

## ВЛИЯНИЕ ТОРОИДАЛЬНОГО ВРАЩЕНИЯ ПЛАЗМЫ НА ТОРОИДАЛЬНЫЕ АЛЬФВЕНОВСКИЕ МОДЫ В ТОКАМАКЕ ГЛОБУС-М2<sup>\*)</sup>

<sup>1</sup>Балаченков И.М., <sup>1</sup>Бахарев Н.Н., <sup>1</sup>Гусев В.К., <sup>1</sup>Жильцов Н.С., <sup>1</sup>Курские Г.С.,  
<sup>1</sup>Киселев Е.О., <sup>1</sup>Минаев В.Б., <sup>1</sup>Мирошников И.В., <sup>1</sup>Петров Ю.В., <sup>2</sup>Пономаренко А.М.,  
<sup>1</sup>Сахаров Н.В., <sup>1</sup>Тельнова А.Ю., <sup>1</sup>Щеголев П.Б., <sup>1,2</sup>Яшин А.Ю.

<sup>1</sup>ФТИ им. Иоффе, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация  
[balachenkov@mail.ioffe.ru](mailto:balachenkov@mail.ioffe.ru)

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
 Санкт-Петербург, Российская Федерация

На токамаке Глобус-М2 [1] и ранее на токамаке Глобус-М [2] в режимах с инъекцией атомов высокой энергии наблюдались тороидальные альфвеновские моды (ТАЕ) [3, 4]. ТАЕ наблюдались магнитными зондами и другими диагностиками в частотном диапазоне сотен кГц как в виде относительно коротких вспышек колебаний длительностью 0.1 – 0.5 мс, так и в виде продолжительных мод (до 10 мс). Продолжительные ТАЕ представляют интерес с точки зрения применения этих сигналов в диагностических целях, так как в некоторых режимах они наблюдаются в виде неэквидистантных гармоник, частота которых выражается по формуле [5]:  $f_{lab}^n = f_{TAE} + n \cdot f_{Doppler}$ , где  $f_{lab}^n$  наблюдаемая частота n-й гармоники,  $f_{TAE}$  – частота первой гармоники ТАЕ, а  $f_{Doppler}$  – доплеровский сдвиг, связанный с тороидальным вращением плазмы. Таким образом, наблюдение нескольких гармоник позволяет определить как несдвинутую частоту ТАЕ, так и скорость вращения плазмы. Данная техника магнитной спектроскопии применялась ранее как на классических токамаках, таких как, DIII-D [5], так и на сферических, например, на установке NSTX [6].

В настоящей работе, измерения скорости вращения, полученные описанным методом, сравнивались с прямыми измерениями скорости тороидального вращения, полученными при помощи диагностики CXRS [7] на радиусе локализации моды, а частота  $f_{TAE}$  сравнивалась с частотой ТАЕ также вычисленной на радиусе локализации. Радиальное распределение интенсивности моды определялось при помощи диагностики доплеровского обратного рассеяния. При сравнении также учитывалась поправка [5, 8] на разность скоростей вращения примеси, линия которой используется в спектроскопических измерениях диагностикой CXRS, и основного компонента плазмы.

В результате было установлено хорошее соответствие частоты  $f_{TAE}$ , определенной в эксперименте расчетной частоте первой гармоники ТАЕ на радиусе локализации. Для скорости вращения, измеренной при помощи CXRS и полученной методом магнитной спектроскопии, наблюдается удовлетворительное соответствие. В работе обсуждаются причины возможных отклонений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 21-72-20007.

### Литература

- [1]. V.V. Minaev *et al.*, *Nucl. Fusion* **57** 066047 (2017)
- [2]. В.К. Гусев и др. // *Журнал Технической Физики* 1999 Т. **69** В. 9 С. 58–62
- [3]. Yu. V. Petrov *et al.*, *J. Plasma Phys.* **81** 515810601 (2015)
- [4]. N.N. Bakharev *et al.*, *Phys. Plasmas* **30** 072507 (2023)
- [5]. E.J. Strait *et al.*, *Plasma Phys. Control. Fusion* **36** 1211 (1994)
- [6]. M. Podest'a *et al.*, *Nucl. Fusion* **52** 094001 (2012)
- [7]. А.Ю. Тельнова и др. // *Письма в ЖТФ*, 2021, Т. **47** В. 9 С. 25–28
- [8]. Y.V. Kim, P.H. Diamond, and R.J. Groebner, *Phys. Fluids B* **3** 2050 (1991)

<sup>\*)</sup> DOI – тезисы на английском