ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В холоднЫХ плазмЕННЫХ СТРУЯХ

Г.В. Найдис

Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Россия, gnaidis@mail.ru

В последнее десятилетие значительное внимание уделяется развитию методов получения сильно неравновесной (холодной) плазмы атмосферного давления и исследованию характеристик такой плазмы в связи с ее использованием в биомедицинских приложениях [1]. Один из наиболее перспективных генераторов холодной плазмы представляет собой импульсно-периодический барьерный или коронный разряд в тонкой диэлектрической трубке, через которую прокачивается плазмообразуюший инертный газ (чистый или с молекулярными добавками). Генерируемая плазменная струя, инжектируемая в окружающий воздух, содержит значительное количество химически активных частиц: электронов, ионов, радикалов, возбужденных атомов и молекул. При этом газ в струе практически не нагревается, что позволяет использовать плазменные струи, в частности, для обработки кожных покровов человека.

Подробные исследования плазменных струй выявили интересные физические явления [2]. Скоростная фотосъемка установила быстрое, со скоростями 106-108 см/сек, движение вдоль струи светящихся плазменных сгустков, аналогичное распространению волн ионизации - стримеров, наблюдаемому в верхней атмосфере, а также сопровождающему предпробойные процессы в плотных газах и жидкостях. При этом в отличие от стримеров в однородных средах, распространяющихся стохастическим образом и часто ветвящихся, движение стримеров в плазменных струях по заданному пути, вдоль оси струи, имеет регулярный характер. Это свойство значительно облегчает измерения параметров стримерной плазмы, позволяет провести эксперименты по управлению характеристиками стримеров с помощью внешних полей, дает возможность организовать столкновение стримеров.

Большой интерес для приложений представляет исследование химического состава плазмы струи. Особенностью плазменных струй является то, что активные частицы нарабатываются не только в области разряда, внутри трубки, но вдоль всей струи, в области сильного электрического поля во фронте движущегося стримера. Это свойство дает возможность доставить к обрабатываемой поверхности короткоживущие активные частицы (например, атомы кислорода), генерируемые непосредственно вблизи поверхности.

В докладе дается обзор физических и химических явлений, наблюдаемых в плазменных струях. Обсуждаются результаты численного моделирования динамики и структуры плазменных струй, проводится их сопоставление с данными экспериментов. Рассматриваются экспериментальные и расчетные данные по наработке стримерами химически активных частиц. Приводятся примеры использования плазменных струй в биологии и медицине.

Литература

1. Graves D.B., Phys. Plasmas, 2014, **21,** 080901.
2. Lu X., Naidis G.V., Laroussi M., Ostrikov K., Phys. Reports, 2014, **540,** 123.