

## ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

УДК 533.9:544.55

DOI: 10.17223/00213411/64/4/96

*Р.В. САЗОНОВ, Г.Е. ХОЛОДНАЯ, Д.В. ПОНОМАРЕВ***ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ГАЗЕ, МОДЕЛИРУЮЩЕМ ДЫМОВОЙ, В ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ ОТ 7 ДО 101 кПа \***

Представлены результаты экспериментальных исследований процесса транспортировки импульсного электронного пучка в смеси углекислого газа и азота в диапазоне давлений 7–101 кПа. Эксперименты проведены на лабораторном стенде, состоящем из ускорителя ТЭУ-500, трубы дрейфа и шунтов обратного тока.

**Ключевые слова:** импульсный электронный пучок, транспортировка пучка, труба дрейфа, шунты обратного тока, углекислый газ, азот.

**Введение**

Импульсные электронные пучки находят применения в науке (для исследования субъядерных процессов, свойств элементарных частиц и др.), широко используются в качестве источника ионизирующего излучения в медицине, а также для решения экологических задач. В экологии одной из главных проблем можно выделить загрязнение атмосферы. От всей массы выбрасываемых искусственных загрязняющих веществ примерно 90% приходится на газообразные загрязнители (СО, СО<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> и др.) [1, 2]. Во всех промышленно развитых странах для уменьшения концентрации вредных веществ применяются различные методы очистки газов [3–5]. В Индианаполисе, США, и Карлсруэ, Германия, для очистки дымовых газов используются электронные ускорители непрерывного действия [6–8]. Данные ускорители обладают рядом недостатков: высокой стоимостью оборудования, значительными затратами на реализацию биологической защиты от тормозного рентгеновского излучения, большими габаритными размерами. Инициация плазмохимических процессов импульсным электронным пучком – один из активно развивающихся методов активации химических процессов. Использование импульсных электронных пучков обеспечивает формирование плазмы с высокой степенью неравновесности ионной и электронной температур, что дает ряд преимущественных особенностей такого процесса в различных промышленных производствах. Использование неравновесных, быстротекающих процессов в плазме позволит значительно повысить скорости химических процессов, а значит, и снизить издержки [9–11].

Однако одним из важных факторов, сдерживающих разработку промышленного метода очистки дымовых газов с использованием импульсных электронных ускорителей, является отсутствие экспериментальных данных процессов, происходящих при взаимодействии импульсных электронных пучков не только с модельными объектами в конденсированной и газовой фазе, но и с объектами со сложным химическим составом, которые являются основными в технологических процессах. Сложность получения таких данных определена коллективными процессами, обусловленными пучковыми неустойчивостями, которые сильно проявляются при больших давлениях газа (> 100 кПа), особенностями протекания объемной токовой и зарядовой нейтрализаций [12, 13].

Существует большое количество экспериментальных и теоретических работ по изучению распространения электронных пучков в различных газах [9–11]. Так, например, в работе [11] представлены результаты исследований распространения импульсного электронного пучка в азоте. Эксперименты проведены на ускорителе Hermes-III в диапазоне давлений от  $133 \cdot 10^{-3}$  до  $\sim 133 \cdot 10^3$  Па. Авторы наблюдали две области эффективного распространения электронного пучка, которые связаны с давлением азота в трубе дрейфа. Первая область – 0.133–13.3 Па (область низкого давления), вторая – от 133 до 13300 Па (область высокого давления). За пределами данных областей давлений просматривалась быстроразвивающаяся неустойчивость, которая приводит к полному развалу электронного пучка. В работе [12] импульсный электронный пучок транспорти-

\* Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, научный проект № 17-73-10269.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>