

УДК 628.316

Атабаева К.Ш.

Научные руководители: доцент Белов С.Г., ассистент Наумчик Г.О.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ДЕСТРУКЦИИ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ УФ-СПЕКТРОМЕТРИИ

Введение. При осуществлении очистки сточных вод методом озонирования сложные органические вещества деструктируются с образованием более простых. При использовании высоких доз озона теоретически возможно разрушение всех органических соединений до CO_2 и H_2O . Однако при этом необходимо обеспечить длительный контакт озона с обрабатываемыми сточными водами. На практике это практически неосуществимо, поскольку при этом необходимы большие объемы контактных резервуаров и очень высокие удельные дозы озона из-за его самораспада. Наиболее рационально разрушать сложные органические соединения, представляющие угрозу для окружающей среды и биологической очистки (как правило, это соединения, содержащие ненасыщенные связи), до более простых алифатических оксисоединений (простейшие органические кислоты, альдегиды, кетоны). Известно, что простые органические оксисоединения хорошо усваиваются микроорганизмами активного ила в процессе биологической очистки. Например, БПК_{полн} уксусной кислоты 0.86, при ХПК 1.07, БПК_{полн} муравьиной кислоты 0.28, при ХПК 0.35 [1]. Для сравнения, ХПК такого известного ароматического соединения, как нитробензол, составляет 1,91 мгО₂/мг вещества, при этом БПК_{полн} данного соединения равно нулю [1].

Однако при осуществлении озонирования возникает вопрос о методе контроля глубины деструкции органических соединений и, соответственно, удельной дозы озона. Осуществлять анализ озонированной сточной воды на предмет глубины деструкции органических соединений обычными химическими методами в производственных условиях крайне затруднительно. Использовать методы хроматографии также неудобно, т.к. требуется сложная пробоподготовка и точно не известно химическое строение анализируемых веществ. Для оперативного контроля глубины деструкции сложных органических загрязнений до простейших оксисоединений алифатического ряда хорошо подходит метод УФ-спектрометрии.

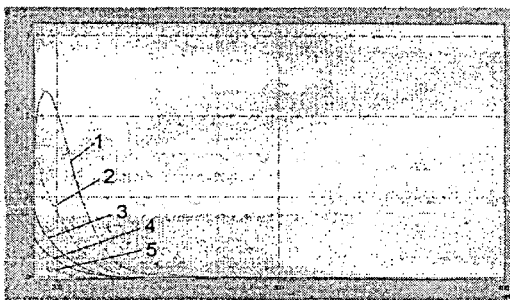
В исследованиях ряда авторов данный метод был использован для идентификации ароматических соединений в водных растворах [2], для определения влияния дозы озона на глубину деструкции органических красителей в водных растворах [3], для разработки инструментального метода определения интенсивности окраски сточных вод [4]. Поэтому в данной работе исследовалось поглощение простых алифатических оксисоединений в УФ-области для последующего использования полученных данных при разработке метода контроля глубины деструкции сложных органических соединений в водных растворах при озонировании.

Методическая часть. Исследования проводились при помощи спектрофотометра СФ-2000 с использованием кварцевых кювет с длиной оптического пути 50 мм. Шаг сканирования составлял 1 нм. Количество циклов накопления – 3. Диапазон длин волн – от 200 до 400 нм. Объектами исследований являлись растворы простых алифатических оксисоединений в дистиллированной воде. Методика проведения исследования заключалась в следующем. Приготавливалась серия растворов исследуемого соединения в дистиллированной воде в диапазоне концентраций от 100 до 5 мг/л и снимались спектры данных растворов. Максимальная исследуемая концентрация соответствовала рас-

твору, оптическая плотность которого не превышала 3 (предел измерения спектрофотометра СФ-2000), а минимальная исследуемая концентрация соответствовала раствору, оптическая плотность которого составляла 0.1, 0.2.

Экспериментальная часть. В работе исследовалось поглощение в УФ-области следующих алифатических оксисоединений: щавелевая кислота, муравьиная кислота, лимонная кислота, уксусная кислота, янтарная кислота, винная кислота, а также смесь нескольких вышеперечисленных соединений.

На рисунке 1 представлены спектры поглощения в УФ-области щавелевой кислоты. Данная кислота является одним из конечных продуктов озонирования многих органических веществ [5]. Сама щавелевая кислота с озоном реагирует крайне медленно, однако как указывалось выше, хорошо усваивается микроорганизмами активного ила в процессе биологической очистки.



1 – концентрация 25 мг/л; 2 – концентрация 10 мг/л; 3 – концентрация 5 мг/л;
4 – концентрация 2,5 мг/л; 5 – концентрация 1 мг/л

Рисунок 1 – Спектры поглощения водного раствора щавелевой кислоты

Как видно из спектров, представленных на рисунке 1, щавелевая кислота уверенно определялась до концентрации 1 мг/л, при этом максимум поглощения наблюдался в пределах 190...200 нм в зависимости от концентрации. В области УФ-спектра 250...350 нм щавелевая кислота не поглощает, поэтому с помощью УФ-спектрометрии ее можно уверенно классифицировать как простое алифатическое оксисоединение.

