

УДК 628.349.094.3

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМ ФЕНТОНА И РАФФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРОКСОДИСЕРНОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ДЕСТРУКЦИИ КРАСИТЕЛЕЙ

Ю. Д. ПЕРЕСУНЬКО

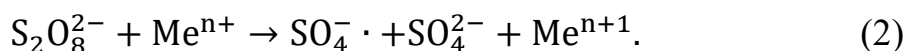
Научный руководитель Е. Н. КУЗИН, канд. техн. наук, доц.
Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
Москва, Россия

В настоящее время острой проблемой является образование сточных вод, содержащих устойчивые к биологическому разложению органические вещества. К таким веществам относятся синтетические красители, часто встречающиеся в сточных водах лакокрасочной, текстильной, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности.

Высокая устойчивость синтетических красителей не позволяет проводить достаточно эффективную биологическую очистку. Другие современные технологии очистки окрашенных сточных вод, такие как коагуляция/флокуляция, окисление традиционными реагентами (пероксид водорода, гипохлорит натрия/кальция, озон), мембранные и сорбционные процессы, обладают рядом недостатков (высокая стоимость, недостаточная эффективность, образование токсичных полупродуктов и т. д.). В связи с этим возникает острая необходимость в поиске новых реагентов, которые позволят добиться наибольшей эффективности очистки и снизить экономические затраты.

В настоящее время наибольшей популярностью начинают пользоваться АОР-методы (Advanced Oxidation Processes), основанные на образовании активных радикалов (гидроксил-, супероксид-радикалов или сульфат-радикалов). Сульфат-радикалы вызывают наибольший интерес благодаря большому времени жизни и окислительному потенциалу. В качестве источника сульфат-радикалов потенциально могут использоваться пероксодисерная кислота ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$) и ее соли (персульфаты).

Для активации разложения $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ с образованием сульфат-радикалов используют различные методы (термический, УФ, щелочной и др.) [1]. Вследствие широкого распространения системы Фентона и Раффа в практике АОР [2], в которых при взаимодействии H_2O_2 с Fe^{2+} и Fe^{3+} соответственно происходит образование гидроксил-радикалов, одним из наиболее перспективных способов активации разложения пероксодисерной кислоты является катализ переходными металлами:



Целью исследования является оценка возможности применения систем Фентона и Раффа с использованием пероксодисерной кислоты для очистки сточных вод, загрязненных синтетическими красителями.

Для проведения эксперимента использовали раствор модельного загрязняющего вещества, в качестве которого был выбран синтетический краситель бромкрезоловый зеленый (БКЗ). Начальная концентрация красителя составля-

ла 3 мг/дм³. Доза пероксодисерной кислоты составила 10 мг H₂S₂O₈ / мг загрязняющего вещества. Время контакта реакционной смеси – 30 мин. Остаточное содержание красителя определяли фотометрическим методом. Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Табл. 1. Эффективность обесцвечивания БКЗ пероксодисерной кислотой в присутствии Fe²⁺ и Fe³⁺

Me ⁿ⁺	мг Fe ³⁺ / мг H ₂ S ₂ O ₈	Эффективность, %
Fe ³⁺	0,025	28,92
	0,05	37,05
	0,075	48,49
	0,1	46,69

Продолжение табл. 1

Me ⁿ⁺	мг Fe ²⁺ / мг H ₂ S ₂ O ₈	Эффективность, %
Fe ²⁺	0,025	49,40
	0,05	51,51
	0,075	65,66
	0,1	65,36

Из данных, представленных в табл. 1, видно, что наибольшая эффективность обесцвечивания достигается при использовании в качестве катализатора соединений железа (II) в соотношении мг Fe²⁺/мг H₂S₂O₈, равном 0,075, и составляет 65,66 %. Дальнейшее повышение дозы катализатора нецелесообразно ввиду незначительного изменения эффективности очистки, что, в свою очередь, может быть обусловлено ограничением каталитического действия ионов железа (II), которые находятся в избытке.

Аналогичные результаты получены в ходе исследования окисления красителя системой Раффа. Наибольшая эффективность достигается при соотношении мг Fe³⁺/мг H₂S₂O₈, равном 0,075, и составляет 48,49 %. Дальнейшее повышение дозы приводит к снижению эффективности, что, вероятно, обусловлено смещением равновесия реакции первичного взаимодействия ионов Fe³⁺ с H₂S₂O₈ в сторону исходных веществ и, как следствие, ингибированием процесса генерирования радикалов.

Полученные данные показывают, что Фентон-подобные системы более перспективны при использовании пероксодисерной кислоты в качестве источника свободных радикалов. Эффективность процесса может быть повышена с помощью определения оптимальных параметров (pH, температура, время контакта) и комбинацией с другими методами активации разложения H₂S₂O₈.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wang, J. Activation of persulfate (PS) and peroxymonosulfate (PMS) and application for the degradation of emerging contaminants / J. Wang, S. Wang // Chemical Engineering Journal. – 2018. – Vol. 334. – P. 1502–1517.
2. Photodegradation of tetracycline in presence of H₂O₂ and metal oxide based catalysts / V. Emzhina [et al.] // Journal of Water Process Engineering. – 2021. – Vol. 39. – P. 101696.