

Список цитированных источников

1. Белов, С. Г. Городская станция: пособие / С. Г. Белов, Т. И. Акулич, С. В. Андреюк. – Брест : БрГТУ, 2018. – 114 с.
2. Волкова, Г.А. Интенсификация биологической очистки городских сточных вод путем повышения дозы активного ила / Г. А. Волкова, С. В. Андреюк, Е. И. Дмухайло // Вестник БрГТУ. – 2015. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 119–122.
3. Денисов, А. А. Повышение эффективности и надежности биологической очистки сточных вод / А. А. Денисов. – М. : ВНИИТЭИагропром, 1989. – 43 с.
4. Методика оценки технологической эффективности работы городских очистных сооружений канализации / Минжилкомхоз РСФСР, Минводхоз СССР. – М. : Стройиздат, 1987. – 16 с.
5. Новикова, О. К. Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения: учеб. пособие / О. К. Новикова; М-во трансп. и коммуникаций Республики. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 206 с.
6. Харькина, О. В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод / О. В. Харькина. – Волгоград : Панорама, 2015. – 433 с.
7. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности: Экологические нормы и правила РБ ЭкоНиП 17.01.06-001-2017. Утв. пост. Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 18 июля 2017 г. № 5-Т.
8. Яловая, Н. П. Анализ и прогноз расходов и нагрузок сточных вод, поступающих на очистные сооружения канализации города Бреста / Н. П. Яловая, В. А. Бурко // Перспективные методы очистки природных и сточных вод : сборник статей региональной научно-технической конференции, Брест, 26 сент. 2019 г. / редкол.: С. Г. Белов [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2019. – С. 74–76.

УДК 628.1

Цап К. В.

Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Белов С. Г.

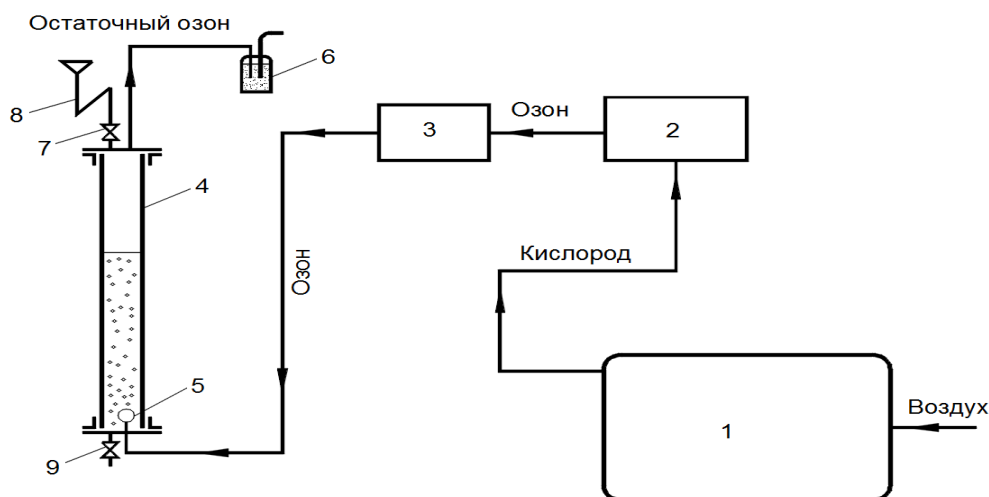
ст. преподаватель Таратенкова М. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОЗОНИРОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА УЛУЧШЕНИЕ ЕЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Введение. Озонирование является наиболее универсальным и высокоэффективным методом очистки воды в бактериологическом, физико-химическом и органолептическом плане.

Одним из преимуществ озона с гигиенической точки зрения является неспособность, в отличие от хлора, к реакциям замещения. В воду не вносятся посторонние примеси и не возникают вредные для человека соединения, такие как тригалометаны – соединения хлора с органикой. Особенностью озона является и его быстрое разложение в воде с образованием кислорода, то есть озон обладает полной экологической безопасностью. Растворимость озона в воде выше, чем кислорода, поэтому в озонированной воде повышается содержание растворенного кислорода, что обеспечивает воде свежий вкус даже при комнатной температуре [1].

Целью данной работы являлось исследование предварительного озонирования питьевой воды для улучшения ее органолептических показателей.



1 – концентратор кислорода *Atmung OXY 6000*; 2 – озонатор *PLATON 10/2*; 3 – озономер *МЕДОЗОН 254/5*; 4 – контактная колонка; 5 – диспергатор озono-кислородной смеси; 6 – дистиллированная вода с растворенным озоном; 7 – деструктор остаточного озона; 8 – гидравлический затвор; 9 – кран для заливки дистиллированной воды; 10 – кран для отбора озонированной дистиллированной воды.

