Исследование плазменных потоков на установке КПФ-4 “Феникс” при различных режимах напуска газа

Д.А. Войтенко, Г.И. Астапенко, В.И. Крауз\*, К.Н. Митрофанов\*\*, В.В. Мялтон\*, С.С. Ананьев\*

ГНПО “Сухумский физико-технический институт”, Сухум, Абхазия,
 opti-sfti@yandex.ru
\*НИЦ “Курчатовский институт”, Москва, Россия, krauz\_vi@nrcki.ru
\*\*ФГУП “ГНЦ РФ ТРИНИТИ”, Москва, mitrofan@triniti.ru

На установке КПФ-4 “Феникс” в ГНПО СФТИ начат цикл работ по лабораторному моделированию астрофизических джетов, основной задачей которых является исследование процессов генерации и распространения плазменных потоков, генерируемых в плазмофокусном (ПФ) разряде. При таком моделировании важным фактором являются параметры фоновой плазмы, в которой распространяются плазменные потоки. В условиях стационарного напуска рабочего газа в разрядный объем, традиционно используемом в плазмофокусном эксперименте, регулировать параметры фоновой плазмы крайне затруднительно. Режимы с импульсным напуском рабочего газа, позволяющие создавать профилированные начальные распределения плотности, являются весьма перспективными с точки зрения оптимизации работы ПФ установок, особенно в случае большой энергии разряда (несколько сотен кДж и выше). Однако опыт работы в таких режимах крайне незначителен, что обусловлено высокой сложностью эксперимента.

На установке КПФ-4 разработаны и внедрены две системы импульсного напуска газа: через осевой канал в центральном электроде (аноде) и путем впрыска газа в зазор между катодом (беличье колесо) и анодом. Разработаны методы измерения распределения рабочего газа при импульсном напуске. Для исследования динамики газовой струи использованы мембранные датчики-микрофоны различных типов (электродинамические, конденсаторные).

На первом этапе работ проведены исследования основных параметров плазменных потоков при стационарном напуске различных газов (водород и аргон). С помощью световых коллиматоров исследована динамика изменения скорости плазменного потока при его распространении на значительные расстояния. Первые результаты свидетельствуют о слабой зависимости скорости потока от сорта газа: зарегистрированная скорость в разрядах в аргоне и водороде отличается не более чем в 2 раза при существенном различии в массах ионов (40). Для измерения захваченных магнитных полей использовались двухкомпонентные магнитные зонды, позволяющие проводить регистрацию азимутальной и аксиальной (вдоль оси разрядной системы) компонент магнитного поля. Все магнитные зонды калибровались как на величину вектора индукции магнитного поля, так и на его направление. Обнаружена корреляция скорости движения плазмы, определенной по данным магнитозондовых измерений, и скорости, полученной из данных регистрации оптического свечения плазмы. Это свидетельствует о распространении в пространстве плазменного потока с захваченным магнитным потоком. Зарегистрировано наличие нескольких плазменных образований (сгустков), движущихся вдоль оси Z с захваченными магнитными полями ~10 кГс. В некоторых случаях зарегистрированная временная зависимость аксиальной компоненты магнитного поля имеет немонотонный знакопеременный характер. Это связано с различным направлением циркуляции азимутальных токов в отдельных частях плазменного потока. При распространении плазменного потока вдоль оси установки происходит его торможение, связанное с взаимодействием захваченного им магнитного поля с окружающей плазмой;

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты № 13-02-90303\_Абх и № 14-29-06085-офи\_м.