исследование кинетических неустойчивостей в гелиевой плазме непрерывного ЭЦР разряда [[1]](#footnote-1)\*)

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

1Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской  
 академии наук, Нижний Новгород, Россия, [dir@ipfran.ru](mailto:%20dir@ipfran.ru),  
2Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,  
 Нижний Новгород, Россия, [unn@unn.ru](mailto:unn@unn.ru).

Кинетические неустойчивости свистовых волн, возникающие в плазме, часто встречаются в космосе, однако также хорошо изучены и в лабораторном моделировании. В магнитосфере Земли такие волны возникают за счёт энергичных резонансных частиц, распространяющихся под малым углом к магнитному полю, удерживающему их. Процессы, происходящие в космосе, хорошо поддаются изучению в лабораторных условиях. Например, свистовые волны зачастую возникают в плазме разряда, поддерживаемого в условиях электронного циклотронного резонанса (ЭЦР). Это происходит из-за наличия неустойчивой и анизотропной функции распределения энергичных электронов.

Одно из важных направлений исследований в области ЭЦР ионных источников — повышение их эффективности. Оно осуществляется, в первую очередь, за счёт усовершенствования систем магнитного удержания и параметров греющего излучения, поддерживающего разряд. Однако, как было показано ранее (например, [1]), на параметры извлекаемых пучков ионов существенно влияют кинетические процессы, происходящие в плазме. Соответственно, для дальнейших улучшений производительности и получения ионов более высоких зарядов необходимо знать и учитывать энергетическое распределение электронов в плазме.

До настоящего времени форма функции распределения электронов по энергиям (ФРЭЭ) для плазмы ЭЦР разряда неизвестна, однако в 2012 году в ИПФ РАН был представлен способ измерения энергетического распределения электронов, покинувших плазму [2]. Он позволяет оценить горячую (от единиц кэВ до единиц МэВ) электронную компоненту.

В настоящей работе исследованы кинетические неустойчивости, возникающие в гелиевой плазме ЭЦР ионного источника с высоким удельным энерговкладом. Эксперименты проводились в газодинамическом (столкновительном) режиме удержания в широком диапазоне значимых параметров мощности греющего излучения гиротрона и давления нейтрального газа. Была произведена диагностика излучения в СВЧ диапазоне, по возникновению которого оценивалось развитие кинетических неустойчивостей. Также были измерены энергетические распределения горячих электронов, покинувших плазму. По результатам исследований были найдены оптимальные режимы развития кинетических неустойчивостей в гелиевой плазме ЭЦР разряда.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 21-12-00262.

Литература

1. I. Izotov, D. Mansfeld et al. Beam current oscillations driven by cyclotron instabilities in a minimum-B electron cyclotron resonance ion source plasma. Physics of Plasmas 19, 122501, 2012.
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/L/Lt/en/EX-Kiseleva_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)