Рисунок 1 – Схема установки для получения раствора озона в дистиллированной воде

Методическая часть. Водный раствор озона получали по методике [2]. Схема установки для растворения озона в воде показана на рисунке 2. Концентрация озона в водном растворе определялась с помощью озономера *МЕДОЗОН 245/8* (Ж-30). Спектрометрические исследования осуществлялись с использованием спектрофотометра *СФ-2000* в кварцевых кюветах с длиной оптического пути 50 мм. Сканирование осуществлялось в УФ-диапазоне от 200 до 400 нм.

Исследование ХПК осуществлялось арбитражным методом описанным в руководстве «Аналитическая химия промышленных сточных вод», автор Ю. Ю. Лурье. Метод заключается в кипячении образца воды в сильно кислой среде с использованием окислителя бихромата калия в течении 2 часов, с добавлением в качестве катализатора ионов серебра. Данный метод позволяет фиксировать не менее 95 % органических веществ, содержащихся в исследованной воде. Однако данный метод не позволяет исследовать воду со значением ХПК менее 40–30 мг O_2/l .

Результаты исследования. Дозирование озона в процессе осуществлялось методом точного дозирования, описанном в методической части данного отчета. Метод точного дозирования озона в виде водного раствора озона в дистиллированной воде позволяет избежать проскока газообразного озона, который происходит в диспергаторах различной конструкции. Таким образом, данный метод позволяет осуществить 100 %-е введение озона в обрабатываемую воду (без потерь на проскок).

Для исследования озонопоглощаемости воды было выполнено две серии опытов. В первой серии экспериментов доза озона варьировалась в диапазоне от 1 до 2,5 мг/л. Проведение исследований и дозирование озона осуществлялось в соответствии с методической частью отчета. Спектры поглощения исходной и

обработанной различными дозами озона воды, снятые через 0,5 часа после обработки, приведены на рисунке 2.

Исходная вода имеет заметное поглощение в УФ-области, которое обусловлено наличием в ней органических веществ. При дозе озона 0,5 мг/л спектр поглощения стал заметно ниже в диапазоне длин волн от 200 до 300 нм, на оставшейся части рассматриваемого диапазона заметных изменений не произошло. Это можно объяснить окислением части органических веществ. При дозе озона 1 мг/л спектр поглощения стал заметно ниже на всем исследуемом диапазоне длин волн (от 200 до 400 нм), т. к. большее количество органических веществ было подвержено окислению озоном. Увеличение дозы до 1,5 мг/л дало заметное снижение спектра поглощения, особенно в диапазоне длин волн от 300 до 400 нм. Это можно объясняется тем, что начинается процесс окисления более трудноокисляемых органических веществ, не вступивших в реакцию при более низкой дозе озона. Спектр поглощения, соответствующий дозе озона 2 мг/л, практически не изменился по сравнению со спектром поглощения при дозе озона 1,5 мг/л на всем исследуемом диапазоне длин волн. Т. е. окисление органических веществ, содержащихся в воде «Веда», при дозе озона 1,5...2 мг/л в основном завершается. При дозе озона 2,5 мг/л наблюдается пик поглощения не вступившего в реакцию избыточного озона. Можно сделать вывод, что доза озона 2,5 мг/л является максимальной. Деструкция остаточного озона при данной дозе требует времени более 30 минут.

