

Таблица 4. Значения скоростей сточных вод на входе в гидроциклон

Подача сточных вод, м ³ /ч	Скорость, м/с, при 1-м вводе диаметром			Скорость, м/с, при 2-х вводах диаметром			Скорость, м/с, при 3-х вводах диаметром		
	50 мм	100 мм	150 мм	50 мм	100 мм	150 мм	50 мм	100 мм	150 мм
7	0,99	0,25	0,11	0,50	0,12	0,06	0,33	0,08	0,04
10	1,42	0,35	0,16	0,71	0,18	0,08	0,47	0,12	0,05
14	1,98	0,50	0,22	0,99	0,25	0,11	0,66	0,17	0,07
16	2,26	0,57	0,25	1,13	0,28	0,13	0,75	0,19	0,08
20	2,83	0,71	0,31	1,42	0,35	0,16	0,94	0,24	0,10

Гидроциклон данной конструкции может применяться для выделения всплывающих и оседающих грубодисперсных примесей гидравлической крупностью более 0,2-0,3 мм/с [2]. В таблице 2 приведены данные по гидравлической крупности частиц, задерживаемых данными гидроциклонами в зависимости от пропускной способности и диаметра гидроциклона.

Таким образом, зная производительность гидроциклона и гидравлическую крупность частиц, которые требуется удалить для достижения требуемого эффекта очистки, можно применить гидроциклон необходимого диаметра.

В традиционной схеме перед полями фильтрации при расходе сточных вод более 25 м³/сут. устраиваются двухъярусные отстойники. Исходя из рекомендаций [1], продолжительность пребывания сточных вод в желобах двухъярусных отстойников составляет 1,5 ч, а глубина проточной части не более 1,5 м. При данных показателях гидравлическая крупность задерживаемых частиц составляет 0,28 мм/с. В таблице 3 приведены показатели работы двухъярусного отстойника диаметром $D = 6$ м (типовой проект 902-2-73) и их количество в зависимости от максимального расхода сточных вод.

Таким образом, сопоставляя данные таблиц 2 и 3, видно, что для задержания мелких частиц с гидравлической крупностью 0,2-0,9 мм/с могут успешно применяться гидроциклоны диаметром 2,5-3 м в количестве не более 2 шт., в то время как для получения аналогичных результатов требуется 2-4 двухъярусных отстойника диаметром 6 м.

Одним из существенных факторов, влияющих на эффективность процессов, происходящих в гидроциклонах, является скорость впуска воды в гидроциклон, которая зависит от подачи сточных вод, количества и диаметров впускных патрубков. Значения скоростей сточных вод на входе в гидроциклон в зависимости от подачи сточных вод, количества и диаметра подводных патрубков приведены в таблице 4.

Рекомендуемая скорость впуска сточных вод в гидроциклон должна соответствовать 0,1 - 0,5 м/с [2]. Анализируя результаты расчетов скоростей впуска в рассматриваемом диапазоне подачи сточных вод, приведенные в таблице 4, оптимальным количеством впусков и их диаметром является 2 впуска

диаметром 100 мм (при данных конструктивных параметрах условие скоростей на впуске в гидроциклон будет соблюдаться при увеличении подачи сточных вод до 30 м³/час).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрены актуальные вопросы реконструкции сооружений механической очистки сточных вод в небольших населенных пунктах. Предложена альтернативная схема очистки с использованием открытых гидроциклонов. На основании проведенного анализа работы сооружений различных схем можно сделать следующие выводы:

1. При реконструкции канализационных очистных сооружений в небольших населенных пунктах вместо широко распространенных типовых сооружений механической очистки сточных вод рекомендуется использовать открытые гидроциклоны.
2. Открытые гидроциклоны функционально могут заменить приемную камеру, песколовки и отстойные сооружения, применяемые в традиционных схемах, что приведет к сокращению капитальных и эксплуатационных затрат с одновременным повышением эффекта очистки.
3. В зависимости от типа реконструируемого сооружения предлагается использовать открытые гидроциклоны диаметром 1 или 2,5-3 м с двумя впусками диаметром 100 мм.

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения/ Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 72 с.
2. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. / Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; Под ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с. - (Справочник проектировщика).
3. Справочник по энергооборудованию./ Сост. А.П. Пименов, В.С. Пономаренко, В.Д. Кучинский. – Мн.: Экоперспектива, 2004. – 104 с.

УДК 628.094.3

Житнев Б.Н., Лычук Т.П.

