Наблюдение эффекта параметрического распада в экспериментах по нижнегибридному нагреву и генерации тока на токамаке ФТ-2

Коновалов А.Н., Степанов А.Ю., Гусаков Е.З., Дьяченко В.В., Есипов Л.А., Лашкул С.И., Шаталин С.В., Алтухов А.Б.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия, konovalov.al@mail.ioffe.ru

На токамаке ФТ-2 в течение длительного периода изучается влияния НГ волн на плазменные параметры: нагрев ионной и электронной компонент, генерация НГ тока увлечения, а также процессы способствующие улучшению удержанию энергии в центре плазменного шнура [1, 2]. Подтверждена роль механизма параметрического распада НГ волны накачки (PDI, Parametric Decay Instability), затрудняющего использование НГ диапазона ВЧ волн для генерации токов увлечения при больших плотностях плазмы [3]. Процесс PDI заключается в том, что волна накачки с волновым вектором $k\_{0}$ передает свою энергию двум дочерним волнам с волновыми векторами $k\_{1,2}$, согласно условию Брэгга $k\_{0}=k\_{1}-k\_{2}$, что сильно уменьшает эффективность нагрева и генерации тока. Поэтому фундаментальным вопросом является понимание физического механизма процесса параметрического распада с целью повышения эффективности генерации тока и нагрева плазмы в токамаках.

Развитие новых диагностических методов явилось дополнительной мотивацией для проведения этих исследований. На ФТ-2 установлена и успешно апробирована комплексная диагностика для наблюдения низкочастотных колебаний. С ее помощью наблюдалась взаимосвязь низкочастотных колебаний плотности плазмы с волной накачки. Эксперименты проводились с частотой волны накачки ~900 МГц и с уровнем мощности до 160 кВт. Получены спектры колебаний в области частот выше и ниже частоты волны накачки, показывающие, что параметрический распад при различных плотностях плазмы может происходить в разных частях плазменного шнура (в разных слоях, при различном локальном значении магнитного поля). Получена зависимость амплитуды дочерних волн от плотности при параметрическом распаде, рис. 1. Измерены спектры при разной мощности волны накачки в зависимости от плотности для водорода и дейтерия (изотопный эффект).



Рис.1. Относительная интенсивность пиков «красной» части спектра НГ волны накачки, измеренного с помощью ВЧ зонда со стороны слабого магнитного поля, от концентрации <*ne*> H/D плазмы.

Работа выполнена при поддержке РНФ (грант №17-12-01110) и Программы Президиума РАН I.16.

Литература.

1. S.I. Lashkul, A.B. Altukhov, A.D. Gurchenko et al. Nucl. Fusion 55 (2015) 073019
2. S.I. Lashkul, A.Yu. Stepanov, A.B. Altukhov et al. EPJ Web of Conferences 149, 03012 (2017)
3. V.N.Budnikov, M.A.Irzak, E.R.Its et al. Proc. of the 22st EPS Conf on Cont. Fus. and Pl.Phys., Bernnemous, 1995, p.IV, 385-387.