СРАВНЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА И ИЗЛУЧЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ПЛАЗМЫ ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА НА ВОДНЫЕ РАСТВОРЫ [[1]](#footnote-1)\*)

1Пискарев И.М., 2Аристова Н.А., 3Иванова И.П.

1НИИЯФ МГУ, [i.m.piskarev@gmail.com](mailto:i.m.piskarev@gmail.com)  
2Уральский федеральный университет, Нижнетагильский технологический институт,  
 [aristova-na@mail.ru](mailto:aristova-na@mail.ru)  
3Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского,  
 [ivanova.ip@mail.ru](mailto:ivanova.ip@mail.ru)

Холодная плазма электрического разряда может непосредственно контактировать с обрабатываемым водным раствором. Активные частицы генерируются в самом разряде и попадают в раствор через поверхность раздела газ-жидкость. Горячая плазма импульсного электрического разряда при контакте с объектом будет повреждать его. Поэтому приборы, работающие с горячей плазмой, могут воздействовать на объект без термических повреждений только дистанционно.

В случае горячей плазмы, активными факторами импульсного электрического разряда, удаленного от объекта, являются частицы (радикалы), образующиеся в самом разряде, диффундирующие от области разряда до объекта, и световое излучение разряда. Под действием светового излучения в водном растворе образуются активные частицы. Действие светового излучения, проникающего в раствор, принципиально отличается от действия холодной плазмы, контактирующей с раствором, тем, что в холодной плазме все активные частицы уже есть, в то время как излучение никаких активных частиц не содержит. Частицы образуются в водном растворе при прохождении излучения. Рассмотрим активные факторы подробнее.

В холодной плазме электрического разряда на воздухе и в присутствии паров воды генерируются все активные формы кислорода и азота. Наибольшей активностью обладают гидроксильные радикалы. Но из-за высокой реакционной способности гидроксильные радикалы с большой вероятностью гибнут на месте образования, либо расходуются при первом же контакте с веществами, растворенными в воде, и находящимися на поверхности. Все остальные активные частицы холодной плазмы поглощаются через поверхность раздела газ-вода и могут диффундировать вглубь раствора.

Для горячей плазмы, основным продуктом, образующимся в электрическом разряде, согласно механизма Зельдовича, являются радикалы NO•. Они диффундируют до поверхности водного раствора и поглощаются в нем. При этом в воде образуется азотистая кислота. Под действием импульсного излучения с длинами волн 200 – 250 нм в воде, содержащей растворенные азот и кислород (воздух) образуются радикалы HO2•/O2•−, O• и молекулы N2O. Излучение проходит в воду на значительную глубину. Ослабление излучения с длиной волны 200 нм в слое воды 10 см составляет 30%. Дальнейшие взаимодействия этих первичных частиц приводит к образованию азотистой кислоты (также как при поглощении радикалов NO• из газовой фазы) и комплекса (…ONOOH/ONOO−…), распадающегося за время до 14 суток на пероксинитрит и пероксиазотистую кислоту. Первичные и вторичные продукты обуславливают химическую активность воды.

Радиационные выходы окисления и восстановления под действием импульсного излучения горячей плазмы составляют ~ 6 (100 эВ)−1, радиационный выход азотистой кислоты не превышает 0.5 (100 эВ)−1. Отсюда следует, что основным активным веществом являются продукты распада комплекса. Эксперименты, выполненные авторами, подтверждают описанный механизм воздействия импульсного излучения горячей плазмы на водные растворы.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Pt/en/GQ-Piskarev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)