КИНЕТИКА УДАЛЕНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ФОТОХИМИЧЕСКИМ ОКИСЛЕНИЕМ УФ-ИЗЛУЧЕНИЕМ И ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА

ВВЕДЕНИЕ

Как отмечалось ранее [1], поверхностные воды Белорусского Полесья имеют высокую цветность, обусловленную содержанием в них гумусовых соединений, что препятствует использованию такой воды для нужд технического водоснабжения.

Фракционный состав гумусовых веществ оказывает суще-

ственное влияние на обесцвечивание их природными коагулянтами [2-3] и окислительными методами. Так, окисление гумусовых соединений хлором приводит к образованию хлорорганических соединений, способствующих ухудшению санитарно-гигиенических показателей качества воды [4-9]. Применение же озона позволяет эффективно удалять гумусовые

Житнев Борис Николаевич, к.т.н., зав. каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.

Лычук Татьяна Петровна, аспирантка каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.

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

соединения [10], однако продукты его реакции с органическими загрязнителями в воде [11-13], а также высокие затраты на аппаратурное оформление процесса, делают использование данного метода нецелесообразным.

Альтернативой хлору и озону при окислении органических соединений в воде является применение пероксида водорода. Его внедрение в технологию очистки природных и сточных вод объясняется рядом преимуществ.

- эффективен в широком диапазоне pH;
- окислительный потенциал выше, чем у хлора и перманганата калия ($E=1,77В$);
- при разложении не образует побочных продуктов, загрязняющих воду;
- способен разрушать хлорорганические соединения в воде;
- обладает бактерицидными свойствами;
- не требует дополнительного оборудования для введения в обрабатываемую воду.

Как окислитель, пероксид вступает в реакции по одному из следующих механизмов: 1) ионный; 2) перенос кислорода неорганическими веществами и органическими пероксидами; 3) перенос электрона; 4) свободнорадикальный, обычно в присутствии металлов [14].

В настоящее время достаточно хорошо изучена эффективность пероксида водорода по обезжелезиванию подземных вод [15-16].

Шевченко М.А. в своей работе [10] описала влияние пероксида водорода на окисление аминов и пропиламинов, а также взаимодействие пероксида с фосфорорганическими ядохимикатами и производными карбоминовых кислот. А в работе [17] исследовала окисление пероксидом водорода пестицидов.

В очистке сточных вод наиболее эффективно пероксид водорода используется для обезвреживания соединений серы: сероводорода и сульфидов, сульфитов и тиосульфатов [18].

Достаточно часто пероксид водорода используется для окисления соединений азота и хлора [19], а также при обезвреживании различных органических соединений. Наиболее хорошо изучены процессы окисления формальдегида, гидрохинона и фенолов [20-23].

Распад пероксида водорода интенсифицируется под УФ-излучения. В результате чего образуются свободные гидроксильные (перекисные) радикалы, которые являются еще более сильными окислителями (они действуют в 10^6 - 10^9 раз быстрее, чем озон).

Обработка воды пероксидом водорода и УФ-излучением признана весьма эффективной для глубокой деструкции поверхностно-активных веществ [24]. Значимые результаты получены и в процессе исследований по удалению нефтепродуктов, фенолов [25] и пестицидов [26].

Однако сведения по влиянию состава водного гумуса на процессы очистки воды пероксидом водорода совместно с УФ-излучением весьма малочисленны [24]. Совершенно отсутствуют данные по кинетике удаления отдельных фракций водного гумуса фотохимическим окислением.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как отмечалось ранее [1], гумусовые соединения можно разделить на гуминовые и фульвокислоты. Из них наиболее сильную интенсивность окраски имеют растворы гуминовых кислот [27].

После выделения из почвы, отобранной в непосредственной близости от источника водоснабжения, гуминовые кислоты (ГК) высушивали до постоянной массы, измельчали в фарфоровой ступе и использовали для приготовления модельных растворов. В качестве растворителя использовали водопроводную воду, которую подщелачивали до полного растворения препарата ГК. Таким образом, был построен калибровочный

график для определения концентрации ГК в модельных растворах колориметрическим методом на однолучевом фотоэлектроколориметре КФО с использованием светофильтра с длиной волны 450 нм и кюветами длиной 5 см.

Исследования по удалению гуминовых кислот окислением пероксидом водорода и УФ-светом проводились в статических условиях, в установке показанной на рис. 1.



Рис. 1. Установка для обработки воды ультрафиолетовым светом: 1 – резервуар исходной воды; 2 – подача исходной воды на обработку; 3 – ультрафиолетовая лампа низкого давления мощностью 36 Вт; 4 – отвод обработанной воды.

По результатам исследований были построены графики (рисунок 2-4), показывающие влияние различных факторов на эффективность удаления гуминовых кислот и обесцвечивание воды.

