

4. Долгополова В. Л., Способы очистки морских акваторий от нефтяных загрязнений / Долгополова В. Л., Патрушева О. В. // Молодой ученый. — 2016. — №29. — С. 229-234.

5. Степанова С.В. Ликвидация разливов нефти сорбционным методом с применением новых материалов /С.В. Степанова, О.А. Кондаленко, С.М. Трушков, В.А. Доможиров // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2011. – № 10. – С. 159-160.

6. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды / А.Д. Смирнов. – Л.: Химия, 1982 – 168 с.

7. Алексеева А.А. Применение биосорбента на основе листьев деревьев для удаления пленки нефти с поверхности воды при ликвидации аварийных разливов / А.А. Алексеева, С.В. Степанова //The collection includes the 5th International Conference on Science and Technology by SCIEURO in London, 23-29 October 2015 г. – Лондон: Compass Publishing, 2015 – С. 220-229.

УДК 66.094.3.098

Арбузова П.О., маг.,
Савельев С.Н., канд. техн. наук,
Савельева А.В., асп.,
Фридланд С.В., д-р. хим. наук, проф.
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СЕРНИСТО-ЩЕЛОЧНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ОЗОНИРОВАНИЕМ

Исследован процесс очистки сернисто-щелочной сточной воды окислительным методом с применением озono-воздушной смеси. Показано, что предварительное озонирование приводит к увеличению степени биологической очистки и улучшает седиментационные свойства активного ила.

Ключевые слова: сернисто-щелочная сточная вода, локальное очистное сооружение, углеводороды, окисление, озono-воздушная смесь, озонирование, химическое потребление кислорода, биологическая очистка, аэротенк, активный ил.

Актуальной проблемой современной химической и нефтехимической промышленности является очистка сточных вод (СВ) от токсичных органических веществ, содержание которых даже в небольших концентрациях делают невозможным применение широко распространенного, универсального и недорогого метода – биологической очистки (БО) [1].

Сернисто-щелочные сточные воды (СЩСВ), образующихся после промывки пирогаза от углеводородов и кислых компонентов, содержат в своем составе токсичные для биоценоза активного ила углеводороды

ароматического ряда, которые практически не подвергающиеся биохимическому окислению [2]. Указанные сточные воды характеризуются высокими значениями ХПК, обусловленными наличием углеводов и сульфид-ионов, и щелочности. Данная ситуация обуславливает необходимость внедрения стадии предварительной очистки СЦСВ.

На предприятиях с целью предотвращения сбоя в работе биологических очистных сооружений (БОС) используют многократное разбавление СЦСВ, что, однако, не приводит к полному решению проблемы и является нерациональным, так как при этом увеличивается объем СВ, а, следовательно, и растут затраты на ее очистку [3].

Исследования, представленные в работах [4, 5], показали, что решением проблемы может стать применение окислительных методов очистки на локальных очистных сооружениях перед отправкой СВ на БОС. Эти методы достаточно эффективные, экологически чистые, технологичные, простые и легко автоматизируемые. Их применение приводит к снижению значений ХПК и щелочности, не увеличивая при этом минерализацию СВ [3]. В промышленности в качестве окислителей широкое применение получили хлор, хлорсодержащие соединения, перекись водорода, кислород воздуха и озон [6–8]. Однако каждый окислитель имеет свои недостатки, так, например, при применении хлора и хлорсодержащих реагентов происходит образование и накопление в обрабатываемой СВ токсичных хлорорганических соединений. Перекись водорода обладает высокой стоимостью. Метод окисления органических веществ кислородом воздуха лишен указанных недостатков. Однако, этот процесс эффективен лишь при проведении его при высоком давлении или с использованием катализатора [9].

Одним из наиболее эффективных окислительных методов является метод озонирования. Определяющим преимуществом этого метода является его эффективность, обусловленная тем, что озон сам по себе, или в комбинации с гидроксид-радикалами, позволяет даже при комнатной температуре одновременно обеспечить глубокое окисление углеводов. Озонирование приводит также к обесцвечиванию, обеззараживанию и насыщению СВ кислородом [8, 10]. Кроме того, озонирование не приводит к вторичному загрязнению вод, поскольку конечными продуктами окисления при применении озono-воздушной смеси (ОВС) являются углекислый газ и вода, а токсичный озон, не вступивший в реакцию, самопроизвольно или каталитически распадается, превращаясь в кислород [2, 11].

