

Список информационных источников

1.Меньшиков В.В., Швыряев В.В. Опасные химические объекты и техногенный риск // – 2003. – №1. С. 14–15.

2.Меньшиков В.В., Швыряев В.В. Опасные химические объекты и техногенный риск // – 2003. – №1. С. 19.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОКИСЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА

Самакбаева М.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

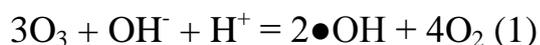
*Научный руководитель: Романенко С.В., д.х.н., заведующий
кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности*

Термин передовые окислительные технологии (AOPs) был введен Глэйзом (1987) и с тех пор вызвал огромный интерес в научных сообществах, расширяя области применения. AOPs известны как процессы образования гидроксил-радикалов для последующего химического окисления органических и неорганических загрязнителей, широко применяется при водоочистки в обычных условиях [1]. Процесс окисления происходит в два этапа: сначала происходит генерация гидроксил радикалов, за счет перехода электронов от восстановителя к окислителю, таким образом образуя радикалы с избыточным количеством электронов. Они не устойчивы, химически высокоактивны за счет неспаренных электронов. Как правило, это приводит последующему участию радикалов во взаимодействии с загрязняющими веществами. Окислители образуются в результате AOP окисления органических и неорганических материалов, сопровождающееся генерацией термодинамически стабильных продуктов окисления. В случае реакций с органическими соединениями уровни ХПК И БПК в сточных водах значительно понижаются, в результате полного окисления или минерализации на выходе получаем продукты реакции в виде углекислого газа и воды.

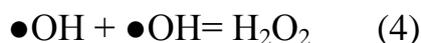
Только некоторые окислители способны вступать в реакцию с другими соединениями, забирая один или несколько электронов, тем самым изменяя химические свойства загрязнителя (т.е. снижение его токсичности или увеличение его биоразложения). Несмотря на то, что таких окислителей много, только некоторые из них были подробно изучены для применения в области экологических технологий.

Окислителями, которые представляют интерес в данном исследовании, являются те, которые могут быть получены с помощью электрического разряда при атмосферном давлении, в частности, озон и гидроксильные радикалы. Озон является сильным окислителем и высоко активным газом за счет своей электронной конфигурации, которая представляет собой гибрид из четырех молекулярных резонансных структур [2]. Что касается взаимодействия озона с загрязняющими веществами: с органическими соединениями реакции протекают за счет электрофильного и нуклеофильного присоединений, также за счет диполярного присоединения (механизм Крика).

Схема цепной реакции радикального характера описывает кинетику водного разложения озона в присутствии растворенных органических или неорганических веществ [2]. Разложение ускоряется за счет инициатора, т.е. гидроксил-ион OH^- , приводящий к цепной реакции радикалов. Присутствие органических или неорганических соединений, которые способны взаимодействовать с гидроксил радикалами $\bullet\text{OH}$, препятствуют образованию цепной реакции и ингибирует последующий распад озона. разложение представляет собой первую стадию процесса с постоянной скоростью, зависящей от концентрации инициатора [3]. В уравнении 1, представлена схема получения гидроксил радикалов из молекул озона.

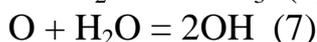
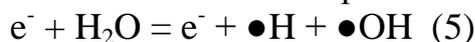


Будучи одним из сильнейших окислителей, $\bullet\text{OH}$ радикалы реагируют быстро в большинстве случаев, с органическими соединениями. Это очень хорошо прослеживается при взаимодействии с такими веществами как, ароматические углеводороды, ненасыщенные соединения, алифатические спирты и муравьиная кислота [4]. Из-за короткого периода полураспада в воде, в порядке микросекунд, концентрация свободных радикалов никогда не достигает 10^{-12}M [5], поэтому необходима генерация на месте (*insitu*). OH^- радикалы реагируют быстро и демонстрируют минимальную селективность с органическими и неорганическими веществами, в то время как, озон высокоселективный при прямом воздействии на определенные растворенные вещества [6]. Возможными путями реакции гидроксил радикалов с полифенольными органическими соединениями могут быть: внутримолекулярное расщепление атома водорода, с последующим образованием воды; или же введение OH^- радикалов в органическое соединение (уравнения 2,3). Также OH^- радикалы могут взаимодействовать друг с другом, образуя устойчивый продукт в виде перекиси водорода (ур.4) [7].



Несмотря на окислительные способности озона и гидроксил радикалов, их поведение в сточных водах представляет собой комплекс, который значительно зависит в первую очередь от характеристик раствора (т.е. температура, рН, концентрация, электропроводность).