Исследования показали, что активная реакция среды очень сильно влияет на процесс удаления гуминовых кислот (рис. 2).

Наиболее эффективно процесс удаления гуминовых кислот протекает в кислой среде. Это связано с тем, что ГК присутствуют в виде взвесей, коллоидных и истинных растворов. В природных водах между этими состояниями существует динамическое равновесие [28], которое может смещаться при изменении активной реакции среды. Увеличение pH сдвигает равновесие в сторону истинных растворов, при этом происходит увеличение степени дисперсности ГК. Таким образом, в щелочных растворах преобладающая часть гуминовых кислот находится в виде истинных растворов, что усложняет процесс их удаления.

В значительной степени на процесс удаления гуминовых кислот влияет и доза пероксида водорода (рис. 3).

Механизм фотохимической деструкции объясняется тем, что под воздействием кванта света молекула ГК переходит в возбужденное состояние и подвергается атаке радикалов OH по двойным связям ($-C=C-$), выполняющим функции мостиков между циклическими фрагментами молекулы [27]. Разрыв мостиков двойных связей уменьшает длину сопряжения, что и является причиной обесцвечивания ГК.

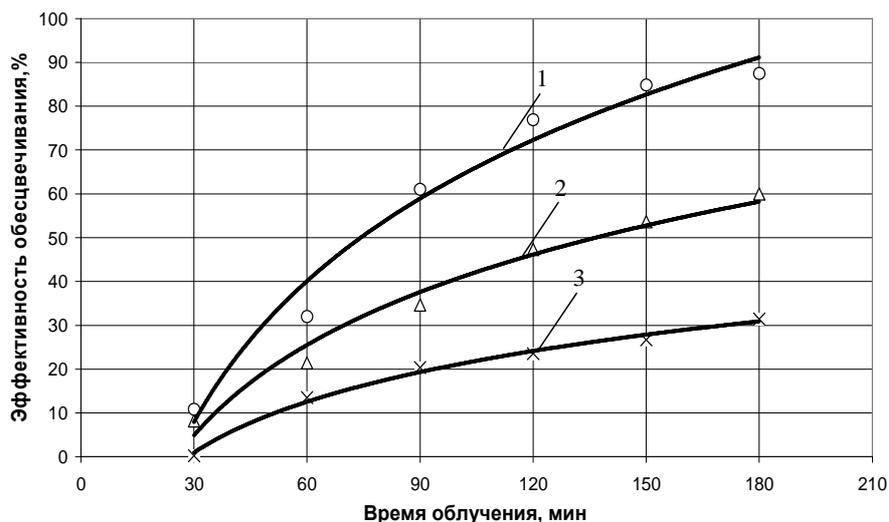


Рис. 2. Влияние pH на эффективность обесцвечивания модельных растворов гуминовых кислот фотохимическим окислением: 1 – pH = 4.5; 2 – pH = 7.2; 3 – pH = 9.6

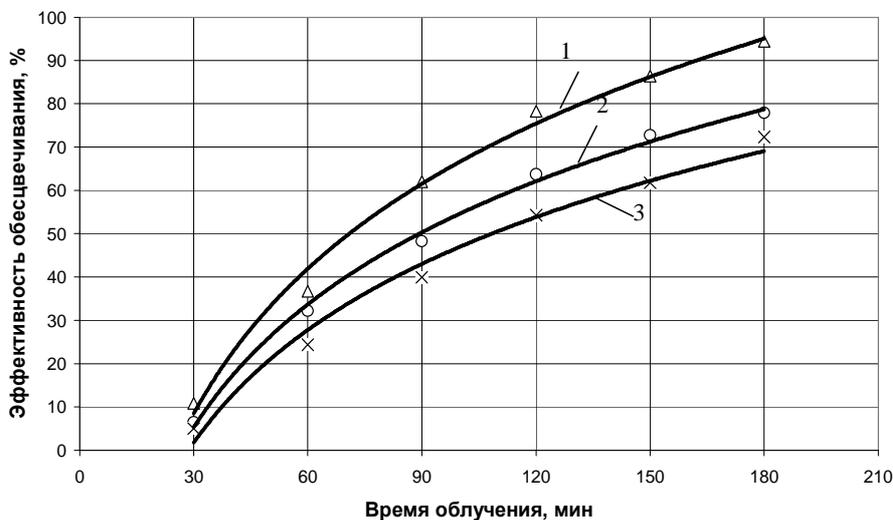


Рис. 3. Влияние дозы пероксида водорода на эффективность обесцвечивания модельных растворов гуминовых кислот фотохимическим окислением: 1 – доза H₂O₂ 50 мг/л; 2 – доза H₂O₂ 25 мг/л; 3 – доза H₂O₂ 15 мг/л

