

А. К. Мазитова (д.х.н., проф.)^{1а}, И. А. Сухарева (к.т.н., доц.)^{1а}, Г. К. Аминова (д.т.н., проф.)^{1а},
Г. М. Насырова (магистрант)^{1а}, Е. А. Удалова (д.т.н., проф.)^{1б}, В. А. Сергеев (студ.)²

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЗОНА В КАЧЕСТВЕ ФЛОКУЛЯНТА

¹ Уфимский государственный нефтяной технический университет

^а кафедра прикладных и естественнонаучных дисциплин

450080, г. Уфа, ул. Менделеева, 195, тел. (347) 2282511, e-mail: suhareva-ira@yandex.ru

^б кафедра физической и органической химии

450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1; тел. (347) 2420855, e-mail: vakil2004@mail.ru

² Башкирский государственный университет

450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, д.32, e-mail: jackcrawlings@mail.ru

A. K. Mazitova, I. A. Sukhareva, G. K. Aminova, G. M. Nasyrova, E. A. Udalova, V. A. Sergeev

THE STUDY OF THE FLOCCULATING EFFECT OF OZONE

¹ Ufa State Petroleum Technological University

195, Mendeleeva Str., 450080, Ufa, Russia; ph. (347)2282511, e-mail: suhareva-ira@yandex.ru

² Bashkir State University

32, Zaki Validi Str., 450076, Ufa, Russia, e-mail: ackcrawlings@mail.ru

Исследована эффективность использования озона для окисления и флокуляции сточных вод нефтехимических предприятий. Испытано влияние дозы озона на концентрацию взвешенных веществ при флокуляции и на значение химического потребления кислорода (ХПК) при окислительной очистке, а также продолжительности воздействия озона на изменение концентрации взвешенных веществ и величину ХПК. Использование предозонирования в схеме окислительной очистки исследуемой сточной воды позволяет полностью отказаться от физико-химической стадии очистки (коагуляция + флокуляция), что является экологически целесообразным.

Ключевые слова: взвешенные вещества; озон; предозонирование; сточные воды; флокуляция; химическая потребность кислорода.

The flocculating effect of ozone was investigated in the process of sewage treatment containing a large amount of suspended solids with a high value of chemical oxygen demand (COD). The effect of the ozone dose was tested on the concentration of suspended solids during flocculation and on the value of COD under the condition of oxidative purification, as well as the duration of exposure to ozone on the change in the concentration of suspended solids and the value of COD. The use of pre-ozonation makes it possible to completely abandon the physico-chemical stage of purification (coagulation + flocculation) in the scheme of oxidative treatment of the studied sewage. This is environmentally sound.

Key words: chemical oxygen demand; flocculation; ozone; pre-ozonation; sewage treatment; suspended solids.

На многих предприятиях нефтехимии образуются токсичные сточные воды сложного состава, которые необходимо подвергать комплексной очистке. Необходимой стадией в технологической схеме является процесс осаждения растворенных и взвешенных вредных веществ, понижающий мутность, цветность и химическое потребление кислорода (ХПК). Ранее нами исследован данный метод очистки с применением различных коагулянтов и флокулянтов^{1,2}. Из литературы известно исполь-

зование озона на начальной стадии обработки воды в дозе, вызывающей флокулирующее действие (предозонирование)³⁻⁷. Применение озона в качестве флокулянта позволяет избежать вторичного загрязнения сточных вод традиционными реагентами — осадителями. Однако методы очистки сточных вод нефтехимических заводов с применением озона изучены недостаточно. Поэтому нами исследовано флокулирующее действие озона на сточные воды, содержащие взвешенные вещества с высоким значением величины ХПК.

Дата поступления 24.09.19

Материалы и методы исследования

Состав исходной исследуемой воды приведен в предыдущей статье⁸. Для производства озона использовали озоногенератор ОГВК-02К, для обеспечения ввода озонородной смеси в воду и контакта с примесями реактор (дрексель); прибор контроля концентрации озона в воде фотометр «Эксперт-003». В обрабатываемую воду озон подавали с помощью пористого керамического диспергатора. Флокуляцию и окисление проводили в непроточном режиме, в вытяжном шкафу при герметизации озонатора. Концентрацию озона в воздухе рабочей зоны контролировали с помощью индикаторных трубок ТИ-[O₃-0.003]. Массовую концентрацию взвешенных веществ измеряли гравиметрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:4. 254-09). Показатель ХПК определяли титриметрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:3. 100-97).

Результаты и их обсуждение

Испытание флокулирующего действия озона проводили в различных дозах (от 0.5 до 7.0 мг/дм³) при интенсивном перемешивании сточной воды в течение 2 мин (рис. 1).

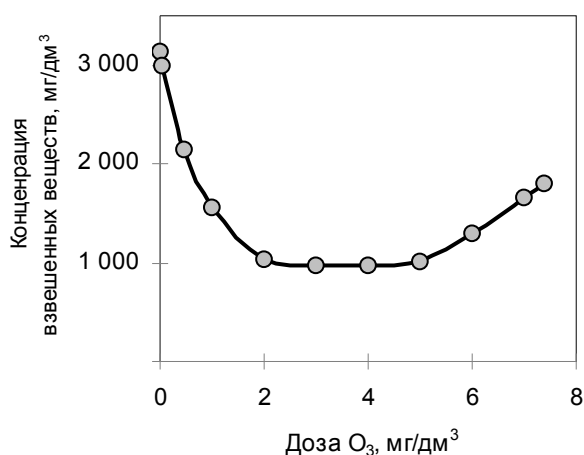


Рис. 1. Влияние дозы озона на концентрацию взвешенных веществ в сточной воде.

Результаты проведенных экспериментов показали уменьшение концентрации взвешенных веществ в 3 раза при дозе озона от 2 до 5 мг/дм³, что подтверждает эффект флокуляции. Однако при увеличении дозы озона выше 5 мг/дм³ концентрация взвешенных веществ начинает возрастать, что, вероятно, связано с разложением крупных макромолекул загрязнений.

Следующим этапом работы было исследование влияния продолжительности обработки

воды озоном на концентрацию взвешенных веществ и величину ХПК. Из рис. 2 и 3 видно, что максимальное флокулирующее действие озона при дозе 2 мг/дм³ наступает при обработке воды в течение 5 мин. При этом химическое потребление кислорода понижается на 25% (от 7600 до 5690 мгO₂/дм³).

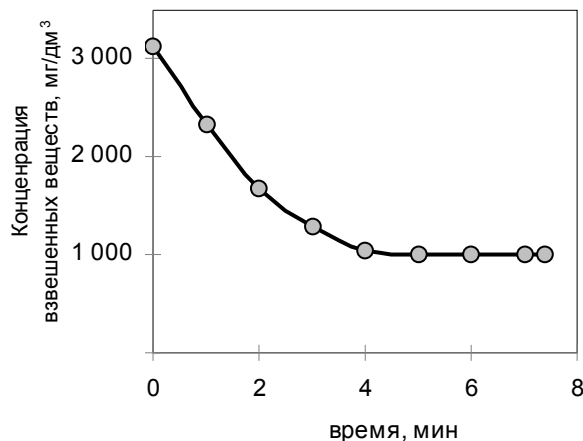


Рис. 2. Влияние продолжительности обработки воды озоном на концентрацию взвешенных веществ при дозе 2 мг/дм³.

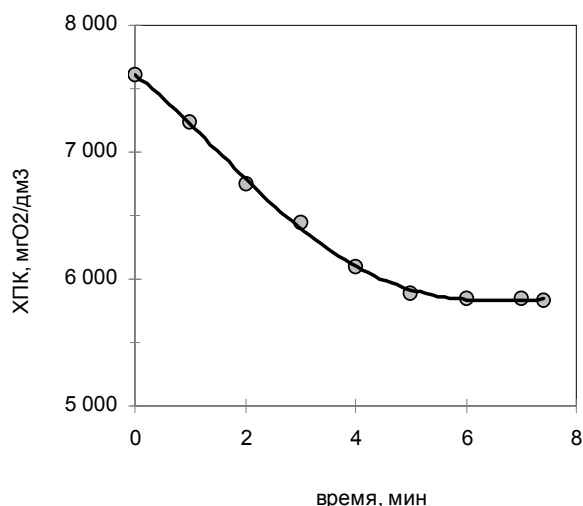


Рис. 3. Влияние продолжительности обработки воды озоном на величину ХПК при дозе 2 мг/дм³.

На следующем этапе нами было исследовано влияние начального значения ХПК на концентрацию используемого озона, необходимую для проведения окислительной деструкции органических веществ (рис. 4).

Как видно из полученных результатов, окисление органических веществ протекает легче при меньшем начальном значении ХПК (5690 мгO₂/дм³), необходимая доза озона составляет всего 3.85 г/дм³, в то время, как для исходной сточной воды (ХПК=7600 мгO₂/дм³) — 5 г/дм³.

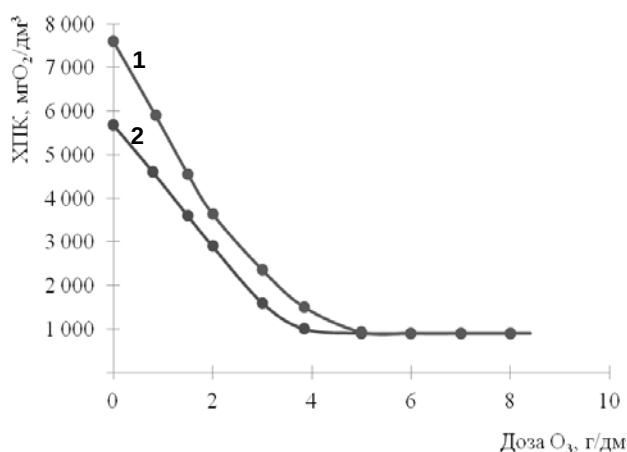


Рис. 4. Влияние дозы озона на изменение значения ХПК сточной воды при окислительной очистке сточной воды в течение 30 мин: 1 — исходная сточная вода (ХПК=7600 мг O_2 /дм³); 2 — сточная вода после флокуляции озонем (ХПК=5690 мг O_2 /дм³).

Литература

1. Аминова А.Ф., Сухарева И.А., Мартяшева В.А., Батурина К.В. Исследование влияния коагулянтов на очистку сточных вод уфимского фанерно-плитного комбината // Нефтегазовое дело.— 2015.— Т.13, №3.— С.18-21.
2. Ягафарова Г.Г., Аминова А.Ф., Сухарева И.А., Хангильдина А.Р., Хангильдин Р.И. Разработка метода очистки сточных вод от трудноокисляемых органических соединений // Вода: химия и экология.— 2016.— №1.— С.24-29.
3. Кузубова Л.И., Кобрина В.Н. Химические методы подготовки воды (Хлорирование, озонирование, фторирование).— Новосибирск: ГПНТБ, 1996.— 131 с.
4. Цхе А.А., Хан В.А., Мышкин В.Ф., Колесников В.П., Вильсон Е.В., Почуев Ю.Н., Луканин А.А. Предозонирование как средство интенсификации процессов биологической очистки сточных вод // Научный журнал КубГАУ.— 2013.— №87.— С.276-301.
5. Аминова А.Ф., Сухарева И.А., Буйлова Е.А., Недопекин Д.В., Файзуллина С.Р. Очистка сточных вод деревообрабатывающей промышленности с применением озона // Проблемы водо-, энергоснабжения и экологии в современном строительстве: материалы междунар. научно-техн. конференции.— Баку: ААСУ, 2018.— С.166.
6. Житенев Б.Н., Таратенкова М.А. Обесцвечивание поверхностных вод коагулированием с предварительным озонированием для производственного водоснабжения // Вестник Брестского государственного технического университета.— 2016.— №2.— С.67-70.
7. Reungoat J., Macova M., Escher B.I., Carswell S., Mueller J.F., Keller J. Removal of micropollutants and reduction of biological activity in a full scale reclamation plant using ozonation and activated carbon filtration // Water Research.— 2010.— V.44, №2.— Pp.625-637.

