Исследование механизмов влияния предионизации на эффективность газоразрядных рентгеновских лазеров [[1]](#footnote-1)\*)

С.И. Елисеев1, М.В. Тимшина2,3, А.А. Самохвалов4, Й.-П. Жао5, В.А. Бурцев2,3

1Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет,  
 Санкт-Петербург, 198504  
2ФТИ им. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, 194021  
3ООО «Лаборатория им. В. А. Бурцева», Санкт-Петербург, 197022  
4Университет ИТМО, кафедра фотоники, Санкт-Петербург, 197101  
5Национальная лаборатория лазерных технологий, Харбинский политехнический  
 университет, Харбин, 150080, Китай

Впервые возможность использования наносекундных капиллярных разрядов для создания условий, подходящих для усиления спонтанного излучения плазмы в области мягкого рентгеновского диапазона, была продемонстрирована в конце 1980х [1]. Интерес к подобным разрядам вырос существенно после достижения лазерного эффекта на переходах неоноподбных ионов аргона в плазме капиллярного разряда [2]. В последующие десятилетия существенные усилия были направлены на оптимизацию технологии рентгеновских лазеров для различных промышленных и научных задач.

Критически важным технологическим аспектом газоразрядных рентгеновских лазеров является предварительная ионизация газа в капилляре, повышающая эффективность передачи электрической энергии в плазму, обеспечивающая стабильность сжатия плазмы на основной стадии разряда, а также уменьшающая электростатическую нагрузку на капилляр. Для этих целей обычно используются импульсы тока существенно большей длительности и меньшей амплитуды по сравнению с основным импульсом. В ряде экспериментальных работ наблюдалась существенная чувствительность интенсивности излучения рентгеновского лазера к параметрам предионизационной схемы [3-5]. Интерпретация этих результатов в терминах равновесной плазмы не позволяет объяснить все наблюдающиеся зависимости.

В работе было проведено теоретическое исследование механизмов влияния плазмы, образующейся на стадии предионизации, на основную стадию наносекундного капиллярного разряда. Формирования такой плазмы в условиях, схожих с типично используемыми в газоразрядных рентгеновских лазерах, получена в результате самосогласованных численных расчетов. Динамика разряда рассмотрена в деталях, начиная со стадии пробоя газа, происходящего по механизму волны ионизации, и заканчивая формированием самоподдерживающегося столба холодной неравновесной плазмы. Проанализированы возможные механизмы влияния параметров начальной плазмы на основную стадию разряда.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного фонда (грант №20-72-00039)

Литература

1. Matthews D. L. et al. Demonstration of a soft x-ray amplifier //Physical review letters. – 1985. – Т. 54. – №. 2. – С. 110.
2. Rocca J. J. et al. Demonstration of a discharge pumped table-top soft-x-ray laser //Physical Review Letters. – 1994. – Т. 73. – №. 16. – С. 2192.
3. Shuker M. et al. The effects of the prepulse on capillary discharge extreme ultraviolet laser //Physics of plasmas. – 2006. – Т. 13. – №. 1. – С. 013102.
4. Tan C. A., Kwek K. H. Influence of current prepulse on capillary-discharge extreme-ultraviolet laser //Physical Review A. – 2007. – Т. 75. – №. 4. – С. 043808.
5. Jiang S. et al. Observation of capillary discharge Ne-like Ar 46.9 nm laser with pre-pulse and main-pulse delay time in the domain of 2–130 μs //Applied Physics B. – 2012. – Т. 109. – №. 1. – С. 1-7.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/It/en/DF-Eliseev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)