Экспериментальное моделирование неустойчивости распада необыкновенной волны на два верхнегибридных плазмона в плазменном филаменте

Архипенко В.И., Симончик Л.В., Усачёнак М.С., 1Алтухов А.Б., 1Гурченко А.Д., 1Гусаков Е.З.

Институт физики им. Степанова НАН республики Беларусь, г. Минск, Беларусь  
1Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

В последнее десятилетие в экспериментах по ЭЦ нагреву плазмы на токамаках и стеллараторах накопилось большое количество наблюдений, не укладывающихся в простую линейную картину [1]. Среди этих явлений особенно подробно изучено аномальное рассеяние греющего СВЧ излучения назад со сдвигом частоты, наблюдавшееся в экспериментах по нагреву на второй гармонике резонанса в токамаке Текстор [2]. В этих экспериментах было показано, что радиационная температура рассеянного излучения в тысячу раз превышает температуру электронов, а его амплитуда сильно модулирована на частоте магнитного острова. При этом наибольший уровень аномального рассеяния достигается при совпадении плотности плазмы в острове с верхнегибридным значением для половинного значения частоты накачки. Это обстоятельство позволило предложить теоретическую модель [3], позволяющую объяснить эффект аномального рассеяния назад, как следствие возбуждения параметрической неустойчивости (ПН) распада волны накачки на два верхнегибридных (ВГ) плазмона запертых в окрестности максимума плотности, сопутствующего острову [4].

В настоящей работе предпринята попытка экспериментального моделирования низкопороговой ПН двухплазмонного распада, протекающей в вытянутом вдоль магнитного поля плазменном филаменте, создаваемом с помощью ВЧ разряда. Плазменный объём (кварцевая труба с внутренним диаметром 22 мм), заполненный аргоном при давлении около 1 Па, проходит через волновод 72 × 34 мм2 параллельно широким стенкам. Начальная плазма создается ВЧ мощностью около 100 Вт на частоте около 27 МГц, которая подается на кольцевые электроды на внешней стороне кварцевой трубы, расположенные по обе стороны волновода на расстоянии около 30 см. По волноводу к плазме подводятся импульсы СВЧ мощности (до 200 Вт) на частоте 2,35 ГГц. Частота СВЧ излучения значительно превышает ЭЦ и ВГ значения и имеет необыкновенную поляризацию. С помощью оптической и СВЧ диагностик продемонстрировано наличие сильного аномального поглощения СВЧ мощности в плазме при её плотности, превышающей значение плотности ВГ резонанса для частоты, равной половине частоты волны накачки. Этот эффект исследован в зависимости от магнитного поля, плотности плазмы и СВЧ мощности. Определены пороги аномального поглощения. Проведены эксперименты по зондированию плазмы СВЧ волнами с частотой близкой к частоте ВГ резонанса.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ Бел-а 16-52-00019 и БРФФИ Ф16Р-095.

Литература

1. M. Porkolab, B.I. Cohen 1988 *Nucl. Fusion* **28**, 239
2. S.K. Nielsen, M. Salewski, E. Westerhof et al. *Plasma Phys. Control. Fusion* **55**, 115003 (2013)
3. E.Z. Gusakov and A.Yu. Popov 2016 *Physics of Plasmas* **23**, 082503
4. M.Yu. Kantor et al. *Plasma Phys. Control. Fusion* **51**, 055002 (2009)