

**Отзыв на автореферат диссертации Шемахина Александра Юрьевича
«Математическая модель струйного ВЧИ-разряда пониженного
давления с учетом слоя положительного заряда у поверхности
твердого тела», представленной на соискание ученой степени доктора
технических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и
плазмы**

Диссертация Шемахина А.Ю. посвящена разработке математической модели высокочастотного индукционного (ВЧИ) разряда с продувом газа при давлениях от 13.3 до 133 Па. Актуальность диссертационного исследования связана с практическими приложениями этого вида разряда для улучшения показателей физических и механических свойств изделий из различных материалов. Значительное количество недостаточно изученных эффектов, которые возникают в этом виде разряда, стимулируют внимание исследователей к более глубокому теоретическому изучению его свойств.

Из перечисленных в автореферате новых научных результатов, особо хочу выделить пункты, связанные с созданием единой математической модели и разработанным гибридным численным методе ее реализации.

Математическая модель единым образом описывает процессы в трех разных областях разряда, отличающихся как пространственными и временным масштабами, так и характером происходящих в них процессов. Построенная модель является чрезвычайно сложной. Она включает в себя уравнений разных типов: кинетические уравнения Больцмана для несущего газа и функции распределения электронов по энергии, нелинейные уравнения параболического типа в приближении сплошной среды для электронной температуры, течений заряженных и возбужденных частиц, уравнения для ВЧ электромагнитного и потенциального электрического полей гиперболического и эллиптического типов, обыкновенные дифференциальные уравнения для потоков заряженных частиц. Разработка численного метода для такой системы, согласование начальных и граничных условий, условий сопряжения, верификация и валидация результатов расчета представляет собой отдельную сложную задачу численного моделирования.

В результате численных расчетов с помощью разработанной математической модели в работе получены новые результаты, касающиеся ранее неизвестных физических эффектов, таких как периферический нагрев газового потока в месте его истечения, наличие в струе областей с преобладанием положительного и отрицательного заряда, а также влияние выбора коэффициентов переноса в уравнении баланса заряженных частиц на результаты расчета.

Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на конференциях разного уровня. По теме исследования имеется 23 публикации, включая 2 свидетельства о государственной регистрации для ЭВМ.

Замечаний по автореферату нет. Диссертационная работа является целостной, завершенной научно-квалификационной работой.

Считаю, что диссертационная работа Шемахина Александра Юрьевича «Математическая модель струйного ВЧИ-разряда пониженного давления с учетом слоя положительного заряда у поверхности твердого тела», выполнена на высоком научном уровне, соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Даю согласие на обработку моих персональных данных и публикацию данного отзыва на сайте диссертационного совета.

23.09.2025

Муратова Галина Викторовна
доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры информатики и
вычислительного эксперимента
Института математики, механики и
компьютерных наук им. И.И. Воровича
Южного федерального университета

Подпись Муратовой Галины Викторовны заверяю



Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И.И. Воровича

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Южный федеральный университет»
344090 г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки 200/1, корпус 2, к. 205
Тел +7-863-219-97-36
e-mail muratova@sfedu.ru

Вход. № 05-8579
« 15 » 10 2025 г.
подпись