МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ПЛАЗМЕННОГО РАЗРЯДА В ДРАЙВЕРЕ ИОННОГО ИСТОЧНИКА ^{*)}

Воинцев В.А., Шиховцев И.В., Гаврисенко Д.Ю.

ИЯФ СО РАН, Новосибирск, Россия, voitsev1998@mail.ru

Инжекторы быстрых атомов широко используются в различных термоядерных установках для нагрева и диагностики плазмы. Процесс формирования атомарного пучка в инжекторах начинается с ионного источника [1]. Для генерации плазмы в ионном источнике используют дуговые и индукционные плазменные генераторы. Из-за отсутствия электродов в газоразрядной камере ионные источники на основе индукционного разряда имеют высокую стабильности и позволяют работать в длительных режимах [2]. Устройство, внутри которого поддерживается индукционный разряд, называется высокочастотным (ВЧ) драйвером.

В Институте Ядерной Физики для квазистационарного токамака с реакторными технологиями TRT ведется разработка нагревного инжектора, в конструкцию которого заложен поверхностно-плазменный источник отрицательных ионов с энергией 120 кэВ и длительностью работы до 100 с [3]. Для данного источника разрабатывается ВЧ драйвер, способный работать с многосекундными импульсами. Драйвер представляет собой цилиндрическую вакуумный объем с керамической боковой стенкой, внутри которого поддерживается плазменный разряд за счет ВЧ поля, создаваемого внешней антенной. Внутри камеры установлен экран для защиты керамики от тепловых потоков и напыления.

Эффективность работы драйвера зависит от многих параметров, таких как геометрия камеры, газовые условия, конфигурация защитного экрана и внешнего магнитного поля [4]. С целью исследования зависимости параметров плазменного разряда от различных конфигураций драйвера и оптимизации его конструкции была создана трехмерная модель водородного индукционного разряда в драйвере. Модель рассчитана в гидродинамическом приближении для ионов и электронов.

В работе предоставлены описание модели, основные параметры рассчитанной плазмы, такие как ионный состав, потенциал плазмы, распределение энергии электронов, распределение плотности электронов и ионов. Произведено сравнение данных моделирования с экспериментальными результатами.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.

Литература

- [1]. R.S. Hemsworth, T. Inoue. Positive and negative ion sources for magnetic fusion // IEEE TPS 33(6), 1799 – 2005.
- [2]. A. Krylov et al 2006 Caesium and tungsten behavior in the filament arc driven Kamaboko-III negative ion source // Nucl. Fusion 46 S324 – 2006.
- [3]. Yu.I. Belchenko et al. Possible Scheme of Atomic Beam Injector for Plasma Heating and Current Drive at the TRT Tokamak // PLASMA PHYSICS REPORTS Vol. 47. — 2021.
- [4]. D. Zielke et al. RF power transfer efficiency and plasma parameters of low pressure high power ICPs // Phys. D: Appl. Phys. 54 155202 – 2021.

^{*)} DOI – тезисы на английском