

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Москвина Павла Владимировича

«Повышение стабильности генерации интенсивных импульсных пучков в источниках электронов с плазменным катодом на основе дугового разряда низкого давления», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1 – вакуумная и плазменная электроника

Диссертационная работа Москвина П.В. посвящена исследованию генерации сильноточного импульсного электронного пучка в системах с плазменным эмиттером. Поскольку функционирование таких систем требует наличия газа, то это обстоятельство повышает вероятность пробоя ускоряющего промежутка. Поиск путей снижения этой вероятности представляет собой актуальную техническую и научную задачу, решение которой найдено соискателем. В диссертации представлен обзор существующих работ по генерации импульсных пучков электронными источниками с плазменным катодом. На основе анализа этих работ сделан вывод о недостаточности сведений, касающихся как физических причин пробоев ускоряющего промежутка, так и технических приемов, обеспечивающих снижение вероятности пробоев и повышение стабильности генерации интенсивных электронных пучков. Сформулировано умозаключение о решающей роли состояния поверхности электродов ускоряющего промежутка, которое, в свою очередь, зависит и от газовой атмосферы. По итогам обзора определены задачи экспериментального исследования. Логичным представляется выбор экспериментального стенда, выполненного на базе импульсного источника электронов «СОЛО», хорошо зарекомендовавшего себя как при выполнении исследований по формированию электронного пучка, так и в экспериментах, связанных с модификацией поверхности материалов. Новизна поставленных задач и методов их решения заключается в сочетании выяснения физических причин

пробоя ускоряющего промежутка импульсного электронного источника с плазменным эмиттером и нахождения технических решений, обеспечивающих снижение вероятности пробоя. Автором диссертационной работы предложены оригинальные методики измерения радиального распределения анодного тока в разрядной камере электронного эмиттера. Для определения параметров плазмы использованы модифицированные под задачи работы методики с использованием накаливаемого зонда, а также плоского зонда с охранным кольцом и двойного зонда. Оригинальный материал, представленный в главе 3, содержит результаты исследования разряда с полым катодом, а также параметров плазмы в течение импульса разрядного тока. Обнаруженные закономерности обладают признаками новизны. Это относится, в частности, к установлению факта изменения радиального распределения плотности катодной плазмы в течение импульса разрядного тока. Соискателем предложена оригинальная методика измерения ионного тока из анодной плазмы в разрядную область. Детальное исследование физики процессов, происходящих при формировании импульса тока электронного пучка источником с плазменным катодом, существенно углубили понимание характера взаимодействия эмиссионной плазмы с плазмой, формируемой в пространстве распространения электронного пучка. Практическая ценность выполненной работы подтверждена двумя патентами на изобретения, а также внесением конструктивных изменений в существующий электронный источник, что позволило обеспечить его применение для модификации приповерхностного слоя конструкционной стали. Применение подтверждено актом использования. Достоверность результатов не вызывает сомнений и обеспечена тщательной подготовкой измерительного оборудования, использованием дублирующих методик измерения параметров плазмы и электронного пучка. Сформулированные выводы не противоречат существующим представлениям о физике плазмы и реакции ее параметров на инжекцию и (или) экстракцию заряженных частиц. Основное содержание работы опубликовано в 12 печатных изданиях, в том

числе четырех статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации.

По рассматриваемой диссертационной работе могут быть сделаны замечания.

1. Форма изложения материала затрудняет установление однозначной связи между исследованиями физики разрядных явлений, представленными в главе 3, и техническими решениями, направленными на снижение вероятности пробоя и описанными в главе 4. Это касается, в частности, измерений ионного тока из анодной плазмы, а также трансформации радиального распределения катодной плазмы в начале импульса разрядного тока.

2. В разделе 3.2 приведены результаты, показывающие изменение формы радиального распределения анодного тока в первые 20 мкс импульса разрядного тока. Вместе с тем, отсутствует какое-либо объяснение наблюдаемого эффекта.

3. В разделе 4.2 утверждается, что при замене прямой трубы дрейфа на поворотную наблюдается десятипроцентное увеличение энергии пучка при неизменных исходных параметрах. Результат представляется странным, поскольку обычно любое изменение траектории пучка приводит к потерям тока. В тексте не представлены возможные причины наблюдаемого увеличения.

Отмеченные недостатки не затрагивают сущности научных положений, выносимых на защиту. Диссертационная работа содержит решение задачи, имеющей существенное значение для создания устройств, предназначенных для поверхностной модификации конструкционных материалов, и соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор работы Москвин Павел Владимирович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1 – вакуумная и плазменная электроника.

Е.В. Прокопчук