

УДК 628.349.094.3

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ПЕРОКСОДИСЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Т. Г. ЛЮБУШКИН

Научный руководитель Е. Н. КУЗИН, канд. техн. наук, доц.
 Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
 Москва, Россия

Методы АОР (Advanced Oxidation Processes) для очистки сточных вод сегодня становятся особенно популярными. Их востребованность обусловлена высокой эффективностью, отсутствием образования токсичных продуктов окисления и возможностью применения для очистки систем сложного состава, содержащих органические вещества, устойчивые к биологическому окислению.

В данной области наиболее перспективны SR-AOP (Sulfate-Radical based Advanced Oxidation Processes). По сравнению с традиционными для АОР гидроксил-радикалами, сульфат-радикалы обладают большим временем жизни (30...40 мкс) и большим окислительным потенциалом (2,5...3,1 В) [1]. Обычно в качестве источников сульфат-радикалов применяют пероксодисерную кислоту ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$) или ее соли (персульфаты).

Распад пероксодисерной кислоты с образованием свободных радикалов происходит в результате активации разложения, которая может заключаться в явлении переноса электронов или в использовании избыточной энергии. Предлагаются различные способы активации разложения $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ с образованием сульфат-радикалов (нагревание, ультразвук, микроволновое излучение, катализ переходными металлами и т. д.) [2]. Вследствие успешного применения в других АОР значительный интерес вызывает фотокаталитический метод [3].

Основной целью данного исследования является изучение эффективности разложения пероксодисерной кислоты с помощью УФ-излучения.

Опыты по разложению реагента с образованием сульфат-радикалов проводились в присутствии поглотителя радикалов, в качестве которого был выбран синтетический краситель – метиловый красный.

Начальная концентрация красителя составляла 6 мг/л. Доза $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ – 2,5 мг/мг красителя.

Оценка эффективности активации разложения пероксодисерной кислоты осуществлялась по обесцвечиванию красителя, степень которого определялась фотометрическим методом. УФ-облучение проведено с помощью импульсной лампы на частоте 3 Гц на протяжении 30 мин при постоянном перемешивании реакционной смеси.

В ходе поглощения пероксодисерной кислотой света в УФ-спектре происходит разрушение пероксидной связи, вследствие которого происходит образование сульфат-радикалов:



Для того чтобы исключить возможность обесцвечивания красителя индивидуальным действием элементов системы УФ/ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ проведены опыты

по обесцвечиванию метилового красного пероксодисерной кислотой без активации разложения и УФ-облучением.

Результаты эксперимента по оценке эффективности обесцвечивания красителя приведены на рис. 1.

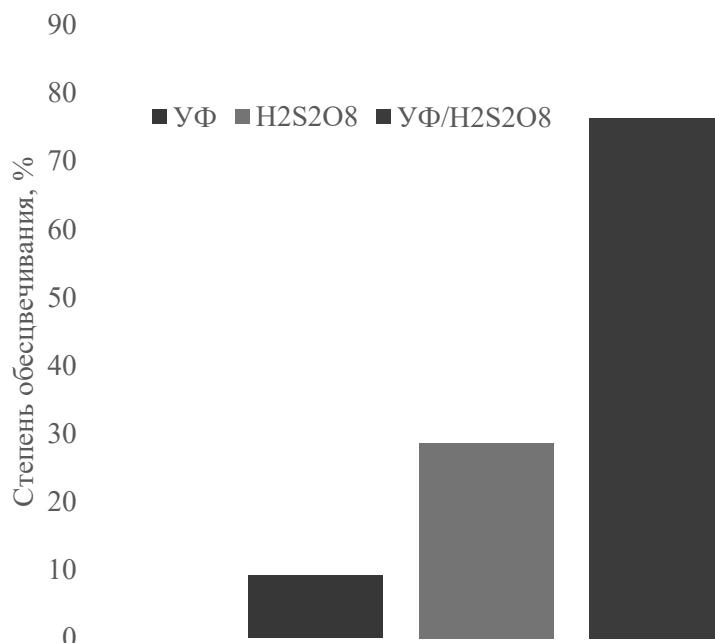


Рис. 1. Эффективность обесцвечивания метилового красного красителя

Данные рис. 1 показывают, что при использовании отдельных компонентов системы УФ/H₂S₂O₈ эффективность обесцвечивания составляет 9 % и 29 % соответственно. При их комбинации происходит значительное увеличение эффективности (76 %). Данное явление объясняется образованием в реакционной смеси сульфат-радикалов (см. уравнение (1)) и их повышенной активностью.

Полученные данные показывают, что фотокаталитически сгенерированные SR-AOP могут быть использованы для очистки сточных вод от синтетических красителей. Высокая степень обесцвечивания (более 75 %) позволяет выдвинуть предположение о перспективности применения пероксодисерной кислоты для очистки стоков лакокрасочных, текстильных, фармацевтических предприятий. Эффективность предлагаемого метода может быть увеличена подбором оптимальных параметров проведения процесса (длина волны света, интенсивность и продолжительность облучения, доза окислителя и т. д.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. A review study on sulfate-radical-based advanced oxidation processes for domestic/industrial wastewater treatment: degradation, efficiency, and mechanism / X. Xia [et al.] // *Frontiers in Chemistry*. – 2020. – Vol. 8. – P. 592056.
2. **Giannakis, S.** A review of the recent advances on the treatment of industrial wastewaters by Sulfate Radical-based Advanced Oxidation Processes (SR-AOPs) / S. Giannakis, K. Y. A. Lin, F. Ghanbari // *Chemical Engineering Journal*. – 2021. – Vol. 406. – P. 127083.
3. **Sarantseva, A. A.** Investigation of the Process of Oxidative Degradation of Phenol by Sodium Ferrate Solutions / A. A. Sarantseva, N. A. Ivantsova, E. N. Kuzin // *Russian Journal of General Chemistry*. – 2023. – Vol. 93, № 13. – P. 1–6.