

Степанова С.В. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - 2015. - № 7- . С. 9-13

6. Шайхиев И.Г., Исследование удаления нефтяных пленок с водной поверхности плазмообработанными отходами злаковых культур. 1. Лузгой овса / Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Доможиров В.А., Абдуллин И.Ш. // Вестник Казанского технологического университета. - 2011. - № 12. - С. 110-117.

7. Степанова С.В., Использование отходов растительного происхождения в качестве сорбентов нефти / Степанова С.В., Низамов Р.Х., Шайхиев И.Г., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности. - 2010. - № 4(112). - С. 28-31.

УДК 628.349.08

**Зайнуллин А.М., канд. техн. наук, доц.,
Зайнуллина А.Р., студ.,
Долгинцев Н.В., студ.,
Сарбаева А.А. студ.**
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ТНРС

Рассмотрен мембранный метод очистки сточных вод, как один из физико-химических. Данный метод использован для очистки сточных вод производства тринитрорезорцината свинца. Найдено, что использование полиэфирсульфоновой мембраны ультрафильтрационного типа позволяет достичь высокой степени очистки.

Ключевые слова: сточные воды, физико-химические методы, полиэфирсульфоновые мембраны, ультрафильтрация, тринитрорезорцинат свинца, очистка.

Химические производства, в частности производства энергонасыщенных соединений, являются одной из отраслей экономики со значительным воздействием на окружающую среду. Энергонасыщенные соединения всегда являлись важными продуктами производства, объемы выпуска которых увеличиваются в последние годы. Одними из энергонасыщенных соединений являются иницирующие взрывчатые вещества. Последние широко используются в военном деле, в строительстве и в спорте в капсюлях патронов. Сточные воды после синтеза штатных иницирующих взрывчатых веществ, таких как азид свинца, гремучая ртуть, тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), обладают высокими токсичными свойствами, что негативно влияет на водные объекты при сбросе их без предварительной очистки. К тому же, на сегодняшний день на многих производствах подобного типа снижение токсичности сточных вод производится наиболее простым способом, а именно многократным разбавлением.

По причине ужесточения норм экологического законодательства для промышленных предприятий, в том числе и оборонных, возникает потребность в разработке эффективных локальных технологий по очистке сточных вод производства химических веществ. Кафедра Инженерной экологии КНИТУ на протяжении последних лет проводит научно-исследовательские работы по разработке технологий очистки сточных вод производства инициирующих взрывчатых веществ, таких как диазодинитрохинон [1-6], калиевая соль динитробензфураксана [7-10]. В настоящее время ведутся экспериментальные работы по очистке сточных вод производства тринитрорезорцината свинца (ТНРС). Последние образуются на одном из оборонных предприятий Российской Федерации.

В литературных источниках имеется достаточно незначительная информация о методах очистки сточных вод производства ТНРС. Нами ранее [11-18] исследовалась возможность предварительной очистки стока производства ТНРС коагуляцией с использованием водных растворов солей Fe(II), Fe(III) и Al. Найдено, что наибольшая степень очистки достигается с использованием соли железа (II) и составила более 87 %.

Сточная жидкость производства ТНРС ярко-желтого цвета имеет характеристики, приведенные в таблице 1. Из физико-химических параметров исходной сточной жидкости (таблица 1) видно, что у образцов высокое значение ХПК, обусловленное, прежде всего, присутствием в ней ароматических соединений.

Таблица 1 – Физико-химические показатели исходной сточной воды производства ТНРС

Показатель	Размерность	Значение
ХПК	мг О/ дм ³	16480,00
pH	–	8,94
Оптическая плотность (D)	–	0,69
Светопропускание (T)	%	21,00
Сухой остаток	г/дм ³	24,00
Прокаленный остаток	г/дм ³	20,00

Из литературных источников известно, что одним из эффективных физико-химических способов является мембранная очистка СВ. В связи с этим следующим этапом исследований было изучение возможности очистки СВ производства ТНРС мембранами.

Мембрана представляет собой селективно-проницаемый барьер, через который под воздействием движущей силы поток смеси разделяется на проходящий фильтрат и задерживаемый концентрат. В данной работе

использовалась полиэфирсульфовая мембрана ультрафильтрационного типа.

Конструкция мембранного модуля представляет собой полый цилиндр с внутренним объемом 200 см³, снизу которого закрепляется на подставке мембрана, а сверху подается давление, создаваемое компрессором. В начале эксперимента СВ объемом 50 см³ заливается в рабочую ёмкость цилиндра, при этом одновременно включается магнитное перемешивающее устройство, в результате чего на поверхность мембраны образуется тангенциальный поток «cross-flow» с целью предотвращения явления концентрационной поляризации. С помощью системы креплений, уплотнений и зажимов мембранный модуль герметизируется, после чего создается требуемое давление, регистрируемое манометром, встроенным в компрессор.

Первоначально мембранной очистке подвергалась исходная СВ производства ТНРС. Физико-химические показатели после процесса очистки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели очистки исходной сточной воды мембранным способом

Показатель	Размерность	Значение
ХПК	мг О/л	1273
рН	-	5,67
Оптическая плотность (D)	-	0,043
Светопропускание (Т)	%	87,2
Сухой остаток	г/л	1,9
Прокаленный остаток	г/л	1,9

Из таблицы 2 видно, что в результате мембранной очистки значение ХПК СВ снизилось до 1273 мгО/л, что говорит о высокой эффективности процесса 89,8%.

