

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

Доктора физико-математических наук,
доцента Желтухина Виктора Семеновича

по диссертационной работе 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»

Диссертационная работа Шемахина Александра Юрьевича посвящена разработке научных основ создания струйного ВЧИ-разряда пониженного давления путем разработки математической модели, обосновывающей, что плазменная струя является несамостоятельным комбинированным разрядом и позволяющей прогнозировать параметры взаимодействия с твердым телом.

Актуальность работы определяется необходимостью усовершенствования характеристик конструкционных и функциональных материалов, одним из эффективных инструментов реализации которого является обработка в струе плазмы высокочастотного индукционного (ВЧИ) разряда пониженного давления (13.3-133 Па), и разрозненностью экспериментальных и теоретических исследований параметров разряда, ответственных за модификацию поверхности твердых тел.

Научная новизна работы заключается в разработке научных основ создания струйного ВЧИ-разряда пониженного давления, которые состоят в том, что в разряде можно выделить три, неразрывно связанные друг с другом области: разрядная камера, плазменная струя и слой положительного разряда, — которые отличаются по своим внутренним характеристикам, но в совокупности обеспечивают формирование ионных потоков на поверхность твердого тела в диапазоне от 30 до 50 эВ. Впервые теоретически обосновано, что плазменная струя является несамостоятельным ВЧ-разрядом комбинированного типа, в котором возникают компоненты электромагнитного поля, отсутствующие в разрядной камере: азимутальная компонента магнитного поля, аксиальная компонента электрического поля и потенциальное электрическое поле, индуцированные разностью потенциалов ВЧИ-индуктора и стенок вакуумной камеры и впервые выявленной плазмодинамической структурой струи, которая заключается в чередовании слоев положительного и отрицательного объемных зарядов. Впервые разработана и программно реализована математическая модель струйного ВЧИ-разряда пониженного давления, являющаяся частью научных основ, которая позволяет проводить сквозной расчет характеристик плазменного

потока при заданных входных параметрах режима разряда (давление и скорость газа, мощность разряда, частота поля) во всех областях разряда, включая взаимодействие с твердым телом в слое положительного заряда.

Основные результаты диссертации представлены в обширном списке работ, включающем достаточное для представления диссертации количество статей, опубликованных в рецензируемых периодических изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Результаты работы прошли апробацию на многочисленных конференциях, форумах и семинарах различных уровней.

Практическая значимость работы Шемахина Александра Юрьевича заключается в том, что на основании сопоставления результатов расчета характеристики ВЧИ-разряда пониженного давления с имеющимися экспериментальными результатами обработки конкретных материалов разработаны технологические основы применения полученных выводов при создании и внедрении конструкций ВЧИ-плазменных установок, при разработке технологических процессов модификации твердых тел. Использование разработанной математической модели позволяет осуществить трансфер технологических процессов на ВЧИ-плазменные установки с другими конструктивными параметрами и на технологические процессы модификации с различными геометрическими размерами.

С помощью установленных в результате экспериментальных исследований и численных расчетов характеристик струйного ВЧИ-разряда пониженного давления установлены значения энергии ионов и ионного тока на поверхность изделия, обеспечивающие полировку и увеличение показателей прочности рабочих частей зажимных медицинских инструментов и полировку поверхности ситалла, создана установка для ВЧИ-плазменной модификации медицинских инструментов. Результаты, полученные в диссертации внедрены в организациях ООО «Плазма-ВСТ», ООО «Производственно-техническое объединение “Медтехника”» и ООО «Хелп» с суммарным экономическим эффектом 13,32 млн. руб.

В процессе работы над докторской диссертацией Шемахин Александр Юрьевич проявил себя как исследователь и профессионал высшей категории, обладающий большим трудолюбием и чувством ответственности. Все результаты диссертационной работы получены Александром Юрьевичем самостоятельно. В диссертации разработаны решена научная проблема, имеющая важное значение для развития механики жидкости, газа и плазмы.

Считаю, что диссертация Шемахина Александра Юрьевича «Математическая модель струйного ВЧИ-разряда пониженного давления с учетом слоя положительного заряда у поверхности твердого тела» является

законченной научной работой, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.1.9 «Механика жидкости газа и плазмы».

Научный консультант, профессор кафедры
кафедры физики перспективных
технологий и материаловедения
ФГАОУ ВО КФУ,
доктор физико-математических наук, доцент

 В.С. Желтухин

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
(ФГАОУ ВО КФУ)

Адрес: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18
Тел. +7 (843) 233-71-09; +7 917 930-27-47 (моб.)
E-mail: public.mail@kpfu.ru; vzheltukhin@gmail.com

