

АНАЛИЗ ДЕСТРУКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ КРАСИТЕЛЕЙ

Одна из важнейших проблем современного этапа развития производства – необходимость создания надежных заслонов, исключающих проникновение загрязняющих веществ в гидросферу. Серьезную опасность загрязнению водоемов представляют и синтетические красители, широко применяющиеся в разнообразных отраслях народного хозяйства.

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. Одним из «трудных» показателей очистки является цветность. Для достижения норм сброса 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» (г. Минск, 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 pH. 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 различным 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 ($\text{Дж}/\text{см}^2$) рассчитывали как произведение интенсивности излучения I ($\text{мВт}/\text{см}^2$) и времени облучения t (с). Исследования проводились в стеклянных стаканчиках площадью $10,2 \text{ см}^2$. Объем обрабатываемой воды 50 мл. В процессе обработки постоянное перемешивание осуществлялось на магнитной мешалке.

В литературе широко представлены исследования оценки каталитических свойств различных веществ на примерах деструкции красителей [1–3]. Выбору катализаторов для дальнейших исследований предшествовал сравнительный анализ их эффективности. Сравнительный анализ проводили при дозе катализатора $1000 \text{ мг}/\text{дм}^3$, время обработки – 45 мин, концентрация исходного раствора красителя $10 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Для исследований выбрали следующие вещества: 1 – TiO_2 ; 2 – Fe_2O_3 ; 3 – ZnO ; 4 – BiVO_4 полученный из NH_4VO_3 ; 5 – $\text{Fe}_{0,75}\text{Bi}_{0,25}\text{VO}_4$; 6 – $\text{Bi}_{1,9}\text{La}_{0,1}\text{Fe}_4\text{O}_9$; 7 – $\text{Bi}_2\text{Fe}_{3,9}\text{Ti}_{0,05}\text{Co}_{0,05}\text{O}_9$. Полученные результаты показали (см. рисунок), 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 и минимальном времени обработки 15 мин минимальная доза катализатора TiO_2 составляет $500 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Для красителя кислотного телон синего при времени обработки 60 мин и оптимальной дозе катализатора $200 \text{ мг}/\text{дм}^3$ эффективность очистки составляет 47%. Дальнейшее увеличение дозы приводит к снижению эффективности очистки, а увеличение времени обработки до 90 мин не приводит к увеличению эффективности.

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, 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. 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%. 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 составит 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, установлено, что для использования описанных выше методов необходимо проводить предварительную очистку сточных вод от вспомогательных веществ реагентными, мембранными или другими методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. The effect of the ethylene glycol to metal nitrate molar ratio on the phase evolution, morphology and magnetic properties of single phase Bi-FeO₃ nanoparticles / S.M. Masoudpanah, S.M. Mirkazemi, S. Shabani, P. Taheri Dolat Abadi // *Ceramics International*, no. 41. 2015. P. 9642–9646.
2. Синтез и свойства мезопористого композита на основе TiO₂ и SiO₂ / А. Н. Мурашкевич [и др.] // *Неорганические материалы*. 2009. Т. 45. №. 10. С. 1–7.
3. Каталитическое окисление красителя метиленового синего кислородом воздуха в присутствии железной стружки и пероксида водорода / Н.А. Иванцова, А.А. Матвеева, Н.А. Тимашева *Экологическая химия* 2012, 21(2). С. 81–85.