Далее мембранной очистке подвергались предварительно очищенные СВ из предыдущих экспериментов. Для исследований были взяты пробы с наилучшими результатами.

В результате проведенной мембранной очистки предварительно очищенной СВ производства ТНРС наблюдается снижение значения ХПК, которые достигают минимального значения показателя 161 мгО/л при доочистке СВ, окисленных в условиях реакции Фентона.

В результате проведенных исследований процесса очистки СВ производства ТНРС процесс очистки видится показывающим следующим образом:

1. Окисление подкисленной СВ H₂O₂ в условиях реакции Фентона;

2. Мембранная очистка полиэфирсульфоновой мембраной ультрафильтрационного типа.

В результате реализации этих этапов очистки СВ производства ТНРС последняя будет иметь значение ХПК не выше 194 мгО/л и светопропускание не ниже 87%, что позволяет отправлять их на биологическую очистку без предварительного разбавления. Эффективность очистки составляет – 96,07%.

Библиографический список

1. Зайнуллин А.М. Очистка сточных вод производства diazodinitroхинона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности. –2009.– № 1 (97).– С. 38-39.
2. Зайнуллин А.М. Исследование очистки сточных вод производства diazodinitroхинона в условиях реакции фентона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Фридланд С.В. // Депонированная рукопись ВИНТИ – № 781 в 2007–27.07.2007.
3. Зайнуллин А.М. Исследование состава поланоантов и изменения их свойств в ходе физико-химической очистки сточных вод производства diazodinitroхинона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В., Мусин Р.З., Ризванов И.Х. // Химия в интересах устойчивого развития. –2007.– Т. 15.– № 4.– С. 427-436.
4. Зайнуллин А.М. Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. Исследование каталитической очистки сточных вод производства diazodinitroхинона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности. - 2005. –№ 7.– С. 46-49.
5. Зайнуллин А.М. Сорбенты для очистки сточных вод производства diazodinitroхинона / Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Фридланд С.В. // Экология и промышленность России.– 2004.– № 6.– С. 20-21.
6. Зайнуллин А.М. Экологическое сопровождение промышленного производства diazodinitroхинона: дисс....канд. техн. наук: 03.00.16. – Казань – 2006.–168с.
7. Вахидова И.М. Исследование методов очистки сточных вод производства нитропроизводных соединений / Вахидова И.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Хусаинов Р.М., Зайнуллин А.М. // Безопасность жизнедеятельности.– 2013.– №9 (153).– С. 9-13.
8. Вахидова И.М. Очистка сточных вод производства инициирующих взрывчатых веществ на базе нитрофураксанов/ Вахидова И.М., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Хусаинов Р.М., Вахидов Р.М., Галиханов М.Ф., Бобрешова Е.Е. // Экология и промышленность России. – 2010.– № 10.– С. 47-49.
9. Вахидова И.М. Очистка сточных вод от производных фураксана / Вахидова И.М., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Гильманов Р.З., Хусаинов Р.М., Вахидов Р.М., Галиханов М.Ф., Бобрешова Е.Е. // Водоочистка.– 2010.– № 11.– С. 34-38.
10. Вахидов Р.М. Очистка стоков производства 4,6 - динитробензофураксана электрохимическим способом / Вахидов Р.М., Вахидова

И.М., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Галиханов М.Ф. // Вестник казанского технологического университета.– 2010.– № 7.– С. 380-384.

11. Зайнуллин А.М. Очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца мембранным способом / Зайнуллин А.М., Зайнуллина Л.Ф. // В сборнике: энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды. Сборник докладов III международной научно-технической конференции г. Белгород. – 2017.– С. 31-35.

12. Зайнуллин А.М. Влияние рН среды на эффективность очистки сточных вод производства тринитрорезорцината свинца в условиях реакции фентона / Зайнуллин А.М., Зайнуллина Л.Ф., Шафигуллина Г.М., Шайхiev И.Г., Дмитриева Е.А. // Вестник технологического университета. –2017. –Т. 20. –№ 13. –С. 123-127.

13. Акчурина Р.Ф. Сорбционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца с использованием активированных углей / Акчурина Р.Ф., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Шафигуллина Г.М., Зайнуллина Л.Ф. // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. –№ 24. –С. 137-140.

14. Абзалова А.Г. Сорбционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца альтернативными сорбционными материалами / Абзалова А.Г., Зайнуллин А.М., Шайхiev И.Г., Шафигуллина Г.М., Гречина А.С., Зайнуллина Л.Ф. // Вестник технологического университета. –2017. –Т. 20. –№ 18. –С. 142-146.

15. Шайхiev И.Г. Окислительная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца пероксидом водорода / Шайхiev И.Г., Зайнуллин А.М., Шафигуллина Г.М., Гильманов Р.З. // Вестник технологического университета. –2016. –Т. 19. –№ 12. –С. 176-179.

16. Шайхiev И.Г. Коагуляционная очистка сточных вод производства ТНРС / Шайхiev И.Г., Гатина Ф.Р., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Вестник технологического университета. –2015. –Т. 18. –№ 14. –С. 220-222.

17. Шайхiev И.Г. Влияние рН на коагуляционную очистку сточных вод производства ТНРС сульфатом железа (II) / Шайхiev И.Г., Гатина Ф.Р., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Вестник технологического университета. –2015. – Т. 18. – № 16. – С. 316-317.

18. Шайхiev И.Г. Коагуляционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца / Шайхiev И.Г., Гатина Ф.И., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. // Журнал экологии и промышленной безопасности. –2015. – № 1-2. –С. 65-66.