

Таблица 2

Показатели, единицы измерения	Выравнивание длиннобазовым планировщиком	Контроль
1	2	3
Вложения по выравниванию, тыс. руб./га	312	-
Валовый сбор сельскохозяйственной продукции, ц. к. ед./га	29,91	24,74
Прибавка урожая от выравнивания, ц. к. ед./га	5,20	-
Стоимость валовой продукции тыс. руб./га	5346,250	4400,760
Чистый доход, тыс. руб./га	2532,985	1725587
Дополнительный чистый доход от выравнивания, тыс. руб/га	807397,5	-
Срок окупаемости вложений, лет	4,89	6,99
Коэффициент эффективности вложений	0,20	0,14
Срок окупаемости дополнительных вложений на выравнивание, лет	0,39	-
Годовой экономический эффект от выравнивания поверхности при объеме продукции 29,94 ц. к. ед. с 1 га, тыс. руб./га	674310	-

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственная программа сохранения и использования мелиорированных земель на 2011–2015 годы. Постановление Совета министров Республики Беларусь 31 августа 2010 г. № 1262. – С. 3.
2. Государственное объединение «Брестмелиоводхоз». Годовой технический отчет по эксплуатации мелиоративных систем Брестской области за 2015 год. – С. 92.
3. Рылов, В.Н. Качество планировки поверхности абсолютного массива различными способами / В.Н. Рылов, С.С. Стельмашук, В.П. Смирнов // Мелиорация и водное хозяйство. – Минск: Ураджай, 1976. – № 8. – С. 24–26.
4. Стельмашук, С.С. Выравнивание микрорельефа и плодородия мелиорируемых земель / С.С. Стельмашук, Н.Н. Водчиц // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2010. – № 2 (62): Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 7–9.
5. Стельмашук, С.С. Техничко-экономическая оценка технологических схем планировки при мелиорации мелкозалежных торфяников Белорусского Полесья / С.С. Стельмашук, Н.Н. Водчиц // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – № 2(68): Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 42–44.
6. Стельмашук, С.С. Влияние капитальной планировки на продуктивность мелкозалежных торфяников / С.С. Стельмашук, В.Н. Рылов // Гидротехника и мелиорация. – Москва: Колос, 1983 – № 7. – С. 45–47.

Материал поступил в редакцию 04.02.2016

STELMASHUCK S.S., VODCHITS N.N., GROMIK N.V. The results of realization of the statet program «Conservation and use of meliorated land for 2011–2015 in the Brest region» and measures to increase productivity land

The realization of the program allowed to create necessary conditions for effective use of meliorated land. This allow provide normative service land.

УДК 628.316

Белов С.Г., Наумчик Г.О., Белов В.С.

НЕОБХОДИМОСТЬ КОРРЕКТИРОВКИ ВЕЛИЧИНЫ pH СТОЧНЫХ ВОД ПЕРЕД ВЫПУСКОМ, ОЧИЩЕННЫХ МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ

Введение. Во многих литературных источниках описывается применение озона для очистки производственных сточных вод от органических загрязнений, таких как нефтепродукты, ПАВы, фенолы, красители и т.д. [1, 2, 3, 4]. Однако в данных источниках нигде не отмечается тот факт, что при озонировании органических веществ в

водных растворах процесс деструкции останавливается на образовании органических кислот. При этом pH обработанной озоном воды снижается, причем это снижение тем заметнее, чем выше концентрация загрязняющих органических веществ, подлежащих деструкции, и, соответственно, применяемая доза озона [5].

Белов Сергей Григорьевич, к.т.н., доцент кафедры водоснабжения, водоотведения, охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Наумчик Григорий Остапович, ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения, охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Белов Вадим Сергеевич, магистрант кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Как известно, величина pH сточных вод, выпускаемых как в городскую сеть, так и в водоемы, должна находиться в диапазоне значений 6,5...8,5. При отклонении величины pH сточных вод от данного диапазона нарушаются биологические процессы как в сооружениях биологической очистки, так и в водоемах, разрушаются водоотводящие сети и сооружения. Поэтому сточные воды необходимо подвергать нейтрализации [6]. За нарушение данного показателя сточных вод законодательством предусмотрены штрафные санкции. Поэтому исследование снижения pH сточных вод в процессе озонирования является актуальной задачей.

