МоделированиЕ осаждения продуктов эрозии первой стенки на внутривакуумные оптические компоненты ИТЭР [[1]](#footnote-1)\*)

Люллин З.Г., Бабинов Н.А., Бочарников В.А., Варшавчик Л.А., Когаков С.И., Старовойтов Е.А., Мухин Е.Е.

ФТИ им.А.Ф.Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

В процессе работы реактора ИТЭР, для осуществления контроля режима работы и получения научной информации, будут широко использоваться оптические диагностики. Из-за значительной удаленности исследуемой плазмы от границы вакуума эти диагностики будут использовать внутривакуумные зеркала, которые будут подвержены воздействию потоков частиц, поступающих из плазмы ИТЭР. Данные потоки в основном состоят из частиц дейтерия и бериллия. Потоки высокоэнергичных атомов дейтерия могут приводить к эрозии поверхности зеркал, а потоки бериллия - к осаждению загрязняющих плёнок на поверхности зеркал. В процессе работы было проведено численное моделирование распыления поверхности первого зеркала оптической диагностики 55.C4 и последующего транспорта загрязнений в геометрии зеркала с защитным кожухом. Моделирование процессов позволяет сделать предварительные выводы об основных тенденциях деградации диагностической оптики. В качестве входных данных использованы параметры потоков частиц, опубликованные в статье 2021 года, в которой обсуждалась разработка системы очистки диагностических зеркал ВЧ-разрядом [1, 2]. Для моделирования процесса распыления поверхности и последующего транспорта частиц был использован код KITe [3]. Данный код позволяет проводить трехмерный расчет потоков частиц и их взаимодействие с поверхностью методом Монте-Карло, в случае, когда процессы проходят в разреженном газе с низкой степенью ионизации. Оптическая диагностика будет расположена в диверторной части ИТЭР. Расчеты проводились как в случае, когда магнитного поля нет и задан только поток частиц на поверхность первого зеркала, так и в случае, когда есть сильное магнитное поле и заряженные частицы падают как на поверхность зеркала, так и на поверхность кожуха напротив зеркала. Очевидна разница в том, что в присутствие магнитного поля кожух напротив зеркала активно распыляется, в то время как без магнитного поля происходит небольшое запыление этой области. Таким образом, в результате выполнения работ проведено численное моделирование процесса распыления и переосаждения бериллия в процессе чистки узла первого оптического элемента. Выполнен анализ эффективности удаления бериллиевых осаждений с первого оптического элемента диагностики ДТР в условиях наличия и отсутствия сильного магнитного поля. В результате проведенного моделирования показаны профили распыления, осаждения и эффективного распыления (чистки) поверхности зеркала и окружающих конструкций в случаях без и в присутствии магнитного поля ИТЭР. Сделаны выводы о том, что в текущей конструкции первого зеркала системы сбора рассеянного излучения скорость распыления бериллия превышает скорость напыления на всей поверхности зеркала.

Доклад подготовлен как отчет о работе для Организации ИТЭР (контракт Росатома № ◦ Н.4а.241.19.22.) и поддержан ФТИ им Иоффе (государственное задание РФ 0034–2019–0001).

Литература

1. Brooks, J. N., Allain, J. P. (2008). Particle deposition and optical response of ITER motional Stark effect diagnostic first mirrors. Nuclear Fusion, 48(4), 045003. doi:10,1088/0029-5515/48/4/045003.
2. Shigin P. et al. RF discharge mirror cleaning system development for ITER diagnostics //Fusion Engineering and Design. – 2021. – Т. 164. – С. 112162.
3. Varshavchik L. A. et al. Three-dimensional simulation of neutral transport in gases and weakly ionized plasmas //Plasma Physics and Controlled Fusion. – 2020. – Т. 63. – №. 2. – С. 025005.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/E/en/KZ-Lyullin_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)