Исследование плазмы разряда постоянного тока с жидким катодом методами эмиссионной спектроскопии

Чистолинов А.В., Тюфтяев А.С., Гаджиев М.Х., Саргсян М.А.

ОИВТ РАН, г. Москва, a-chi@yandex.ru

В последние два десятилетия наблюдается большой рост интереса к исследованиям взаимодействия плазмы с поверхностью жидкости, обусловленный, прежде всего, перспективами практического применения. Разряд постоянного тока с жидким электродом является простейшим вариантом организации системы, в которой происходит взаимодействие плазмы с поверхностью жидкости [1]. Активные частицы в такой системе образуются как в плазме, так и в приповерхностном слое контактирующей с ней жидкости [2]. При этом процессы, происходящие в жидкой фазе, имеют много общего с процессами радиационной химии. Наиболее сильные радиационные эффекты наблюдаются, когда жидкость является катодом, в этом случае происходит бомбардировка поверхности жидкости высокоэнергетичными положительными ионами, разогнанными в катодном слое, величина падения напряжения в котором составляет от 400 до 800В [1].

В настоящей работе исследовался разряд постоянного тока между вольфрамовым электродом диаметром 2 мм, который играл роль анода и поверхностью водного раствора, который играл роль катода. В качестве водного раствора использовалась водопроводная вода с электропроводностью 300 мкСм/см. Расстояние между электродом и поверхностью раствора составляло 2 мм, разрядный ток 100 мА. Разряд происходил на воздухе при атмосферном давлении. Для снятия спектров использовался трехканальный оптоволоконный спектрометр AvaSpec 2048 со спектральным разрешением 0,15 нм. Изображение разряда формировалось короткофокусной кварцевой линзой на плоскости, в которой посредством микрометрических винтов перемещалось входное отверстие световода спектрометра. Это позволяло сканировать изображение разряда с точностью позиционирования не хуже 0,1 мм, что соответствовало диаметру входного отверстия световода.

В эмиссионных спектрах плазмы наблюдались полосы излучения OH - радикалов, молекулярного азота N2, молекулярного иона N2+, а также линии атомарного водорода H и кислорода O. Было промерено три зоны: вблизи поверхности раствора, в центральной части разряда и вблизи электрода. Было установлено, что во всех трёх зонах наблюдаются свои особенности в эмиссионных спектрах. Полосы ОН – радикала имели примерно одинаковую интенсивность во всех трёх зонах, отличия составляли не более 30%. Интенсивность свечения второй положительной системы молекулярного азота N2 монотонно возрастала при перемещении от поверхности раствора к электроду и достигала максимума вблизи электрода, отличия по интенсивности свечения > 3 раз. Линии атомарного кислорода имели максимум интенсивности в центральной зоне разряда, а вблизи поверхности раствора и вблизи электрода падали, отличия по интенсивности свечения ≈ 4 раза. Линия атомарного водорода имела резкий максимум интенсивности вблизи поверхности раствора, отличие интенсивности свечения от центральной зоны разряда ≈ 3 раза.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РНФ №14-12-01295-П.

Литература

1. Кутепов А.М., Захаров А.Г., Максимов А.И. Вакуумно-плазменное и плазменно-растворное модифицирование полимерных материалов. // М. Наука, 2004. 497 с.
2. Bruggeman P., Kushner M., Locke B. et al. Plasma–liquid interactions: a review and roadmap // Plasma Sources Sci. Technol., 2016, 25, 053002.