

НИЗКОПороГОВЫЙ ДВУХПЛАЗМОННЫЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ РАСПАД НЕОБЫКНОВЕННОЙ ВОЛНЫ ПРИ МОНОТОННОМ ПРОФИЛЕ ПЛОТНОСТИ ^{*)}

Наговицын А.А., Гусаков Е.З., Попов А.Ю.

*Физико-технический институт им А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Россия,
nagovitsyn@mail.ioffe.ru*

Электронный циклотронный резонансный нагрев (ЭЦРН) хорошо зарекомендовал себя в тороидальных установках магнитного удержания плазмы. Однако, в последнее время в ходе ЭЦРН экспериментов обнаружен целый ряд аномальных паразитных эффектов: появление мощного СВЧ-излучения плазмы [1, 2], которое может приводить к повреждению измерительного оборудования [3], и генерация групп ускоренных ионов [4, 5]. Эти явления наблюдались при появлении на пути пучка СВЧ-волн области плазмы с немонотонным – из-за присутствия магнитного острова [6] или “electron pump-out” эффекта [7] – профилем плотности. Они были интерпретированы как последствия низкопороговой параметрической распадной неустойчивости (ПРН) волны накачки, в результате которой возбуждались дочерние волны, локализованные около локального максимума плотности [8].

В настоящей работе аналитически, основываясь на результатах работ [9, 10], и численно показано, что низкопороговая ПРН необыкновенной волны, сопровождающаяся возбуждением нелокализованных дочерних верхнегибридных (ВГ) волн, может наблюдаться и при монотонном профиле плотности и магнитного поля. Сценарий реализуется при наличии двух соседних точек распада волны накачки. В этом случае при возбуждении дочерних волн, имеющих противоположно направленные групповые скорости, создается положительная обратная связь, что может приводить к нарастанию амплитуд ВГ волн во времени [11]. Полученные результаты позволяют под другим углом взглянуть на обнаруженный недавно при анализе многолетних данных с токамака T-10 эффект значительного уширения профиля энерговыделения [12, 13], и могут объяснить этот эффект как последствия возбуждения низкопорогового двухплазмонного распада субмегаваттной СВЧ-волны.

Аналитические выкладки выполнены при поддержке гранта РФФИ 22-12-00010, численное моделирование - при поддержке госконтракта ФТИ 0040-2019-0023, код для моделирования разработан при поддержке госконтракта ФТИ 0034-2021-0003.

Литература

- [1]. S.K. Hansen, S.K. Nielsen, J. Stobe et al. // Nucl. Fusion, 2020, V. 60, P. 106008.
- [2]. A. Tancetti, S.K. Nielsen, J. Rasmussen et al. // Nucl. Fusion, 2022, V. 62, P. 074003.
- [3]. S.K. Hansen, A.S. Jacobsen, et al. // Plasma Phys. Control. Fusion, 2021, V. 63, P. 095002.
- [4]. S. Coda for the TCV Team // Nucl. Fusion, 2015, V. 55, P. 104004.
- [5]. M. Martínez, B. Zurro, et al. // Plasma Phys. Control. Fusion, 2018, V. 60, P. 025024.
- [6]. M.Yu. Kantor, A.J.H. Donne, et al. // Plasma Phys. Control. Fusion, 2009, V. 51, P. 055002.
- [7]. C. Angioni, A.G. Peeters, X. Garbet, et al. // Nucl. Fusion, 2004, V. 44, P. 827.
- [8]. Е.З. Гусаков, А.Ю. Попов // УФН, 2020, Т. 190, С. 396–420.
- [9]. M.N. Rozenbluth // Phys. Rev. Lett., 1972, V. 29, P. 565.
- [10]. А.Д. Пилия // ЖЭТФ, 1973, Т. 64, С. 1237.
- [11]. А.Д. Пилия // Письма в ЖЭТФ, 1973, Т. 17, С. 374.
- [12]. Ю.Н. Днестровский, А.В. Данилов // Физика плазмы, 2020, Т. 46, С. 387.
- [13]. Yu.N. Dnestrovskij, A.V. Danilov, et al. // Plasma Phys. Control. Fusion, 2021, V. 63, P. 055012.

^{*)} DOI – тезисы на английском