На рисунке 2 приведен спектр поглощения водного раствора ароматического соединения нитробензол в концентрации 5 мг/л. Видно, что нитробензол в отличие от щавелевой кислоты имеет максимум поглощения на длине волны 266 нм. Подобные максимумы поглощения, соответствующие $\pi \rightarrow \pi^*$ электронным переходам в молекулах ароматических соединений, характерны и для других соединений данного класса.

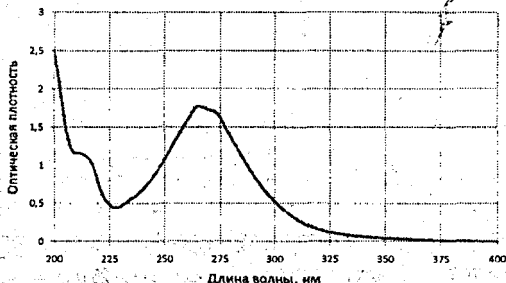
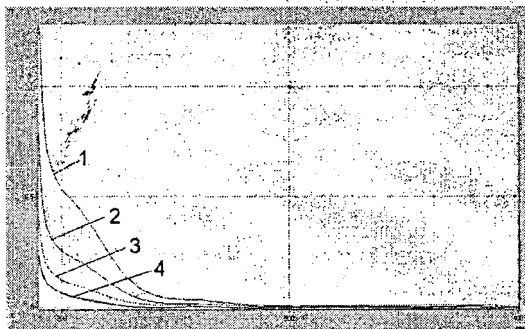


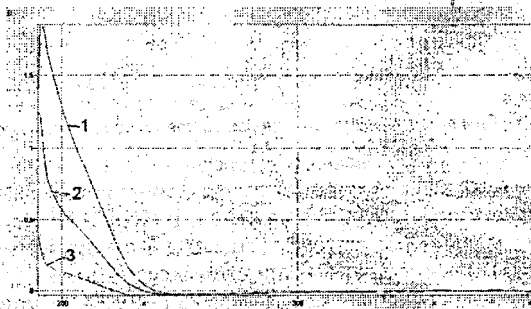
Рисунок 2 – Спектр поглощения водного раствора нитробензола в концентрации 5 мг/л

На рисунках 3...7 представлены спектры поглощения других низкомолекулярных алифатических органических кислот, которые также могут являться продуктами глубокой деструкции сложных органических соединений при озонировании. Данные спектры проявляют сходство между собой в том, что поглощение наблюдается только в области ниже 250 нм, причем форма спектра имеет гиперболическую форму с максимумом поглощения на длине волны ниже 200 нм. Никакого поглощения в области выше 250 нм данные соединения не показывают.



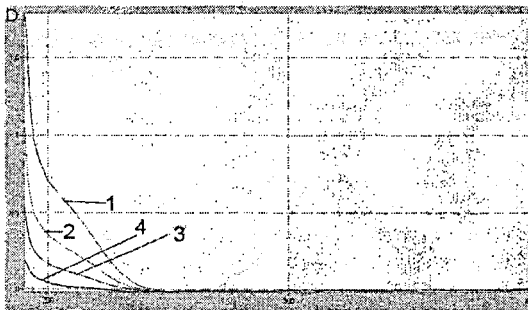
1 – концентрация 100 мг/л; 2 – концентрация 50 мг/л; 3 – концентрация 25 мг/л; 4 – концентрация 12,5 мг/л

Рисунок 3 – Спектр поглощения водного раствора муравьиной кислоты



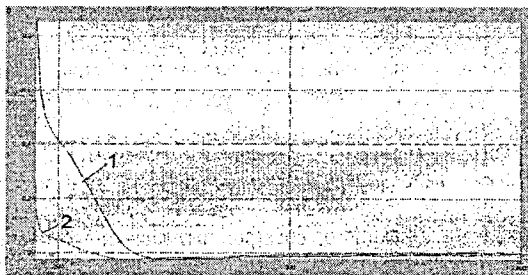
1 – концентрация 100 мг/л; 2 – концентрация 50 мг/л; 3 – концентрация 20 мг/л

Рисунок 4 – Спектр поглощения водного раствора винной кислоты



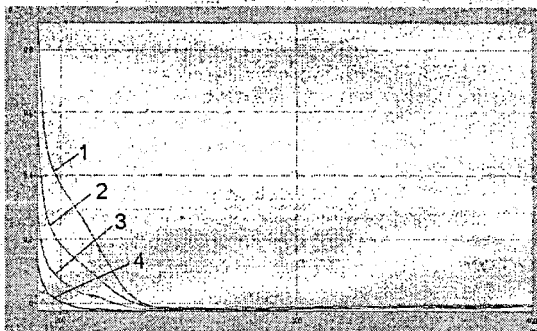
1 – концентрация 100 мг/л; 2 – концентрация 50 мг/л; 3 – концентрация 25 мг/л; 4 – концентрация 10 мг/л

