

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шемахина Александра Юрьевича на тему:  
«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»

Автореферат диссертации Шемахина А.Ю. посвящён исследованию струйных ВЧИ-разрядов пониженного давления. Исследование отличается глубокой проработанностью темы и включает в себя как экспериментальное исследование на специально созданной установке, так и разработку математической модели струйного разряда с алгоритмами численных расчётов.

Актуальность исследования определяется широким спектром применений плазменных технологий и особенностями ВЧИ разряда, в котором отсутствует катод, что делает его особенно технологичным. В работе Шемахина А.Ю. уделяется особое внимание подбору оптимальных значений мощности разряда и скорости течения для наиболее эффективного воздействия плазмы на обрабатываемую поверхность.

Научная новизна заключается в построении оригинальной физико-математической модели струйного ВЧИ-разряда, в которой учитывается взаимодействие газодинамики и плазменных газоразрядных процессов. В частности, показано, что в плазменной струе за пределами индуктора продолжают процессы ионизации, поддерживающие высокую концентрацию электронов и ионов, что позволяет говорить о наличии в этой области несамостоятельного разряда. Также предложен оригинальный алгоритм расчёта параметров плазменной струи и потоков заряженных частиц на твердую поверхность.

Достоверность полученных данных подтверждается сравнением расчётов с экспериментальными данными. Представленные в автореферате примеры демонстрируют хорошее согласие, что свидетельствует о корректности модели и её применимости к решению конкретных инженерных задач.

Практическая значимость исследования имеет фундаментальное и прикладное измерение. Автор показывает, что разработанные модели и методы могут быть использованы для модификации медицинских изделий, обработки и модификации поверхностей в машиностроении и других областях.

Особо важно, что в автореферате приводятся факты внедрения результатов исследования и подтверждённый экономический эффект от их применения, что подтверждает востребованность работы в промышленных технологиях.

Публикации Шемахина А.Ю. соответствует установленным требованиям: основные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных журналах и представлены на научных конференциях.

В качестве замечания могу указать, что в автореферате не раскрыт способ учета отклонения функции распределения электронов от функции Максвелла, хотя это заявлено в одном из положений, вынесенных на защиту.

Несмотря на указанное замечание, диссертационная работа соответствует требованиям, установленным п.9 постановления Правительства Российской Федерации «О порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842, в действующей редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

Автор работы, Шемахин А.Ю., заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Я, Зобнин Андрей Вячеславович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 А.В. Зобнин


Доктор физико-математических наук,

в. н. с. Объединённого института высоких температур РАН

E-mail: zobnin@ihed.ras.ru

Тел.: 8(910)496-35-37

Адрес: 125412 Москва, Ижорская 13 стр.2

 /А.В. Зобнин/

13.10.2025

Подпись Зобнина А.В. заверяю

Ученый секретарь

Объединённого института высоких температур РАН,

д.ф.-м.н. \_\_\_\_\_

 /А.Д. Киверин/



Вход. № 05-8587  
« 15 » 10 2025 г.  
подпись 