

**Отзыв научного руководителя
о работе Дмитриева А.М. в ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН**

Диссертационная работа А.М.Дмитриева посвящена разработке ВЧЕ разряда для защиты диагностических зеркал токамака ИТЭР. В работе сделан фокус на исследовании и оптимизации параметров плазмы, схемы подключения ВЧ мощности и исследованию воздействия плазмы на морфологию зеркал в зависимости от типа газа, частоты поля, поглощенной в разряде мощности, величины магнитного поля.

Часть обнаруженных зависимостей была предсказуема, но при этом тщательно проверена и задокументирована. Это относится, например, к симметризации ВЧЕ разряда, связанной с замагниченностью ионной и электронной компонент плазмы, при магнитном поле более, 0,3 Тл для неоновой плазмы. Это важно учитывать в режимах с включенным, сниженным или выключенным магнитным полем ИТЭР, т.к. при симметризации происходит выравнивание параметров ионных потоков на заземлённым и ВЧ-электродах.

Различие механизмов модификации морфологии поликристаллического Мо зеркала в результате экспозиции в разрядах в D₂ и Ne при одинаковых параметрах и геометрии разряда было обнаружено впервые. Воздействие плазмы Ne на поверхность поликристаллического Мо зеркала приводит к проявлению на поверхности различно ориентированных кристаллитов, что вызывает искажение спектральной характеристики с уменьшением отражения в коротковолновой части спектра. Воздействие плазмы D₂ приводит к блистерообразованию вызывая равномерное по спектру уменьшение пропускания в широком спектральном диапазоне. Этот эффект еще предстоит изучить более детально.

В результате проведенной работы была разработана методика оценки скорости и эффективности травления пленочных осадений в плазме ВЧЕ разряда с использованием литературных данных о коэффициентах распыления и экспериментальных данных о параметрах ионного потока. Разработанный подход позволил оптимизировать диапазон рабочих параметров ВЧЕ разряда, включая подводимую ВЧ мощность, частоту и тип рабочего газа. Так ВЧЕ разряд в Ne на частоте 81,36 МГц является оптимальным для удаления Ве пленок с поверхности Мо. Для удаления W осадений с поверхности Мо предпочтительно использование разряда в Ne на частотах 40–60 МГц.

Обнаруженное различие пространственной неоднородности распыления в случае изолированного и заземленного ВЧ-электрода, было объяснено характером распределения плотности плазмы в объеме газоразрядного промежутка, полученного в результате расчета в коде Fraunhofer-IST.

Все исследованные закономерности были использованы при демонстрационной чистке охлаждаемого прототипа диагностического зеркала, играющего роль ВЧ электрода и заземленного по постоянному потенциалу. Была продемонстрирована эффективность разработанного подхода для чистки бериллиевых осадений.

За время работы Дмитриев А.М. проявил себя как сложившийся специалист в различных областях знаний в физике плазмы и технике физического эксперимента, как целеустремленный и ответственный работник, обладающий организационным опытом и способный самостоятельно решать поставленные перед ним задачи. В настоящее время соискатель работает в ФТИ, в должности младшего научного сотрудника. Он является соавтором 15 статей в реферируемых российских и международных журналах, из них 9 по теме диссертации. Соискатель неоднократно представлял свои работы на всероссийских и на международных конференциях, выступал на научных семинарах лабораторий ФТИ им. Иоффе РАН и в различных зарубежных научных центрах. Все результаты работы проходили экспертную оценку на нескольких российских и международных конференциях и получили высокую оценку непосредственно в международной команде ИТЭР.

По своему научному уровню Дмитриев А.М. без сомнения достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 "Физика плазмы".

Научный руководитель, к. ф.-м. н.

Ученый секретарь ФТИ РАН

25 июня 2020.

Мухин Е.Е.

Патров М.И.