Рисунок 7 – Спектр поглощения водного раствора лимонной кислоты



1 – концентрация 100 мг/л; 2 – концентрация 50 мг/л

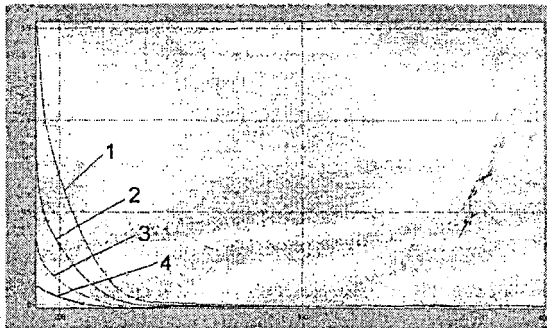
Рисунок 6 – Спектр поглощения водного раствора муравьиной кислоты



1 – концентрация 100 мг/л; 2 – концентрация 50 мг/л; 3 – концентрация 25 мг/л; 4 – концентрация 12,5 мг/л

Рисунок 5 – Спектр поглощения водного раствора янтарной кислоты

На рисунке 8 представлен спектр поглощения смеси четырех органических кислот (муравьиная, щавелевая, уксусная, винная), смешанных в равных пропорциях.



1 – концентрация 20 мг/л; 2 – концентрация 10 мг/л; 3 – концентрация 5 мг/л; 4 – концентрация 2,5 мг/л

Рисунок 8 – Спектры поглощения водного раствора смеси муравьиной, щавелевой, уксусной, винной кислот в равных пропорциях

Как показывают спектр, представленный на рисунке 8, смесь вышеуказанных органических кислот имеет похожие форму спектров поглощения со спектрами для индивидуальных данных соединений. Предел обнаружения данной смеси кислот в кюветах с ди-

ной оптического пути 50 мм составляет, как видно, около 2,5 мг/л. В производственных сточных водах исходная концентрация сложных органических соединений может достигать значительно больших концентраций, поэтому метод УФ-спектрометрии может быть очень полезен для осуществления контроля глубины деструкции сложных органических соединений при озонировании.

Вывод. В результате выполненных исследований установлено, что простые алифатические органические кислоты уверенно идентифицируются с помощью метода УФ-спектрометрии в водных растворах в концентрациях 1...50 мг/л, при этом их спектры поглощения существенно отличаются от спектров поглощения сложных органических соединений, имеющих ненасыщенные связи. Поэтому с помощью данного метода можно определить необходимую дозу озона для конкретного состава сточных вод, которая будет достаточна для деструкции сложных органических соединений до простых алифатических оксисоединений. Это имеет большое значение для совершенствования технологии очистки сточных вод методом озонирования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика / Н.И. Лихачев [и др.]; под общ. ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
2. Журавель, О.М. Об идентификации ароматических соединений методом УФ-спектрометрии / О.М. Журавель // Сборник конкурсных материалов научных работ студентов и магистрантов, Брест 12 апр. 2010 г.: в 2 ч. / БрГТУ; редкол.: В.С. Рубанов [и др.]. – Брест, 2010. – Ч. 1 – С. 131–138.
3. Житенев, Б.Н. Спектрофотометрические исследования влияния дозы озона на степень деструкции красителей в водных растворах / Б.Н. Житенев, С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2012. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 90–96.
4. Житенев, Б.Н. Инструментальный метод определения интенсивности окраски сточных вод / Б.Н. Житенев, С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Интенсивность окраски сточных вод Научно-технические проблемы водохозяйственного и энергетического комплекса в современных условиях Беларуси: сборник материалов международной научно-практической конференции, Брест 21–23 сент. 2011 г.: в 2 ч. / Брест. гос. техн. ун-т; редкол.: П.П. Пойта [и др.]. – Брест, 2011. – Ч. 1 – С. 68–72.
5. Разумовский, С.Д. Озон и его реакции с органическими соединениями / С.Д. Разумовский, Г.Е. Заиков. – М.: Наука, 1974. – 324 с.
6. Берштейн, И.Я. Спектрометрический анализ в органической / И.Я. Берштейн, Ю.Л. Каминский. – Л.: Химия, 1986. – 199 с.

УДК 551.577 (476.7)

Волкова М.А.

Научный руководитель: к.г.н. Волчек А.А.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА ОСАДКОВ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Введение. Прогнозируемое изменение глобального климата [1] уже сейчас проявляется в совокупности региональных его изменений различных временных и пространственных масштабов. Количество осадков является чувствительным индикатором изменений большинства климатических факторов. Кроме того, оно является одной из основных составляющих общего круговорота воды. Изучение изменения количества осадков имеет большой научный и практический интерес. При изучении водного баланса территорий и атмосферного водооборота, а также при анализе возможных антропогенных влияний и изменений климата надо иметь представление о количественных величинах выпадения