Расчет компонентного состава холодной плазмы микроразряда в воздухе

В.С. Бекасов, Г.В. Кирсанов, А.А. Кудрявцев, С.И. Елисеев, О.М. Степанова

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, Shico92@inbox.ru, gennady\_kirsanov@mail.ru

В последнее время холодная атмосферная плазма (ХАП) привлекает большое внимание специалистов плазменной медицины как эффективный инструмент для обработки биологических материалов. Особый интерес представляют холодные потоки воздушной плазмы, которая содержит большое количество химически активных частиц [1]. Именно их действие может оказаться определяющим при взаимодействии ХАП с живыми тканями. Поэтому наряду с её электрофизическими свойствами важно знать компонентный состав и концентрации частиц.

В данной работе была разработана численная модель для нахождения электрофизических свойств ХАП, основанная на работе [2]. В среде Comsol Multiphysics решалась расширенная гидродинамическая задача на нахождение распределения концентраций заряженных частиц, температуры электронов и уравнение Пуассона по 2D области разряда

$$\frac{∂n\_{i}}{∂t}+∇Г\_{i}=S\_{i};$$

$$E=-\frac{∂φ}{∂x}.$$

Затем полученные значения параметров использовались как входные данные в 0D задаче на получение концентраций присутствующих в разряде частиц

$$\frac{∂n\_{i}}{∂t}=\sum\_{j}^{}k\_{j}\prod\_{}^{}n\_{r,j}$$

Моделировался разряд в воздухе с относительной влажностью 1-2% при атмосферном давлении и температуре 300 К. Расчеты были проведены для положительно заряженных частиц (N+, N2+, N3+, N4+, O+, O2+, O4+, NO+, N2O+, NO2+, H+, H2+, H3+, OH+, H2O+, H3O+), отрицательно заряженных частиц (O-, O2-, O3-, O4-, NO-, N2O-, NO2-, NO3-, H-, OH-) и нейтральных частиц (N, O, O3, NO, N2O, NO2, NO3, N2O3, N2O4, N2O5, H2, OH, HO2, H2O2, HNO, HNO2, HNO3, N2, O2, H2O) с учетом более 600 химических реакций из [2].

Показано, что в разряде образуются значительные концентрации тяжелых частиц (N2O, NO2, HNO2, O3, HNO3, N2O5). Рассмотрена динамика изменения их концентраций во времени.

Разработанная 0D модель может быть адаптирована для получения компонентного состава ХАП источников различных конфигураций.

Литература

1. Yukinori Sakiyama, David B Graves, Hung-Wen Chang, Tetsuji Shimizu, Gregor E Morfill JOURNAL OF PHYSICS D: APPLIED PHYSICS, **45** (2012) 425201.
2. Sergey O. Macheret, Mikhail N. Shneider, and Richard B. Miles IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, VOL. 30, NO. 3, JUNE 2002