

радиальной модели включают зависимости, как от времени, так и от радиуса газоразрядной трубки (ГРТ). Подробное описание модели представлено в работе [X].

На основе разработанной модели были получены пространственно-временные зависимости коэффициентов усиления активной среды на парах меди. Пример результатов моделирования для ГРТ с диаметром 2 см и длиной активной зоны 50 см, работающей при частоте следования импульсов накачки 10 кГц, приведен на рис. 1. Представленные зависимости свидетельствуют, что в начале импульса накачки формируется достаточно равномерный радиальный профиль усиления, который изменяется во времени (время на графике отсчитывается от начала импульса накачки). Модельными расчетами показано, что изменением параметров разряда можно существенно улучшить радиальный профиль усиления, а также увеличить коэффициент усиления и длительность инверсии.

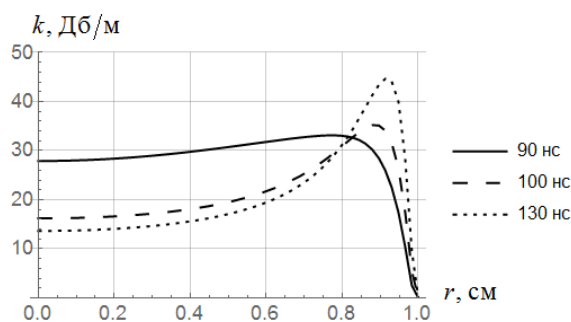


Рис. 1. Пространственно-временные диаграмма радиального профиля усиления активной среды на парах меди

Таким образом, разработанная пространственно-временная модель позволяет проводить оценку радиального профиля усиления активной среды, в том числе и его изменение во времени существования инверсии. При этом модель является достаточно подробной, что позволит выявить процессы, определяющие радиальный профиль усиления. В дальнейшем планируется проведение подробных теоретических исследований усилительных характеристик с целью выявления оптимальных режимов работы с точки зрения применения таких сред в активных оптических системах.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 14-19-00175.

Список литературы:

- [1] Evtushenko G.S., Trigub M.V., Gubarev F.A., Evtushenko T.G., Torgaev S.N., Shiyarov D.V. // *Review of Scientific Instruments*. 2014. Vol. 85. Issue 3. Article number 033111. p. 1-5.
- [2] Gubarev F.A., Trigub M.V., Troitsky V.O., Sukhanov V.B. // *Optics Communications*. 2011. Vol. 284. Issue 10-11. p. 2565-2568.
- [3] Gubarev F.A., Li L., Klenovsky M.S., Shiyarov D.V. // *Applied Physics B*. 2016. Vol. 122. №. 11. Article number 284. p. 1-7.
- [4] 15. Evtushenko G.S., Torgaev S.N., Trigub M.V., Shiyarov D.V., Evtushenko T.G., Kulagin A.E. // *Optics Communications*. 2017. Vol. 383. p. 148-152.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ЯРКОСТИ НА ПАРАХ БРОМИДА МЕДИ

Мусоров Илья Сергеевич¹, Торгаев Станислав Николаевич^{1,2,3}

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Национальный исследовательский Томский государственный университет

³Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН

Евтушенко Геннадий Сергеевич, д.т.н., профессор

E-mail musorov@yandex.ru

Оптические методы визуального контроля находят широкое применение в различных областях науки и техники. Одним из методов такого контроля являются активные оптические системы на основе усилителей яркости на парах металлов, в частности на парах бромида меди [X]. Временное разрешение таких систем определяется частотой следования импульсов излучения (усиления) активной среды. На сегодняшний день максимальная частота следования импульсов излучения активных сред на парах бромида меди составляет 700 кГц [X]. Однако такая частота следования была получена для газоразрядной трубки (ГРТ) малого диаметра,

работающей в режиме генератора (лазера), что недопустимо с точки зрения применения ее в качестве усилителя яркости. Также в ходе экспериментальных и теоретических исследований было показано, что повышение частот следования импульсов излучения возможно при реализации накачки в режиме пониженного энерговыклада в разряд [X].

