исследование взаимодействия гелиевой струи с высокотемпературной плазмой токамака [[1]](#footnote-1)\*)

Коробко Д.Д., Тимохин В.М., Сергеев В.Ю., Богданов А.М.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, [korobko.dd@edu.spbstu.ru](mailto:korobko.dd@edu.spbstu.ru)

Спектроскопическая диагностика периферийной плазмы токамака с инжекцией нейтрального гелия предоставляет ценную информацию о распределении электронных температуры и плотности в периферийных областях плазменного шнура из соотношений измеренных интенсивностей излучения в спектральных линиях нейтрального гелия [1]. Понимание физических процессов, происходящих при взаимодействии нейтрального гелия с высокотемпературной плазмой токамака, позволит улучшить качество получаемых результатов и их интерпретации.

Первым шагом к расчёту распределений возбуждённых атомов гелия было исследование течения нейтрального гелия в системе инжекции спектроскопической диагностики, установленной на токамаке «Глобус-М2» [2]. Также были проведены расчёты параметров сопла Лаваля, способного оптимизировать указанную систему инжекции. Численное моделирование течения нейтрального гелия было выполнено с помощью CFD-пакета среды вычислений ANSYS Fluent [3].

В докладе приведены результаты численных расчётов распределения атомов гелия в возбуждённом состоянии 1s3s(3S), соответствующего излучению в линии нейтрального гелия 706 нм (1s3s(3S) − 1s2p(3P0)). По скейлингу газодинамического разлёта газа из отверстия в вакуум, приведённому в работе [4], оценивалось распределение плотности атомов инжектированного гелия nHe в камере токамака. В формировании этого распределения были учтены процессы ионизации и перезарядки. Профили электронных температуры и концентрации брались из расчёта по коду SOLPS-ITER [5]. По известному сечению возбуждения основного состояния гелия на верхний уровень перехода 1s3s(3S) − 1s2p(3P0) оценивалось пространственное распределение интенсивности излучения в соответствующей линии:

I706(R, Z, φ) ~ nHe (R, Z, φ) ne (R, Z, φ) <σv> (Te (R, Z, φ)), (1)

где ne (R, Z, φ) – электронная концентрация, <σv> (Te (R, Z, φ) – сечение возбуждения из основного состояния в 1s3s(3S).

Подробный анализ полученных результатов и их обсуждение приведены в докладе.

Работы поддержаны ГК Росатом и Минобрнауки России в рамках Федерального проекта 3 (U3), проект № FSEG-2023-0018 «Разработка и создание систем струйной и пеллет инжекции с повышенными производительностью и ресурсом».

Литература

1. Zweben S.J. et al Rev Sci Instrum. 2017 Apr; 88(4):041101. doi: 10.1063/1.4981873. PMID: 28456269.
2. В. М. Тимохин и др., Письма в ЖЭТФ, 116:5 (2022), 292–299.
3. ANSYS Fluent. 2022. – URL: <https://www.ansys.com/products/fluids/ansys-fluent> (дата обращения 10.10.2022)
4. В. Г. Дулов, Г. А. Лукьянов Газодинамика процессов истечения. Новосибирск: Наука, формула (4.18), стр. 81 (1984).
5. V.A. Rozhansky et al Nucl. Fusion 41 387 (2001).

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Mu/en/AY-Korobko_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)