

УДК 541.128 +541.14+546.261:620.193

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ Si_3N_4 , МОДИФИЦИРОВАННЫХ Eu_2O_3 , В ПРОЦЕССЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ДИКЛОФЕНАКА

Макарова В.М. (НИ ТГУ)

Научный руководитель – кандидат химических наук, доцент Сковрцова Л.Н. (НИ ТГУ)

Введение. Проблема загрязнения водной среды фармацевтическими загрязнителями (ФЗ) остро стоит в мировом сообществе. Процессы окисления (ПО) позволяют эффективно удалять стойкие или токсичные соединения из воды. Их преимущество заключается в образовании реакционноспособных частиц с высокой окислительной способностью, что обеспечивает неселективное окисление и универсальность применения на различных стадиях водоочистки [1]. Предварительная очистка направлена на повышение биоразлагаемости ФЗ, а окончательная – на полное разложение до углекислого газа, воды и неорганических ионов. Среди ПО наибольший интерес привлекает гетерогенный фотокатализ, а его комбинация с другими методами очистки, в том числе с традиционным процессом озонирования, может привести к наиболее глубокой деградации ФЗ. Большой интерес в фотокатализе представляют материалы, содержащие полупроводниковые соединения редкоземельных элементов (РЗЭ), которые обладают уникальной электронной структурой и оптическими свойствами [2]. Цель данной работы – окислительная деструкция ФЗ диклофенака (DCF) с использованием композитов на основе Si_3N_4 , модифицированных оксидом европия, при сочетании УФ облучения и озонирования.

Основная часть. Металлокерамические композиционные материалы (КМ) получены методом автоволнового горения ферросилиция в азоте с введением добавок Eu_2O_3 (1, 3, 5, 7 мас. %). Фотокаталитическую активность материалов изучали в процессе деградации DCF в условиях УФ облучения, фотокаталитического озонирования, а также в последовательном режиме обработки: 1) проводили предварительное озонирование раствора DCF ($C_{\text{DCF}}=25$ мг/л, $\tau = 10$ мин), затем вносили в систему навеску композита ($m_{\text{кп}} = 1 \times 10^{-1}$ г) и облучали раствор в течение 10 минут; 2) сначала осуществляли стадию гетерогенного фотокатализа, затем удаляли композит из системы и озонировали раствор с остаточным содержанием DCF. Контроль за содержанием DCF осуществляли методом УФ-спектрофотометрии при 276 нм

В условиях гетерогенного фотокатализа с использованием полученных композиций степень деградации DCF в течение 10 минут составляет 25-30%. Добавление стадии озонирования после фотокаталитического эксперимента повышает эффективность очистки до 49-53%, при этом наиболее эффективным оказался КМ №1 (1 мас. % Eu_2O_3). В последовательном режиме с предварительным озонированием удалось значительно повысить деградацию DCF до 60% (КМ №2, 3 мас. % Eu_2O_3) и 67% (КМ №4, 7 мас. % Eu_2O_3). Высокую эффективность предварительного озонирования можно связать с тем, что остаточный O_3 при УФ облучении и добавке композита разлагается с образованием $\cdot\text{OH}$ -радикалов ($E=2,8$ эВ), которые являются более сильными окислителями, чем O_3 ($E=2,1$ эВ). Наибольшую активность показал процесс фотокаталитического озонирования, при котором раствор с композитом одновременно подвергали облучению и озонированию, при этом деградация DCF достигает 76% (КМ №3, 5 мас. % Eu_2O_3).

Выводы. Показаны перспективы применения фотокатализаторов на основе Si_3N_4 , модифицированных оксидом европия, для деструкции ФЗ (диклофенак). Установлено, что наибольшая степень деградации DCF (76%) достигается при совмещении процессов гетерогенного фотокатализа и озонирования при УФ облучении в присутствии КМ №3 (5 мас. % Eu_2O_3).

Работа выполнена в рамках Государственного задания Минобрнауки (FSWM-2025-0013).

Список использованных источников:

1. Roslan N. N., Lau H. L. H., Suhaimi N. A. et al. Recent Advances in Advanced Oxidation Processes for Degrading Pharmaceuticals in Wastewater—A Review // Catalysts. 2024. V. 14. P. 189.
2. Zhao X., Jing Y., Dai Z. et al. Enhanced Photocatalytic Degradation of Rhodamine B Dye by Iron-Doped Europium Oxide Nanoparticles // ACS omega. 2024. V. 9. P. 16868–16875.