

ШИРОТНАЯ И АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ ТОКА ПУЧКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЕГО МОЩНОСТЬЮ В ТЕЧЕНИЕ ИМПУЛЬСА СУБМИЛЛИСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ *

В.И. Шин, М.С. Воробьев, П.В. Москвин, В.Н. Девятков, В.В. Яковлев,
Н.Н. Коваль, М.С. Торба, Р.А. Картавцов, С.А. Воробьев

Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

Описаны способы управления мощностью электронного пучка в источнике электронов на основе дугового разряда низкого давления со слоевой стабилизацией границы эмиссионной плазмы. Управление мощностью пучка осуществляется методом амплитудной и широтной модуляции тока пучка внутри его импульса субмиллисекундной длительности. Реализовано два способа управления мощностью электронного пучка: первый основан на изменении концентрации эмиссионной плазмы посредством модуляции тока дугового разряда, во втором способе применяется сеточное управление (режим работы плазменного триода) при постоянной амплитуде тока дугового разряда. Представлены упрощенные схемы источников электропитания разряда и межсеточного управляющего напряжения, типичные осциллограммы основных токов разрядной системы, график малоинерционного изменения мощности, характеристика управления плазменного триода.

Ключевые слова: *плазменный эмиттер, электронный пучок, дуговой разряд, сеточное управление, модуляция тока пучка, управление мощностью пучка.*

Введение

Источники импульсных электронных пучков представляют значительный интерес, прежде всего, в связи с перспективностью их использования для обработки поверхности материалов, повышения износостойкости режущего инструмента, увеличения усталостной прочности лопаток турбин и компрессоров, повышения коррозионной стойкости металлических материалов, увеличения электрической прочности вакуумной изоляции и др. [1–4], и нуждаются в дальнейшем изучении и технологическом совершенствовании.

Традиционный способ генерации электронных пучков в импульсном режиме чаще всего основан на подаче импульса тока пучка квазипрямоугольной формы. В этом случае оперируют таким параметром, как плотность энергии пучка при его фиксированной длительности, пренебрегая изменением мощности пучка в течение его импульса. Изменение мощности пучка в течение импульса может быть связано со снижением ускоряющего напряжения при уносе заряда из конденсаторной батареи, используемой для питания ускоряющего промежутка. Достижение «квазипостоянной» мощности в этом случае достигается только за счет увеличения емкости конденсаторной батареи, которая в случае генерации интенсивных (сотни ампер, десятки килоэлектронвольт) пучков субмиллисекундной длительности достигает десятков микрофард и имеет существенные массогабариты. Кроме этого, данный способ генерации накладывает ограничения на возможные режимы обработки материалов и изделий, а также на предельные параметры работы источника электронов. Управление мощностью пучка в течение импульса открывает новые возможности обработки различных материалов и изделий, а также расширяет области применения импульсных электронных пучков. Например, реализуется обработка металлических материалов интенсивным потоком энергии переменной мощности и моделирование теплового воздействия по заданному закону изменения температуры поверхности [5].

Для реализации управления мощностью электронного пучка в течение импульса субмиллисекундной длительности наиболее подходящими объектами являются плазменные источники электронов с сеточной стабилизацией границы эмиссионной плазмы. Использование плазменных катодов на основе дугового разряда низкого давления представляется наиболее целесообразным и перспективным, так как в настоящее время они являются практически единственными эмиссионными структурами, способными обеспечить широкий (десятки см^2) интенсивный (сотни ампер) электронный пучок субмиллисекундной длительности и к тому же обладают рядом неоспоримых преимуществ перед традиционными термо- и взрывоэмиссионными катодами как по параметрам,

* Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-79-10015).

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>