В источнике [7] приводятся константы скорости реакций органических веществ различных классов с озоном. Из этих данных следует, что наиболее медленно с озоном из всех органических веществ реагируют органические кислоты. Например, константы скорости реакции муравьиной, глиоксальной и уксусной кислот с озоном в водных растворах составляет 0,03 л/моль·с, 0,02 л/моль·с и 0,01 л/моль·с соответственно. В то же время, такие широко распространенные загрязнители производственных сточных вод, как фенолы имеют константы скорости реакции значительно большие – 1,4 л/моль·с для фенола и 4 л/моль·с для резорцина. Поэтому, при озонировании сточных вод, содержащих фенолы, они будут разлагаться в сотни раз быстрее, чем образующиеся при их разложении органические кислоты, а с учетом ограниченного времени проведения процесса озонирования (порядка 15...30 минут) органические кислоты будут являться конечными продуктами реакции.

С учетом вышесказанного возникла необходимость исследования величины снижения pH сточных вод при озонировании различных классов соединений. При этом исследовалось влияние дозы озона, исходной концентрации органического вещества и его природы на значение pH раствора после озонирования. Также исследовалась возможность нейтрализации озонированных растворов природными нейтрализующими материалами, поскольку данный метод нейтрализации является самым простым в аппаратном оформлении и низкокзатратным.

Методическая часть. Методика выполнения исследований была следующая. Раствор исследуемого вещества озонировался различными дозами озона, дозирование осуществлялось методом точного дозирования [8]. Максимальная доза озона рассчитывалась по методике [9]. Также применялись 2...3 промежуточных дозы озона. Далее измерялось pH растворов до озонирования и после.

Для определения pH реакционных смесей использовался иономер «Экотест-120». Для исследования спектров поглощения растворов использовался сканирующий спектрофотометр СФ-2000 и кварцевые кюветы с длиной оптического пути 50 мм.

Экспериментальная часть. На первом этапе исследований изучалось снижение pH водных растворов органических соединений в процессе озонирования. В качестве объекта исследования использовались вещества трех различных классов: органические красители, замещенные ароматические углеводороды и вещества, не имеющие ненасыщенных связей.

Наибольший интерес представляет изучение процесса озоноразрушения органических красителей с точки зрения изменения pH, поскольку красители являются одним из основных загрязнителей сточных вод предприятий легкой промышленности.

На рисунке 1 представлены результаты исследований изменения pH водных растворов красителей различных классов при их обработке озоном.

Как показывают выполненные исследования, с увеличением введенной дозы озона pH продуктов озонирования во всех случаях снижалась, при этом независимо от типа красителя pH раствора после озонирования достаточно высокой дозой снижалась практически до одинакового значения, порядка 3,5. Исключение составляет график 3, соответствующий раствору красителя «Хромовый темносиний», pH которого при максимальной дозе снижалась до 3. Данное отличие объясняется более высокой концентрацией исходного раствора данного красителя — 100 мг/л. Поскольку конечным продуктом реакции

органических веществ с озоном при ограниченном времени реакции являются органические кислоты, а pH водных растворов кислот зависит от концентрации ионов водорода ($\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$), то чем выше концентрация исходного органического вещества в растворе и используемая доза озона, тем сильнее снижается pH. Сравнительно низкие значения pH исходных растворов красителей (порядка 5...5,5) определялись величиной pH дистиллированной воды, используемой для приготовления растворов.

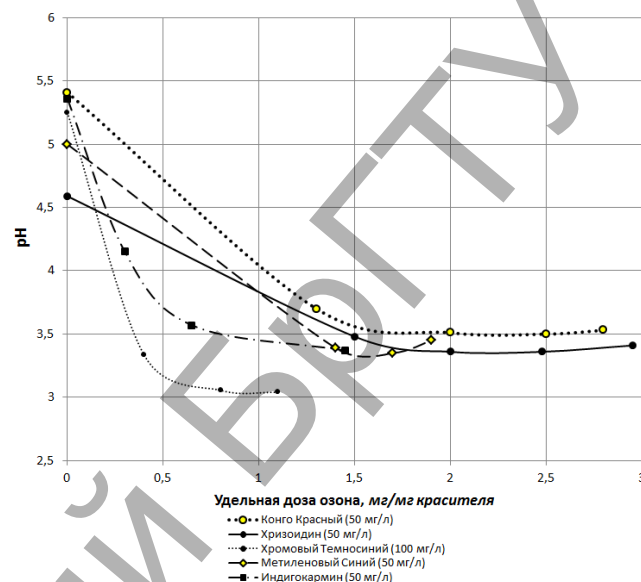


Рисунок 1 – Зависимость pH водных растворов красителей от введенной удельной дозы озона

Также большой интерес представляет процесс озоноразрушения ароматических углеводородов и их производных, поскольку они входят в состав отделочных препаратов, ПАВов, а также являются продуктами разрушения органических красителей на первом этапе.

