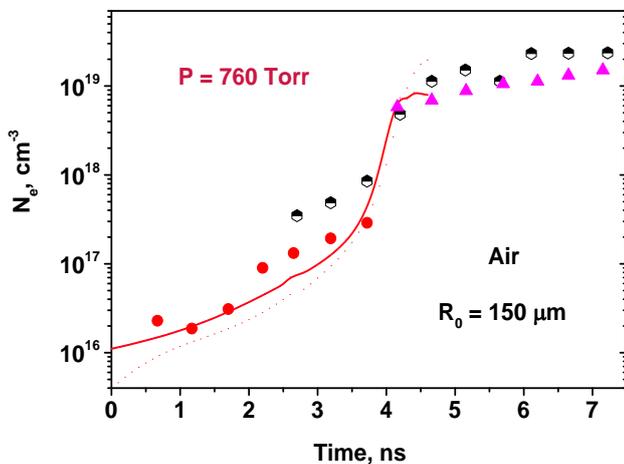


КОНТРАКЦИЯ ИМПУЛЬСНЫХ НАНОСЕКУНДНЫХ РАЗРЯДОВ В АЗОТЕ И ВОЗДУХЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ^{*)}

Попов Н.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, НИИ Ядерной физики им. Д.В. Скобельцына, NPopov@mics.msu.su

В последние годы появился ряд экспериментальных работ по исследованию контракции импульсных наносекундных разрядов в воздухе [1-3] и азоте [4] атмосферного давления. Импульс тока разряда, как правило, составлял $t_{imp} = 10 - 20$ ns, $I_{max} = 40 - 60$ А, межэлектродное расстояние $d \leq 3$ мм. Отличительной особенностью всех исследованных разрядов являлась их контракция, то есть резкое уменьшение радиуса плазменного канала на наносекундных временах. Следствием контракции являлся быстрый рост плотности электронов, которая за 3 – 4 нс увеличивалась от $N_e = 10^{15} - 10^{16}$ см⁻³ до $N_e > 10^{19}$ см⁻³ (см. рис. 1). Плотность электронов измерялась по штарковскому уширению линий атомарного водорода, кислорода или азота.



В данной работе представлена 1-D модель с заданной временной динамикой импульса тока разряда, описывающая механизм контракции наносекундных разрядов для условий экспериментов [3, 4]. Отличительной особенностью разработанной модели является учет реакций диссоциации возбужденных молекул $N_2(A, B, C)$ электронным ударом, а также ступенчатой ионизации образующихся возбужденных атомов $N(^2D)$, $N(^2P)$ [5].

На рис. 1 приведены результаты расчетов временной динамики плотности электронов в воздухе для условий экспериментов [3]. Расчеты проводились в рамках токового приближения с использованием экспериментально измеренного импульса тока [3]. На временах $t = 1 - 3$ нс происходит эффективная наработка атомарного азота, концентрация которого достигает 10^{19} см⁻³. Резкий рост плотности электронов при $t > 3,5$ нс связан с эффективной ионизацией атомов азота электронным ударом и образованием атомарных ионов N^+ с относительно низким коэффициентом электрон-ионной рекомбинации [5].

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (23-17-00264).

Литература

- [1]. Lo A., Cessou A., Lacour C. et al. // Plasma Sources Sci. Technol., 2017, P. 045012.
- [2]. Orriere T., Moreau E., Pai D. // J. Phys. D: Appl. Phys., 2018, P. 494002.
- [3]. Minesi N., Mariotto P., Stancu G., Laux C. // Plasma Sources Sci. Technol., 2023, P. 044005.
- [4]. Albrecht H., Herden W.H., Maly R. et al. // 1977, SAE-770853.
- [5]. Zhang B., Zhu Y., Zhang X., Popov N.A. et al. // Plasma Sources Sci. Technol., 2023.

^{*)} DOI – тезисы на английском