Исследование структуры магнитных островов в токамаке ФТ-2 методом доплеровского обратного рассеяния в верхнем гибридном резонансе [[1]](#footnote-1)\*)

Батырев Д.Ю., Алтухов А.Б., Гурченко А.Д., Гусаков Е.З., Есипов Л.А., Кантор М.Ю., Куприенко Д.В., Лашкул С.И.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, С.-Петербург, Россия, [d.batyre@yandex.ru](mailto:d.batyre@yandex.ru)

В омическом водородном разряде токамака ФТ-2 (большой радиус 55 см, радиус диафрагмы 7.9 см) с плазменным током 34 кА, плотностью 2.21013 см-3, электронной температурой 560 эВ и магнитным полем 2.18 Тл исследовалась неоднородность полоидального вращения плазмы в присутствии магнитных островов. Для измерения полоидальной скорости *v* использовалась методика доплеровского обратного рассеяния в верхнем гибридном резонансе (ВГР) [1]. Радиальное сканирование плазмы обеспечивалось изменением частоты микроволнового зондирования. Характерными особенностями временной эволюции сигнала доплеровского частотного сдвига 2*f*D(*t*) = ***v* являются смещение его среднего уровня от нулевого значения, пропорциональное средней скорости полоидального вращения плазмы и полоидальной проекции волнового числа рассеивающих флуктуаций плотности **, а также наличие интенсивных когерентных колебаний, связанных с осцилляциями полоидального вращения из-за развития геодезической акустической моды (ГАМ). Указанные колебания проявлялись в широком диапазоне по малому радиусу от 4.5 до 6.3 см. В области 4.6 см < *r* < 5.1 см, где находилась резонансная магнитная поверхность с *q* = 2, на спектре доплеровского сдвига фиксировалась дополнительная спектральная составляющая. Ее частота была идентична частоте линии, доминирующей на спектре сигнала МГД-зонда, а когерентность двух указанных сигналов на этой частоте доходила до 88%. При этом по величине кросс-фазы сигналов двух полоидально разнесенных МГД-зондов было подтверждено, что эта линия в их спектре относится именно к моде m = 2 (n = 1). При радиальном смещении области рассеяния от центра магнитного острова на *r* = ±0.25 см наблюдалось значительное падение корреляции сигналов доплеровского сдвига и МГД-зонда. При среднем значении допплеровского сдвига <*f*D> = 1.2±0.1 MГц вблизи *r* = 5 см амплитуды его колебаний, ассоциируемые с ГАМ и МГД, составляли *f*DGAM = 0.24±0.05 MГц и *f*DMHD = 0.29±0.05 MГц. Полагая, что колебания доплеровского сдвига спектра рассеяния на МГД-частоте связаны только с модуляцией самой скорости полоидального вращения в острове, можно получить оценку сверху для величины этих колебаний *v*MHD. Для определения величин скоростей были выполнены корреляционные измерения волновых чисел флуктуаций плотности, на которых происходило рассеяние вблизи *r* = 5 см. При значении средней скорости <*v*>  2.5 км/с амплитуды ее скорости, связанные с ГАМ и МГД, оказались *v*GAM  0.5 км/с и *v*MHD  0.6 км/с соответственно. Альтернативным механизмом появления колебаний доплеровского сдвига на МГД-частоте является колебание величины **. Причина этого явления может быть связана с периодическим искажением формы поверхности ВГР вблизи магнитного острова как из-за возмущения радиального профиля плотности в нём, так и в связи с изменением формы магнитной поверхности, связанным с модуляцией магнитного поля МГД-возмущением. Оценки влияния указанных эффектов на модуляцию доплеровского частотного сдвига были выполнены для различных возмущений плотности и магнитного поля.

Литература

1. Gurchenko A.D., et al., Plasma Phys. Control. Fusion, 2013, 55, 085017

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