Диагностика горячей компоненты плотной неравновесной плазмы непрерывного ЭЦР разряда [[1]](#footnote-1)\*)

1Киселёва Е.М., 1Викторов М.Е., 1Скалыга В.А., 1Изотов И.В., 2Боханов А.Ф.

1Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний  
 Новгород, Россия, [unn@unn.ru](mailto:unn@unn.ru)  
2Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород, Россия, [dir@ipfran.ru](mailto:%20dir@ipfran.ru)

Плазма разряда, поддерживаемого в условиях электронного циклотронного резонанса, находит широкое применение во многих областях. Особое место среди приложений занимают источники ионов для ускорителей, так как использование плазмы ЭЦР разряда, удерживаемой в открытых магнитных ловушках, позволяет получать ионы с высоким зарядом. Повышение эффективности таких источников осуществляется, в первую очередь, за счёт усовершенствования систем магнитного удержания и параметров греющего излучения, поддерживающего разряд. Однако для дальнейших улучшений производительности и получения ионов более высоких зарядов необходимо знать и учитывать энергетическое распределение электронов в плазме. Во-первых, оно определяет максимальный заряд ионов в плазме и позволяет оценить константы ионизации. Во-вторых, функция распределения электронов по энергиям (ФРЭЭ) напрямую связана с развитием кинетических неустойчивостей, существенно влияющих на удержание плазмы [1], а, значит, и на производительность ионных источников.

До настоящего времени форма ФРЭЭ для плазмы ЭЦР разряда неизвестна, а для моделирования обычно используют максвелловскую форму распределения. Существуют различные методы для косвенной оценки энергий в такой плазме: например, локальные зондовые измерения или анализ тормозного излучения. В 2012 году в ИПФ РАН был представлен способ измерения энергетического распределения электронов, покинувших плазму [2]. Этот метод идейно представляет собой классическую масс-спектрометрию ионов с помощью магнитного анализатора, но с инвертированной полярностью магнита. Он позволяет оценить горячую (от единиц кэВ до единиц МэВ) электронную компоненту.

В данной̆ работе экспериментально исследована функция распределения электронов, вылетающих из плазмы ЭЦР ионного источника с высоким удельным энерговкладом, работающим в газодинамическом (столкновительном) режиме, в широком диапазоне значимых параметров мощности греющего излучения и давления нейтрального газа. Также была произведена диагностика излучения в СВЧ и рентгеновском диапазоне, создаваемого этими же энергичными электронами. Были найдены оптимальные режимы развития кинетических неустойчивостей в плазме ЭЦР разряда. Результаты экспериментов вкупе с теоретическими работами в дальнейшем позволят представить новый и на данный момент единственный способ восстановления настоящей ФРЭЭ внутри плазмы.

Литература

1. Tarvainen O. et al. Beam current oscillations driven by cyclotron instabilities in a minimum-B electron cyclotron resonance ion source plasma. Plasma Sources Sci. Technol. 23 025020, 2014.
2. S.V. Golubev et al. Experimental electron energy distribution function investigation at initial stage of electron cyclotron resonance discharge. Review of Scientific Instruments. –– 2012. –– Vol. 83, no. 2. –– P. 02B504.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/Lt/en/EG-Kiseleva_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)