

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Дорошкевича Сергея Юрьевича «Широкоапертурный импульсно-периодический ускоритель электронов на основе несамостоятельного высоковольтного тлеющего разряда с эффективным выводом пучка в атмосферу», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1 "Вакуумная и плазменная электроника"

В диссертационной работе рассматривается возможность повышения эффективности вывода электронного пучка большого сечения из вакуумной области генерации электронного пучка в рабочую камеру с атмосферным давлением.

Тема исследования представляется актуальной, учитывая значительное количество успешных примеров прикладного применения электронного пучка, генерируемого компактными импульсно-периодическими ускорителями. Снижение потерь энергии при выводе электронного пучка означает не только увеличение общей энергоэффективности установки и, соответственно, снижение затрат энергии на реализацию технологических процессов, но и приводит к снижению уровня сопутствующего тормозного рентгеновского излучения, генерируемого в анодной области. Это расширяет возможности применения ускорителя.

Экспериментальным стендом выступал ускоритель электронов на основе несамостоятельного высоковольтного тлеющего разряда (ВТР) в режиме импульсно-периодической генерации эмиссионной плазмы. В качестве вспомогательного разряда использовался тлеющий разряд орбитронного типа с полым катодом. Расширение диапазона рабочих параметров ускорителя в работе обеспечивалось управлением параметрами эмиссионной границы плазмы. Это позволяло достичь достаточно высокой эффективности вывода электронного пучка при сравнительно низкой величине ускоряющего напряжения.

Основные научные результаты диссертационной работы:

1) Определены условия стабильного формирования генерации орбитронного тлеющего разряда в импульсно-периодическом режиме с частотой следования 1 – 70 кГц, коэффициентом заполнения импульса 0,2 – 0,8, амплитудой тока разряда 50 – 300 мА.

2) При переходе к импульсно-периодическому режиму генерации вспомогательного разряда с частотой 5 – 30 кГц наблюдается увеличение коэффициента вывода тока пучка на 0,3 в момент максимума тока в ускоряющем промежутке.

3) Неоднородность распределения плотности тока по сечению пучка снижена на 10 – 30 % по сравнению с непрерывным режимом генерации электронного пучка. Это достигнуто при генерации вспомогательного самостоятельного тлеющего разряда орбитронного типа в импульсно-периодическом режиме с частотой следования импульсов 10 – 20 кГц.

Научные положения обладают новизной и научной ценностью. В научной литературе отсутствуют данные о предложенном способе генерации анодной плазмы в ускорителях на основе несамостоятельного высоковольтного тлеющего разряда. Это позволяет повысить эффективность вывода тока пучка и снизить неоднородность плотности тока пучка по его сечению.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием известного диагностического оборудования по определению параметров вспомогательного разряда и формирования электронного пучка, методикой проведения экспериментов и обработки результатов.

Результаты исследований опубликованы в рецензируемых российских и зарубежных периодических научных изданиях, в том числе в журналах из Перечня ВАК российских рецензируемых научных журналов и представлены на международных и всероссийских научных конференциях (Международный конгресс «Потоки энергии и радиационные эффекты» (International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects (EFRE)), Международная конференция «Газоразрядная плазма и ее применения» (International Conference on Gas Discharge Plasmas and Their Applications (GDP)), Международная конференция «Физика плазмы и плазменные технологии» (International Conference Plasma Physics and Plasma Technology, (PPPT)).

Замечания по работе:

1. В защищаемых положениях (стр.9) и далее по тексту фигурирует величина «коэффициента вывода пучка в атмосферу», обозначаемая в работе как β и достигающая значения 0,6 в импульсно-периодическом режиме. Следовало бы ввести определение этой величины до формулировки выводов. Этот термин может определяться как по энергии переносимой пучком, что, в основном и используется, так и по току пучка.

2. Автор указывает на величину коэффициента отражения электронов пучка от коллектора при измерении тока пучка в 20%. Каким образом определена данная величина в работе - не представлено.

3. Регистрируемый ток в ускоряющем промежутке (ток нагрузки высоковольтного источника) содержит ионную компоненту, которой, как утверждает автор, пренебрегают при проведении расчётов. По произведенным оценкам на основе вторичной «ион-электронной» эмиссии она составляет порядка 10% от регистрируемого тока (стр. 102). Это слишком большая величина для ионного тока. Автору следовало бы сопоставить эту величину с величиной, которая следует из закона Чайльда – Ленгмюра для биполярного потока.

4. Автор утверждает: «Важно отметить, что импульсно-периодический режим генерации вспомогательного разряда при сохранении среднего значения тока позволяет снизить тепловую нагрузку на тонкопроволочные аноды...», стр.80. Каков механизм снижения тепловой нагрузки, за счет чего?

Указанные недостатки не затрагивают сути основных научных положений и выводов по работе, а совокупность представленных результатов исследований может быть квалифицирована как решение значимой научно-технической задачи.

Автореферат правильно отражает основное содержание диссертации, содержит обоснованные выводы и рекомендации.

Диссертационная работа соответствует критериям, установленным в п.п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Дорошкевич Сергей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности: 2.2.1 Вакуумная и плазменная электроника.

Считаю, что рецензируемая диссертационная работа «Широкоапертурный импульсно-периодический ускоритель электронов на основе несамостоятельного высоковольтного тлеющего разряда с эффективным выводом пучка в атмосферу» соответствует всем требованиям «Положения о присуждении учёных степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Дорошкевич Сергей Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1 Вакуумная и плазменная электроника.

Официальный оппонент,
Доктор технических наук,
профессор, заведующий научно-
производственной лабораторией
«Импульсно-пучковых, электроразрядных и
плазменных технологий» Томского
политехнического университета, доктор
технических наук

Ремнёв Геннадий Ефимович

Дата 30.11.2023

Подпись Ремнёва Г.Е. заверяю:
учёный секретарь ФГАОУ ВО НИ ТПУ



Кулинич Екатерина Александровна

Полное наименование организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Юридический адрес: г. Томск, проспект Ленина, 30.

e-mail: remnev@tpu.ru

Тел.: +7 (3822) 70-17-77 доб. 2341