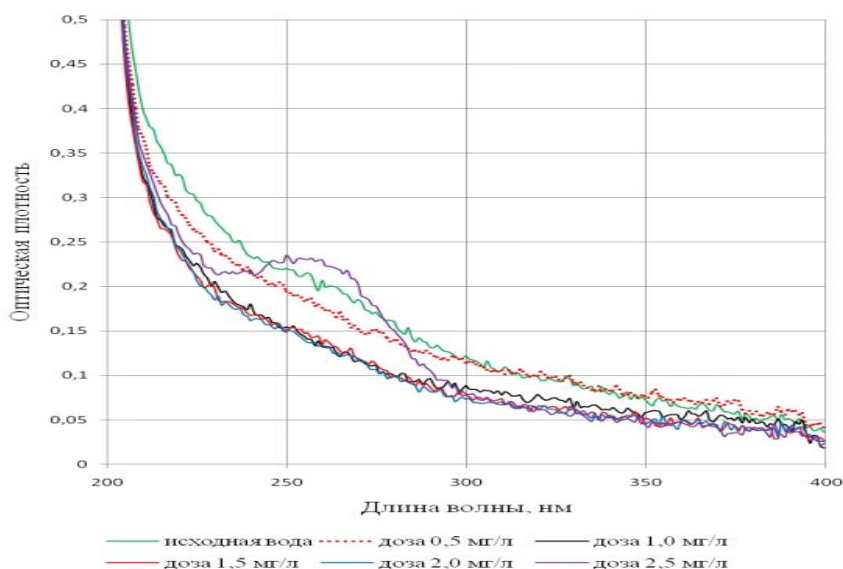


Рисунок 2 – Спектры поглощения исходной и обработанной озонами воды (серия 1)

Для уточнения дозы вводимого озона была проведена вторая серия экспериментов, спектры которой приведены на рисунке 3. Во второй серии экспериментов доза озона варьировалась в диапазоне от 1,0 до 2,0 мг/л., время реакции с озоном было 0,5 часа.

При введении доза озона 1,0 мг/л наблюдается заметное уменьшение поглощаемости по сравнению с исходной водой, что подтверждает первую серию опытов. При дозе озона 1,5 мг/л продолжается процесс окисления органических

веществ, что подтверждается снижением спектра поглощения. Дальнейшее увеличение дозы озона приводит к незначительным снижениям спектров поглощения, что объясняется окислением веществ, потребляющих большое количество озона на деструкцию. Отсутствие пика поглощения, характерного для озона свидетельствует о том, что весь озон участвовал в процессе окисления. Пик озона появлялся в 1 серии опытов, при дозе 2,5 мг/л.

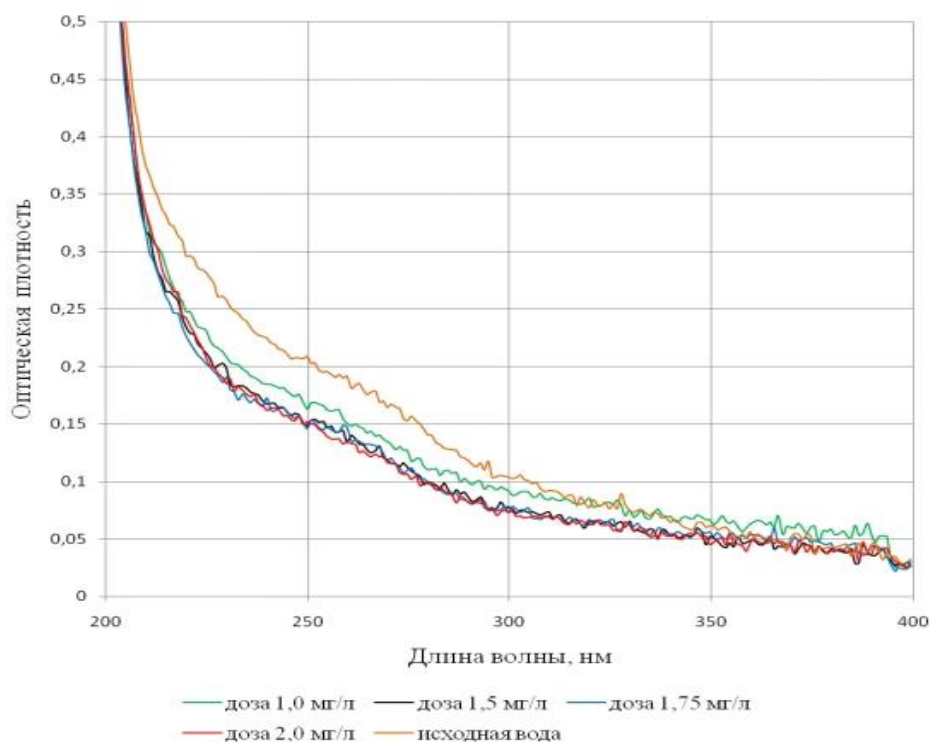


Рисунок 3 – Спектры поглощения исходной и обработанной озоном воды (серия 2)

В процессе выполнения 2 серии опытов сравнивали вкус исходной воды со вкусом воды, обработанной различными дозами озона, а также определяли наличие запаха остаточного озона через 0,5 часа после введения заданной дозы озона. Результаты данных определений приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Данные по вкусу воды «Веда» в зависимости от дозы озона

№ опыта	Доза озона, мг/л	Вкус по отношению к исходной неозонированной воде	Запах озона
1	1	слабое улучшение	отсутствует
2	1,5	заметное улучшение	отсутствует
3	1,75	как в опыте № 2	отсутствует
4	2	как в опыте № 2	отсутствует

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что основное количество органических веществ, обуславливающих вкус воды, окисляется при абсолютной дозе озона 1,5 мг/л в течении 0,5 часа.

