

ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ПЛАЗМЫ В АКСИАЛЬНО-СИММЕТРИЧНОЙ ОТКРЫТОЙ ЛОВУШКЕ MIDAS-1D2V ^{*)}

^{1,2}Приходько В.В.

¹ИЯФ СО РАН, Новосибирск, РФ, v.v.prikhodko@inp.nsk.su

²НГУ, Новосибирск, РФ

К настоящему моменту для моделирования параметров установки ГДЛ был разработан целый ряд моделей. Основной подход состоял в разделении ионной компоненты на две части: «тёплые ионы», имеющие высокую частоту столкновений и близкую к максвелловской функцию распределения, и «быстрые ионы», формирующиеся за счёт захвата нагретых атомарных пучков. В центре внимания оказывались именно быстрые ионы, их функция распределения оценивалась аналитически [1], либо рассчитывалась численными кодами [2,3]. При этом параметры тёплых ионов рассматривались оценочно. Другой подход предусматривает численный расчёт всех параметров плазмы с использованием только электродинамики и некоторого упрощения для парных кулоновских столкновений. Этот вариант реализован в виде кинетического кода на основе частиц-в-ячейках [4], а сложность его применения связана с высокими требованиями к расчётным ресурсам.

В рамках данной работы построена численная модель для расчёта эволюции функции распределения ионов в аксиально-симметричной открытой ловушке (Mirror Ion Distribution with Axial Symmetry — MIDAS). Для упрощения модели сделаны следующие предположения. Во-первых, без учёта столкновений магнитный момент μ и полная энергия E ионов сохраняются, а распределение по фазе ларморовского вращения считается однородным. По этой причине фазовое пространство параметризуется двумя переменными — E и μ . Во-вторых, модель построена для плазмы внутри одной силовой трубки с равномерным распределением по её поперечному сечению. Поэтому обычное пространство параметризуется единственной координатой вдоль оси системы. В результате функция распределения зависит от времени, одной пространственной и двух фазовых координат (что часто сокращается как 1D2V). В-третьих, потенциалы Розенблюта вычислялись по усреднённым по углам функциям распределения ионов. И в-четвёртых, предполагалось максвелловское распределение электронов с одинаковой температурой во всей силовой трубке, а искажения магнитного поля рассчитывались в параксиальном приближении.

Проведена предварительная проверка кода: результаты расчётов, выполненные в предельных случаях большой и малой длины пробега, демонстрируют хорошее согласие с теоретическими моделями.

Литература

- [1]. И.А. Котельников, и др. Математическая модель источника нейтронов на основе газодинамической ловушки. — Новосибирск, 1990 (Препринт/Ин-т ядер, физики СО АН СССР; 90-105).
- [2]. K. Noack, G.Otto, and S.Collatz. Transport Simulations of Fast Ion and Neutral Gas Dynamics during GDT Experiments. Fusion Technology, vol. 35, issue 1T, (1999), pp. 218-222. DOI: 10.13182/FST99-A11963855
- [3]. Д.В. Юров, В.В. Приходько, Ю.А. Цидулко. Нестационарная модель для описания осесимметричной открытой ловушки с неравновесной плазмой. Физика плазмы, т. 42, № 3, (2016 г.), с. 217-233.
- [4]. V.V. Glinskiy, I.V. Timofeev, E.A. Berendeev. 1D drift-kinetic numerical model based on semi-implicit particle-in-cell method. Computer Physics Communications, V. 304, (2024), p. 109318. DOI: 10.1016/j.cpc.2024.109318

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)