и повышение эффективности работы лазера связано с укорочением импульса накачки и использованием активных добавок (типа водорода, HBr). Перспективным для работы в области высоких частот следования импульсов накачки может оказаться емкостной способ возбуждения активной среды [7].

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации: проект: РНП.2.1.1.5450.

Работа доложена на VIII Международной конференции «Atomic and Molecular Pulsed lasers», Tomsk, 10–14 September, 2007.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солдатов А.Н., Соломонов В.И. Газоразрядные лазеры на самоограниченных переходах в парах металлов. — Новосибирск: Наука, 1985. — 152 с.
2. Little C.E. Metal Vapor Lasers: Physics, Engineering & Applications. — Chichester: UK, John Wiley & Sons Ltd., 1998. — 620 p.
3. Евтушенко Г.С., Петраш Г.Г., Суханов В.Б., Федоров В.Ф. CuBr-лазер с частотой повторения импульсов до 300 кГц // Квантовая электроника. — 1999. — Т. 28. — № 3. — С. 220–222.
4. Шиянов Д.В., Евтушенко Г.С., Суханов В.Б., Федоров В.Ф. Лазер на парах бромида меди с высокой частотой следования импульсов // Квантовая электроника. — 2002. — Т. 32. — № 8. — С. 680–682.
5. Евтушенко Г.С., Шиянов Д.В., Федоров В.Ф. Частотные характеристики CuBr-лазера // Оптика атмосферы и океана. — 2000. — Т. 13. — № 3. — С. 254–257.
6. Шиянов Д.В., Суханов В.Б., Евтушенко Г.С., Андриенко О.С. Экспериментальное исследование влияния добавок HBr на генерационные характеристики CuBr-лазера // Квантовая электроника. — 2004. — Т. 34. — № 7. — С. 625–629.
7. Суханов В.Б., Федоров В.Ф., Губарев Ф.А., Троицкий В.О., Евтушенко Г.С. Лазер на парах бромида меди, возбуждаемый емкостным разрядом // Квантовая электроника. — 2007. — Т. 37. — № 7. — С. 603–604.

Поступила 15.10.2007 г.