

УДК 537.523.9

DOI: 10.17223/00213411/63/5/99

В.С. РИПЕНКО, Д.В. БЕЛОПЛОТОВ, М.В. ЕРОФЕЕВ, Д.А. СОРОКИН

ОЧИСТКА ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ ДИФфуЗНОГО НАНОСЕКУНДНОГО РАЗРЯДА В ВОЗДУХЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ *

Обработка сточных вод атмосферной холодной плазмой является перспективным способом её очистки за счёт нейтрализации различных токсичных компонентов. Исследована деградация водного раствора метиленового синего, используемого в качестве модельного красителя. Проведена обработка поверхности раствора холодной плазмой диффузного наносекундного разряда в воздухе при атмосферном давлении. Обнаружено, что эффективность удаления загрязняющих веществ возрастала с увеличением времени обработки с 5 до 20 мин. Применялась оптическая УФ- и ИК-спектроскопия для определения пропускания водных растворов до и после обработки. Экспериментальные результаты показали, что коэффициент пропускания водного раствора метиленового синего после 20-минутной обработки плазмой диффузного разряда увеличился в несколько раз. Исследовано формирование разряда в этих условиях посредством анализа осциллограмм тока и напряжения. Установлено, что независимо от наличия кюветы на плоском заземлённом электроде в разрядном промежутке формируется стример большого диаметра. При наличии кюветы с раствором на заземлённом электроде происходит пробой по поверхности диэлектрика после того, как стример достигает диэлектрика. При этом плазменный канал замыкается на заземлённый плоский электрод.

Ключевые слова: метиленовая синь, сточные воды, холодная плазма, наносекундный разряд, стример.

Введение

В последнее время в различных водных ресурсах увеличивается количество загрязнителей различного рода (органических соединений, пластмасс, красителей). Это представляет серьезную проблему как для общественного здравоохранения, так и для экологии. Например, только текстильной промышленностью в год производится выброс 1 млн кг загрязняющих веществ в виде красителей [1]. Поэтому деколонизация сточных вод текстильной промышленности очень важна для экологии. Это позволит многократно использовать воду в процессах обработки текстиля. Однако многие красители очень стойки к деградации, а современные органические красители имеют стабильные молекулярные структуры, из-за чего обычные способы очистки сточных вод неэффективны. В результате появляются новые технологии удаления красителей [2–5].

Эффективным способом очистки сточных вод от органических красителей может стать обработка холодной плазмой диффузного наносекундного разряда, инициируемого убегающими электронами. Ранее было показано, что после обработки поверхности металлов данным разрядом уменьшается концентрация углеродсодержащих соединений в приповерхностном слое [4, 5], происходит также их активация, увеличение адгезии, сглаживание и изменение шероховатости.

Диффузный наносекундный разряд формируется в резко неоднородном электрическом. Такое распределение электрического поля устанавливается в разрядном промежутке с геометрией электродов «острие – плоскость». Благодаря усилению электрического поля в окрестности острейного электрода складываются условия для появления значительного числа быстрых (убегающих) электронов [6–9], которые могут оказывать влияние на формирование разряда. Диффузный характер разряда обусловлен формированием стримера большого диаметра [10–12].

Обработка различных объектов холодной плазмой часто осуществляется на диэлектрических подложках или в диэлектрических кюветах, чтобы исключить взаимодействие этих объектов с металлами. В данном случае конфигурация разрядного промежутка соответствует барьерному разряду. В этих условиях ток разряда может быть ограничен диэлектрическим барьером, что может негативно сказаться на эффективности обработки.

Цель работы – проверка возможности использования диффузного наносекундного разряда, инициируемого убегающими электронами, для очистки воды от загрязнений, а также изучение формирования разряда в присутствии диэлектрической кюветы.

* Работа выполнена в рамках гранта Российского научного фонда № 17-72-20072.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>