На рисунке 2 представлены графики изменения pH водных растворов фенола, пара-бензохинона, пара-нитрофенола и нитробензола в процессе озонирования.

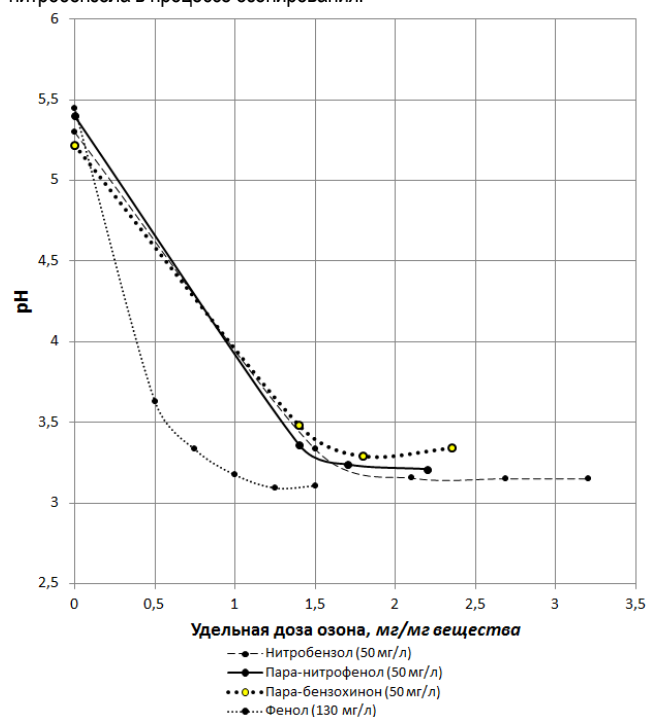


Рисунок 2 – Изменение pH водных растворов производных бензола в процессе озонирования

Так же как и в предыдущем случае, при озонировании производных бензола с увеличением удельной дозы озона pH снижалась до значений порядка 3...3.5 и стабилизировалась на данном уровне. Это объясняется тем, что при достижении оптимальной дозы озона исходные вещества полностью разрушаются до простых органических кислот, и далее процесс озоноразрушения практически прекращается. Величина pH озонированного раствора при этом соответствует концентрации образовавшихся органических кислот, которая определяется концентрацией вещества в исходном растворе. При концентрациях исследованных веществ в исходном растворе порядка 50...150 мг/л после озонирования может образоваться приблизительно 100...300 мг/л органических кислот, что с учетом степени диссоциации и обуславливает величину pH порядка 3...3,5.

Органические вещества, не имеющие в своих молекулах ненасыщенных связей, являются значительно более стойкими к окислению озоном. На рисунке 3 представлены результаты изменения pH водных растворов циклогексана – циклогексанона и нитропроизводного насыщенного углеводорода – 1-нитропропана. Данные вещества за ограниченное время реакции окисляются озоном незначительно, критерий озоноразлагаемости циклогексанона составляет 0,12, а 1-нитропропана – при определении по методике, разработанной авторами [9], – вообще не определяется, т. к. исходный 1-нитропропан практически не окисляется хромовой смесью.

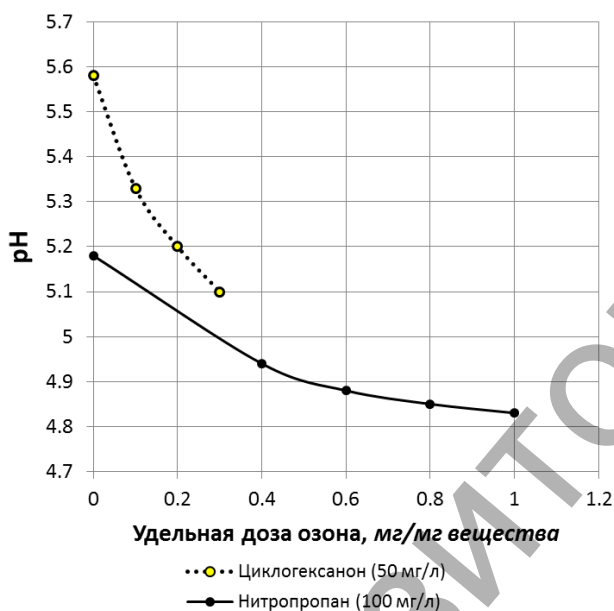


Рисунок 3 – Результаты озонирования водных растворов циклогексанона и 1-нитропропана с точки зрения изменения pH

