ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНЖЕКЦИИ ГАЗА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ УВЕЛИЧЕННОЙ МОЩНОСТИ МК-200 Х8 ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ИТЭР [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Бирюлин Е.З., 1,2Цыбенко В.Ю., 1,2Позняк И.М., 1,2Алябьев И.А., 1,2Новоселова З.И., 1,2Федулаев Е.Д.

1ГНЦ РФ ТРИНИТИ, г. Москва, округ Троицк, Россия, [teufida@gmail.com](mailto:teufida@gmail.com)  
2МФТИ (НИУ), г. Долгопрудный, Россия, biriulin.ez@phystech.edu

Во время работы ИТЭР ожидается интенсивное плазменное и тепловое воздействие на защитные покрытия вакуумной камеры токамака-реактора. При переходных плазменных процессах (ELM-ы и срывы) интенсивность тепловых потоков на стенку будет многократно превышать пороги плавления вольфрама и бериллия, что повлечет их интенсивную эрозию. Для улучшения конструкции защитных покрытий вакуумной камеры реактора и разработки методов их защиты от воздействия со стороны плазмы необходимы исследования механизмов эрозии материалов под действием интенсивных потоков плазмы. Условия, ожидаемые во время переходных плазменных процессов в ИТЭР, наиболее полно воспроизводятся в лабораториях на установках с плазменными ускорителями.

Для расширения возможностей экспериментального моделирования переходных процессов в термоядерном реакторе необходимо дальнейшее развитие техники плазменных ускорителей. Улучшения должны быть направлены на повышение энергоэффективности, мощности, ресурса, увеличение эффективности использования плазмообразующего газа, уменьшение количества примесей в плазме. В ГНЦ РФ ТРИНИТИ (Москва, Троицк) создаётся плазменный ускоритель нового поколения МК-200 Х8. Для инжекции рабочего газа в межэлектродный зазор ускорителя разработана специальная система газонапуска. Газ впрыскивается в рабочий объем с помощью 8 быстродействующих клапанов в направлении от внешнего (анода) к внутреннему (катоду) электроду. Это позволяет создать компактное газовое распределение с повышенной плотностью у катода. Ожидается, что такое распределение позволит стабилизировать неустойчивость плазмы, обусловленную неравномерностью ее разгона по сечению межэлектродного зазора [1], а также уменьшит дисперсию скоростей в плазменном сгустке на выходе ускорителя.

Цель данной работы – исследование системы газонапуска плазменного ускорителя МК-200 Х8. Для этого проведены газодинамические расчёты методом контрольных объемов и выполнены экспериментальные измерения параметров системы. В силу азимутальной симметрии задачи в расчетной модели рассматривался сегмент геометрии с углом раствора 45о. Уравнения газодинамики решались на подвижной сетке, что позволило учесть движение штока клапана.

Для измерения характеристик новой системы инжекции газа использовались датчики давления. Неравномерность напуска по азимутальной координате измерялась с помощью 8ми датчиков давления PCB Piezotronics. Для измерения распределения давления газа по длине центрального электрода разработана диагностическая система на основе пьезорезистивных датчиков Keller PAA-8 L. По результатам измерений удалось определить характеристики газового потока: скорость, плотность, число Маха, а также – оценить неоднородность газового распределения в межэлектродном зазоре. Сравнение результатов расчетов с экспериментальными данными подтвердило достоверность численной модели.

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках договора ГК № Н.4к.241.09.22.1074 от 28.04.2022г.

Литература

1. F. Douglas Witherspoona, Andrew Case, Sarah J. Messer, Richard Bomgardner II, Michael W. Phillips,b Samuel Brockington, and Raymond Eltonc A contoured gap coaxial plasma gun with injected plasma armature REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS

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