Данная работа посвящена разработке высокочастотного источника накачки усилителя яркости на парах бромида меди, обеспечивающего режим пониженного энерговыклада в разряд. Понижение вводимой мощности в источнике достигается за счет уменьшения длительности импульса накачки. Так, по полувысоте длительность выходного импульса не превышает 60 нс, при частоте следования импульсов до 1.1 МГц. Источник накачки основан на базе модуляторной лампы ГМИ-27Б включенной по схеме с общей сеткой, что позволяет снизить паразитные эффекты при переключении. Система управления построена с использованием многозарядного микроконтроллера STM32F407 и обеспечивает плавную регулировку частоты и длительности выходных импульсов.

С использованием разработанного источника накачки были выполнены тестовые эксперименты работы активной среды на парах бромида меди. При этом активная среда работала в режиме генератора (при наличии резонатора). Экспериментальные диаграммы на различных частотах представлены на рис. 1.

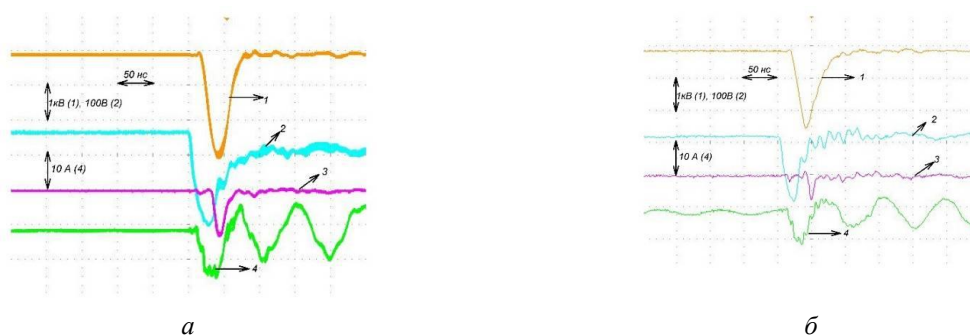


Рис. 1. Осциллограммы напряжения на аноде модуляторной лампы (1), напряжения на транзисторе (2) импульса излучения усилителя яркости (3) и тока через ГРТ (4) при частотах следования импульсов накачки: а – 200 кГц; б – 420 кГц.

Экспериментальные осциллограммы показывают, что использование разработанного источника позволяет обеспечить работу усилителя яркости с высокой частотой следования импульсов излучения в режиме пониженного энерговыклада в разряд. В частности, длительность импульса накачки (по полувысоте) не превышает 50 нс, при сравнительно малой амплитуде тока через ГРТ – не более 15 А. В ходе проведения экспериментов было получено излучение активной среды на парах бромида меди при работе в режиме сверхсветимости на частоте 200 кГц.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 14-19-00175.

Список публикаций:

- [1] Evtushenko G.S., Trigub M.V., Gubarev F.A., Evtushenko T.G., Torgaev S.N., Shiyarov D.V. // *Review of Scientific Instruments*. 2014. Vol. 85. Issue 3. Article number 033111. p. 1-5.
- [2] Nekhoroshev V.O., Fedorov V.F., Evtushenko G.S., Torgaev S.N. Copper bromide vapour laser with a pulse repetition rate up to 700 kHz // *Quantum Electronics*. - 2012 - Vol. 42 - №. 10 - p. 877-879.
- [3] Boichenko A.M., Evtushenko G.S., Nekhoroshev V.O., Shiyarov D.V., Torgaev S.N. CuBr-Ne-HBr laser with a high repetition frequency of the lasing pulses at a reduced energy deposition in the discharge // *Physics of Wave Phenomena*. - 2015 - Vol. 23. - Issue 1. - p. 1-13.
- [4] 15. Evtushenko G.S., Torgaev S.N., Trigub M.V., Shiyarov D.V., Evtushenko T.G., Kulagin A.E. // *Optics Communications*. 2017. Vol. 383. p. 148-152.

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ ПРОГНОЗНЫЙ КОНТРОЛЬ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

Московская Юлия Марковна
 Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"
 ЭНПО "Специализированные электронные системы"
 НПК "Технологический центр"