Как показывают данные, представленные на рисунке 3, как и предполагалось, органические вещества, не содержащие ненасыщенных связей, озонируются с трудом и поэтому присоединяют мало кислорода, в результате, сильного снижения pH озонированного раствора не наблюдается. Так, pH озонированного раствора циклогексанона при максимальной удельной дозе снизилось до значения 5.1, а 1-нитропропана – до 4,83. Более низкое значение pH озонированного раствора 1-нитропропана объясняется его более высокой исходной концентрацией в растворе и, соответственно, более высокой абсолютной дозой озона, введенной в раствор.

Косвенное подтверждение того, что конечными продуктами озонирования сложных органических веществ являются органические кислоты, можно получить с помощью спектрометрических исследований. На рисунке 4 представлены спектры водных растворов двух органических красителей («Конго красный» и «Метиленовый синий», концентрации 5 и 2,5 мг/л соответственно) и оксипроизводного бензола – пара-бензохинона (концентрация 5 мг/л). Также на данном рисунке представлены спектры данных растворов после озонирования оптимальной дозой озона.

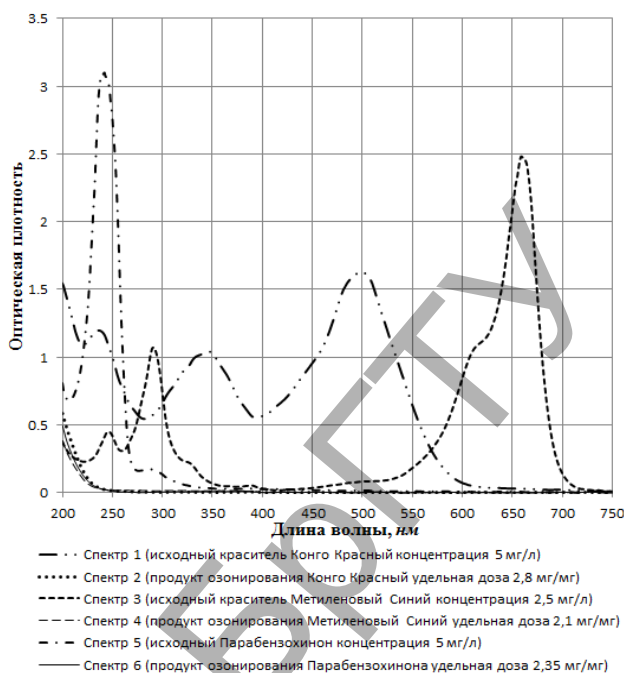


Рисунок 4 – Спектры водных растворов исследованных веществ до и после озонирования

Спектры поглощения водных растворов исходных веществ, представленные на рисунке 4, показывают значительную оптическую плотность как в видимой (красители), так и в ультрафиолетовой области спектра (все исследованные вещества). Спектры поглощения этих же растворов после озонирования обнаруживают относительно незначительно поглощение (по сравнению с этими растворами до озонирования) только в крайней ультрафиолетовой области на длинах волн ниже 240 нм. Данные спектры по форме очень похожи на спектры поглощения простых органических кислот [10].

На рисунке 5 представлен фрагмент крайней ультрафиолетовой области спектров с рисунка 4, а также для сравнения на нем помещены реальные спектры простых органических кислот, полученные авторами в работе [10].

