

УДК 537.52

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО ГЕНЕРАТОРА МЕТАСТАБИЛЬНЫХ АТОМОВ АРГОНА

© Путивцева О.С.¹, Курамшин Р.А.^{1,2}, Торбин А.П.^{1,2}, Михеев П.А.^{1,2}¹ Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация² Самарский филиал Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (СФ ФИАН), г. Самара, Российская Федерация

e-mail: putivtsevaol@yandex.ru

В настоящее время актуален поиск принципов построения новых мощных лазерных систем, которые сочетали бы в себе высокую эффективность, масштабируемость и дифракционное качество излучения. За последнее десятилетие были разработаны диодные лазеры с мощностью излучения более 10 кВт, однако качество их излучения заметно хуже дифракционного. Известно, что уже созданы различные типы твердотельных лазеров, которые эффективно преобразуют излучение от мощных диодных матриц. Однако ограничения, связанные с мощностью излучения твердотельных активных сред, препятствуют созданию компактных мощных лазеров. Лучевая прочность газовых сред значительно выше, поэтому создание газовой активной среды с использованием диодных лазеров в небольших объемах позволило бы реализовать компактный мощный непрерывный лазер с качеством излучения, близким к дифракционному. Одной из наиболее перспективных лазерных систем, которая суммирует и преобразует излучение лазерных диодов в мощное высококачественное излучение, на сегодняшний день является лазер на основе метастабильных атомов инертного газа с оптической накачкой (ЛОНИГ) [1; 2]. Для работы этого лазера необходима наработка метастабильных атомов тяжелых инертных газов в концентрациях 10^{13} см^{-3} . Такие высокие концентрации на данный момент достигаются только в плазме высоковольтного импульсно-периодического разряда.

Целью данной работы являлось изучение электрических свойств импульсно-периодического разряда, используемого в качестве источника метастабильных атомов аргона Ar^* , при разных давлениях.

В работе импульсно-периодический разряд (ИПР) зажигался в смеси Ar/He между (1 % Ar) парой титановых электродов с размерами $40 \times 2 \text{ мм}$, межэлектродное расстояние составляло 3 мм. Электроды размещались внутри камеры объемом 0,5, откачиваемой безмасляным спиральным насосом. Для поддержания ИПР применялся

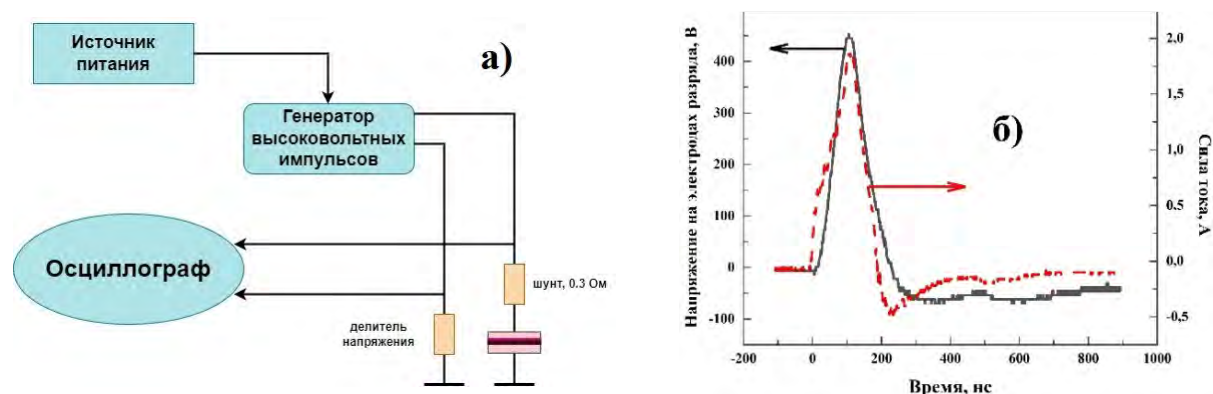


Рисунок 1 – а) Блок-схема питания разряда; б) типичные сигналы напряжения на электродах и тока, проходящего через разряд, при давлении в камере $P=259 \text{ Торр}$

