

УДК 537.533

DOI: 10.17223/00213411/63/10/33

В.А. БУРДОВИЦИН¹, Е.М. ОКС^{1,2}

ДОСТИЖЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАЗРЯДНЫХ СИСТЕМ И ЭМИССИИ ЭЛЕКТРОНОВ ИЗ ПЛАЗМЫ В ФОРВАКУУМНОЙ ОБЛАСТИ ДАВЛЕНИЙ *

Проведен обзор современного состояния исследований процессов в системах тлеющего разряда с полым катодом и катодной дуги, обеспечивающих генерацию эмиссионной плазмы в форвакуумных плазменных источниках электронов. Рассмотрены общие особенности функционирования электронных источников такого типа, процессы инициирования разрядов, достижения необходимых параметров эмиссионной плазмы, а также повышения эффективности извлечения электронов. Сформулированы задачи дальнейших исследований.

Ключевые слова: разряд с полым катодом, катодная дуга, форвакуумная область давлений, плазменный электронный источник, эмиссионная плазма, эффективность извлечения электронов.

Введение

Источники электронов с плазменным катодом давно и успешно применяются для генерации импульсных и непрерывных электронных пучков широкого диапазона энергий, токов, размеров и форм поперечного сечения [1–3]. Как правило, генерация эмиссионной плазмы в источниках такого типа осуществляется системами на основе тлеющего и дугового разрядов с «холодным» (не нагретым до термоэмиссионных температур) катодом. Именно это и определяет широкий диапазон рабочих давлений плазменных источников электронов и слабое влияние на работу таких устройств паров обрабатываемого материала и химически активных сред. Известными преимуществами плазменных катодов по сравнению с термоэмиссионным катодом являются также более высокая плотность тока и возможность обеспечения импульсной эмиссии. Следует, отметить, что существенным недостатком плазменных катодов может считаться высокая температура электронов, затрудняющая процессы тонкой фокусировки электронного пучка, а также, по сравнению с термокатодными электронными источниками, относительная сложность конструкции разрядно-эмиссионных узлов и систем электропитания электронного источника с плазменным катодом. Области применения плазменных источников электронов находятся в таких режимах и условиях генерации электронных пучков, где возможности источников электронов с термокатодом ограничены или их использование неприемлемо. Плазменные источники электронов, например, не имеют альтернативы при генерации сильноточных электронных пучков короткой длительности (10^{-4} – 10^{-9} с) в килоамперном диапазоне токов пучка с плотностью тока 10^3 – 10^4 А/см² [4].

Переход в область более высоких давлений также делает предпочтительным использование электронных источников с плазменным катодом перед термокатодными электронными пушками. Чем выше требуемое для генерации электронных пучков давление, тем в большей степени проявляются достоинства электронных источников с плазменным катодом. При генерации электронных пучков в области повышенных давлений особое место занимают так называемые форвакуумные плазменные источники электронов [5]. Термин «форвакуумные» связан с возможностью функционирования таких источников электронов в диапазоне давлений (1–100 Па), обеспечиваемых только одной ступенью механических средств вакуумной откачки. Упрощение, и следовательно, удешевление вакуумных откачных систем электронно-лучевых установок является, несомненно, привлекательным фактором для использования форвакуумных плазменных источников электронов. Но в большей степени интерес к электронным источникам такого типа связан с возможностью реализации на их основе непосредственной электронно-лучевой обработки диэлектрических материалов: керамики, стекол и полимеров [6].

Общие принципы функционирования форвакуумных плазменных источников электронов не отличаются от традиционных плазменных источников, генерирующих электронные пучки в области более низких давлений (10^{-2} – 10^{-1} Па). Тем не менее переход в область повышенных давле-

* Работа выполнена в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект FEWM-2020-0038.

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>