В водоочистке, разряд высокого напряжения из нетермической плазмы используется для получения озона и гидроксил-радикалов из воды и кислорода [8]. Ввод энергии не большой, так что приводит к незначительному увеличению температуры. Следующие реакции окисления производят окислители с высокой реактивной способностью:



Растворенный озон в воде может, в свою очередь разлагаться на $\bullet\text{OH}$ радикалы или же реагировать непосредственно с загрязняющими веществами [9].

В нашем исследовании был использован генератор импульсного коронного разряда. В качестве объектов исследования были выбраны следующие органические вещества: щавелевая кислота и фенол. Начальная концентрация составляла 100 мг/л; окисление проводилось при разных условиях, т.е. значения таких параметров как: температура и частота импульса – что позволило оптимизировать процесс окисления.

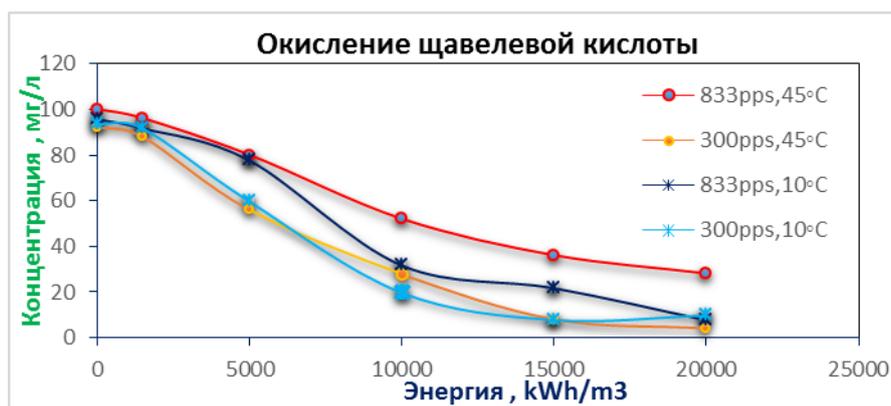


Рис.1. Окисление щавелевой кислоты

Как видно из рис.1. при низкой частоте импульсов окисление щавелевой кислоты идет лучше, особенно при 45°C. Но важно заметить тот факт, что при низкой температуре (10°C) при частоте 833pps

деградация загрязняющего вещества эффективнее, чем при более низкой частоте.

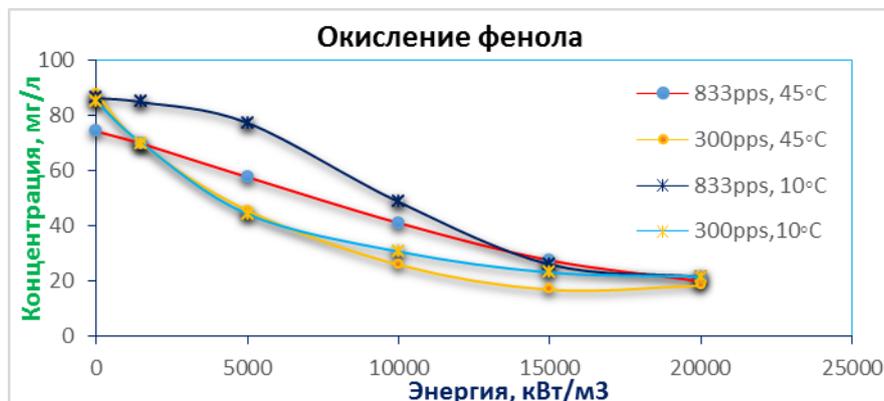


Рис.2. Окисление фенола

Это говорит о том, что в качестве активных окислителей выступают молекулы озона и непосредственно реагируют с молекулами загрязняющих веществ. А при низкой частоте, под воздействием высокой температуры, молекулы озона переходят в форму гидроксил радикалов, и происходит окисление по механизму, показанному в уравнениях 2,3. Окисление фенола (рис.2.) в очередной раз подтверждает наше заключение, основанное на результатах окисления щавелевой кислоты. Наиболее оптимальными условиями окисления является низкая частота импульсов при высокой температуре (45°C) и окисление при температуре 10°C с частотой 833pps.

Эффективность электроимпульсного разряда, полученного за счет высокого напряжения, была доказана в деградации загрязнителей в водоочистке [10], также для дезинфекции микро-биологически загрязненных жидкостей [11]. Электрический разряд в газовой среде также имеет широкое распространение в охране воздушного бассейна: удаление оксидов азота и серы из выбросов также удаление пылевых частиц из выбросов бумажной и металлургической промышленности [12,13,14]. Водоочистка, основанная на использовании электроимпульсных технологий для получения активных частиц, является молодым и динамично развивающимся методом. Что в свою очередь представляет собой площадку для новых исследований и внедрения инноваций, что приведет к совершенствованию данной технологии.