Для подтверждения выводов в предыдущих исследованиях было выполнено определение ХПК исходной воды и воды обработанной различными дозам озона.

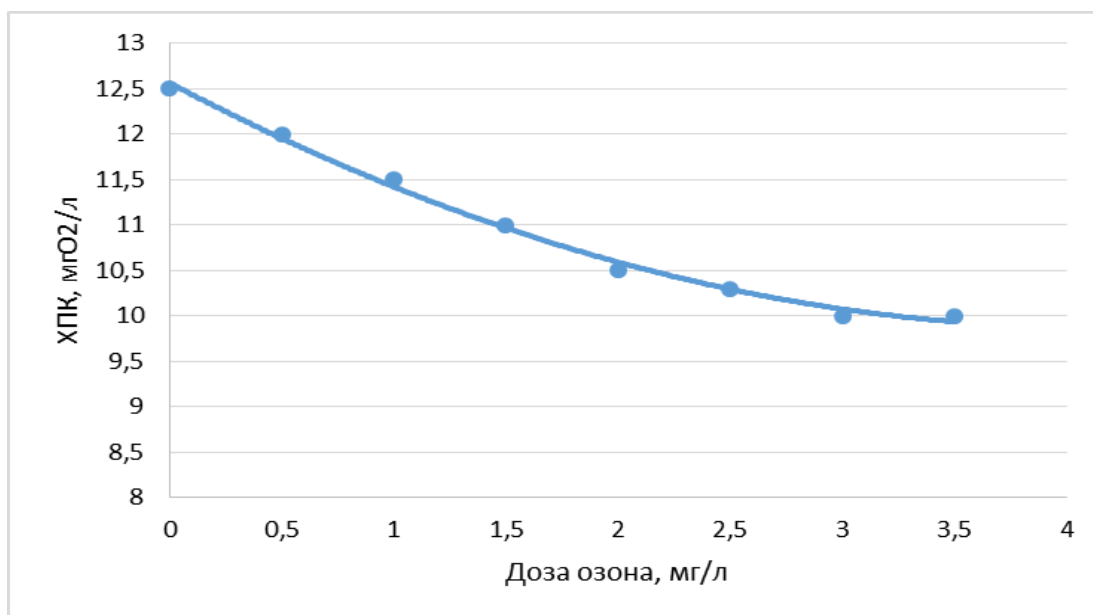


Рисунок 4 – График зависимости ХПК от дозы озона

Снижение ХПК прямо пропорционально введенной дозе озона до 2,5 мг/л. Дальнейшее увеличение дозы озона подтверждают полученные ранее результаты спектрометрических исследований нецелесообразно. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что в исходной воде содержатся органические вещества, вступающие в реакцию присоединения с озоном, т. е. вся молекула озона присоединяется к молекуле органического вещества с образованием продуктов окисления. К данным органическим веществам относятся в основном ароматические и гетероциклические соединения, содержащие в своих молекулах кратные связи. При этом ХПК воды снижается ровно на величину введенной дозы озона.

Выводы. При обработке воды методом озонирования снижается ее поглощение в ультрафиолетовой области, что свидетельствует о изменении химического состава органических веществ.

В ходе исследования ХПК исходной и обработанной воды, наблюдалось прямо пропорциональное снижение окисляемости воды эквивалентное введенной дозе озона, что говорит о взаимодействии озона с органическими веществами по механизму присоединения. Именно по такому механизму озон взаимодействует с веществами, которые могут придавать воде посторонний привкус и запах.

Закономерности, приводимые выше, подтверждаются выполненными органолептическими исследованиями, т. е. с увеличением дозы озона вкус и запах улучшался.

Список цитируемых источников:

1. Озонирование в системах водоподготовки [Электронный ресурс] // Аква-Терм: – журнал. 2019. – 13 авг. – Режим доступа: https://aqua-therm.ru/articles/articles_614.html. – Дата обращения: 24.03.2021.

2. Белов, С. Г. Разработка метода точного дозирования высоких удельных доз озона при обработке воды / С. Г. БЕЛОВ, Г. О. НАУМЧИК // Вестник БрГТУ. – 2011.– № 2 (68): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С.73–81.