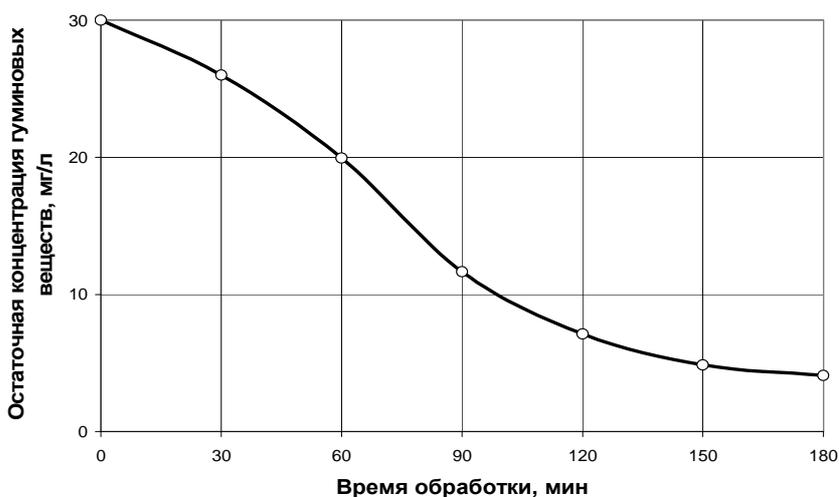


Рис. 4. Влияние времени обработки на остаточное содержание гуминовых кислот (доза пероксида водорода 50 мг/л)

Как видно из рисунка 4 на процесс удаления гуминовых кислот влияет и время обработки.

В течение первых 90 минут в модельном растворе наблюдается значительное снижение содержания гуминовых кислот

(с 30 до 12 мг/л). Далее процесс удаления ГК замедляется, однако через 90 минут остаточная концентрация ГК в модельном растворе достигает 5 мг/л.

Таким образом, основными факторами, влияющими на процесс удаления ГК, являются рН, доза пероксида водорода и время обработки, которое можно снизить за счет увеличения плотности потока УФ-излучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Фракционный состав гумусовых веществ, обуславливающих цветность поверхностных вод Белорусского Полесья, оказывает существенное влияние на обесцвечивание их природными коагулянтами и окислительными методами.
2. Перспективным направлением в окислении органических загрязнений природных вод является использование пероксида водорода, так как он не образует побочных продуктов реакции с органическими веществами.
3. Применение пероксида водорода совместно с УФ-излучением позволяет эффективно удалять ГК, интенсивность окраски которых наиболее сильно влияет на цветность природных вод.
4. Механизм фотохимического окисления гуминовых кислот объясняется разрушением двойных связей молекулы ГК гидроксидными радикалами ОН, образовавшимися в результате реакции пероксида водорода и УФ-света.
5. Установлено, что наиболее полное окисление гуминовых кислот происходит в кислой среде. Помимо этого, основными параметрами, влияющими на процесс их удаления, являются доза пероксида водорода и время обработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Житенев Б.Н., Лычук Т.П. Теоретические предпосылки интенсификации обесцвечивания поверхностных вод Белорусского Полесья // Вестник БГТУ. – Брест, 2001, №2 – С. 85-87.
2. Фомина В.Ф., Дмитриев В.Д. Влияние состава гуминовых веществ на процесс обесцвечивания маломутных цветных вод р. Вычегды. – В кн.: Исследования в области водоснабжения. Межвузовский темат. сб. трудов. – Л.: ЛИСИ, 1980. – С.38-44.
3. Котович Э.Г. и др. Подбор дозы коагулянта для обесцвечивания и обезжелезивания воды Мухавца // Проблемы водных ресурсов. – Мн.: Наука и техника, 1981. – С. 65-68.
4. Славинская Г.В. Влияние хлорирования на качество питьевой воды / Г.В. Славинская // Химия и технология воды, 1991. – Т. 13, № 11. – С. 1013-1019.
5. Кузубова Л.И., Кобрин В.Н. Химические методы подготовки воды (хлорирование озонирование, фторирование) / Новосибирск: СО РАН, ГННТБ, НИОХ. – 1996, сер. эколог. – № 42. – 132 с.
6. Гюнтер Л.И. Летучие галогенорганические загрязнения питьевых вод, образующихся при водоподготовке / Л.И. Гюнтер и др. // Химия и технология воды, 1985 – Т. 7 – № 5. – С. 59-64.
7. Rice R.G., Gomez-Taylor M. Proceedings of the Second National Conference of drinking water. – 1986. – p. 107-133.
8. Leguble B. Chlorination of humic substances in aqueous solution: yields of volatile and major non-volatile organics halides / B. Leguble, J. Croue // Sci. Total Environ. – 1985. – №47. – P. 217-222.
9. Van Breemc A.N. The fate of fulvic acids during water treatment / A.N. Van Breemc, T.J. Nieuwstad, G.C. Van der Meentolieman // Water Res. – 1979. – 13, №8. – P. 771-779.