Список информационных источников

1. Glaze W., Kang J.-W., & Chapin D. The chemistry of water treatment processes involving ozone, hydrogen peroxide and ultraviolet radiation// *Ozone Science & Engineering*.–1987–9– C. 335- 352.
2. Staehelin J., & Hoigné J. Decomposition of ozone in water in the presence of organic solutes acting as promoters and inhibitors of radical chain reactions// *Environmental Science & Technology*.– 1985–19– C.1206-1213.
3. Staehelin J., & Hoigné J. Decomposition of ozone in water: Rate of initiation by hydroxide ions and hydrogen peroxide// *Environmental Science and Technology*.– 1982–16– C.676-681.
4. Hoigné J., & Bader H. The role of hydroxyl radical reaction in ozonation processes in aqueous solution// *Water Research*.–1976–10(5)– C.377-386.
5. Glaze W., & Kang J.-W. Advanced oxidation processes for treating groundwater contaminated with TCE and PCE// *Laboratory studies. Journal (American Water Works Association)*.– 1988– 80(5)– C.57-63.
6. von Gunten U. Ozonation of drinking water: Part I. Oxidation kinetics and product formation// *Water Research*.– 2003–37(7)– C.1443-1467.
7. Bishop D., Stern G., Fleisch M., & Marshall L. Hydrogen peroxide catalytic oxidation of refractory organics in municipal waste waters// *Industrial & Engineering Chemistry, Process Design & Development*.– 1968–7(1)–C.110-117.
8. Ono R., & Oda T. Dynamics of Ozone and OH Radicals Generated by Pulsed corona discharge in humid-air flow reactor measured by laser spectroscopy// *Journal of Applied Physics*.– 2003– 93(10)– C.5876-5882.
9. von Sonntag C., & von Gunten U. *Chemistry of Ozone in Water and Wastewater Treatment: From Basic Principles to Applications*// London: IWA Publishing. 2003
10. Sun B., Sato M., & Clements J. S. Use of a pulsed high-voltage discharge for removal of organic compounds in aqueous solution// *Journal of Physics D: Applied Physics*.– 1999–32– C.1908-1915.
11. Anpilov A., Barkhudarov E., Bark Y., Christofi M., Kozlov Y., Temchin S. Electrical discharge in water as a source of UV radiation, ozone and hydrogen peroxide// *Journal of Physics D: Applied Physics*.– 2001– 34(6)– C.993-999
12. Urashima K., Chang J., & Ito T. Reduction of NO from combustion flue gases by superimposed barrier discharge plasma reactors// *IEEE Trans. Indust. Appl.*– 1997–33– C.879-886.

13. Rosocha L., Anderson G., Bechtold L., Coogan J., Heck H., Kang M., Wantuck P. Treatment of hazardous organic wastes using silent discharge plasmas // In B. Penetrante, & S. Schultheis (Eds.). – 1993 – Non-thermal plasma techniques for pollution control – С.281-308.

14. Dinelli G., Civitano L., & Rea M. Industrial experiments on pulse corona simultaneous removal of NO and SO from flue gas // IEEE Transactions on Industry Applications – 1990 – 26(3) – С.535- 541.

ПЕРСПЕКТИВЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ СУШИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ХИМИКО- ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сапо Т.Р.

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Задорожная Т.А., ассистент кафедры
экологии и безопасности жизнедеятельности*

Увеличение производства порошковых лекарственных препаратов, представляющих на ряду с пластмассами, синтетическими смолами, минеральными удобрениями повышенную пожаро- и взрывоопасность на стадии производства, сопровождается ростом числа пожаров и взрывов, человеческих жертв и материального ущерба.

Сушка является конечной стадией производства большинства готовых продуктов, а часто и полупродуктов в том случае, когда их необходимо накапливать или передавать на следующую стадию обработки в сухом виде, предпочтительнее пневмотранспортом.

В современной технологии химико-фармацевтической промышленности (ХФП) сушка и пневмотранспорт являются одной из важнейших операций, определяющих не только качественные показатели готовой продукции в целом, но и экономические показатели производства.

Цель работы: проанализировать безопасности сушильного оборудования в химико-фармацевтической промышленности.

Физико-химические свойства:

Одним из основных факторов, определяющих их свойства, является влага, энергия связи которой позволяет классифицировать материалы как объекты сушки.

Влага может быть удалена различными способами:

1) механическим – путем фильтрования под давлением, вакуумом или центрифугированием. Эти способы наиболее часто применяются