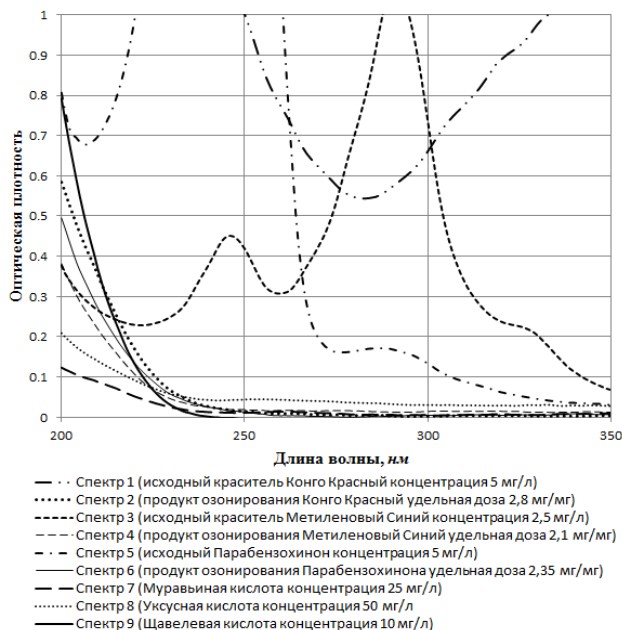


Рисунок 5 – Спектры водных растворов органических веществ после озонирования в сравнении со спектрами некоторых простых органических кислот

Таблица 1 – Результаты опытов по нейтрализации водных растворов продуктов озонирования

Вещество, концентрация 50 мг/л	рН раствора		
	Исходный раствор	Раствор после озонирования	Раствор после озонирования и нейтрализации
Краситель «Конго Красный»	5,41	3,51	7,09
Краситель «Метиленовый Синий»	5	3,43	7,05
Краситель «Хризоидин»	4,6	3,36	7,12
Краситель «Индиокармин»	5,36	3,37	6,9
Нитробензол	5,25	3,15	6,83
Пара-бензохинон	5,22	3,34	6,74
Пара-нитрофенол	5,4	3,21	6,82

Сравнение спектров поглощения водных растворов простых органических кислот и продуктов озонирования сложных органических веществ показывает, что их форма практически идентична. Это говорит о высокой вероятности правильности предположения, что результатом озоноразрушения исследованных веществ являются простые органические кислоты.

Как показали вышеприведенные результаты исследований, во всех опытах рН водных растворов органических веществ после озонирования снижалось, что является следствием образования органических кислот в качестве конечного продукта реакции. При этом значения рН продуктов озонирования при использовании оптимальной дозы озона в среднем находились в интервале 3...3,5. Очевидно, что аналогичное явление будет наблюдаться и при озонировании производственных сточных вод с целью удаления биологически стойких органических загрязнений. Однако, как указывалось выше, без нейтрализации сточные воды с таким значением рН выпускать нельзя ни в городскую сеть, ни в водоем. Возникает вопрос, как наиболее оптимальным образом произвести нейтрализацию озонированных стоков, не усложняя технологическую цепочку.

Обычная нейтрализационная станция представляет собой довольно сложное хозяйство, включающее в себя растворные баки, расходные баки, дозаторы, датчики расхода и рН, мешалки и т. д. Все это оборудование размещается в специальном помещении и требует участия обслуживающего персонала, поэтому осуществление нейтрализации озонированных стоков методом дозирования реагентов значительно усложнит применение озона для целей очистки сточных вод. Однако из теории и практики очистки сточных вод известно применение для целей нейтрализации безнапорных фильтров, загруженных дроблеными природными нейтрализующими материалами, такими как мел, мрамор, известняк, доломит, магнетит и т. д. С учетом того, что абсолютная концентрация органических кислот в сточных водах после озонирования вряд ли превысит концентрацию нескольких сотен мг/л, а кальциевые и магниевые соли органических кислот сравнительно хорошо растворимы в воде, применение нейтрализационных фильтров вполне может решить возникающую задачу нейтрализации стоков.

Для проверки эффективности применения природных дробленых нейтрализующих материалов с целью нейтрализации озонированных растворов были выполнены лабораторные исследования. В качестве нейтрализующей загрузки использовалась мраморная крошка с размером частиц 2...4 мм. Установка представляла собой загрузку, засыпанную в делительную воронку на поддерживающую решетку. Обрабатываемый раствор небольшими порциями равномерно распределялся по всей площади фильтра. Время контакта обрабатываемого раствора с загрузкой фильтра во всех опытах составляло 30...40 секунд. Результаты работы нейтрализующего фильтра представлены в таблице 1.

Как видно, после нейтрализации рН озонированных растворов во всех случаях превышало 6,5, т. е. имело значение, допустимое к сбросу. Сравнительно низкое значение рН исходных растворов до озонирования объясняется использованием для их приготовления дистиллированной воды, содержащей углекислоту и имеющую рН около 5,2.

