

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дмитриева А.М. «Высокочастотный разряд и его взаимодействие с поверхностью диагностических зеркал в условиях ИТЭР», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

Работа посвящена применению ВЧ емкостного разряда в системе очистки внутривакуумной зеркальной оптики диагностических комплексов строящегося международного токамака-реактора ИТЭР, предназначенной для удаления осадений, формируемых на поверхности зеркал в результате эрозии первой стенки токамака. Актуальность работы обусловлена необходимостью обеспечения работоспособности первых зеркал диагностических систем в ИТЭР в течение всего времени эксплуатации. Осаждение же пленок на поверхности зеркал приводит к существенным искажениям их спектральных характеристик и, как следствие, неверной интерпретации экспериментальных данных.

Автор диссертационной работы показывает высокую эффективность высокочастотного емкостного разряда в качестве инструмента по удалению осадений с поверхности диагностических зеркал. На основании экспериментальных исследований в существующих токамаках проведен анализ условий эксплуатации зеркал. Экспериментально измерены характеристики ионов в приэлектродном слое ВЧЕ разряда в зависимости от давления фонового газа, внешнего магнитного поля и мощности разряда, а также подобран диапазон оптимальных параметров разряда, обеспечивающих приемлемую скорость очистки металлических осадений при минимальном воздействии на поверхность оптических компонентов. Показано, что внешнее магнитное поле, которое является особенностью эксплуатации в условиях ИТЭР, приводит к симметризации ВЧЕ разряда, что положительно сказывается на однородности очистки.

На основании результатов экспериментов с использованием литературных данных в диссертации предложена методика учета формы функции распределения ионов по энергиям при оценке эффективности чистки металлических и диэлектрических осадений. Приводятся результаты разностороннего исследования параметров ВЧ разряда и сформулированы требования к выбору сорта рабочего газа для различных сценариев чистки зеркал на стенке токамака и в его диверторе.

Очень важно, что работа не заканчивается фундаментальными исследованиями наблюдаемых процессов. В последней главе описано испытание макета первого зеркала с оригинальной конструкцией системы охлаждения и подведения ВЧ мощности, обоснованы основные технические решения. В завершении приведены результаты экспериментов по чистке макета первого зеркала, подтверждающие эффективность выбранного метода.

К недостатку работы можно отнести отсутствие сравнения полученных экспериментальных данных по скорости эрозии напыленных пленок с приведенными в работе расчетными значениями и литературными данными.

В целом работа представляет большой интерес для международной команды разработчиков диагностических комплексов, планируемых к установке в ИТЭР. Достоверность результатов подтверждается публикациями в высокорейтинговых международных научных журналах, а также представлением на ведущих международных и всероссийских конференциях. Дважды результаты представлялись на конференции «Взаимодействие плазмы с поверхностью» в НИЯУ МИФИ и заслужили высокую оценку.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что диссертационная работа полностью удовлетворяет основным требованиям к кандидатским диссертациям, а Артем Михайлович Дмитриев заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Гаспарян Юрий Микаэлович

Доцент, к.ф.-м.н.

кафедра физики плазмы

Национальный исследовательский

ядерный университет «МИФИ»

тел. 8(495)7885699 доб.9983

e-mail: [YMGasparyan@mephi.ru](mailto:YMGasparyan@mephi.ru)

Гаспарян Ю.М.

«26» октября

2020 г.