References

1. Aminova A.F., Sukhareva I.A., Martyasheva V.A., Baturina K.V. *Issledovanie vliyaniya koagulyantov na ochistku stochnykh vod ufimskogo fanerno-plitnogo kombinata* [Investigation of the effect of coagulants on wastewater treatment at Ufa plywood-Board plant]. *Neftegazovoe delo* [Oil and Gas business], 2015, vol. 13, no. 3, pp. 18-21.
2. Yagafarova G.G., Aminova A.F., Sukhareva I.A., Khangildin R.I., Khangildina A.R. *The development of a method for purification of sewage from hard-to-oxidize organic compounds* [Development of wastewater treatment method from hard-to-oxidize organic compounds]. *Voda: khimiya i ekologiya* [Water: Chemistry and Ecology], 2016, no. 1, p. 24-29.
3. Kuzubova L.I., Kobrina V.N. *Khimicheskie metody podgotovki vody (khlorigirovanie, ozonirovanie, ftorigirovanie)* [Chemical methods of water treatment (chlorination, ozonation, fluoridation)]. Novosibirsk, GPNTB Publ., 1996, 132 p.
4. Tskhe A.A., Khan V.A., Myshkin V.F., Kolesnikov V.P., Vil'son E.V., Pochuev Yu.N., Lukanin A.A. *Predozonirovanie kak sredstvo intensifikatsii protsessov biologicheskoy ochistki stochnykh vod* [Pre-ozonation as a means of intensification of biological wastewater treatment processes]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [The scientific journal of the Kuban State Agrarian University], 2013, no.87, pp.276-301.
5. Aminova A.F., Sukhareva I.A., Buylova E.A., Nedopekin D.V., Fayzullina S.R. *Ochistka stochnykh vod derevoobrabatyvayushchey promyshlennosti s primeneniem ozona* [Wastewater treatment of the woodworking industry with the use of ozone]. *Problemy vodo-, energosnabzheniya i ekologii v sovremennom stroitel'stve: materialy mezhdunar. nauchno-tekhn. konferentsii* [Problems of water, energy supply and ecology in modern construction: materials of international. science and technology. conferences]. Baku, AASU Publ., 2018, p.166.
6. Zhitenev B.N., Taratenkova M.A. *Obestvechivanie poverkhnostnykh vod koagulirovaniem s predvaritel'nyim ozonirovaniem dlya proizvod-*

8. Мазитова А.К., Сухарева И.А., Аминова А. Ф., Ягафарова Г.Г., Савичева Ю.Н. Озонирование сточных вод предприятий деревообрабатывающей промышленности с применением гетерогенного катализатора с наносвойствами // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал.— 2019.— №11(4).— С.394-404.
7. Reungoat J., Macova M., Escher B.I., Carswell S., Mueller J.F., Keller J. [Removal of micro-pollutants and reduction of biological activity in a full scale reclamation plant using ozonation and activated carbon filtration]. *Water Research*, 2010, vol.44, no.2, pp.625-637.
8. Mazitova A.K., Sukhareva I.A., Aminova A. F., Yagafarova G.G., Savicheva Yu.N. *Ozonirovanie stochnykh vod predpriyatiy derevoobrabatyvayushchey promyshlennosti s primeneniem geterogennogo katalizatora s nanosvoystvami* [Ozonation of waste water of the woodworking industry with the use of heterogeneous catalyst with nanowires]. *Nanotekhnologii v stroitel'stve: nauchnyi Internet-zhurnal* [Nanotechnology in construction: scientific online magazine], 2019, no. 11(4), pp.394-404.