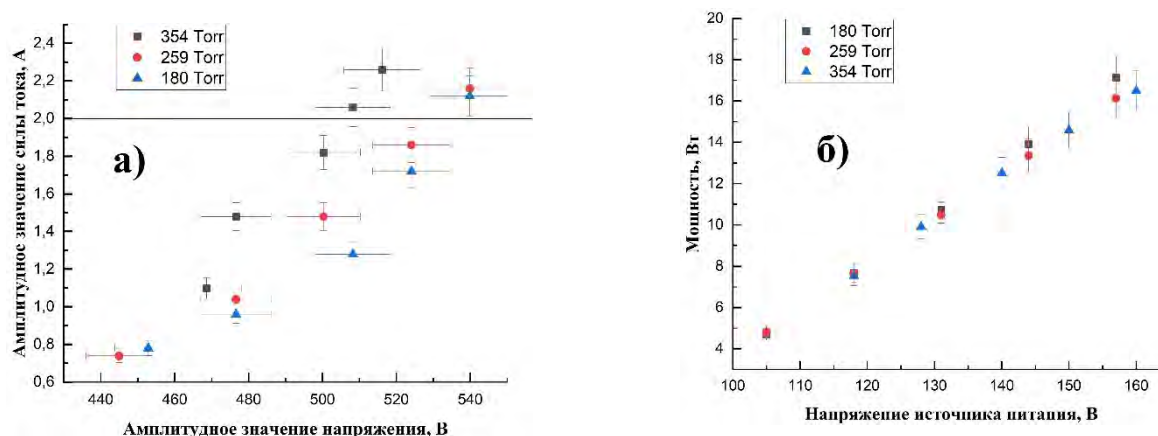


Рисунок 2 – Для трех давлений в камере: а) вольт-амперная характеристика разряда; б) зависимость мощности разряда от напряжения на источнике питания

генератор высоковольтных импульсов длительностью 80 нс с частотой 200 кГц. Измерения значений напряжения на электродах и силы тока, проходящей через разряд, определялись с помощью делителя напряжения с коэффициентом деления 475 и шунта, представляющего собой сопротивление величиной 0.3 Ом соответственно. Блок-схема системы питания и средств регистрации сигналов тока и напряжения показана на рисунке 1(а). Типичные сигналы тока и напряжения, регистрируемые в ходе работ, приведены на рисунке 1(б).

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) разряда строилась как зависимость амплитудных значений силы тока от амплитудных значений напряжения на электродах. Полученные ВАХ для трех значений давлений в камере представлены на рисунке 2(а). Можно заметить, что скорость нарастания амплитудного тока от напряжения увеличивается с ростом давления в разрядной камере, что соответствует общим представлениям о физике тлеющего разряда. Согласно проведенным теоретическим исследованиям, для эффективной лазерной генерации ЛОНИГ необходимы концентрации метастабильных атомов в активной среде на уровне 10^{13} см^{-3} . Данная концентрация достигается при создании плотности тока в разряде 2.6 А см^{-2} [3]. Согласно полученным в нашей работе результатам, во всем диапазоне рабочих давлений достигается величина тока $>2 \text{ А}$ при площади электродов 0.8 см^2 , что указывает на эффективную наработку метастабильных атомов аргона. Следовательно, данный разряд может быть использован в качестве активной среды для ЛОНИГ в потенциальных экспериментах с лазерной генерацией.

На рисунке 2(б) показаны полученные зависимости средней мощности разряда от напряжения на источнике питания для трех давлений в разрядной камере. Средняя мощность разряда определялась как произведение энергии, вкладываемой в разряд за один импульс, на частоту разряда 200 кГц. Из рисунка видно, что вкладываемая мощность не зависит от давления газа при постоянном напряжении источника питания.

Библиографический список

1. Mikheyev P. A. Optically pumped rare-gas lasers // Quantum Electronics. 2015. V. 45, № 8. С. 704.
2. Lei P. et al. Demonstration of transversely pumped Ar* laser with continuous-wave diode stack and repetitively pulsed discharge // Optics Communications. 2022. T. 513. С. 128116.
3. Demyanov A. V., Kochetov I. V., Mikheyev P. A. Kinetic study of a cw optically pumped laser with metastable rare gas atoms produced in an electric discharge // Journal of Physics D: Applied Physics. 2013. V. 46, № 37. С. 375202.