

О Т З Ы В

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".

Изучение потоков разреженных газов в промышленных установках, в том числе с ионизированной компонентой, представляется крайне актуальным в плане развития технологий обработки поверхностей функциональных материалов самой разной природы, начиная с металлических поверхностей и заканчивая углеродными композиционными материалами. Это могут быть как индуцированные струйные течения направленного характера, так и паровая атмосфера разреженных рабочих газов, когда обработка основывается на применении диффузионных механизмов переноса. Все эти технологии позволяют получать покрытия с заданными свойствами, что, в свою очередь, находит свое применение практически во всех областях науки и техники. Наиболее часто на практике приходится сталкиваться с технологическими установками, в которых поддерживается давление, отвечающее условиям среднего вакуума, когда число Кнудсена лежит в интервале $10^{-2} - 10^{-1}$. Описание поведения таких сред весьма затруднительно, т.к. требует четкого понимания, какие подходы нужно применять для расчета рассматриваемых процессов: сплошносредные или методы молекулярной динамики. Решению именно этой проблемы как раз и посвящена диссертационная работа Шемахина Александра Юрьевича. Самым главным достоинством представленной работы видится четкое представление автором объекта исследования. В его диссертационной работе все управляемые и неуправляемые параметры задачи напрямую соответствуют реальным физическим условиям. Иными словами, автор работает не с абстрактными уравнениями, а описывает **наблюдаемые** процессы, что делает результаты исследования востребованными для специалистов-практиков, непосредственно занимающихся обработкой функциональных поверхностей и созданием новых материалов.

Из автореферата диссертации Шемахина Александра Юрьевича следует, что основное внимание в его работе уделяется тонким плазмодинамическим явлениям. В частности, интерес вызывают результаты, касающиеся выявления основных особенностей течения ВЧ-плазмы пониженного давления в невозмущенном потоке и при обтекании твердого тела, в которых обнаружена слоистая структура ВЧ-струи, представляющая собой чередование областей, в которых нарушается электронейтральность. Это теоретически доказало, что ВЧИ-плазменная струя пониженного давления является самостоятельным видом разряда комбинированного типа.

Все представленные результаты заслуживают положительной оценки и демонстрируют **новый, обоснованный** взгляд на ранее не имевшие объяснения эффекты и явления, связанные с ВЧИ-разрядом в разреженных ионизированных газовых средах.

Считаю, что диссертационное исследование Шемахина Александра Юрьевича **“Математическая модель струйного ВЧИ-разряда пониженного давления с учетом слоя положительного заряда у поверхности твердого тела”** является крупным научным достижением в области **механики жидкости, газа и плазмы**. Физико-математические модели и само численное моделирование выполнены грамотно с использованием современных численных методов. Обработка данных и их теоретический анализ проведены качественно и заслуживают доверия. Уверен, что полученные в диссертации результаты исследований займут достойное место среди общих научных представлений о явлениях, относящихся к газодинамике и физике плазмы.

Оценивая по совокупности объем, качество и значение выполненных исследований, считаю, что диссертационная работа Шемахина Александра Юрьевича **“Математическая модель струйного ВЧИ-разряда пониженного давления с учетом слоя положительного заряда у поверхности твердого тела”** отвечает всем требованиям ВАК (в том числе соответствует второй части пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней»), а ее автор заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности **1.1.9 – “Механика жидкости, газа и плазмы”**.

Заведующий кафедрой теоретической физики

Пермского государственного национального

исследовательского университета, доктор

физико-математических наук, профессор



/ Демин Виталий Анатольевич /

06 октября 2025 г.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

614068, РФ, г. Пермь, ул. Букирева, 15, кафедра теоретической физики.

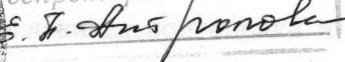
Рабочий тел.: 8 (342) 2396227, 8 (342) 2396208, e-mail: demin@psu.ru

Я, Демин Виталий Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Шемахина Александра Юрьевича **“Математическая модель струйного ВЧИ-разряда пониженного давления с учетом слоя положительного заряда у поверхности твердого тела”**, и их дальнейшую обработку.



В.А. Демин заверяю

секретарь совета



Вход. № 05-8582

« 15 » 10 2025 г.

подпись

