Идентификация модового состава высокочастотных возмущений в токамаке ТУМАН-3М

Абдуллина Г.И., Аскинази Л.Г., Белокуров А.А., Жубр Н.А., Корнев В.А., Лебедев С.В., Разуменко Д.B., Тукачинский А.С.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, г. Санкт-Петербург, Россия, [Abdullina@mail.ioffe.ru](mailto:Abdullina@mail.ioffe.ru)

В токамаке ТУМАН-3М регистрируются высокочастотные возмущения магнитного поля в различных диапазонах частот: альфвеновские колебания (0,6 – 2,1 МГц) и ионно-циклотронное излучение (6 – 13 МГц). Альфвеновские колебания (AK) наблюдаются в омическом режиме, в отсутствие быстрых ионов; частота наблюдаемых колебаний не зависит от положения магнитного зонда. Ионно-циклотронное излучение (ИЦИ) наблюдается как в режиме омического нагрева, так и при инжекции пучка нейтральных атомов (NBI) [1, 2]. В сценарии с NBI- нагревом частота ИЦИ обычно соответствует частоте ИЦ резонанса ионов малой добавки в центре плазмы. Например, при инжекции пучка (дейтерий – 60%, водород – 40%) в дейтериевую плазму возникает ИЦИ на частоте, соответствующей ИЦ резонансу протонов ~12 ­– 13 МГц. Наоборот, при инжекции такого же пучка в водородную плазму, генерируется излучение на частоте ~6 – 7 МГц, соответствующее ИЦ резонансу для ионов дейтерия в центральной области плазмы. Омическое ИЦИ представляет собой излучение на частотах, соответствующих ИЦ резонансам основных ионов плазмы вблизи периферии. Оно наблюдается на протяжении большей части разряда и его частота зависит от положения магнитного зонда, регистрирующего это излучение (см. доклад Белокурова А.А. и др. «Свойства ионно-циклотронных колебаний в омических разрядах токамака ТУМАН-3М», эта конференция).

Возмущение магнитного поля на установке ТУМАН-3М регистрируется массивом из 16 магнитных зондов, равномерно распределенных по полоидальному обходу. В отличие от омического, ИЦИ, связанное с NBI-нагревом, регистрируется всеми зондами на одной частоте, что позволяет определить полоидальные модовые числа колебаний *m*. В докладе представлены результаты идентификации *m* для АК и ИЦИ с NBI- нагревом*.* Определение модового состава исследуемых возмущений производилась посредством пространственного Фурье преобразования в цилиндрическом приближении. Применение цилиндрического приближения оправдано отсутствием выраженной асимметрии возмущения магнитного поля в направлении большого радиуса. В случае АК максимальные амплитуды имеют моды с номерами *m* = 1 – 3 [3]. Низкие значения модовых чисел подтверждают центральную локализацию АК [4], а также могут свидетельствовать об ударном механизме возбуждения АК, связанном с перезамыканием силовых линий магнитного поля во время срыва пилообразного колебания, т.к. в этом случае должны наблюдаться низкие *m* [5]. Для ИЦИ определены *m* = 0 – 4, что, равно как и центральная локализация, отличает ИЦИ с NBI- нагревом на ТУМАНе-3М от наблюдений на других установках [1].

Работа выполнена при поддержке РНФ (грант № 16-12-10285) и ФТИ им. А.Ф. Иоффе.

Литература

1. Askinazi L.G. et al. 2018 Nucl. Fusion 58 082003.
2. Askinazi L.G. et al. 2018 Proc. 45th EPS Conf. on Plasma Phys. P5.1084.
3. Abdullina G.I. et al.2018 Proc. 45th EPS Conf. on Plasma Phys. P4.1062.
4. Abdullina G.I. et al. 2018 Technical Physics Letters 44 P. 108.
5. McClements K.G. et al. 2002 Nucl. Fusion 42 P. 1155 – 1161.