Защита/чистка оптических компонент диагностики томсоновского рассеяния дивертора токамака ИТЭР

Раздобарин А.Г., Бабинов Н.А., Баженов А.Н., Букреев И.М., Варшавчик Л.А., Дмитриев А.М., Елец Д.И., Коваль A.Н., Курскиев Г.С., Масюкевич С.В., Мухин E.E., Самсонов Д.С., Семенов В.В., Солоха В.В., Толстяков С.Ю., Буховец В.Л.1, Городецкий A.E.1, Maркин A.В.1, Захаров A.П.1, Залавутдинов Р.Х.1, Климов Н.С.2, Коваленко Д.В.2, Ярошевская A.Д.2, Чернаков П.В.3, Чернаков Ал.П.3, Чернаков Ан.П.3, Куприянов И.Б.4

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, С.-Петербург, Россия, [Aleksey.Razdobarin@mail.ioffe.ru](mailto:Aleksey.Razdobarin@mail.ioffe.ru)  
1ИФХЭ РАН, Москва, Россия  
2АО "ГНЦ РФ ТРИНИТИ", Москва, Троицк, Россия  
3ЗАОСпектралТех, С.-Петербург, Россия  
4АО «ВНИИНМ» Москва, Россия

Согласно данным экспериментов в действующих токамак-реакторах, загрязнение оптических элементов в условиях преимущественных осаждений в ITER приведет к быстрому ухудшению их оптических характеристик. Разработка методов защиты от осаждений является важной частью программы разработки оптических диагностик ИТЭР. В презентации представлены подходы, которые будут использоваться для защиты/очистки первых оптических элементов диагностики Томсоновского рассеяния в диверторе, сочетающей подавление потоков примеси и очистку поверхности на основе плазменной очистки и лазерной абляции.

Скачки давления, вызванные переходными процессами, такими как ELM, могут потенциально быть основным механизмом переноса примесей в отдаленные области диагностических каналов. Предложена конструкция лазерного канала специальной формы, разработанной для подавления потоков примесей. Численное моделирование экспериментально проверено в плазменных установках КСПУ-T и КСПУ-Ве.

Прозрачная оптика считается наиболее уязвимым элементом в диагностических схемах ИТЭР, поскольку даже тонкие осаждения металлов приводят к значительному снижению оптического пропускания. Лазерная абляция, будучи одним из надежных способов для дистанционной очистки диагностических окон, будет использована для чистки первого окна лазерного канала диагностики томсоновского рассеяния в диверторе ТРД. Была изучена эффективность долгосрочной очистки при непрерывном осаждении Be и W для окон из плавленого кварца и Al2O3. В презентации обсуждается реализация метода лазерной очистки для диагностики ДТР в ИТЭР.

Другой метод очистки перспективный для защиты диагностических зеркал - это плазменная очистка, эффективная для защиты от осаждения углеводорода, металлов и оксидов [1, 2]. В презентации обсуждается вариант реализации плазменной очистки на основе емкостного ВЧ разряда с учетом специфики требований ITER. Были изучены параметры ВЧ разряда и эффективности очистки для следующих типичных случаев:

• Металлические зеркала и диэлектрические окна.

• Очистка в магнитном поле и без него.

• Зеркала с водяным охлаждением.

Литература.

1. A.G. Razdobarin et al., RF discharge for in situ mirror surface recovery in ITER Nucl. Fusion **55** 093022 (2015)
2. L. Moser et al., Towards plasma cleaning of ITER first mirrors Nucl. Fusion **55** 063020 (2015)