ДИНАМИКА ПУЛЬСИРУЮЩЕГО РАЗРЯДА, СОЗДАВАЕМОГО С ПОМОЩЬЮ ИСТОЧНИКА ПОСТОЯННОГО ТОКА В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ

Логунов А.А., Шибков В.М., Шибкова Л.В., Андриенко А.А., Кокоулин Н.М., Морозов Р.А.

Московский государственный университет, г. Москва, Россия, shibkov@phys.msu.ru

В работе изучается пульсирующий в высокоскоростных потоках воздуха разряд постоянного тока, который является, по существу, скользящим по электродам специальной конфигурации нестационарным пульсирующим разрядом, создаваемым с помощью источника постоянного напряжения. Экспериментальный стенд включает в себя вакуумную камеру, ресивер высокого давления воздуха, систему для создания сверхзвукового потока, прямоугольный аэродинамический канал, высоковольтный источник питания для создания газоразрядной плазмы, систему синхронизации и диагностическую аппаратуру. Разряд постоянного тока формируется между двумя хорошо обтекаемыми воздушным потоком электродами. Электроды монтировались внутри расширяющегося аэродинамического канала. Специальная конфигурация электродов позволила легко реализовать разряд постоянного тока без его дополнительной инициации в широком диапазоне давлений в барокамереот 10 до 760 Торр и скоростей потока от 200 до 600 м/с. Для создания разряда используется источник питания, обеспечивающий выходное напряжение до 5 кВ, разрядный ток до 20 А при длительности импульса до 2 с. Расход воздуха в эксперименте изменяется от 10 до 125 г/с. Представлены результаты экспериментальных исследований разряда постоянного тока, создаваемого в дозвуковых и сверхзвуковых холодных *T* = 150 – 250 К воздушных потоках при статическом давлении воздуха в потоке 100 – 500 Торр. Спектр излучения газоразрядной плазмы фиксируется с помощью двухканального спектрографа AvaSpec-2048-2-DT фирмы Avantes, с обратной линейной дисперсией 0.05 нм/мм для первого канала и 0,32 нм/мм для второго. Минимальное время экспозиции *τ*= 20 мс. Для изучения динамики данного разряда проводилась регистрация с временным разрешением общего вида разряда с помощью высокоскоростной цифровой видеокамеры «ВидеоСпринт» с электронно-оптическим наносекундным затвором. Съемка проводилась при частоте повторения кадров от 5 до 50 кГц и времени экспозиции одного кадра 1 – 50 мкс при различных разрядных токах и скоростях воздушного потока.

Показано, что исследуемый разряд представляет собой тонкий диаметром порядка и меньше 1 мм плазменный канал, В зависимости от скорости потока и разрядного тока длина плазменного канала изменяется от 5 до 40 см. Пульсирующий характер разряда в потоке приводит к осцилляции напряжения на разрядном промежутке, разрядного тока и свечения плазмы. Показано, что глубина модуляции напряжения на разряде и свечения плазмы достигают 100%. Тогда как модуляция разрядного тока порядка 5%. Частота пульсаций разряда увеличивается от 20 до 2000 Гц при изменении скорости потока от 200 м/с до 600 м/с. Получено пространственно-временное распределение концентрации и температуры электронов. Температура электронов измерялась по тормозному спектру, концентрация электронов — по уширению спектральных линий бальмеровской серии водорода. При различных значениях разрядного тока, скорости потока и давления в барокамере температура электронов изменяется от 5000  до 15 000 К, концентрация электронов от 1014 до 1016 см–3, а температура газа от 500 до 1000 К.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-02-00514-а).