ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Т. 56, № 10/2 ФИЗИКА 2013

УДК 621.362; 621.383

Ю.П. ПОЛУНИН, А.Н. СОЛДАТОВ, Н.А. ЮДИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАЦИИ В ЛАЗЕРЕ НА ПАРАХ БАРИЯ ПРИ ЧАСТОТАХ СЛЕДОВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ ГЕНЕРАЦИИ ДО 320 кГц

Представлены результаты экспериментальных исследований лазера на самоограниченных переходах ($^1P_1$ – $^1D_2$ – λ = 1499 нм) бария при высоких частотах следования импульсов (ЧСИ) генерации. Достигнута рекордная ЧСИ генерации (– 320 кГц) лазера на парах бария. Исследования частотно-энергетических характеристик лазера на парах бария проводились в саморазогревном режиме работы лазера.

Ключевые слова: *лазер на парах металлов, лазер на самоограниченных переходах.*

Излучение лазеров на самоограниченных переходах атомов и ионов металлов (ЛПМ) перекрывает диапазон дискретных длин волн генерации от 0,31 до 6,45 мкм. ЛПМ работают в импульсно-периодическом режиме с ЧСИ генерации от единиц до десятков килогерц [1]. В целом ряде работ отмечалась возможность работы ЛПМ с ЧСИ генерации свыше 100 кГц. К настоящему времени максимальные ЧСИ генерации составляют: для лазера на парах меди – 230 кГц [2], на парах бромида меди – 700 кГц [3], на парах стронция – 830 кГц [4].

Исследования предельных ЧСИ генерации важны для понимания физических процессов, ограничивающих частотно-энергетические характеристики (ЧЭХ) излучения ЛПМ. Высокие ЧСИ генерации также необходимы для использования лазеров в различных применениях (для исследования быстропротекающих процессов, в системах записи информации, в зондировании параметров приземного слоя атмосферы, при разработке систем навигации и т.д.).

В лазере на парах бария достигнута к настоящему времени максимальная ЧСИ генерации 40 кГц [5–7]. Исследование методом сдвоенных импульсов показало возможность реализации ЧСИ генерации в лазере на парах бария свыше 100 кГц. Исследованная генерация на λ = 1499 нм (переход $^1P_1$ – $^1D_2$) в парах бария является наиболее привлекательной для ее использования в системах инструментальной лазерной навигации, поскольку излучение попадает в окно прозрачности атмосферы и безопасно для глаз [8].

В настоящей работе представлены результаты исследования ЧЭХ генерации (λ = 1499 нм) лазера на парах бария при ЧСИ > 100 кГц.

Экспериментальные исследования проводились с газоразрядной трубкой (ГРТ), газоразрядный канал которой изготовлен из BeO-керамики внутренним диаметром 0,8 см и длиной 18 см. Конструкция ГРТ была аналогична лазерной трубке на парах стронция, используемой в экспериментах по исследованию ЧЭХ генерации лазера на парах стронция [4]. Резонатор Ba-лазера состоял из двух плоскопараллельных зеркал. В качестве «глухого зеркала» резонатора использовалось зеркало с алюминиевым покрытием, и на рабочей длине волны генерации (λ = 1499 нм) коэффициент отражения составлял ~ 95 %. Выходное зеркало резонатора не имело зеркального покрытия. В качестве буферного газа использовался гелий и неон. Диапазон изменения емкости накопительного конденсатора составлял ~ 235–470 пФ, при изменении ЧСИ генерации от 140 до 320 кГц и напряжении на выпрямителе от 0,95 до 1,25 кВ. В качестве электрической схемы накачки использовалась схема прямого разряда накопительного конденсатора через коммутатор – таситрон ТГУ1-60/7. Таким образом, схема реализации импульсно-периодического разряда была близка к работам [2, 4], в которых получены рекордные ЧСИ генерации для лазеров на парах меди и стронция.

Экспериментальные исследования, проводимые в вышеуказанных условиях, позволили получить ЧСИ генерации – 320 кГц. При этом наблюдалось снижение средней мощности генерации *P* без изменения спектрального состава излучения с ростом ЧСИ возбуждения (рис. 1), а также при увеличении давления буферного газа (рис. 2). При давлении смеси буферных газов (He + Ne) в соотношении 1/3 средняя мощность генерации составляла 140 мВт, в то время как при давлении неона ~ 50 Торр, средняя мощность генерации достигала 280 мВт. Спектральные измерения показали, что во всем диапазоне изменения параметров накачки наблюдалась генерация на линии λ = = 1499 нм. Максимальная средняя мощность генерации 390 мВт была получена при использова-

