ПУЧОК УБЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОНОВ ПРИВОДИТ К ПОЯВЛЕНИЮ chirping-неустойчивостей на сферическом токамаке [[1]](#footnote-1)\*)

1Балаченков И.М., 1Бахарев Н.Н., 1Гусев В.К., 1Ильясова М.В., 2Коньков А.Е., 2Коренев П.С., 1Минаев В.Б., 1Патров М.И., 1Петров Ю.В., 1Сахаров Н.В., 1Скрекель О.М., 1Хилькевич Е.М., 1Шевелев А.Е.

1ФТИ им. Иоффе, г. Санкт-Петербург, Россия, [balachenkov@mail.ioffe.ru](mailto:balachenkov@mail.ioffe.ru)  
2МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

Два различных типа МГД-неустойчивостей с быстро меняющейся частотой были обнаружены в сферическом токамаке Глобус-М2 [1] в существенно отличающихся частотных диапазонах. Первый тип [2] возникает в омических разрядах при относительно низкой концентрации в широком диапазоне магнитных полей и токов по плазме на частоте порядка 1 MHz. Этот тип неустойчивости был идентифицирован как компрессионные альфвеновские волны, возбуждаемые электронами во время пилообразного срыва, динамика частоты которых находится в соответствии с предсказанием т.н. hole-clump модели [3]. Еще один тип неустойчивостей возникает в особом режиме работы токамака без реверса тока центрального соленоида. Эта неустойчивость возникает во время распада плазменного шнура при экстремально низких плотностях и токах по плазме , и фактически является неустойчивостью пучка убегающих электронов. Эти моды регистрировались во всем наблюдаемом частотном диапазоне, из которого можно выделить несколько (два или три) основных поддиапазона: приблизительно 0 – 30 MHz, 60 – 120 MHz и, в некоторых разрядах, 30 – 60 MHz. Также наблюдалось пересечение этих диапазонов. Изменение частоты в отдельных вспышках оказалось более быстрым, чем для альфвеновских мод в диапазоне 1 MHz и происходит в соответствии с экспоненциальным законом. Восстановление [4] спектра убегающих электронов на основе данных удаленного от токамака спектрометра жесткого рентгеновского излучения [5] показало, что наблюдаемая неустойчивость может существенно модифицировать функцию распределения убегающих электронов. В этой работе, по всей видимости, приводится первое наблюдение chirping неустойчивости, вызванной электронами на сферическом токамаке.

Измерения основных параметров плазмы были проведены на уникальной научной установке "Сферический токамак Глобус-М", входящей в состав Федерального центра коллективного пользования "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях" в рамках государственного задания по проекту №0040-2019-0023 в ФТИ им. А.Ф. Иоффе.

Литература

1. V.B. Minaev et al*.,* Nucl. Fusion **57** 066047 (2017)
2. I.M. Balachenkov et al, Tech. Phys. Lett. **47** 583–588 (2021)
3. H.L. Berk, B.N. Breizman et al., Phys. Rev. Lett. **68** 3563 (1992)
4. E.M. Khilkevitch et al, Tech. Phys. Lett. **39** 63–67 (2013)
5. M.V. Iliasova et al, Nucl. Instr. and Methods in Phys. Research Section A **983** 164590 (2020)

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Mu/en/CA-Balachenkov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)