В этой связи целью настоящей работе являлось исследование эффективности очистки СЦСВ от углеводов озонированием и изучение его влияния на интенсивность протекания дальнейшей БО.

В работе объектом исследования являлась СЦСВ, прошедшая несколько стадий предварительной очистки: выделение бензола простой перегонкой, удаление сульфид-ионов путем высаживания с применением в качестве реагента Cu^{2+} - содержащих отработанных гальванических растворов. В результате проведения данных стадий очистки удалось добиться снижения значения ХПК до $4920 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3$, что более чем 14 раз меньше по сравнению с ее исходным значением.

С целью изучения влияния времени воздействия ОВС на эффективность очистки СВ на первом этапе работы приготовили два образца СВ с различными значениями ХПК: образец №1 со значением ХПК равным $740 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3$, образец №2 – $1085 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3$. Образцы готовили путем разбавления дистиллированной водой, моделируя этим применяемое на предприятиях разбавление СЦСВ и усреднение ее состава с менее концентрированными промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Озонирование проводили до снижения значения ХПК СВ ниже максимально допустимого значения для сброса на БОС ($500 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3$), установленного в целях предотвращения негативного воздействия на их работу [12].

Экспериментально полученные данные, свидетельствующие о снижении значений ХПК образцов СВ № 1 и 2 от времени их обработки ОВС представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение значений ХПК от времени озонирования образца СВ №1

Время озонирования, мин	0	10	20	25	35	40
ХПК, $\text{мг О}_2/\text{дм}^3$	740	671	592	577	498	483

Таблица 2 – Изменение значений ХПК от времени озонирования образца СВ №2

Время озонирования, мин	0	10	20	30	45	60	80	100	120
ХПК, $\text{мг О}_2/\text{дм}^3$	1085	962	796	778	765	700	631	597	487

Данные представленные в таблицах 1–2 свидетельствуют том, что озонирование образцов приводит к снижению значений ХПК, которое наиболее интенсивно протекает в первые 20 минут обработки окислителем. Нормативное значение ХПК образца №1 достигается за 35 минут озонирования, тогда как для образца №2 необходима 118 минутная обработка окислителем.

Следующий этап работы заключался в исследовании влияния озонирования СВ на дальнейшую ее БО.

На этом этапе работы БО подвергались образцы СВ №1 и 2 после 40 и 120 минутного озонирования соответственно и приготовленный в качестве образца сравнения разбавлением дистиллированной водой предварительно очищенная СЦСВ со значением ХПК 4920 мг О₂/дм³ до значения ХПК 444 мг·О₂/дм³ – образец №3.

Эксперимент по БО проводили параллельно для 3 исследуемых образцов в течении четырех часов в одинаковых реакторах биохимического окисления, которые представляли из себя круглую колбу на 100 мл с плоским дном и узким горлом с погруженным в нее аэрационным устройством. Все образцы СВ аэрировали воздухом для обеспечения активного ила (АИ) необходимым кислородом, а также перемешивания смеси. Отбор проб проводили через каждый час после начала эксперимента. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты биохимического окисления образцов СВ

№ образца СВ	ХПК, мг О ₂ /дм ³					
	Исходное	После смешения с АИ	через 1 час БО	через 2 часа БО	через 3 часа БО	через 4 часа БО
1	483	345	290	280	266	236
2	487	404	276	270	207	191
3	444	404	385	379	375	369

Из экспериментальных данных, представленных таблице 3 видно, что за 4 часа биохимического окисления для разбавленного дистиллированной водой образца №3 степень БО составляла всего 16,9 %, в то время как у образца №1, который подвергся 40-минутному озонированию, установлена 51,1 % степень очистки, а у образца №2, прошедшего более длительное озонирование (120 минут) – 60,8 %.

Полученные в ходе выполнения данного этапа работы экспериментальные данные позволяют сделать вывод о том, что предварительное озонирование СВ приводит к увеличению степени БО на 43,9 %.

Проведенные на завершающем этапе работы исследования по изучению влияния стадии озонирования на седиментационные свойства АИ, позволили заключить, что предварительное озонирование приводит к улучшению седиментационных свойств АИ и повышению степени осветления СВ во вторичном отстойнике.

Таким образом установлено, что озонирование является эффективным методом локальной очистки СЦСВ от трудно биохимически окисляемых углеводородов, положительно влияет на

эффективность дальнейшей БО и улучшает седиментационные свойства активного ила.