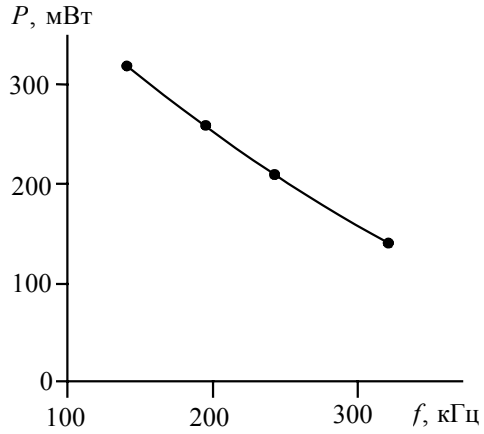

Рис. 1. Зависимость средней мощности генерации от частоты повторения импульсов возбуждения

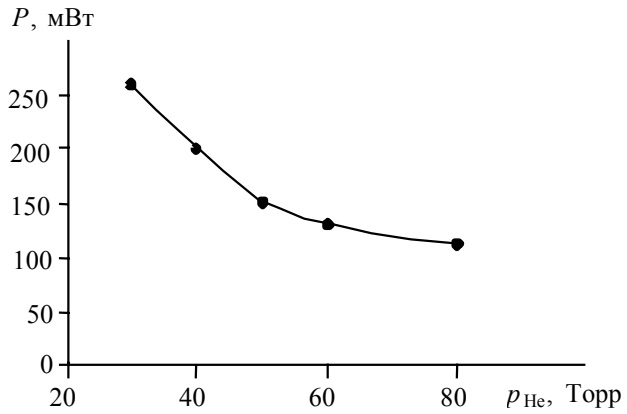

Рис. 2. Зависимость средней мощности генерации от давления буферного газа

нии в роли буферного газа гелия. Форма импульса генерации показана на рис. 3. Длительность импульса по полувысоте составляла ~ 15 нс, по основанию ~ 40 нс.

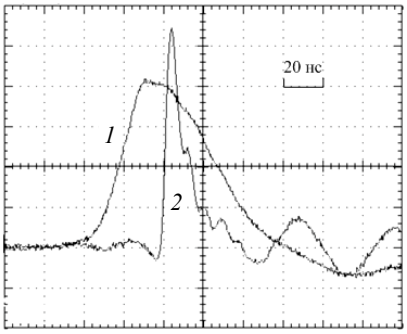

Рис. 3. Импульсы тока (кр. *1*) и генерации (кр. *2*) при частоте следования импульсов возбуждения ~ 140 кГц. Емкость накопительного конденсатора – 470 пФ. Давление газа – 40 Торр гелия + 10 Торр неона. Средняя мощность генерации – 130 мВт

Экспериментальные исследования показали, что в Ва-лазере реализуется энергосъем ~ 20 мВт/см^3, сравнимый с ранее полученным энергосъемом (30–40 мВт/см^3) в Sr-лазере с рабочим объемом активной среды 9 см^3, а частоты следования импульсов генерации могут достигать значений, превышающих 100 кГц. Впервые достигнута ЧСИ генерации 320 кГц в лазере на парах бария.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солдатов А.Н., Соломонов В.И. Газоразрядные лазеры на самоограниченных переходах в парах металлов. – Новосибирск: Наука, 1985. – 149 с.
2. Солдатов А.Н., Федоров В.Ф. // Изв. вузов. Физика. – 1983. – Т. 26. – № 9. – С. 80–84.
3. Евтушенко Г.С., Шиянов Д.В., Федоров В.Ф. // Оптика атмосферы и океана. – 2000. – Т. 13. – № 3. – С. 254–257.
4. Солдатов А.Н., Юдин Н.А., Васильева А.В. и др. // Квантовая электроника. – 2012. – Т. 42. – № 1. – С. 31–33.
5. Исаев А.А., Леммерман Г.Ю., Маркова С.В., Петраш Г.Г. // Лазеры на парах металлов и их галогенидов: Труды ФИАН. – 1987. – Т. 181. – С. 3–17.
6. Евтушенко Г.С., Шиянов Д.В., Губарев Ф.А. Лазеры на парах металлов с высокими частотами следования импульсов. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 276 с.
7. Бохан П.А. // Квантовая электроника. – 2011. – Т. 41. – № 2. – С. 110–114.
8. Ошлаков В.Г., Цвык Р.Ш., Солдатов А.Н., Илюшин Я.А. // Изв. вузов. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 10/2. – С. 84–93.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия
E-mail: general@tic.tsu.ru

Поступила в редакцию 09.10.13.

Солдатов Анатолий Николаевич, д.ф.-м.н., профессор, декан факультета инновационных технологий;
Полунин Юрий Петрович, ст. науч. сотр.;
Юдин Николай Александрович, д.т.н., профессор.