

УДК 537.533

DOI: 10.17223/00213411/62/11/156

*Э.Н. АБДУЛЛИН, Г.Ф. БАСОВ*

### ПОЛУЧЕНИЕ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ В ИСТОЧНИКЕ С ПЛАЗМЕННЫМ АНОДОМ И ПИТАНИЕМ ОТ ГЕНЕРАТОРА МАРКСА С СОГЛАСОВАННЫМИ НАГРУЗКАМИ \*

Выполнены эксперименты по получению мощных микросекундных электронных пучков с высокой энергией в электронном источнике со взрывоэмиссионным катодом и плазменным анодом. Формирование и транспортировка пучка осуществлялась в продольном магнитном поле. Источником напряжения служил генератор Маркса со ступенями на основе искусственных длинных линий с подключаемыми к ним согласованными нагрузками. Продемонстрирована возможность реализации режимов работы электронного источника с квазипостоянными значениями ускоряющего напряжения и тока в отсутствие формирования в межэлектродном промежутке сильно-точного дугового разряда. При квазипостоянном ускоряющем напряжении до 200 кВ получены электронные пучки круглого и прямоугольного поперечного сечения  $\sim 100\text{--}200\text{ см}^2$  с током до 1–1.5 кА и длительностью 5 мкс. Зарегистрировано вращение пучка относительно оси. Опробована возможность вывода электронного пучка через фольговое окно в атмосферу.

**Ключевые слова:** электронные пучки, взрывоэмиссионный катод, плазменный анод, генератор Маркса на основе длинных линий, согласованные нагрузки.

#### Введение

К числу важных задач при разработке мощных электронных источников со взрывоэмиссионным катодом с энергией пучка  $\sim 1$  кДж и более с поперечным сечением  $\sim 100\text{--}1000\text{ см}^2$  и токами  $\sim 1\text{--}10$  кА микросекундной длительности относится обеспечение близких к постоянным в течение импульса ускоряющих напряжений на межэлектродном промежутке катод – анод, предотвращение пробоев межэлектродного промежутка.

Причинами спада напряжения и формирования пробоев является рост проводимости межэлектродного промежутка в процессе заполнения катодной и образующейся под действием пучка анодной плазмой, а также разряд конденсаторов генератора Маркса, используемого в качестве источника питания. Уменьшение скорости поступления плазмы в межэлектродный промежуток достигается за счет уменьшения токов эмиттеров и плотности тока на аноде [1, 2], что, однако, ведет к снижению мощности генерируемого электронного пучка. Близкую к прямоугольной форму импульса напряжения получают при использовании промежуточных накопителей энергии в виде формирующих линий, а также срезающих разрядников, подключаемых параллельно нагрузке, обеспечивающих укорочение спадающей части импульса. Получаемая при этом длительность электронных пучков невелика и составляет  $\sim 0.1\text{--}1$  мкс [3, 4].

Известно, что в источнике с плазменным анодом влияние катодной плазмы на проводимость межэлектродного промежутка уменьшается. Формирование пучка происходит в двойном слое между катодной и инжектированной анодной плазмой, при этом величина тока определяется концентрацией инжектированной плазмы [5]. В [6] продемонстрирована возможность получения микросекундных электронных пучков в электронном источнике с плазменным анодом при квазипостоянных ускоряющих напряжениях и токах с питанием от генератора Маркса со ступенями в виде искусственных длинных линий. Недостатком источника являлось отличие получаемых импульсов от прямоугольных при работе генератора на несогласованную нагрузку за счет отражений в виде «хвостов», появляющихся в результате поступления к нагрузке импульсов, отраженных от свободных концов линий. Появление отражений приводит к удлинению импульса, способствует подержанию тока дуги при формировании пробоев межэлектродного промежутка.

В этой связи в настоящей работе выполнены эксперименты по генерации мощных микросекундных электронных пучков с высоким энергозапасом в электронном источнике с плазменным

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-48-700034 р-а.

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>