роль нейтральных частиц в определении режима работы дивертора ИТЭР

А.С. Кукушкин1,3, Х.Д. Пахер2

1Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» г. Москва,  
 Россия, [ank755@gmail.com](mailto:ank755@gmail.com)  
2ННИИ-ЭМТ, г. Варен, Канада. e-mail: [pacher@emt.inrs.ca](mailto:pacher@emt.inrs.ca)   
3Московский инженерно-физический институт, г. Москва, Россия,

Основное назначение дивертора — удаление места взаимодействия плазмы с материалом камеры от основного плазменного шнура для снижения потока примесей в шнур, а также компрессия нейтрального газа для эффективной откачки частиц отработавшего топлива. Локализация взаимодействия приводит к высокой концентрации потока энергии на приёмных пластинах. Без специальных мер по увеличению диссипации энергии в диверторе пиковые нагрузки на диверторные пластины в ИТЭРе могли бы достигать ~100 МВт/м2, что на порядок превышает значения, допустимые при современном уровне технологии теплоотвода [1]. В проекте ИТЭР требуемый уровень диссипации энергии предполагается достичь путём работы дивертора в режиме «детачмента» [2], когда потоки энергии и частиц на диверторные пластины падают и рециклинг частиц на пластинах частично замещается рекомбинацией плазмы в объёме дивертора [3].

Поскольку интенсивность рекомбинации сильно зависит от температуры и плотности плазмы, а ионизация нейтралов в процессе рециклинга требует мощности, уменьшить поток плазмы на диверторные пластины можно как увеличением мощности излучения путём добавки примесей, так и усилением подпитки разряда газом. В расчётах, проведённых авторами с помощью пакета программ SOLPS4.3 [4], исследована эффективность обоих этих подходов для обеспечения режима работы реактора ИТЭР, удовлетворяющего как требованиям по достижению реакторных параметров (термоядерная мощность, коэффициент усиления мощности Q), так и ограничениям, накладываемым технологическими возможностями конструкции дивертора. Обнаружено, в частности, что плотность плазмы в центральной части разряда и в диверторе может контролироваться практически независимо с помощью инжекции пеллет и напуска газа в камеру. Показано, что контролируемый напуск нейтрального газа является более эффективным средством управления дивертором, чем инжекция примесей. Результаты этих исследований рассматриваются в настоящем докладе.

Литература

1. R.A. Pitts, A. Kukushkin, A. Loarte, et al., Phys. Scr., 2009, T138, 014001.
2. G. F. Matthews, J. Nucl. Mater., 1995, 220-222, 104.
3. A.S. Kukushkin, H.D. Pacher, R.A. Pitts, J. Nucl. Mater., 2015, 463, 586.
4. A.S. Kukushkin, H.D. Pacher, V. Kotov, et al., Fusion Eng. Des., 2011, 86, 2865.