

УДК 541.128:544.723.212

ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИОННЫХ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦИНКОВОЙ ШПИНЕЛИ $ZnAl_2O_4-CuO$

Портнова К.А. (Университет ИТМО), Шелеманов А.А. (Университет ИТМО), Тинку А.
(Университет ИТМО)

Научный руководитель – доктор технических наук, Евстропьев С.К.
(Университет ИТМО)

Введение. Композиты на основе $ZnAl_2O_4$ показывают высокие фотокаталитические и адсорбционные свойства [1]. Как известно, при увеличении удельной площади поверхности возрастает фотокаталитическая и адсорбционная активности материала. При использовании жидкостных методов синтеза возможно получать нанокompозиты с высокоразвитой удельной поверхностью [2]. Нанокompозиты синтезированные полимерно-солевым методом обладают пористой структурой и размером кристаллов в несколько десятков нанометров. Для усиления фотокаталитических свойств цинковой шпинели широко применяются различные добавки, изменяющие морфологию материала, увеличивающие его удельную площадь поверхности, снижающие вероятность процессов рекомбинации фотогенерируемых электронно-дырочных пар. Ранее было показано, что фотокаталитические свойства $ZnAl_2O_4$ возрастают при введении добавок меди в состав материала [3].

Основная часть. Фотокатализ – процесс, при котором происходит ускорение реакции под действием оптического излучения. Упрощенно процесс фотокатализа можно разделить на несколько этапов: поглощение кванта света фотокатализатором, генерация пары электрон-дырка, генерация активного (синглетного) кислорода, окисление органических соединений. Так-как фотокатализ – поверхностный процесс, то загрязнение материала остатками неразложившихся органических молекул приводит к ухудшению свойств таких материалов и к уменьшению эффективности устройств на их основе. Из этого следует потребность оценки влияния адсорбции на скорость фотокатализа.

В ходе работы были исследованы фотокаталитические и адсорбционные свойства композитов $ZnAl_2O_4$ с примесью 0.4 массовых % CuO . На основании данных РФА и СЭМ анализа были высчитаны размеры элементарных ячеек полученных композитов. Размеры композитов варьируются от 25 до 50 нм [1]. При облучении образцов длинами волн 405 нм и 370 нм регистрировалось излучение на 1270 нм, что свидетельствует о генерации синглетного кислорода.

Для исследования вклада адсорбции в обесцвечивание красителя были измерены спектры поглощения диазокрасителя Chicago Sky Blue после воздействия УФ облучением с различной плотностью мощности. Кювета с водным раствором красителя и композитом облучалась излучением ртутной лампы высокого давления. Для оценки зависимости скорости фотообесцвечивания от плотности мощности УФ облучения кювета располагалась на разных расстояниях от источника. Вывод формулы для расчета скорости фотообесцвечивания детально описан в [4].

Выводы. В ходе работы были исследованы композиты $ZnAl_2O_4$ с примесями CuO , синтезированные полимерно-солевым методом. При высоких плотностях мощности вклад адсорбции обесцвечивание красителя оказался существенно менее значимым, чем при низких плотностях мощности УФ облучения. Скорость фотообесцвечивания водного раствора красителя линейно зависит от плотности мощности при малых интенсивностях облучения, а при больших мощностях облучения зависимость становится степенной.

Список использованных источников:

1. Tincu A. et al. Controlled Chemical Transformation and Crystallization Design for the Formation of Multifunctional Cu-Doped ZnO/ZnAl₂O₄ Composites // J Inorg Organomet Polym. 2022.
2. Shelemanov A.A. et al. Enhanced singlet oxygen photogeneration by bactericidal ZnO–MgO–Ag nanocomposites // Materials Chemistry and Physics. 2022. Vol. 276. P. 125204.
3. Akika F.Z. et al. Structural and optical properties of Cu-doped ZnAl₂O₄ and its application as photocatalyst for Cr(VI) reduction under sunlight // Surfaces and Interfaces. 2020. Vol. 18. P. 100406.
4. Deng Y. Developing a Langmuir-type excitation equilibrium equation to describe the effect of light intensity on the kinetics of the photocatalytic oxidation // Chemical Engineering Journal. 2018. Vol. 337. P. 220–227.