Исследование процессов формирования и динамики плазменного потока в плазмофокусном разряде

В.И. Крауз, В.В. Мялтон, С.С. Ананьев, В.П. Виноградов, Ю.В. Виноградова, С.А. Данько, Ю.Г. Калинин, А.М. Харрасов

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, krauz\_vi@nrcki.ru

В НИЦ «Курчатовский институт» на установке ПФ-3 начат новый цикл экспериментов по лабораторному моделированию астрофизических джетов. Одной из основных задач является исследование механизмов генерации плазменных потоков в плазмофокусном разряде, имитирующих астрофизические джеты. Другой не менее важной задачей является исследование их распространения в фоновой среде и анализ физических процессов, влияющих на их стабильность. Вопрос о стабильности астрофизических джетов, обеспечивающих их аномально большое аспектное отношение l/d , где l – длина джета, а d – его поперечные размеры, является одним из самых актуальных.

Для расширения экспериментальных условий генерации и последующего распространения плазменных потоков эксперименты проведены в различных рабочих газах (водород, дейтерий, гелий, неон, аргон). Процесс формирования плазменного потока при компрессии токонесущей плазменной оболочки (ТПО) на оси исследован с помощью скоростных фоторегистраторов, работающих как в кадровом режиме, так и в режиме щелевой развертки. Обнаружено существенное различие в структуре ТПО при работе на различных газах. Показано, что формирование потока коррелирует с фазами развития МГД-неустойчивостей пинча и его последующего распада.

Для исследования процессов распространения потоков в фоновой плазме, наряду со скоростными фоторегистраторами, применены световые коллиматоры, позволяющие определять мгновенную скорость плазменного потока на различных расстояниях от места генерации. Обнаружено, что начальная скорость плазменного потока слабо зависит от сорта рабочего газа и составляет ≥ 107 см/с. Напротив, последующее торможение потока определяется эффектами его взаимодействия с фоновым газом и плазмой, возникающей в камере в результате ионизации рабочего газа излучением пинча. В случае работы с тяжелыми газами степень ионизации газа существенно падает с увеличением расстояния от места генерации, что приводит к более сильному торможению плазменного потока. Тем не менее, зафиксировано распространение плазменного потока на расстояние ~1 м (граница пролетной рабочей камеры). Плотность потока энергии на расстоянии 95 см при этом составляет ≥2 Дж/см2.

Показано существенное превышение продольной скорости потока над поперечной скоростью его расширения. Поток сильно структурирован. На расстоянии 35 см от анода зафиксированы компактные плазменные образования с поперечными размерами ≤1 см. Более отчетливо эти структуры проявляются при работе с тяжелыми газами (аргон, неон), что может быть обусловлено явлением радиационного охлаждения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 14-29-06085-офи\_м, № 14-02-01203-а, №14-02-00179-а и №14-02-31473-мол-а).