

РАДИАЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ НА ТОКАМАКЕ ГЛОБУС-М2: МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТ^{*)}

¹Кукушкин К.А., ^{1,2}Яшин А.Ю., ¹Рожанский В.А., ¹Кавеева Е.Г., ²Хромов Н.А.,
²Киселев Е.О., ¹Долгова К.В., ¹Пономаренко А.М., ²Курский Г.С., ²Жильцов Н.С.,
²Ткаченко Е.Е., ²Мирошников И.В.

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия, office@spbstu.ru
²ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия, post@mail.ioffe.ru

Радиальное электрическое поле представляет большой интерес для изучения в рамках физики магнитного удержания высокотемпературной плазмы, так как именно радиальное электрическое поле приводит к возникновению шира дрейфовой скорости плазмы ($E \times B$ дрейф). Шир дрейфовой скорости путем подавления турбулентности плазмы позволяет осуществить переход в режим улучшенного удержания [1].

Эффективным методом изучения поперечной скорости плазмы и радиального электрического поля является диагностика доплеровского обратного рассеяния (ДОР). Данная диагностика была успешно применена для изучения L-H переходов на токамаке ASDEX Upgrade, причем полученные из экспериментов данные показали хорошее согласование с вычисленным по неоклассической формуле радиальным электрическим полем в различных режимах работы установки [2]. Для этих же целей аналогичные диагностики успешно применялись на установках LHD [3], EAST [4] и других.

Большое развитие диагностика ДОР получила на сферических токамаках Глобус-М и Глобус-М2. На данный момент на токамаке установлено два многочастотных рефлектометра с наклонными антеннами. Разные частоты зондирования позволяют исследовать как периферийные ($0.8 < \rho < 1.1$), так и центральные области плазменного шнура ($0.4 < \rho < 0.8$). Диагностика измеряет скорость перпендикулярного вращения плазмы путем регистрации доплеровского сдвига СВЧ-излучения, обратно рассеянного на флуктуациях плазмы, что позволяет построить профиль радиального электрического поля E_r [5]. С течением времени возникла идея сравнения полученных результатов с результатами численного моделирования.

Для этого в данной работе было проведено моделирование пристеночной плазмы токамака Глобус-М2 кодом SOLPS-ITER 3.0.8, в состав которого входят гидродинамический код В2.5 и код Монте-Карло для нейтральных частиц EIRENE. SOLPS-ITER уже успешно применялся для моделирования радиального электрического поля в установках ASDEX-Upgrade и ITER [6]. Для данной работы используемая в коде геометрия установки Глобус-М2 была обновлена по последним данным о параметрах вакуумной камеры токамака. Данные о магнитном равновесии были получены с помощью кода ruGSS по экспериментальным данным выбранного разряда. В ходе расчета проводилась корректировка по данным Томсоновской диагностики и диверторных зондов, собранным в моделируемом разряде.

По результатам моделирования было проведено сравнение радиального электрического поля, полученного различными способами: диагностикой ДОР в ходе экспериментов, моделированием пристеночной плазмы, по неоклассической формуле из измерений скорости тороидального вращения и транспортного моделирования в центре токамака.

Литература

- [1]. Biglari H. et al, Phys. Fluids B Plasma Phys., 1990, 2, 1-4.
- [2]. Sauter P. et al, Nucl. Fusion., 2011, 52, 012001.
- [3]. Tokuzawa, T. et al, Rev. Sci. Instrum., 2018, 89, 10H118
- [4]. Zhou, C. et al, Rev. Sci. Instrum., 2013, 84, 103511
- [5]. Yashin A. et al, Appl. Sci. 2021, 11(19), 8975
- [6]. Kaveeva E., Rozhansky V., Plasma Phys, Control. Fusion, 2023, 65, 055020

^{*)} DOI – тезисы на английском