Изучение МГД активности плазмы в ГДЛ с помощью детекторов нейтральных атомоВ

1Пинженин Е.И., 1,2Максимов В.В.

1Институт ядерной физики СО РАН, г. Новосибирск, Россия, e.i.pinzhenin@inp.nsk.su, 2Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия.

Диагностика нейтральных атомов, покидающих плазму, является важным инструментом, несущим информацию о функции распределения быстрых ионов. Информация о перезарядных потерях используется при составлении уравнения энергобаланса плазмы.

На установке Газодинамическая ловушка создана многоканальная диагностика для наблюдения пространственных распределений нейтральных атомов, покидающих плазму. Диагностика обладает временным разрешением 30 мкс и позволяет визуализировать МГД активность плазмы. В качестве чувствительных элементов в диагностике используются диоды AXUV16ELG (16 каналов), и линейка экспериментальных диодов (9 каналов) [1]. Благодаря тонкому мертвому слою, такие диоды чувствительны к оптическому излучению в широком спектральном диапазоне, электронам и атомам (и ионам) с энергией от нескольких кэВ и выше. Два детектора реализованы по схеме камеры обскура. Первая камера предназначена для наблюдения плазмы в центре ГДЛ и регистрирует атомы, вылетающие под углом 45° к магнитной оси установки. При этом перезарядка идет на «искусственной» мишени, создаваемой мощными нагревными пучками нейтральных атомов. Благодаря тому, что функция распределения быстрых частиц в ГДЛ сильно анизотропна, и вблизи центральной плоскости все быстрые частицы имеют питч угол, близкий к 45°, соотношение сигнала от частиц к сигналу от излучения превышает 1000. Вторая камера расположена вблизи точки остановки быстрых ионов и регистрирует частицы, покидающие плазму под углом, близким к 90°. «Искусственная» мишень в этом случае отсутствует, перезарядка идет на остаточном газе.

В результате развития Альфвеновской ионно-циклотронной (АИЦ) неустойчивости происходит перестроение профиля быстрых частиц, на сигнале диамагнетизма наблюдаются провалы. Такая неустойчивость изучалась на ГДЛ экспериментально и теоретически[2,3]. На сигналах мониторов нейтральных атомов наблюдается синфазное уменьшение амплитуды сигнала, что соответствует рассеянию по углам быстрых частиц в результате развития неустойчивости. Таким образом, получено дополнительное экспериментальное подтверждение теоретических представлений о развитии АИЦ неустойчивости в ГДЛ.

МГД активность и срывы плазмы визуализировались с помощью мониторов нейтральных атомов. Например, вращение периферии плазмы возникает в результате подачи потенциала на торцевые плазмоприемники и лимитеры[4]. Такое вращение сопровождается модуляцией потока нейтральных атомов с частотой, соответствующей частоте дифференциального вращения плазмы. Для анализа экспериментальных данных была создана специальная модель. Получено хорошее соответствие модели и экспериментальных данных.

Литература

1. Chistokhin I.B. et al., EDM: 2009 10th international conference and seminar on micro/nanotechnologies and electron devices, P 359 – 361, 2009.
2. Zaytsev K.V. et al., J. Physicascripta, Vol. T161, No. 014004, 2014.
3. Chernoshtanov I.S. AIP Vol. 1771, No. 040009, 2016.
4. Beklemishev A. D. et al., Fusion science and technology, Vol. 44, Iss. 4, P 351 – 360, 2010.