Моделирование динамики плазменной оболочки плазмофокусного разряда в различных газах

Ананьев С.С., Суслин С.В.

НИЦ "Курчатовский институт", Москва, Россия, suslinsv@yandex.ru

Плазмофокусные разряды являются источниками различных типов излучения - нейтронного, рентгеновского. Однако формирование плазменного фокуса сопровождается также интенсивными потоками плазмы, распространяющимися из области пинчевания. Последнее явление вызывает сильный интерес, связанный с его возможными практическими приложениями. В работе [1] указывается применимость его к модификации материалов, а в [2] указывается на возможность моделировать воздействие интенсивных потоков плазмы на первую стенку ИТЭР с помощью плазменных потоков в установках с плазменным фокусом. Еще одним возможным приложением плазменных струй является использование их для лабораторного моделирования астрофизических джетов в уменьшенном масштабе [3]. В связи с этим плазменные потоки активно изучаются экспериментально, а также моделируются численно. Однако ввиду сложности процесса образования плазменного потока природа этого явления пока остается не до конца ясной.

В связи с тем, что механизмы формирования плазменных потоков могут в значительной степени совпадать с процессами формирования плазменного фокуса, численное моделирование плазмофокусного разряда может прояснить особенности генерации плазменных потоков из плазменного фокуса. Представленная работа посвящена численному моделированию динамики плазмы в плазмофокусных разрядах для различных рабочих газов. Численное моделирование позволяет лучше трактовать экспериментальные данные за счет симуляции процессов, протекающих в ходе разряда, прямое измерение которых невозможно. Так, ранее в работе [4] нам удалось прояснить роль эффекта Холла в плазмофокусном разряде в неоне в установке ПФ-3. Благодаря этому достигнуто хорошее соответствие численной модели экспериментальным измерениям в интервале времени от начала разряда до начала формирования плазменной струи. В рамках последующей работы мы распространили использованный ранее подход на другие газы и газовые смеси.

Сущность подхода состоит в том, что вместо точного вычисления холловского переноса магнитного поля, нами был введен коэффициент kx, модифицирующий скорость переноса магнитного поля с плазменным течением. Такой подход потребовал провести обширную работу по выяснению величины этого коэффициента. Дело в том, что хотя скорость распространения магнитного поля за счет эффекта Холла пропорциональна токовой скорости электронов, та, в свою очередь, зависит от множества факторов, и не может быть оценена с достаточной точностью. Поэтому для неона поиск коэффициента выполнялся, опираясь на экспериментальные данные. Однако мы предположили, что некоторые из параметров, которые влияют на токовую скорость, не зависят от сорта используемого газа. Это позволило в рамках данной работы добиться хорошего соответствия между результатами моделирования и экспериментальными измерениями для других газов и газовых смесей -аргона, дейтерия и смеси дейтерия с ксеноном, лишив необходимости эмпирического подбора коэффициента kx.

Литература.

1. Иванов Л.И. и др., Физика и xимия обработки материалов 2008, № 1, с.32—37.
2. Soto L. et al., Physics of Plasmas 2014, 21, 122703.
3. V. Krauz, et al., 42nd EPS Conference on Plasma Physics, Lisbon, Portugal, 2015, 39E, P4.401.
4. Ананьев С.С., Суслин С. В., Харрасов А.М., ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2016, Т. 39, вып. 2, С. 69