ПАРАМЕТРЫ И СОСТАВ АКТИВНЫХ ЧАСТИЦ РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Е.С. Бобкова, Я.В. Залипаева, В.В. Рыбкин

Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, Россия,
 esbobkova@isuct.ru
Институт термодинамики и кинетики химических процессов

В последние несколько лет опубликовано большое количество работ, посвященных исследованиям разрядов атмосферного давления, находящихся в контакте с раствором. Одним применений таких разрядов является очистка воды от органических загрязнений. Плазма в контакте с водным раствором является источником таких сильных окислителей, как O, **·**OH, HO2**·**, H2O2, О3, которые, проникая в раствор, приводят к деструкции органических загрязнителей [1]. Для анализа механизмов процессов в растворе и их оптимизации необходимы данные о составе и скоростях образования-гибели активных частиц. Целью данной работы было получение таких данных для тлеющего разряда постоянного тока, горящего в воздухе при атмосферном давлении, катодом которого является дистиллированная вода.

Схема экспериментальной установки описана в работе [2]. Экспериментально определялись токовые зависимости в диапазоне 20-50 мА напряженностей электрических полей, газовых температур и колебательных температур N2(C3Πu). Газовые и колебательные температуры не зависели от тока разряда и составили ~1450 и 4200 К соответственно. Приведенные напряженности электрического поля E/N падали с ростом тока разряда от 28 до 18 Td. Качественный состав эмиссионного спектра показал наличие в газовой фазе возбужденных состояний молекул N2, NO, OH и атомов О и Н.

Определение состава плазмы проводилось путем численного моделирования, основанного на совместном решении уравнения Больцмана для электронов, уравнений колебательной кинетики для основных состояний молекул N2, O2, NO и H2O и уравнений химической кинетики, которые включали молекулы и атомы N2, O2, NO, H2O, O,H,N,OH, O3, HO2, N2O, NO2, NO3, HNO, HNO, HNO3 и H2O2. Поскольку содержание молекул Н2О не известно, то оно задавалось в виде параметра. Оказалось, что достичь согласия между измеренными колебательными температурами N2(C3Πu) и расчетом удается при содержании воды ~0.1%. При этом колебательные температуры для О2 составили ~1800 К, NO – 1500 К, Н2О(100, 001) – 2600 К и Н2О(010) – 2200 К. Концентрации электронов росли с ростом тока разряда от 1.9×1012 до 2.9×1012 см-3.

Расчеты показали, что основными частицами плазмы являются NO – концентрации ~1016 см-3, 1%; NO2, H2O2, OH, O2(a1Δg), HNO3 - ~1015 см-3 или 0.1%; O(3P), N2O, O2(b1Σg+), HNO - ~1014 см-3. Интересно отметить, что в данном типе разряда концентрация молекул озона оказалась низкой (~1011 см-3), по сравнению, например, с ДБР атмосферного давления. Это обусловлено высокой газовой температурой, приводящей к большим константам скоростей гибели озона в его реакциях с молекулами NO и О2. Проделанные расчеты позволили также выяснить основные реакции образования и гибели указанных частиц.

Литература:

1. Бобкова Е.С., Гриневич В.И., Исакина А.А., Рыбкин В.В., //Известия ВУЗов. Химия и химическая технология, 2011, том 54, вып. 6, с. 3-17.
2. Бобкова Е.С., Сунгурова А.В, Рыбкин В.В., //Химия высоких энергий, 2013, том 47, № 4, с. 319-322.