

ВЛИЯНИЕ РОДА ГАЗА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ УСКОРЯЮЩЕГО ПРОМЕЖУТКА ФОРВАКУУМНОГО ПЛАЗМЕННОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОНОВ*

В.А. Бурдовицин¹, И.Ю. Бакеев¹, К.И. Карпов¹,
Л.Ж. Нгон А Кики¹, Е.М. Окс^{1,2}

¹ Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

² Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

Проведено сравнение электрической прочности ускоряющего промежутка форвакуумного плазменного электронного источника для разных рабочих газов: аргона, азота, кислорода и гелия. Представлены зависимости предельного тока эмиссии электронов, при превышении которого наступает пробой, от напряжения на ускоряющем промежутке. Установлено, что вместе с родом и давлением газа предельные токи эмиссии определяются также геометрией эмиссионного электрода: его толщиной и диаметром эмиссионного отверстия. Установлено, что для всех газов предельные токи эмиссии снижаются с ростом давления. Предельные давления, при превышении которых наступает пробой, снижаются в ряду: гелий, кислород, азот, аргон. Для разных условий эксперимента зависимости предельных токов эмиссии от ускоряющего напряжения могут быть как монотонно растущими, так и содержащими экстремум.

Ключевые слова: разряд с полым катодом, форвакуум, плазменный электронный источник, эмиссионная плазма, предельный ток эмиссии.

Введение

Для электронных источников, использующих эмиссию электронов из газоразрядной плазмы, обеспечение условий устойчивой работы имеет важное значение из-за высокой вероятности нарушения электрической прочности (пробоя) ускоряющего промежутка и необходимости принятия специальных мер для его предотвращения. Тем более существенной эта проблема становится для форвакуумных плазменных источников электронов, обеспечивающих генерацию электронных пучков в области повышенных давлений форвакуумного диапазона: 1–100 Па. В силу особенностей функционирования плазменного электронного источника такого типа условия пробоя существенно отличаются от аналогичных условий для вакуумного [1, 2] и газового [3, 4] промежутков. Таких особенностей две.

Первая особенность характерна для всех плазменных источников электронов, и она связана с тем, что одним из электродов ускоряющего промежутка может становиться эмиссионная плазма. Как показали наши предыдущие исследования [5], одна из разновидностей пробоя, названная «плазменным пробоем», вызвана проникновением плазмы из разрядной области в ускоряющий промежуток с последующим неконтролируемым нарастанием тока и падением напряжения на промежутке.

Вторая особенность проявляется в большей степени для форвакуумных плазменных источниках электронов и обусловлена формированием плотной плазмы в областях ускорения и распространения электронного пучка. Ионы из пучковой плазмы, ускоряясь в направлении эмиссионного электрода электронного источника, обеспечивают в результате ионно-электронной эмиссии существенное повышение тока электронов в ускоряющем промежутке, которое стимулирует его пробой.

Как было показано нами ранее в [6], доминирование того или иного механизма пробоя ускоряющего промежутка форвакуумного плазменного источника электронов зависит от давления газа, а также соотношения между концентрацией плазмы и размером отверстий в эмиссионном электроде, поскольку это соотношение, в свою очередь, определяет характер эмиссии электронов из плазмы. В ранее проведенных нами исследованиях [7] основные закономерности, определяющие электрическую прочность ускоряющего промежутка и, соответственно, предельные параметры форвакуумного плазменного источника электронов, были изучены при использовании воздуха в качестве рабочего газа.

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-00837, <https://rscf.ru/project/22-29-00837/>.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>