

## СТАБИЛИЗАЦИЯ ТОКА ПУЧКА В ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКАХ И УСКОРИТЕЛЯХ ЭЛЕКТРОНОВ С ПЛАЗМЕННЫМ КАТОДОМ НА ОСНОВЕ ДУГИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ <sup>\*)</sup>

Воробьёв М.С., Коваль Н.Н., Шин В.И., Москвин П.В., Девятков В.Н., Мокеев М.А.

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

Источники электронов с плазменными катодами широко используются в науке и технике [1]. В таких источниках, независимо от типа разряда, используемого для генерации эмиссионной плазмы в плазменном катоде, используются системы стабилизации тока пучка. При генерации импульсных пучков с длительностью импульса порядка сотен микросекунд и даже меньше система стабилизации тока пучка представляет собой отдельное сложное техническое решение, поскольку должна иметь максимально возможную глубину обратной связи и обрабатывать неустойчивости за время, значительно меньшее длительности импульса тока пучка, т.е., обеспечивать частоту обратной связи порядка 1 МГц, что может оказаться очень сложным и дорогостоящим решением. Стабилизация тока пучка для импульсных источников особенно важна, когда речь идет об управлении мощностью пучка для формирования необходимого температурного поля на поверхности детали [2, 3].

В данной работе рассматриваются методы введения самосогласованной обратной связи в источниках электронов [4] с плазменными катодами на основе дугового разряда низкого давления с сеточной стабилизацией границы эмиссионной плазмы и плазменным анодом с открытой границей плазмы. Рассмотрен как вакуумный случай, так и плазмонаполненный ускоряющий зазор, анодная плазма в котором создается самим электронным пучком, и концентрация которой зависит от условий генерации пучка (ускоряющего напряжения, плотности тока пучка, давления газа, величины и конфигурации ведущего магнитного поля и т.д.). При этом одним из дестабилизирующих факторов является изменение условий генерации в течение субмиллисекундного импульса тока пучка. Предложены методы увеличения глубины обратной связи за счет использования операционных усилителей.

Показано, что использование в таких системах отрицательной обратной связи по потоку ионов в плазменный эмиттер из ускоряющего промежутка позволяет обеспечить воспроизводимость режимов генерации и повторяемость процессов воздействия пучка на поверхность металлических материалов.

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

### Литература

- [1]. Эмиссионная электроника / Н.Н. Коваль, Е.М. Окс, Ю.С. Протасов, Н.Н. Семашко. Под ред. Ю.С. Протасова – М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 596 с.
- [2]. M. Vorobyov, T. Koval, V. Shin, P. Moskvin, My Kim An Tran, N. Koval, K. Ashurova, S. Doroshkevich, M. Torba. Controlling the Specimen Surface Temperature During Irradiation With a Submillisecond Electron Beam Produced by a Plasma-Cathode Electron Source. *IEEE Transactions on Plasma Science*. – 2021. – V. 49. – No. 9. – P. 2550 – 2553.
- [3]. M.S. Vorobyov, N.N. Koval, P.V. Moskvin, A.D. Teresov, S.Yu. Doroshkevich, V.V. Yakovlev, V.I. Shin. Electron beam generation with variable current amplitude during its pulse in a source with a grid plasma cathode. *Journal of Physics: Conference Series* 1393 (2019) 012064, doi:10.1088/1742-6596/1393/1/012064.
- [4]. N.N. Koval, S.V. Grigoryev, V.N. Devyatkov, A.D. Teresov and P.M. Schanin. Effect of Intensified Emission During the Generation of a Submillisecond Low-Energy Electron Beam in a Plasma-Cathode Diode. *IEEE Transactions on plasma science*. – 2009. – V. 37, No. 10. – P. 1890 – 1896.

<sup>\*)</sup> [DOI – тезисы на английском](#)