

ПЛАЗМА ЭЦР РАЗРЯДА В ОТКРЫТОЙ МАГНИТНОЙ ЛОВУШКЕ КАК ЦИКЛОТРОННЫЙ МАЗЕР: ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ И ВЛИЯНИЕ НА УДЕРЖАНИЕ ^{*)}

Господчиков Е.Д., Шалашов А.Г.

ИПФ РАН, Нижний Новгород, РФ, egos@ipfran.ru

В данном докладе обсуждаются электронное циклотронное резонансное (ЭЦР) взаимодействие электромагнитных волн и плазмы, удерживаемой в лабораторных открытых магнитных ловушках. Подобные исследования обычно связаны с ЭЦР-нагревом плазмы, используемым для достижения высокой температуры электронов в открытых магнитных конфигурациях различного масштаба: от относительно компактных технологических источников ионов до крупномасштабных плазменных ловушек, используемых в термоядерных исследованиях.

Эти приложения имеют давнюю историю, но до сих пор остаются актуальными, главным образом, благодаря прогрессу в разработке мощных источников СВЧ-излучения, таких как гиротроны, с последующим существенным увеличением нагрузки СВЧ-мощности и, тем самым, увеличением количества неравновесных резонансных электронов. Взаимодействие СВЧ волн с резонансными электронами приводит к специфическому переносу электронов в импульсном пространстве, который заканчивается их попаданием в конус потерь и высыпанием из ловушки. Такие электроны могут приводить также к развитию кинетических ЭЦР неустойчивостей в более широком диапазоне частот, чем те, которые используются для резонансного нагрева плазмы. Если это происходит, надтепловые электроны действуют как усиливающая среда для собственного электромагнитного шума, в то время как тепловая плазма и вакуумная камера, обеспечивая резонатор для нестабильных мод. Во многих случаях этот механизм определяет потери избыточной энергии, запасенной в ускоренных электронах, тем самым ограничивая достижение пиковых параметров плазмы в приложениях. Последние достижения в теории такого циклотронного мазера предлагают подходы к контролю нежелательной турбулентности плазмы, вызванной сильным ЭЦР-нагревом [1-6].

В докладе обсуждаются различные динамические режимы генерации излучения в результате развития ЭЦР неустойчивостей, влияние этих неустойчивостей на удержание горячих электронов и основной плазмы в ловушке.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 19-12-00377).

Литература

- [1]. A.G. Shalashov et al Phys. Rev. Lett. 120, 155001 (2018)
- [2]. A.G. Shalashov et al EPL 124, 35001 (2018)
- [3]. A.G. Shalashov, E.D. Gospodchikov, I.V. Izotov, PPCF 62 065005 (2020)
- [4]. I.V. Izotov et al Plasma PPCF 63 045007 (2021)
- [5]. V.A. Skalyga, et al J. Phys. D: Appl. Phys. 54, 385201 (2021)
- [6]. A. G. Shalashov and E. D. Gospodchikov, Phys. Rev. E 108, 025207 (2023)

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)