10. Шевченко М.А. и др. Окислители в технологии водообработки / М.А. Шевченко, П.В. Марченко, В.В. Лизунов. – К.: Наукова Думка. – 1979. – 175с.
11. Драгинский В.Л. Образование токсичных продуктов при использовании различных окислителей для очистки воды / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002, №2. – С. 9-13.
12. Гончарук В.В. Озонирование как метод подготовки питьевой воды: возможные побочные продукты и токсикологическая оценка / В.В. Гончарук // Химия и технология воды. – 1995. – Т. 17, № 1. – С. 9-15.
13. Van Hoof F. Formation of oxidation byproducts in surface water preozonation and their behaviour in water treatment / F. Van Hoof, J.G. Janssens, H. Van Duck // Water Supply. – 1986. – № 4. – P. 93-102.
14. Серышев Г.А. Химия и технология перекиси водорода / Г.А. Серышев. – Л.: Химия, 1984. – 201 с.
15. Алексеев В.С. и др. Обезжелезивание подземных вод в пласте с помощью перекиси водорода. – “Водоснабжение и санитарная техника”, 1981, №6. – С.
16. Hanson D. "Groundwater: Evaluating Your Well Problems & Maintenance Tips," WC&P. – 2001. – v.43, № 4.
17. Шевченко М.А. и др. Очистка природных и сточных вод от пестицидов. – Л.: Химия. – 1989. – 184 с.
18. Селюков А.В. Применение пероксида водорода в технологии очистки сточных вод / А.В. Селюков, Ю.И. Скурлатов, Ю.П. Козлов // Водоснабжение и санитарная техника, 1999. – № 12. – С. 25-27.
19. Селюков А.В., Тринко А.И. Использование пероксида водорода в технологии физико-химической очистки промышленных сточных вод // Экологическая химия водной среды: Матер. II Всесоюз. школы (Ереван, 11-14 мая 1988г.). – Под ред. Ю.И. Скурлатова. – М.: ИХФ АН СССР, 1988. – 52 с.
20. Кисленко В.Н. Кинетика и механизм окисления органических веществ пероксидом водорода / В.Н. Кисленко, А.А. Берлин // Успехи химии, 1991. – Т.60, № 5. – С. 949-981.
21. Серебрянников Л.В. Реакция формальдегида с пероксидом водорода / Л.В. Серебрянников, А.В. Головкин // Вестник Моск. Ун-та. Сер.2 Химия, 2005. – Т.46, № 6. – С. 370-377.
22. Кричевский Г.И. Экологические проблемы отделочного производства // Текстильная химия, 1996, №8. – С. 21-29.
23. Краснобородько И.Г. Очистка сточных вод от красителей – Л.: Химия, 1981. – 288 с.
24. Журба М.Г. и др. Очистка цветных маломутных вод, содержащих антропогенные примеси / М.Г. Журба и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 1997, №7. – С. 5-9.
25. Мураками К. и др. Фотоокислительная очистка сточных вод, содержащих ПАВ // Мидзусери гидзюцу, 1976. – 17, №1.
26. Шевченко М.А. и др. Интенсификация процесса обезвреживания некоторых ядохимикатов в водных растворах перекисью водорода и ультрафиолетовым облучением / М.А. Шевченко // Интенсификация процессов обеззараживания воды. Под ред. Л.А. Кульского. – Киев: Наукова думка, 1978. – 96 с.
27. Орлов Д.С. Химия почв: Учебник. – М.: Изд. МГУ, 1985. 376с.
28. Вошенко З.С. Методика определения гуминовых веществ в природных водах. АКФ им. Памфилова. ИФ. Письмо №21. – Л., 1954. – 8с.

УДК 628.543

Яромский В.Н., Ковальчук В.Л.

КИНЕТИКА ОТСТАИВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛЁНКИ

ВВЕДЕНИЕ

В результате биологической очистки производственных сточных вод предприятий молочной промышленности на дисковых биофильтрах образуется биологическая плёнка. Для

её отделения и осветления воды используются отстойники различного типа.

Кинетика отстаивания биологической плёнки, зависи-

Ковальчук Вячеслав Леонтьевич, старший преподаватель каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.

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

Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика