

О.Ю. Дягель, Е.О. Энгельгардт // Экономический анализ: теория и практика. – 2008. – № 13. – С. 49–57.

4. Инструкция о порядке расчета коэффициентов платежеспособности и проведения анализа финансового состояния и платежеспособности субъектов хозяйствования: утв. Постановление Министерства финансов Республики Беларусь, Министерства экономики Республики Беларусь от 27.12.2011 № 140/206.

УДК628.114

Анализ методов очистки сточных вод от красителей

Черенович Н.А.¹, Пилипенко М.В.², Романовский В.И.

¹Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

²Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина
Брест, Беларусь

В большинстве технологических операций по производству и применению синтетических красителей образуются загрязненные сточные воды, характерной особенностью которых является их интенсивная окраска. Наряду с красителями, окрашенные сточные воды содержат и другие сопутствующие органические и минеральные загрязнения.

Проблема очистки сточных вод красильных производств является весьма актуальной задачей. После предварительной очистки на локальных очистных сооружениях практически никогда не достигаются нормы сброса по цветности. Для чего сточные воды часто разбавляют чистой водой.

Для оценки влияния различных методов деструкции были выбраны следующие красители: метиленовый синий (основной), кислотный телон синий (кислотный), а также сточные воды ОАО «Свитанок» (Минск, Беларусь, Беларусь) до и после блока очистных сооружений, включающем стадии коагуляции и флотации.

Модельные сточные воды красителей готовились в концентрациях 2,5, 5 и 10 мг/дм³. Эффективность очистки определяли по

остаточной концентрации красителя в растворе после обработки. После обработки исследуемых сточных вод также контролировали изменение рН. Для определения длины волны максимального поглощения снимали спектр в диапазоне длин волн 300–950 нм. Обработку сточных вод проводили озоном, ультрафиолетом без и в присутствии катализаторов.

Выбор наилучших параметров обработки предварительно осуществляли на модельных сточных водах, содержащих только красители. Выбор катализатора осуществляли среди 7 веществ, рекомендуемых по различных литературным источникам.

Обработку озоном проводили с помощью озонатора ВГО-15 фирмы ООО «РовалантСпецСервис». В ходе эксперимента использовались следующие параметры обработки воды: концентрация озона в газовой смеси – 2,7 г/м³; время обработки – до 60 мин; расход газовой смеси 13,2 л/час. Исследования проводились в цилиндре объемом 250 мл. Объем обрабатываемой воды 100 мл.

Источником ультрафиолетового излучения служила ртутно-кварцевая лампа ДРТ-400, излучающая в диапазоне 240–320 нм и мощностью лучистой энергии 36 Вт. Дозу облучения (Дж/см²) рассчитывали как произведение интенсивности излучения I (мВт/см²) и времени облучения t (с). Исследования проводились в стеклянных стаканчиках площадью 10,2 см². Объем обрабатываемой воды 50 мл. В процессе обработки постоянное перемешивание осуществлялось намагнитной мешалке.

В литературе широко представлены исследования оценки каталитических свойств различных веществ на примерах деструкции красителей. Выбору катализаторов для дальнейших исследований предшествовал сравнительный анализ их эффективности. Сравнительный анализ проводили при дозе катализатора 1000 мг/дм³, время обработки – 45 мин, концентрация исходного раствора красителя 10 мг/дм³. Для исследований выбрали следующие вещества: 1 – TiO₂; 2 – Fe₂O₃; 3 – ZnO; 4 – BiVO₄ полученный из NH₄VO₃; 5 – Fe_{0,75}Bi_{0,25}VO₄; 6 – Bi_{1,9}La_{0,1}Fe₄O₉; 7 – Bi₂Fe_{3,9}Ti_{0,05}Co_{0,05}O₉. Полученные результаты показали, что каталитической активностью из выбранных веществ обладают образцы 1, 3, 4, 6 для обоих выбранных красителей. Наилучшие результаты получены при использовании ZnO. Эффективность очистки с использованием ZnO выше в 4,5–5,5 раз в сравнении с другими сравниваемыми веществами.

Для достижения 90% степени деструкции метиленового синего (таблица) и минимальном времени обработки 15 мин минимальная доза катализатора TiO_2 составляет 500 мг/дм^3 . Для красителя кислотного телон синего при времени обработки 60 мин и оптимальной дозе катализатора 200 мг/дм^3 эффективность очистки составляет 47%. Дальнейшее увеличение дозы приводит к снижению эффективности очистки, а увеличение времени обработки до 90 мин не приводит к увеличению эффективности.

Параметры обработки модельной сточной воды (с концентрацией красителя 10 мг/дм^3) с использованием рассмотренных методов для достижения эффективности очистки 90%

Метод очистки	Параметры	
	Время обработки, мин	Примечание
Краситель метиленовый синий		
Озонирование	5,5	–
Ультрафиолет	100	–
Ультрафиолет с катализатором TiO_2	15	Доза TiO_2 – 750 мг/дм^3
TiO_2	30	Доза TiO_2 – 8000 мг/дм^3 (приняли значение сорбционной емкости 2 мг/г)
Ультрафиолет с катализатором ZnO	30	Доза 100 мг/дм^3
Краситель кислотный телон синий		
Озонирование	0,58	–
Ультрафиолет	>>100	При 100 мин обработки эффективность очистки составляет 33%
Ультрафиолет с катализатором TiO_2	>>100	При дозе катализатора 200 мг/дм^3 и времени обработки 60 мин эффективность очистки составляет 47%
Ультрафиолет с катализатором ZnO	<30	При дозе катализатора более 500 мг/дм^3

Из полученных результатов следует, что для достижения степени очистки выше 90% время обработки озоном составляет для метиленового синего 5,5 мин, для кислотного телон синего – 58 сек (таблица), что в 9,43 раза меньше, чем время необходимое для 90% деструкции метиленового голубого. Для достижения степени очистки выше 90% время обработки составляет около 100 мин.

При обработке красителя кислотного телон синего ультрафиолетом в течение 100 мин степень очистки составляет около 33%. Что ниже в 2,73 раза, чем для красителя метиленового синего.

Наиболее эффективным для очистки модельной сточной воды от исследуемых красителей является метод озонирования. Он в 16,3 раза эффективнее ультрафиолета для метиленового синего и неэффективен для деструкции кислотного телон синего.

Из полученных данных при использовании озона и ультрафиолета для деструкции сточных вод ОАО «Свитанок» следует, что сточная вода после блока очистных сооружений на 13% очищается эффективнее, чем вода, поступающая на блок очистных сооружений. Это можно объяснить тем, что в сточной воде до блока очистных сооружений озон расходуется в большей степени на окисление вспомогательных веществ, нежели на окисление красителей. При обработке ультрафиолетом, как и при обработке озоном наилучшие результаты наблюдаются для сточной воды после блока очистных сооружений.

По истечении 15 мин обработки сточных вод до блока очистных сооружений ультрафиолетом эффективность составляет около 1%, при дальнейшем увеличении времени обработки до 45 мин эффективность очистки сточной воды до блока очистных сооружений увеличивается до 2,1%, эффективность очистки сточной воды после блока очистных сооружений увеличивается до 21,3%.

Использование ZnO для очистки сточной воды до блока очистных сооружений в 1,5 раза эффективнее и до 2,5 раз эффективнее после блока очистных сооружений, чем при использовании других выбранных катализаторов.

При использовании озона в течение 20 мин эффективность очистки сточных вод составляет 5,6 и 16,9% соответственно до и после блока очистных сооружений. При использовании ультрафиолета при времени обработки 20 мин эффективность очистки составляет соответственно 1,0 и 4,0%.

Наличие в реальных сточных водах вспомогательных веществ значительно снижает эффективность использования рассмотренных методов в сравнении с модельными сточными водами, содержащими только красители. Для использования описанных выше методов необходимо проводить предварительную очистку сточных вод реагентными, мембранными или другими методами.