Экспериментальное исследование влияния акустических колебаний на структуру тлеющего разряда

1Кашапов Н.Ф., 1,2Сайфутдинов А.И., 1Фадеев С.А.

1[Казанский (Приволжский) федеральный университет](http://kpfu.ru/), г. Казань, Россия,  
 [fadeev.sergei@mail.ru](mailto:fadeev.sergei@mail.ru),  
2Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия,  
 [as.uav@bk.ru](mailto:as.uav@bk.ru).

Изучение неравновесной плазмы газового разряда постоянного тока, которая нашла широкое применение в различных областях науки и техники, имеет долгую историю. Одной из основных задач на сегодняшний день является развитие способов управления параметрами плазмы газовых разрядов, когда существует необходимость подведения их значений к требуемым для различных приложений. Наиболее эффективным и распространенным является гидродинамический способ управления параметрами плазмы.

В частности, наиболее хорошо изучены разряды в продольных и поперечных потоках, что послужило созданию основы технологии плазменного нанесения покрытий и ряда принципиальных устройств (плазмотроны, мощные газовые лазеры и др.). Однако достаточно мало изучен метод управления параметрами газового разряда с помощью нелинейных акустических колебаний. Известно, что при интенсивных акустических колебаниях возрастает роль нелинейных эффектов: акустические течения, неравномерное распределение температурного поля, субгармонические колебания [1, 2].

Ряд экспериментальных работ был представлен в обзорной статье [3], однако исследователи ограничились сравнительно низкими давлениями разрядов и интенсивностями звуковых волн. В последнее время наблюдается заметный интерес к исследованиям влияния акустических волновых полей на разряды высокого давления. Показано, что разрядная область расширяется по причине колебаний газовой среды в поперечном, тлеющему разряду, направлении [4]. В работе [5] показано, что наличие акустического поля в разрядной области существенно расширяет диапазон токов, для которых напряжение коронного разряда остается практически неизменным, что позволяет увеличить мощность, вкладываемую в разряд.

В данной работе представлено экспериментальное исследование влияния нелинейных акустических колебаний на структуру тлеющего разряда (ТР) в аргоне при давлениях от 100 до 750 Торр. Показано, что акустические колебания, распространяющиеся в вдоль продольной структуры ТР, приводят к ее пространственно-временному изменению. ТР приобретает вид вращающейся спирали. При этом, с повышением давления эффект влияния акустических колебаний на разряд усиливается. В отдельных случаях наблюдается локальное искривление положительного столба в центре трубки, что может быть связано с направлением акустических течений в этой области [6].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-60187 мол\_а\_дк и частичной поддержке гранта президента РФ № МК-539.2017.1.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Теоретическая физика: Том VI. М.: Наука, 1986. 736 с.
2. Галиуллин Р.Г., Ткаченко Л.А. Нелинейные колебания газа в трубах. Издательство Казанского университет, Казань, 2007. 116 с.
3. Арамян А.Р., Галечян Г.А. УФН, 2007, Т. 177, С. 1207 – 1230.
4. Nakane T. IEEE Trans. Plasma Sci., V. 33, No 2, P. 356 – 357.
5. Balek R., Cervenka M., Pekarek S. Plasma Sources Sci. Technol., 2014, V. 23, 035005.
6. Сайфутдинов А.И., Фадеев С.А., Сайфутдинова А.А., Кашапов Н.Ф. Письма в ЖЭТФ, 2015, Т. 102, С. 726 – 731.