Исследование плазменного потока в плазмофокусном разряде при его распространении в фоновом газе

Харрасов А.М., Ананьев С.С., Виноградов В.П., Виноградова Ю.В., 1Войтенко Д.А., Крауз В.И., Мялтон В.В.

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, airat.kharrasov@gmail.com
1Сухумский физико-технический институт, г. Сухум, Абхазия

В НИЦ «Курчатовский институт» ведутся работы по исследованию плазменных потоков, генерируемых в плазмофокусном разряде, и их применению в моделировании астрофизических джетов. Значительное влияние на структуру и динамику плазменного потока оказывают как качественные, так и количественные параметры среды распространения джета. Поэтому одной из основных задач в исследовании является изучение структуры и динамики плазменных потоков в различных газах.

В работе представлены результаты исследования плазменных потоков, генерируемых на установке ПФ-3, при их распространении в фоновой плазме на расстояния до 1 м от места генерации. Методами скоростной фотографии получены данные о структуре плазменных образований на расстояниях 35, 65 и 95 см от поверхности анода. Съемка производилась с 2 взаимно перпендикулярных направлений, что позволило получить представление об объемной структуре объекта. Поставлены эксперименты по исследованию ионизационного состава плазменного джета при разряде в неоне. Произведена регистрация потока в 3 сечении пролётной камеры (95 см от анода) с использованием цветных фильтров ФС-1 (для выделения NeII) и КС-19 (для выделения NeI). Отсутствие существенных отличий во фронте и структуре плазменного потока может говорить о том, что в джете нет чёткого разделения областей с атомарным и однократно ионизованным неоном. Однако вопрос требует более детального изучения на расстояниях ближе к месту генерации.

Проведены эксперименты по регистрации плазменных потоков ЭОП-регистраторами и камерой со щелевой развёрткой, позволившей получить информацию о динамике объекта при распространении в фоновом газе. Отмечена высокая корреляция результатов обоих диагностик: схожая форма фронта плазменного потока, на развёртках можно выделить в составе общего джета фронты отдельных потоков плазмы по форме совпадающий с фронтами на ЭОП-граммах. Анализ щелевых развёрток дал основания полагать, что в движении плазменного потока присутствует вращательная компонента.

Проведены исследования торможения потока с помощью оптических коллиматоров. Ранее было показано, что движение потока плазмы описывается уравнением: V = V0 e –x/x0, где V0 — скорость струи в начальный момент времени, Х0 — длина торможения. Сила торможения при этом Fторм ~ V2. Показано, что при определенных условиях достаточно измерений на двух расстояниях для корректного определения V0 и X0. Получена формула для определения средних скоростей и длины торможения.

Аналогичные измерения проведены на установке КПФ-4 (СФТИ). Проведена модернизация схемы измерений с помощью оптических коллиматоров: установлено 10 ФЭУ 115 для пяти двойных коллиматоров, унифицированы источники питания ФЭУ, проведена калибровка каналов. Определены V0 и X0 в разрядах на водороде и аргоне при стационарном напуске газа и при импульсном напуске аргона.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (№ 14-29-06085-офи\_м, № 14-02-01203-а и №16-32-00917-мол-а, № 15-52-40009 Абх\_а).