

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
X Международной конференция студентов и молодых ученых

РОССИЯ, ТОМСК, 23–26 апреля 2013 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

X INTERNATIONAL CONFERENCE OF STUDENTS AND YOUNG SCIENTISTS

RUSSIA, TOMSK, April 23–26, 2013

Томск 2013

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ ВОД РАЗЛИЧНОГО ТИПА

М.И. Федотова, К.А. Белова, П.В. Быкова

Научный руководитель: к.х.н. А.В. Шабалина

Томский государственный университет, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: shabalinaav@gmail.com

WATER AND WATER SOLUTIONS OZONATION INVESTIGATION

M.I. Fedotova, K.A. Belova, P.V. Bykova

Scientific Supervisor: Ph. D. A.V. Shabalina

Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

E-mail: shabalinaav@gmail.com

This work deals with pH and ozone concentration decreasing during ozonation of different kinds of water: distilled water, deionized water, tap water, river water. It was found that the nature of the process differs according to water type.

Озон, представляющий собой очень сильный и экологически безопасный окислитель, последнее время все больше привлекает внимание ученых, работающих в области водоочистки [1, 2]. Данный окислитель не является токсичным, так как распадается с образованием кислорода и в воде может окислять широкий спектр веществ. Для повышения эффективности и экономичности процесса озонирования могут использоваться гетерогенные или гомогенные катализаторы [3]. Несмотря на обилие исследований в области озонирования, общий механизм данного процесса до сих пор не предложен [2, 4]. Исходя из результатов, полученных различными авторами, можно сказать, что механизм реакции зависит от температуры, pH раствора, природы загрязнителей и состава поверхности катализатора. Знание механизма разложения органических загрязнителей озоном, позволит создать системы, обладающие максимальной эффективностью очистки, а также управлять процессом, варьируя параметры его проведения для достижения наилучшего экономического эффекта.

Озонирование может проходить по двум основным путям [2]: прямое молекулярное озонирование или по реакциям, приводящим к разложению озона с образованием гидроксильных радикалов. Разложению озона соответствуют следующие цепные реакции [2]:



Значение pH раствора сильно влияет на распад озона в воде. В щелочной среде скорость разложения озона увеличивается, в кислой – уменьшается. Типичное время распада озона при pH от 7 до 10 примерно 15-25 минут. В процессе работы над созданием высокоэффективного катализатора [5] нами было отмечено изменение pH обрабатываемого раствора или воды во время озонирования без

дополнительных воздействий. Было изучено изменение рН при озонировании дистиллированной воды, деионизованной воды, водопроводной воды из различных источников и воды из р. Томь. При проведении эксперимента источником озона служил озонатор «Поликор-В», рН измеряли с использованием рН-метра рН-150МИ, концентрация растворенного озона определялась с помощью озонметра «Медозон-254/5ж».

На рис. 1 приведены данные об изменении рН при озонировании разных типов вод.

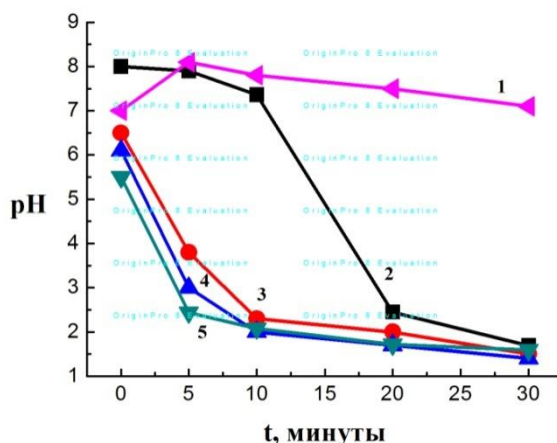


Рис. 1. Данные об изменении рН при озонировании разных типов вод: (1) – водопроводная вода (отбор по адресу ул. А. Иванова, 49, VI корпус ТГУ), (2) – водопроводная вода (пл. Новособорная, 1, СФТИ ТГУ), (3) – вода из р. Томь, (4) – дистиллированная воды, (5) – деионизованная вода.

