

УДК 628.316

ФОТОДЕСТРУКЦИЯ ФУКСИНА В ПРИСУТСТВИИ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА

П. Р. МОСТОВЫК

Научный руководитель С. В. АЗОПКОВ, канд. техн. наук
Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
Москва, Россия

Введение. Окислительная деструкция органических поллютантов, таких как синтетические красители, является распространенным методом очистки сточных вод. Эмиссия красителей в окружающую среду увеличивается с каждым годом, т. к. спрос на устойчивые синтетические красители, активно используемые в промышленности, постоянно растет. В процессах крашения образуются большие объемы окрашенных сточных вод, традиционные методы очистки которых имеют существенные недостатки: высокие реагентные или энергетические затраты, недостаточная степень очистки, вторичное загрязнение реагентами и полупродуктами окисления, часто более токсичными, чем исходные загрязняющие вещества.

Стремление к преодолению этих ограничений привело к развитию усовершенствованных окислительных процессов (Advanced Oxidation Processes, AOP), которые позволяют достичь более полного окисления поллютантов и меньшего вторичного загрязнения сточных вод. Высокая эффективность AOP достигается за счет использования свободных радикалов. В качестве источников свободных радикалов активно используются пероксосоединения, в основном пероксид водорода, образование радикалов происходит при разрыве пероксидного мостика (O-O). Для инициации разрыва пероксидного мостика возможно использование следующих методов: добавление переходных металлов, повышение температуры, добавление щелочей, фотоактивация и др.

Предположение о высокой эффективности метода фотоактивации для очистки окрашенных сточных вод позволяют выдвинуть несколько факторов. Во-первых, пероксосоединения имеют выраженное поглощение в ультрафиолетовом спектре, пик поглощения которых достигается при 185 нм. Под действием УФ-излучения связь в пероксиде водорода разрывается с образованием гидроксильных радикалов по уравнению



Во-вторых, синтетические красители поглощают кванты света. Это приводит к возбуждению их электронной структуры и разрыву связей в молекуле [1].

Основная цель исследования – изучение эффективности фотодеструкции синтетических красителей в присутствии пероксида водорода.

Материалы и методы. Опыты по окислению проводились на модельных растворах красителя с начальной концентрацией 3 мг/дм³. В качестве загряз-

няющего вещества использовался синтетический краситель, который применяется в медицине и текстильной промышленности – фуксин ($C_{20}H_{19}N_3 \cdot HCl$).

Доза окислителя – 10 мг/мг загрязняющего вещества. УФ-деструкция осуществлялась с помощью импульсной ксеноновой лампы ФП-05/120 с частотой импульса 6 Гц, подробное описание экспериментальной установки представлено в [2]. Реакция окисления проводилась в течение 30 мин при интенсивном перемешивании. Определение концентраций красителя проводили фотометрическим методом на приборе ЗОМС КФК 3-01 (Россия).

Результаты и их обсуждение. Данные об эффективности фотодеструкции красителя приведены на рис. 1.

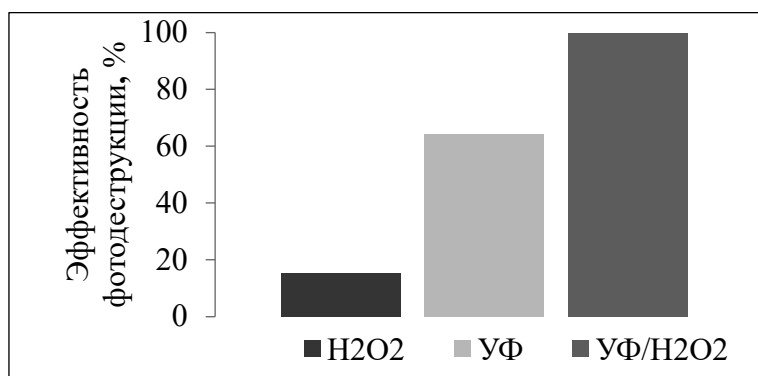


Рис. 1. Фотодеструкция фуксина

Как видно из диаграммы, при использовании индивидуального окислителя эффективность окисления составляет всего 15,3 %, что может быть связано с низкой окислительной способностью пероксида водорода и с его разложением до более слабого окислителя – кислорода. Применение индивидуального ультрафиолетового излучения обеспечивает более высокую степень удаления фуксина (64,2 %) за счет поглощения УФ-излучения хромофорной группой красителя и последующим ее разрушением. Комбинированное использование пероксида водорода и УФ-излучения позволяет значительно увеличить эффективность обесцвечивания и достичь 99,8 %. Увеличение степени обесцвечивания может быть объяснено совместным воздействием на краситель образующихся из пероксида водорода гидроксильных радикалов и УФ-излучения.

Выводы. Полученные данные позволяют выдвинуть предположение о возможности применения фотоактивации пероксида водорода для очистки сточных вод от синтетических красителей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Photochemical Oxidation of Antibacterial Drugs in the Presence of Oxygen-Containing Additives / T. G. Liubushkin [et al.] // High Energy Chemistry. – 2025. – Vol. 59, № 1. – P. 40–44.
2. Кинетика деструкции метиленового синего под воздействием импульсной ксеноновой лампы / А. Ю. Шлыкова [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2024. – № 3. – С. 136–145.