Порог и инкремент неустойчивости распада необыкновенной волны на два верхнегибридных плазмона в плазменном филаменте

Гусаков Е.З., Попов А.Ю., 1Симончик Л.В., Сысоева Е.В., 1Усачёнок М.С.

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

Электронный циклотронный (ЭЦ) нагрев плазмы, хорошо зарекомендовавший себя в экспериментах на различных тороидальных установках, планируется к использованию в токамаке-реакторе ITER для подавления неоклассической тиринг-моды. Согласно устоявшимся представлениям, одно из его главных достоинств заключается в том, что распространение ЭЦ волн и их поглощение в плазме хорошо описываются в рамках линейной теории и являются детально предсказуемыми [1]. Вместе с тем в последнее время в экспериментах по ЭЦ нагреву плазмы на многих установках накопилась критическая масса наблюдений явлений, не укладывающихся в описанную выше линейную картину. Среди этих явлений — ускорение ионов и формирование хвоста на ионной функции распределения [2], а также аномальное рассеяние греющего СВЧ излучения назад наблюдаемое в экспериментах по ЭЦ нагреву на второй гармонике резонанса при уровне мощности всего 200 кВт [3].

Ранее, авторами работы предложена теоретическая модель [4], позволяющая количественно объяснить эффект аномального рассеяния назад, как следствие возбуждения низкопороговой двухплазмонной параметрической распадной неустойчивости (ПРН). Предложенная модель состоит из трёх существенных элементов. Во-первых, это собственно неустойчивость распада на два ВГ плазмона; во-вторых — модель насыщения неустойчивости в результате каскада последовательных распадов и в-третьих — механизм генерации рассеянного назад излучения в результате слияния ВГ плазмонов. Для проверки этой модели был предложен модельный эксперимент на линейной установке Гранит [5], направленный на изучение ПРН необыкновенной волны, приводящей к возбуждению двух верхне-гибридных (ВГ) плазмонов локализованных в замагниченном плазменном филаменте.

В настоящей работе для параметров и конфигурации плазмы, реализующейся в эксперименте [5], вычислены коэффициенты усиления конвективной ПРН необыкновенной волны, а также исследована возможность возбуждения абсолютной неустойчивости в случае локализованного в пространстве пучка накачки. В результате определены пороги и инкременты абсолютной неустойчивости и получена оценка для уровня ее насыщения.

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. A.N. Karpushov et al. 2006 Proc. of 33rd EPS Conference on Plasma Physics, 2006 **30I** P1.152
3. E. Westerhof, S. Nielsen, J.W. Oosterbeek et al. 2009 Phys. Rev. Lett. **103**, 125001
4. E.Z. Gusakov and A.Yu. Popov 2016 Physics of Plasmas **23**, 082503
5. Симончик Л.В. и др. Международная (Звенигородская) конференция по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу ХLIV 2017