Библиографический список

1. Савельев С.Н. Совместная очистка сточных вод пиролиза углеводородного сырья и гальваностокков / С.Н. Савельев, А.В. Савельева, С.В. Фридланд // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2016. – № 2 (66). – С. 15-18.
2. Ущенко В.П. Озонирование как процесс в технологии очистки сточных вод / Ущенко В.П., Попов Ю.В., Павлова С.В., Баева Е.В. // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. – 2011. – № 3. – С. 11.
3. Савельев С.Н. Интенсификация очистки сточных вод химических производств от углеводородов окислительными методами: автореферат дисс. канд. тех. наук. – Казань: КНИТУ, 2008. – 20 с.
4. Савельева А.В. Исследование очистки сернисто-щелочных сточных вод окислительным методом с применением гетерогенного катализатора / А.В. Савельева, С.Н. Савельев // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции «Техносферная безопасность в XXI веке», г. Иркутск. – 2017. – С. 308-311.
5. Савельев С.Н. Интенсификация очистки сточных вод пиролиза углеводородного сырья / С.Н. Савельев, А.В. Савельева, С.В. Фридланд // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2016. – № 2. – С. 15-18.
6. Савельев С.Н. Исследование процесса окисления углеводородов кислородом воздуха с использованием гетерогенного катализатора и техническое решение его регенерации/ С.Н. Савельев, А.В. Савельева, С.В. Фридланд // Вестник технологического университета. – 2016. – Т.19, № 18. – С. 182–184.
7. Савельев С.Н. Интенсификация очистки сточных вод пиролиза углеводородного сырья / С.Н. Савельев, А.В. Савельева, С.В. Фридланд // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2013. – № 3 (59). – С. 56–59.
8. Ветошкин А.Г. Технология защиты окружающей среды: Учебное пособие. / Под ред. доктора технических наук, профессора, академика МАНЭБ и АТП РФ А.Г. Ветошкина, К.Р. Таранцевой. – Пенза: Изд-во Пенз. технол. ин-та, 2004 – 249 с.
9. Родионов А.И. Техника защиты окружающей среды / А.И. Родионов, В.Н. Клупин, Н.С. Торочешников. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
10. Кузубова Л.И. Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование) / Кузубова Л.И., Кобрина В.Н. // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. – 1996. – № 42. – С. 1–132.
11. Пономарева О.С. Оценка возможности использования метода озонирования для обезвреживания сточных вод, содержащих нитроорганические соединения / Пономарева О.С., Глушанкова И.С., Постников В.С., Хышов А.В. // Химия. Экология. Урбанистика. – 2017. – Т. 1. – С. 563–569.

12. Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 (ред. от 26.07.2018) «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

УДК 66.06 : 66.067.8.081.3

Атаманова О.В., д-р техн. наук, проф.,
Подоксенов А.А.
(СГТУ имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия)

АДСОРБЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ *o*-ФЕНИЛЕНДИАМИНА ИЗ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ БЕНТОНИТАМИ

*Адсорбция является перспективным и востребованным методом очистки воды. В последнее время одними из наиболее эффективных адсорбентов признаются модифицированные бентониты. Проведенные исследования адсорбционной активности разных модификаций бентонита при различной температуре и разной скорости перемешивания раствора по отношению к *o*-фенилендиамину позволили получить новые результаты. Установлен уровень воздействия каждого из рассматриваемых факторов на эффективность адсорбционного извлечения *o*-фенилендиамин из модельных растворов.*

*Ключевые слова: сорбционные материалы, модифицированные бентониты, адсорбция, очистка воды, *o*-фенилендиамин.*

Учеными установлено [1], что поверхностные водоемы достаточно часто подвергаются антропогенной нагрузке со стороны промышленных производств, которые сбрасывают в воду свои не достаточно очищенные стоки, содержащие разные токсиканты, включая аминокислоты. Опасность проникновения ароматических аминокислот в природные водоемы, являющиеся источниками водоснабжения, достаточно велика [1, 2].

Такие аминокислоты, как *o*-фенилендиамин не редко встречаются в сточных водах химических и фармацевтических производств [3, 4]. Сточные воды производств данных индустрий должны проходить тщательную и качественную очистку, прежде чем их сбросят в природный водоем или городскую канализацию.

Современный опыт разработки методов очистки сточных вод [3, 5] признает в качестве одного из самых эффективных методов адсорбционного извлечения из растворов загрязняющих веществ. Особую популярность в последнее время в качестве адсорбентов приобретают природные глинистые материалы.

Природные глинистые материалы для целей очистки воды от загрязняющих веществ применяются не только в натуральном виде, но