

ГЕНЕРАЦИЯ ПЛАЗМЫ ГЕЛИКОННОГО РАЗРЯДА В КВАЗИСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ ^{*)}

^{1,2}Маслаков И.Д., ¹Кузьмин Е.И., ¹Чесноков А.В., ^{1,2}Шиховцев И.В.

¹Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия, press@inp.nsk.su

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия, press@nsu.ru

Для развития термоядерной энергетики необходимы материаловедческие исследования по взаимодействию плазмы с материалами стенок термоядерного реактора. Проблема первой стенки требует проведения симуляции плазменных нагрузок в линейных материаловедческих установках. Источник плазмы для таких установок должен отвечать критериям эффективности вкладываемой энергии по отношению к создаваемому плазменному потоку, стационарности режима генерации плазмы, а также чистоте плазмы. Данные критерии обозначили перспективность использования высокочастотных безэлектродных систем генерации плазмы, как наиболее эффективных источников плазмы с возможностью создания плазмы с ионным потоком в диапазоне $10^{22} - 10^{23} \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$. В частности, геликонные источники плазмы все чаще используются на материаловедческих установках с высоким [1] и средним потоком мощности на мишень [2], [3].

Геликонный источник, как правило, состоит из магнитной системы, системы ВЧ возбуждения, состоящей из генератора, согласующей системы и ВЧ антенны, разрядной диэлектрической камеры, а также магнитной системы. Одной из основных проблем, препятствующих выходу геликонного источника на стационарный режим, является нагрев диэлектрической разрядной камеры при генерации плазмы, что приводит к ее эрозии и распылению материала стенок. Данная работа посвящена исследованию взаимодействия плазмы с разрядной камерой, а также методам увеличения длительности генерации плазмы.

Исследования проведены на геликонной установке, разработанной в ИЯФ СО РАН [4, 5]. Изучена зависимость нагрева камеры от различных параметров разряда — подводимой мощности (5-25 кВт), магнитного поля (170-600 Гс) и длительности генерации в десятки секунд. Обнаружен рост температуры нагрева камеры с увеличением напряжения на ВЧ антенне, которое пропорционально вводимой мощности, обнаружены максимумы температуры, расположенные в местах наибольшей напряженности электрического поля антенны. В результате экспериментов не обнаружено влияния формы силовых линий и плотности плазмы на нагрев камеры. Исследованы различные способы уменьшения перегрева камеры (фарадеевский внутренний экран, дополнительный изолятор между антенной и камерой). Предложена конструкция двойной стенки с водным охлаждением.

Литература

- [1]. Rapp J. / “Latest Results from Proto-MPEX and the Future Plans for MPEX” // Journal Fusion Science and Technology (2019), Vol.75, Iss. 7, DOI: <https://doi.org/10.1080/15361055.2019.1610315>.
- [2]. B.D. Blackwell [et al.]. / “Design and characterization of the Magnetized Plasma Interaction Experiment (MAGPIE): a new source for plasma–material interaction studies” // Plasma Sources Sci. Technol. (2012), Vol. 21, P. 055033, DOI:10.1088/0963-0252/21/5/055033.
- [3]. Cherkez D. / “The design of the plasma facility based on RF source helicon type for studying the plasma-materials interaction” // Problems of Atomic Science and Technology Ser. Thermonuclear Fusion (2020), Vol. 43, Iss. 3, pp. 101—110, DOI: 10.21517/0202-3822-2020-43-3-101-110
- [4]. A. Ivanov [et al.]. / “High efficiency helicon plasma source for PMI studies” // Fusion Sci. Technol. (2013), Vol. 63, P. 217-221.
- [5]. E.I. Kuzmin, I.V. Shikhovtsev. / “High-Density Helicon Plasma Source for Linear Plasma Generators” // Plasma Phys. Rep. (2021), Vol. 47(6), pp. 526-535, DOI:10.1134/S1063780X21060118

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)