

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫТЕКАНИЯ ПЛАЗМЫ ИЗ ОТКРЫТОЙ ЛОВУШКИ С ПОМОЩЬЮ 1D ДРЕЙФОВО-КИНЕТИЧЕСКОГО PIC КОДА ^{*)}

^{1,2}Глинский В.В., ^{1,2}Тимофеев И.В.

¹*Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН), Новосибирск, Россия, v.v.glinskiy@yandex.ru*

²*Новосибирский Государственный Университет (НГУ), Новосибирск, Россия*

Одна из самых технически простых концепций термоядерного реактора основывается на магнитном удержании плазмы в открытой ловушке. Важным шагом к её реализации должна стать установка ГДМЛ (Газодинамическая многопробочная ловушка) [1], проект которой был предложен в ИЯФ СО РАН. Проект призван объединить основные достоинства газодинамического, многопробочного и винтового удержания плазмы, которые экспериментально изучались на открытых ловушках ГДЛ, ГОЛ-3 и СМОЛА на протяжении десятков лет. Несмотря на обширную теоретическую и экспериментальную информацию, накопленную об этих режимах, остаётся вопрос о возможности масштабирования полученных ранее результатов на околореакторные параметры ГДМЛ. Для ответа на этот вопрос необходимо досконально разобраться с физикой явлений, происходящих на существующих установках. В частности, ключевым для будущего реактора является вопрос о величине потерь частиц и энергии вдоль силовых линий магнитного поля. Важную роль в подавлении этих потерь играет скачок электрического потенциала, который формируется между плазмоприёмниками и центром ловушки. И хотя величина этого скачка в расширителе открытой ловушки измерялась в экспериментах на ГДЛ, корректная интерпретация этих измерений невозможна без весьма детального описания электронной кинетики.

На данный момент в ИЯФ СО РАН для моделирования ловушки ГДЛ широко используется код DOL [2], в котором для ионов решаются усредненные по баунс-колебаниям кинетические уравнения, а для электронов используется распределение Больцмана. Этот код способен быстро просчитать такую большую установку, как ГДЛ, однако из-за усредненного характера уравнений и большого количества внешних параметров непригоден для задач, касающихся физики расширителей или создания стартовой плазмы. Для более подробного описания электронной физики Глинским В.В. начата разработка электростатического 1D Particle-In-Cell (PIC) кода, использующего дрейфово-кинетическое приближение для всех сортов частиц [3]. Данная работа посвящена включению в эту PIC модель алгоритма кулоновских столкновений [4] и моделированию удержания плазмы в пробочном магнитном поле. Результаты моделирования установления скорости потерь и профиля амбиполярного потенциала в задаче о вытекании плазмы из ловушки сопоставляются с формулой Пастухова.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 24-12-00309)

Литература

- [1]. Skovorodin D.I. et al. Gas-dynamic multiple-mirror trap GDMT //Plasma Physics Reports. – 2023. – Т. 49. – №. 9. – С. 1039-1086.
- [2]. Yurov D.V., Prikhodko V.V., Tsidulko Y.A. Nonstationary model of an axisymmetric mirror trap with nonequilibrium plasma //Plasma Physics Reports. – 2016. – Т. 42. – С. 210-225.
- [3]. Glinskiy V.V., Timofeev I.V., Berendeev E.A. 1D drift-kinetic numerical model based on semi-implicit particle-in-cell method //Computer Physics Communications. – 2024. – Т. 304. – С. 109318.
- [4]. Takizuka T., Abe H. A binary collision model for plasma simulation with a particle code //Journal of computational physics. – 1977. – Т. 25. – №. 3. – С. 205-219.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)