КИСлотный эффект импульсного УФС-излучения плазмы искрового разряда на воздухе

И.М. Пискарев1, И.П. Иванова2, К.А. Астафьева2

1Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына,
 МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия i.m.piskarev@gmail.com,
2Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского,
 г. Нижний Новгород, Россия, ivanova.ip@mail.ru

Активными факторами плазмы электрического разряда являются сами активные частицы, образующиеся в разряде, и излучение плазмы. Целью настоящей работы является сравнение энергетической эффективности излучения плазмы искрового разряда, дистанционно воздействующего на объект, и частиц плазмы скользящего разряда, непосредственно контактирующих с объектом. Исследован выход кислотных остатков в воде под действием импульсного излучения плазмы искрового разряда для значений pH от 3 до 13. Использовались растворы HNO3 и NaOH в дважды дистиллированной воде, а также гидрокарбонатный буфер (pH = 9,86). Мощность в импульсе искрового электрического разряда была оптимизирована с целью получения максимального химического эффекта в воде (уменьшение pH, выход окислителей и восстановителей). Результаты сравниваются с аналогичными данными по уменьшению pH, полученными под действием частиц плазмы скользящего разряда мощностью 900 Вт [1].

В работе использован генератор излучения плазмы искрового разряда на воздухе
ИР-10 [2]. Энергия импульса 5,9 х 10−2 Дж, длительность переднего фронта 50 нс, полная длительность импульса 100 мкс, частота повторения импульсов 10 Гц, средняя мощность 0,59 Вт. Плотность потока энергии УФ-С диапазона 200 – 280 нм во время действия импульса (100 мкс, 10 Гц) на расстоянии 1 см от электродов составляла 2 Дж см−2 с−1. Средняя плотность потока энергии излучения на том же расстоянии (2 ±
0,3) х 10−3 Дж см−2 с−1. Поток фотонов УФ-С диапазона был (1,26 ± 0,3) х 10−10 моль см−2 с−1. Светимость во всем диапазоне длин волн от 200 до 800 нм была 230 люкс. Максимум спектра излучения при длине волны 220 нм.

Установлено, что во всех случаях механизмом уменьшения pH является образование пероксинитрита и пероксиазотистой кислоты и их последующий распад с образованием азотистой и азотной кислот. В диапазоне pH от 3 до 11,5 выход кислотных остатков под действием излучения плазмы составляет (1,8 ± 1) х 10−3 моль л−1 ч−1 в объеме обрабатываемой жидкости 150 мл, а под действием частиц холодной плазмы скользящего разряда в том же диапазоне pH величина выхода кислотных остатков 2,5 x 10−2 моль(л ч)−1 в объеме обрабатываемой жидкости 170 мл. Видим, что выход кислотных остатков под действием скользящего разряда при практически том же объеме обрабатываемой воды примерно в 15 раз больше, чем под действием излучения плазмы, но мощность скользящего разряда 900 Вт, а мощность генератора излучения плазмы 0,59 Вт, т.е. мощность скользящего разряда в 1500 раз больше. Отсюда следует, что энергетическая эффективность излучения плазмы искрового разряда в 100 раз больше. Такая разница в химическом эффекте на единицу затрачиваемой энергии связана с оптимизацией мощности искрового разряда с целью получения максимального выхода активных частиц. В неоптимальных условиях большая часть активных частиц гибнет во взаимодействиях между собой.

Литература

1. Brisset J.-L., Moussa D, Doubla A., et al.// Ind. Eng. Chem. Res. 2008. 47. P. 5761-5781.
2. Пискарев И.М., Иванова И.П., Трофимова С.В., Аристова Н.А. //ХВЭ. 2012. Т. 46. №5. С. 406-411.