

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации ВОРОБЬЕВА Максима Сергеевича «Развитие источников электронов с сеточными плазменными эмиттерами на основе дугового разряда низкого давления с полым анодом», на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.5 – физическая электроника.

В диссертации изложены физические процессы генерации интенсивных субмиллисекундных электронных пучков в источниках с сеточным плазменным эмиттером на основе дугового разряда низкого давления с полым анодом и рассмотрены научные и технологические применения таких электронных пучков. Изучение диссертации и публикаций в рецензируемых научных изданиях подтверждает, диссертация является научно-квалификационной работой, в полной мере, соответствующей требованиям и критериям, установленными действующими постановлениями Правительства Российской Федерации.

Актуальность избранной темы обуславливается неослабевающим интересом исследователей к изучению особенностей физических процессов генерации эмиссионной плазмы и электронных пучков с улучшенными физико-техническими параметрами на основе развития источников электронов с сеточными плазменными эмиттерами, расширяющих возможности их практических применений.

Обоснованность и достоверность в совокупности новых результатов и научных положений сомнений не вызывает. К наиболее значимым относятся: Управление мощностью электронного пучка в течение импульса субмиллисекундной длительности реализовано в результате динамического изменения амплитуды тока разряда и тока пучка, с учетом изменяющегося в течение импульса ускоряющего напряжения. Установление устойчивости к электрическому пробое ускоряющего промежутка введением отрицательной обратной связи по току пучка при пропорциональном уменьшении амплитуды тока дуги и/или снижении коэффициента извлечения электронов в результате переключения доли тока дугового разряда на специальный электрод обратной связи при его бомбардировке ионами из ускоряющего промежутка. Выявление снижения ударной тепловой нагрузки на фольгу и предотвращение ее разрушения компенсацией потерь электронного пучка в фольге за счет динамического изменения амплитуды тока разряда и тока пучка в ускоряющем промежутке при энергии электронов не ниже минимальной пороговой величины.

Значима практическая ценность работы. Разработаны и созданы новые источники электронов с плазменным катодом на основе дуги низкого давления, обеспечивающие высокую стабильность и управляемость генерации электронных пучков, широкий диапазон изменения параметров генерируемого электронного пучка: энергия электронов $5 \div 2 \cdot 10^2$ кэВ, ток пучка $10 \div 10^3$ А, плотность тока эмиссии $10^{-2} \div 50$ А/см² при сечении пучка $10 \div 10^3$ см², плотность тока на мишени до 50 А/см², длительность импульса

$10 \div 10^3$ мкс, энергии пучка $10 \div 5 \cdot 10^3$ Дж, неоднородность плотности энергии по сечению пучка не хуже $\pm 15\%$ от среднего значения. По совокупности основных параметров, диапазону их ресурса, составляющему $\geq 10^7$ импульсов при средней мощности до 5 кВт, созданные источники электронов не имеют прямых мировых аналогов и являются перспективными для их использования в научных и технологических целях.

Замечания:

- (с. 21, рисунок 11), приведены «...кривые ослабления тока пучка на коллектор I_{col} в зависимости от толщины фольги N при различных ускоряющих напряжениях $U_0 \dots$ », странно, о каком ослаблении тока пучка на коллекторе можно рассуждать при $N=0$, т.е. в отсутствии фольги, к слову, не указана минимальная толщина фольги;

- в разделе «Содержание диссертационной работы», подраздел «Шестая глава» (с. 36), научные и технологические применения плазменных источников электронов излагаются декларативно, главное, не приведены новые научные результаты, вытекающие из цели работы (с. 5, абзац 3) и задач исследования (с. 6, абзац 3).

Принимая во внимание достаточную степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации и выдвигаемых автором для публичной защиты, их достоверность и новизну. Высокий научный уровень 21 статей, опубликованных по теме диссертации в рецензируемых журналах, апробацию результатов диссертации на 28 представительных научных форумах. Предложенные автором новые принципиальные технические решения строго аргументированы и критически оценены по сравнению с другими известными решениями и защищены 2 патентами RU на изобретения. Считаю, ВОРОБЬЕВ Максим Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.5 - физическая электроника.

Главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук,

доктор технических наук по специальности 01.04.04 - физическая электроника, профессор по специальности 01.04.04 - физическая электроника,

Семенов Александр Петрович.

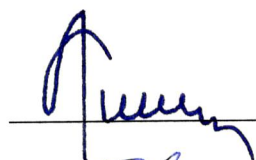
670047 Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6,


телефон: 8(3012)433184,

e-mail: semenov@ipms.bscnet.ru

подпись А.П. Семенова заверяю,
начальник Организационного отдела



 А.П. Семенов

 М.В. Красикова

" 17 " октября 2022 г.