Можно отметить резкое падение рН при озонировании деионизованной, дистиллированной и речной воды. Сильное падение значения рН при озонировании дистиллированной и деионизованной воды может быть вызвано накоплением в реакционной смеси ионов водорода в соответствии с уравнениями (1) – (5). В отличие от очищенных вод, водопроводная вода содержит много различных соединений: нитраты, аммиак, железо, тяжелые металлы, и др. Все эти соединения могут реагировать с озоном при озонировании, тем самым влияя на рН раствора после озонирования, не приводя к резкому закислению. Это видно по кривым 1 и 2. Разница в характере падения рН между пробами водопроводной воды, отобранными в разных районах города, может быть объяснена разным составом вод в зависимости от места их отбора. Характер изменения рН воды из реки Томь похож на таковой для дистиллированной воды. Возможно, при озонировании речной воды также идет накопление ионов водорода. В отличие от водопроводной воды, речная вода не подвергается никакой обработке/очистке, а, значит, в ней нет хлора, которым очищают водопроводную воду, однако в ней могут содержаться органические вещества из различных стоков, гуминовые вещества, масла и смазки. Все это может определять характер воздействия озона на рН обрабатываемой воды.

На рисунках 2 и 3 представлены данные об одновременном изменении рН проб озонируемой воды и концентрации растворенного озона. Как видно из диаграмм, с понижением рН концентрация растворенного озона возрастает, как в случае озонирования дистиллированной воды, так и для водопроводной воды. Это объясняется большей устойчивостью озона в кислой среде. Небольшая разница между величинами концентраций растворенного озона в дистиллированной и водопроводной воде может быть объяснена либо распадом озона при взаимодействии с растворенными в водопроводной

воде веществами, либо расходом озона на их окисление. В то же время, состав речной воды кардинальным образом влияет на характер падения рН, и, следовательно, на характер изменения концентрации растворенного озона при озонировании. Данный вопрос требует более глубокого изучения.

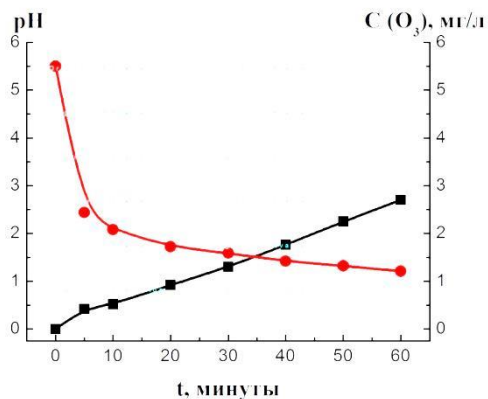


Рис. 2. Данные об изменении pH (круглый маркер) и концентрации растворенного озона (квадратный маркер) при озонировании дистиллированной воды.

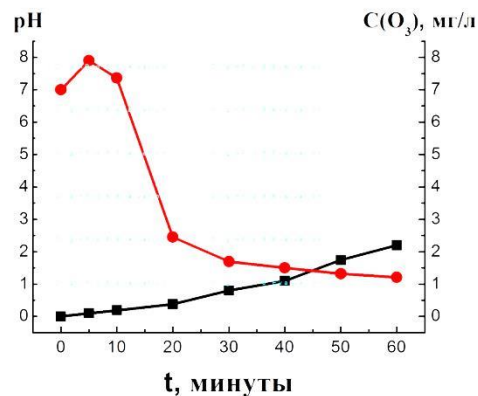


Рис. 3. Данные об изменении pH (круглый маркер) и концентрации растворенного озона (квадратный маркер) при озонировании водопроводной воды, отобранной по адресу пл. Новособорная, 1, СФТИ ТГУ.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», Соглашение №14.В37.21.1196 от 14.09.2012.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wu J., Wu Ch., Ma H., Chang Ch. Treatment of landfill leachate by ozone-based advanced oxidation processes // Chemosphere. – 2004. – V. 54. – 998 p.
2. Kasprzyk-Hordern B., Ziolek M., Nawrocki J. Catalytic ozonation and methods of enhancing molecular ozone reactions in water treatment // Applied Catalysis B: Environmental. – 2003. – V. 46. – P. 639–669.
3. Wu Qin, Xin Li, Jingyao Qi Experimental and Theoretical Investigation of the Catalytic Ozonation on the Surface of NiO-CuO Nanoparticles // Langmuir. – 2009. – V. 25 (14). – P. 8001–8011.
4. Zhao L., Zhizhong S., Jun M. Enhancement Mechanism of Heterogeneous Catalytic Ozonation by Cordierite-Supported Copper for the Degradation of Nitrobenzene in Aqueous Solution // Environ. Sci. Technol. – 2009. – V. 43. – P. 2047-2053.
5. Пат. №2394777 РФ. Способ очистки воды от органических загрязнителей озоном в присутствии катализатора/ Т.И.Изаак, Г.М. Мокроусов, А.В. Шабалина. Заявлено 23.03.2009 г. Опубл. 20.07.2010 г.