

УДК 66.067.8.09

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ pH СРЕДЫ НА ПРОЦЕСС ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ
ДЕСТРУКЦИИ ФЕНОЛА ПЕРОКСОДИСЕРНОЙ КИСЛОТОЙ

А. А. ПИСАРЕВА

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

Развитие различных сфер промышленности сопровождается негативным воздействием на состояние окружающей среды, при этом наиболее интенсивно растет антропогенная нагрузка на водные объекты.

Опасными компонентами промышленных сточных вод, обладающих высокой токсичностью, являются фенол и его производные. Фенолы содержатся в сточных водах нефтехимических и нефтеперерабатывающих заводов, производств строительных материалов, фенолформальдегидных смол, целлюлозно-бумажных комбинатов.

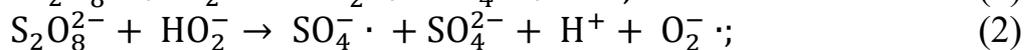
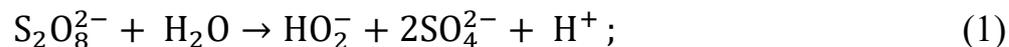
На основании вышесказанного актуальной представляется разработка эффективного способа деструкции фенола в процессе очистки сточных вод. Распространенными окислителями фенола являются пероксид водорода, гипохлорит натрия и озон, однако высокая стоимость представленных реактивов, образование токсичных продуктов неполного окисления, а также высокие расходы энергии в процессе озонирования, обуславливают необходимость поиска более экономичных и безопасных альтернатив.

Благодаря простоте производства и ярко выраженным окислительным свойствам, перспективной заменой традиционных окислителей является пероксодисерная кислота ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$).

Существенное влияние на протекание процессов деструкции фенола оказывает pH. Условия определяют механизм распада $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ с образованием свободных радикалов. Основной целью данного исследования является определение оптимального значения pH для проведения окислительной деструкции фенола пероксодисерной кислотой.

Для проведения эксперимента были использованы модельные растворы фенола с концентрацией 6 мг/дм³. Доза окислителя в каждом опыте составляла 10 мг/мг фенола. Конечную концентрацию фенола определяли спустя 30 мин фотометрическим методом. Корректировку pH проводили 1-процентным раствором гидроксида натрия, при этом pH после добавления $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ составлял 2,5.

Известно, что нагревание ускоряет гидролиз пероксодисерной кислоты, а разрушение пероксидных связей O–O сопровождается образованием свободных радикалов:



Для интенсификации окисления процесс проводили при температуре реакционной смеси 60 °С.

Результаты экспериментов по окислению фенола пероксодисерной кислотой представлены на рис. 1.

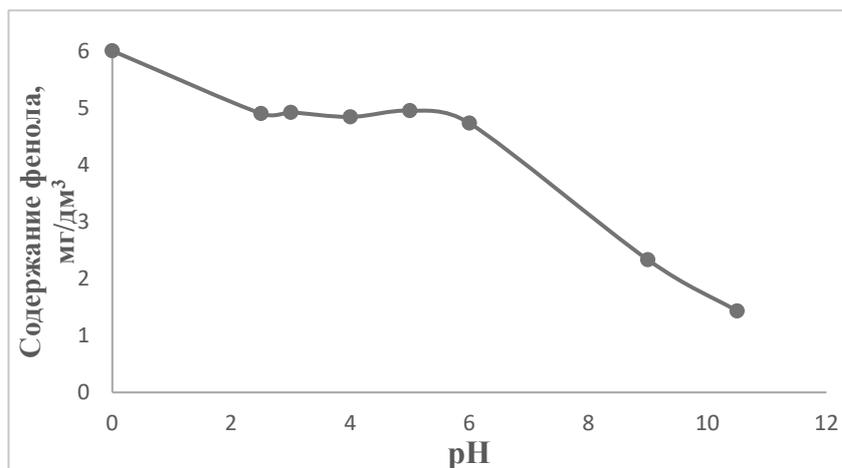
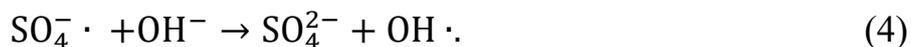


Рис. 1. Влияние pH на окисление фенола пероксодисерной кислотой

Из данных, представленных на рис. 1, видно, что эффективность окисления фенола значительно увеличивается в щелочной среде. Наибольшее удаление фенола (76 %) достигается при значении pH 10,5. Согласно литературным данным, в кислотных условиях преимущественно образуются сульфат-радикалы ($\text{SO}_4^- \cdot$), а в щелочных – гидроксил- ($\text{OH} \cdot$) и супероксид-радикалы ($\text{O}_2^- \cdot$) [1]. Дальнейшее увеличение pH среды приводит к дополнительному превращению сульфат-радикалов в гидроксильные радикалы, способствующих процессу окислительной деструкции фенола:



Результаты исследования позволяют сделать вывод, что гидроксил- и супероксид-радикалы более эффективные окислители фенола, чем сульфат-радикалы.

Необходимо отметить, что изменение pH в диапазоне 2,5...6 не оказывает существенного влияния на процесс удаления фенола. Необходимость изменения условий среды от сильноокислых ($\text{pH} < 1$) на щелочные ($\text{pH} > 10$) является серьезным недостатком, в связи с чем перспективным направлением продолжения исследований является изучение каталитического разложения $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ металлами (Fe^{2+} , Ti^{3+} и др.) и УФ-облучением [2]. Наибольший интерес представляет использование титана (III), благодаря успешным результатам исследований в области коагуляционной очистки сточных вод [3].

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 H_2O_2 and metal oxidebased catalysts / V. Emzhina [et al.] // Journal of Water Process Engineering. – 2021. – Vol. 39. – P. 101696.
3. Titanium-containing coagulants in wastewater treatment processes in the alcohol industry / E. Kuzin [et al.] // Processes. – 2022. – Vol. 10, № 3. – P. 440.