Проблемы спектроскопии высокого разрешения линий бериллия в пристеночной плазме ИТЭР

1,2Кукушкин А.Б., 1Неверов В.С., 1Левашова М.Г., 1Алексеев А.Г.

1Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва,  
 Россия  
2Московский инженерно-физический институт, г. Москва, Россия

Исследования возможности восстановления плотности нейтральных атомов изотопов водорода по спектроскопии линий этих элементов в диапазоне видимого света показали, что в условиях сильного фона, созданного рассеянным диверторным светом (РДС), только спектроскопия высокого разрешения и разработка новых алгоритмов интерпретации экспериментальных данных могут обеспечить приближение к тому уровню точности, при котором требования ИТЭР к точности измерений становятся осуществимы в достаточно широком интервале различных сценариев разряда в ИТЭР. Разработанные нами новые алгоритмы составили основу создаваемой синтетической диагностики Н-альфа для ИТЭР [1]. Существенной новизной синтетической диагностики [1] является учет РДС и немаксвелловских эффектов, возникающих в кинетике нейтральных атомов изотопов водорода в пристеночной плазме. Использование разработанных алгоритмов для интерпретации данных бальмеровских альфа-линий свечения дейтерия и водорода в токамаке ДЖЕТ с итероподобной стенкой (JET-ILW) [2] позволило найти отношение сигнал/шум для этих линий и подтвердило ожидание возможной значительной роли РДС в ИТЭР. Модель контура линии [3, 4] использована в [5] для анализа спектральной асимметрии линии дейтерия при наблюдении в диверторе в токамаке JET-ILW и анализа синтетических экспериментальных данных (в том числе и для переходов на высоких атомных уровнях).

В этой работе предложено распространение методов синтетической диагностики изотопов водорода на диагностику бериллия в пристеночной плазме ИТЭР. Показано, что основными проблемами являются (а) сильный фон (РДС в линиях бериллия и тормозной континуум), усложняющий решение обратных задач, (б) нехватка данных для тонкой структуры уровней атома в сильном магнитном поле в условиях сравнимых значений зеемановского и мультиплетного расщепления атомных уровней, (в) сложная атомная кинетика из-за наличия метастабильного уровня у нейтрального атома. Представлены предварительные результаты восстановления плотности бериллия в пристеночной плазме ИТЭР по синтетическим спектрам высокого разрешения линий бериллия.

Литература

1. A.B. Kukushkin, V.S. Neverov, A.G. Alekseev, S.W. Lisgo, A.S. Kukushkin. Fusion Sci. Tech., 2016, 69, 628-642.
2. V.S. Neverov, A.B. Kukushkin, M.F. Stamp, A.G. Alekseev, S. Brezinsek, M. von Hellermann, and JET Contributors. "Determination of divertor stray light in high-resolution main chamber Hα spectroscopy in JET-ILW“, accepted in Nucl. Fusion, 2016.
3. В.С. Неверов, А.Б. Кукушкин, С.В. Лисго, А.С. Кукушкин, А.Г. Алексеев. Физика плазмы, 2015, 41, 115–124.
4. A.B. Kukushkin, V.S. Neverov, M.B. Kadomtsev, et al., Journal of Physics: Conference Series, 2014, 548, 012012.
5. Lomanowski B.A., et al., Nucl. Fusion, 2015, 55, 123028.