Опыты по нейтрализации озонированных растворов с помощью фильтра с нейтрализующей зернистой загрузкой из природных материалов показывают, что данный метод позволяет гарантированно

решить задачу доведения рН озонированных сточных вод до требуемых показателей. При этом время контакта сточных вод с нейтрализующей зернистой загрузкой должно соответствовать крупности ее зерен, и при обычно рекомендуемой крупности зерен 10...30 мм время контакта должно составлять порядка нескольких минут.

Заключение. В результате выполненных исследований было установлено:

1. Значение рН водных растворов органических веществ в процессе озонирования снижается до значений ниже допустимых к сбросу как в городскую водоотводящую сеть, так и в водоемы.
2. Данный эффект объясняется протеканием процесса озоноразрушения до стадии образования простых органических кислот, на которой процесс разрушения практически останавливается. При этом рН озонированного раствора соответствует концентрации и степени диссоциации образовавшихся органических кислот, и, как правило, имеет величину порядка 3...3,5.
3. Для устранения нежелательного снижения величины рН растворов после озонирования предложено использовать простые по конструкции и в эксплуатации безнапорные фильтры с загрузкой из природных нейтрализующих материалов. Данные материалы широко доступны и имеют низкую стоимость. Лабораторные исследования подтвердили высокую эффективность данного метода нейтрализации озонированных растворов.
4. Авторами рекомендуется в дальнейшем при разработке систем очистки сточных вод с использованием метода озонирования учитывать эффект снижения рН и принимать меры по нейтрализации озонированных стоков.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кожин, В.Ф. Озонирование воды / В.Ф. Кожин, И.В. Кожин. – М.: Стройиздат, 1974. – 159 с.
2. Жерноклев, А.К. Аэрация и озонирование в процессах очистки воды / А.К. Жерноклев, Л.П. Пилинович, В.В. Савич. – Мн.: Тонпик, 2002. – 129 с.
3. Орлов, В.А. Озонирование воды / В.А. Орлов. – М.: Стройиздат, 1984. – 89 с.
4. Кузнецова, Т.В. Озонирование сточных вод / Т.В. Кузнецова, Н.Н. Пальгунов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1997. – № 2. – С. 12–15.
5. Белов, С.Г. Исследование разрушения формальдегида в водных растворах с помощью озона / С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2014. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 54–58.
6. Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-202-2010 (02250) – Мн.: Минстройархитектуры, 2011. – 99 с.
7. Разумовский, С.Д. Озон и его реакции с органическими соединениями / С.Д. Разумовский, Г.Е. Заиков. – М.: Наука, 1974. – 324 с.
8. Белов, С.Г. Разработка метода точного дозирования высоких удельных доз озона при обработке воды / С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 73–81.

9. Белов, С.Г. Исследование эффективности применения озона для очистки сточных вод от органических загрязнений различных классов / С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2014. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 72–78.
10. Белов, С.Г. Определение глубины деструкции органических соединений методом УФ-спектрометрии / С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2013. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 46–50.

Материал поступил в редакцию 07.06.2016

BELOV S.G., NAUMCHIK G.O., BELOV V.S. The necessity of correction of pH value of sewage waters before wastewater discharge purified with ozonation method

The article deals with the problem arising when ozonation method is applied for purification of industrial sewage waters with the purpose of removing of harmful organic pollution. It is marked, that when the necessary doses of ozone are applied organic substances oxidize to simple organic acids and during this process the pH value of ozonized solution reduces considerably. In the article the results of laboratory research are given, which show the changes of pH value of water solutions of substances of different classes, processed by various specific doses of ozone. It is shown that it is necessary to neutralize ozonized sewage waters before their discharge into city water drain network and natural reservoirs. The problem can be solved with the help of filters with loading from natural neutralizing materials.

УДК 628.316

Белов С.Г., Наумчик Г.О.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕСТРУКЦИИ НИТРОЗАМЕЩЁННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ПРИ ОЗОНИРОВАНИИ

Введение. Сточные воды предприятий различных отраслей промышленности часто содержат нитропроизводные органических соединений. К данным отраслям относятся производство красителей и взрывчатых веществ, основной органический синтез, производство искусственных волокон, текстильная промышленность, производство лекарственных препаратов и средств защиты растений. Данные вещества, как правило, имеют высокую токсичность как для человека, так и для окружающей водной среды (ПДК нитробензола в воде водоемов составляет 0,01 мг/л), а также обладают повышенной химической стойкостью и растворимостью в воде. Поэтому удаление нитрозамещённых органических загрязнений из сточных вод является актуальной и сложной задачей.

