филаментациЯ токовых каналов в искровой стадии наносекундного разряда в воздухе

Медведев М.А.1,2,Паркевич Е.В.1,2, Хитько М.А.2, Хирьянова А.И.2, Ткаченко С.И.2, Агафонов А.В.1, Огинов А.В.1, Шелковенко Т.А.1, Пикуз С.А.1

1Физический институт им. Лебедева РАН, 119991 Москва, Россия;
2Московский физико-технический институт (государственный университет),
 141700 Долгопрудный, Россия; v754@rambler.ru

Высоковольтный наносекундный разряд в газе при различных давлениях находит широкое применение во многих областях науки и техники. Тем не менее, сложность диагностики мелкомасштабных (единицы микрон) быстропротекающих процессов плазмообразования и, как следствие, недостаток информации об этих процессах в наносекундном диапазоне времени не позволяют прийти к целостной картине разряда, которая описывала бы как начальную, так и последующие стадии пробоя. Это связано с тем, что характеристики и структура разряда сильно зависят от многих параметров: давления рабочего газа и его состава, величины и распределения электрического поля в промежутке, фронта высоковольтного импульса, состояния поверхности электродов. Поэтому систематизация различных экспериментальных данных о параметрах наносекундного разряда важна как с фундаментальной точки зрения, так и с прикладной (в особенности для газонаполненных разрядников).

Исследования пробоя сильноперенапряженных промежутков с геометрией электродов «игла-плоскость» или «конус-плоскость» проводились в воздухе в широком диапазоне давлений. Использование острийного катода позволяло не только создать сильное поле вблизи поверхности электрода, но и инициировать разряд в конкретной точке, а также максимально задействовать пространственное разрешение оптической системы регистрации при настройке на катодное остриё. Для изучения динамики параметров плазменных образований в разрядном промежутке использовались методы лазерного зондирования [1] на базе разработанной 6-канальной 18-кадровой системы регистрации с оптическими каналами, разнесёнными по времени. Среднее время задержки между двумя соседними каналами лежало в диапазоне 1-3 нс. Пространственное разрешение оптической системы регистрации составляло ~ 2 мкм. Время экспозиции каждого кадра соответствовало длительности зондирующего импульса лазера – 70 пс на длине волны 532 нм.

В ходе экспериментов обнаружено, что на стадии смыкания развитых катодных и анодных сгустков плотной (~ 1019 см-3) плазмы возникает сложная нитевидная микроструктура токовых каналов, обладающих высокой степенью ионизации и градиентами электронной плотности. Совокупность нитевидных каналов с характерными диаметрами в единицы микрон в итоге образует единый искровой канал, соединяющий электроды. Обнаружено также, что микроструктура токовых каналов, начиная с момента их образования, сохраняется и в стадии уже развитого искрового канала. Стоит отметить, что сложная пространственная микроструктура искрового разряда находила ранее косвенное подтверждение и в других работах [2,3].

Работа поддержана грантами РФФИ: 17-08-01690 и 18-32-00566.

Литература.

1. Е.В. Паркевич. ПТЭ, 3, 87 (2017).
2. А.В. Перминов, А.А. Тренькин. ЖТФ, 75, 9 (2005).
3. А.Г. Репьев, П.Б. Репин, В.С. Покровский. ЖТФ, 77, 1 (2007).