

## Влияние дополнительной инжекции электронов на параметры орбитронного тлеющего разряда в ускорителе на основе несамостоятельного ВТР\*

С.Ю. Дорошкевич<sup>1</sup>, М.С. Воробьев<sup>1</sup>, А.А. Гришков<sup>1</sup>,  
Н.Н. Коваль<sup>1</sup>, М.С. Торба<sup>1</sup>, Р.А. Картавцов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

Представлены результаты экспериментов по использованию дополнительной инжекции электронов для генерации орбитронного тлеющего разряда с полым катодом площадью  $\approx 20000 \text{ см}^2$ , являющегося вспомогательным в ускорителе электронов на основе несамостоятельного высоковольтного тлеющего разряда. В роли дополнительного источника электронов использовался термокатод прямого накала из вольфрамовой проволоки диаметром 0.35 мм и длиной 2 см. Дополнительная инжекция электронов позволила снизить напряжение горения орбитронного разряда в гелии на величину до 300 В при амплитуде тока разряда до 400 мА, что может быть использовано для достижения оптимального значения прикатодного падения потенциала орбитронного разряда, определяющего ионно-электронную оптическую систему ускорителя. Получены зависимости напряжения горения орбитронного разряда от давления рабочего газа для различных схем подключения термокатада.

**Ключевые слова:** орбитронный разряд, разряд с полым катодом, дополнительная инжекция электронов, термокатод, ускоритель электронов на основе высоковольтного тлеющего разряда.

### Введение

Ускорители электронов с энергией в несколько сотен кэВ позволяют выводить электронный пучок в атмосферу через тонкую металлическую фольгу и используются для решения многих технологических задач: модификация полимеров [1, 2], инициирование плазмохимических процессов [3], накачка газовых лазеров [4, 5], радиационная обработка посевного материала [6] и др. В данном классе ускорителей для генерации электронного пучка используются разные типы эмиссии (термоэлектронная, взрывная, эмиссия из плазмы), в том числе и ионно-электронная. Ускорители на основе ионно-электронной эмиссии, также известные как ускорители на основе высоковольтного тлеющего разряда (ВТР) [7, 8], обладают рядом преимуществ: относительная простота конструкции, большой срок службы высоковольтного катода, возможность управления током пучка без изменения ускоряющего напряжения, умеренные требования к насосной группе и др. Для реализации несамостоятельного режима ВТР используется вспомогательный разряд, играющий роль плазменного эмиттера ионов, которые ускорившись в области горения ВТР бомбардируют поверхность высоковольтного катода и выбивают вторичные электроны. Вторичные электроны ускоряются в электрическом поле ускоряющего зазора, проходят плазму вспомогательного разряда и выводятся в атмосферу через тонкую металлическую фольгу. Несмотря на ряд перечисленных достоинств, ускорители с несамостоятельным ВТР имеют узкий диапазон режимов работы для стабильной и эффективной генерации электронного пучка, что обуславливается формируемой ионно-электронной оптической системой и электрической прочностью ускоряющего промежутка. Расширение рабочего диапазона параметров генерации электронного пучка в таком типе ускорителей, а также оптимизация режимов горения вспомогательного разряда являются актуальными задачами, требующими проведения дополнительных исследований.

### Методы и материалы

На рис. 1 представлена схема конструкции используемого ускорителя электронов, более подробное описание которого представлено в работе [9]. Для генерации плазменного эмиттера ионов в ускорителях электронов на основе несамостоятельного ВТР часто используют самостоятельный тлеющий разряд с полым катодом и тонкопроволочным анодом, называемый в литературе «орбитронным разрядом» [7] или «wire discharge» [10]. Многочисленные осцилляции электронов вокруг

\* Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-29-00998).