Для удаления нитросоединений из сточных вод могут применяться окислительные, электрохимические, сорбционные методы, эвапорация с водяным паром, экстракция органическими растворителями. Выбор конкретного метода очистки определяется как природой органического соединения, так и его концентрацией в сточных водах. Поскольку нитросоединения часто являются ценными продуктами химического синтеза, при высоких их концентрациях в сточных водах предпочтение отдается методам эвапорации, сорбции или экстракции, поскольку данные методы очистки позволяют утилизировать выделенные из сточных вод нитропроизводные. Метод «мокрого сжигания» в данном случае менее приемлем из-за повышенной стойкости к окислению данных соединений и невозможностью их утилизации. При низкой концентрации в сточных водах органических нитросоединений (до 100 мг/л) вышерассмотренные методы имеют низкую эффективность, поэтому прибегают к деструктивным методам, таким как электроокисление, озонирование, процесс Фэнтонна.

Хотя метод электроокисления позволяет при правильном проведении практически полностью удалять нитросоединения из сточных вод [1], его применение осложняется необходимостью использования специальных электрохимических установок, периодичностью процесса, высокими затратами электроэнергии, возможностью образования в обработанной воде токсичных продуктов неполной деструкции нитросоединений, таких как амины, нитросоединения, хиноны.

Проведение процесса Фэнтонна с целью очистки сточных вод до настоящего времени не имеет широкого практического применения, а все публикации на данную тему ограничиваются в основном лабораторными исследованиями. Это объясняется требованием высоких концентраций пероксида водорода и катализатора в обрабатываемой воде, а также дополнительное использование энергетического фактора, такого как повышенная температура (30...100 °С) или интенсивное ультрафиолетовое облучение. При этом

возникает проблема дальнейшей очистки обработанной воды от катализатора, в качестве которого обычно применяют гидроксиды тяжелых металлов. Также большим недостатком процесса Фэнтонна является его периодичность.

В отличие от методов электроокисления и процесса Фэнтонна, применение озона для очистки сточных вод является более предпочтительным, поскольку не требуется применение катализатора, высокой температуры, дополнительных реагентов. При этом процесс озонирования осуществляется в непрерывном режиме и легко поддается автоматизации. Важным преимуществом озона как окислителя является его очень высокий окислительный потенциал (2,07 В), поэтому он эффективно окисляет органические вещества при обычной температуре, в любых концентрациях и независимо от pH среды. Также большим преимуществом метода очистки сточных вод с помощью озонирования является то, что в процессе обработки не образуется никаких осадков и не требуется регенерация загрузочных материалов. Бытующее в научной среде утверждение о том, что озонирование является дорогим методом, в настоящее время устарело, поскольку в связи с совершенствованием устройств для получения озона затраты электроэнергии на его выработку удалось снизить с 25...35 кВт·ч/кг до 10...15 кВт·ч/кг. Для сравнения, 1 кг технической перекиси марки А (концентрация 37%) в пересчете на белорусские рубли (без учета доставки из России) стоит Br 18000, что в пересчете на 100%-ую концентрацию составляет Br 49000. Производство одного килограмма озона на современном озонаторном оборудовании при стоимости 1 кВт·ч электроэнергии Br 1500 составит около Br 20000. Как видно, стоимость одного килограмма озона в 2,5 раза ниже стоимости пероксида водорода. Определенным сдерживающим фактором широкого применения озонирования является относительно высокая стоимость озонаторного оборудования. Однако при использовании реагентных методов деструктивной очистки (пероксид водорода, гипохлорит, надсерная кислота) появляются затраты на транспортировку реагентов, их хранение и дозирование (титановые баки, специальные насосы-дозаторы, коррозионностойкие трубопроводы), которые сравнимы с затратами на озонаторное оборудование. Поэтому на современном этапе озонирование является вполне конкурентоспособным методом очистки сточных вод от стойких органических загрязнений, к которым относятся нитропроизводные органических веществ.

Методическая часть. В качестве объекта исследования использовались растворы нитрозамещённых органических веществ различных классов:

- 1) нитробензол;