УДК 544.478

Мурадова Дилафруз Кадировна - и. о. профессора, к.х.н.
ДжГПУ, г.Джизак, Узбекистан
Muradova Dilafruz Kadirovna -Acting Professor, Candidate of Chemical Sciences
JSPU, Jizzakh, Uzbekistan
E-mail: e-ozod-11-87@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКОМПОЗИТА Cr_2O_3/NiO И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ
PREPARATION OF Cr_2O_3/NiO NANOCOMPOSITE AND STUDY OF ITS FUNCTIONAL PROPERTIES

Аннотация. В статье систематизированы результаты получения композиционного оксидного материала Cr_2O_3/NiO методом совместного химического осаждения. Рассмотрено влияние кислотности раствора, соотношения катионов и температуры прокаливания на текстурные характеристики и модельную каталитическую активность. Для образца NC-2 (Ni:Cr = 1:1, pH = 10; 600 °C, 3 ч) в исходных материалах приведены удельная поверхность 76 м²/г, константа псевдопервого порядка 0,021 мин⁻¹ и степень удаления метиленового синего 94 %. Показано, что оптимизация тепловой обработки требует компромисса между формированием оксидных фаз и сохранением доступной поверхности.

Ключевые слова: нанокомпозит; Cr_2O_3/NiO; химическое осаждение; кальцинация; удельная поверхность; каталитическая активность.

Abstract. This paper examines the preparation of a Cr_2O_3/NiO mixed-oxide nanocomposite by coprecipitation and the relationships among precursor ratio, solution pH, calcination regime, specific surface area and catalytic performance. According to the supplied experimental summary, the NC-2 sample (Ni:Cr = 1:1, pH 10, 600 °C for 3 h) showed a surface area of 76 m²/g, an apparent pseudo-first-order rate constant of 0.021 min⁻¹ and 94% methylene blue removal. The results highlight the importance of balancing oxide formation and particle coarsening. Further phase, mechanistic and reusability studies are needed.

Keywords: nanocomposite; Cr_2O_3/NiO; coprecipitation; calcination; specific surface area; catalytic activity.

Введение. Смешанные оксиды переходных металлов представляют интерес как функциональные материалы для гетерогенного катализа и обработки загрязнённых вод. NiO обладает поверхностными центрами, способными участвовать в адсорбции и окислительно-восстановительных превращениях; Cr_2O_3 характеризуется сравнительно высокой химической и термической устойчивостью. Формирование контактов между этими

фазами может изменять распределение активных центров, однако само наличие двух оксидов ещё не доказывает синергетического эффекта. Работы по композитам NiO/Cr_2O_3 свидетельствуют о перспективности их исследования в реакциях с органическими красителями [1].

Цель работы — проанализировать получение Cr_2O_3/NiO методом совместного осаждения, сопоставить режимы синтеза с удельной поверхностью и степенью разложения метиленового синего, а также выявить ограничения интерпретации представленных результатов.

Материалы и методы исследования. В качестве исходных веществ использовали $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, $Cr(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$, 25%-й водный раствор NH_4OH, дистиллированную воду и этанол. Готовили растворы нитратов концентрацией 0,1 моль/л, перемешивали 10-15 мин, смешивали в выбранном молярном отношении Ni:Cr и нагревали при 60-80 °C с перемешиванием 400–600 об/мин. Осадитель вводили капельно до заданного pH; суспензию выдерживали при 60–70 °C в течение 1-2 ч. Полученный осадок фильтровали, промывали, сушили при 100-120 °C на протяжении 10-12 ч и прокаливали при 500-700 °C в течение 3-4 ч.

При нагревании гидроксидных предшественников возможно протекание реакций $Ni(OH)_2 \rightarrow NiO + H_2O$ и $2Cr(OH)_3 \rightarrow Cr_2O_3 + 3H_2O$. Формирование соответствующих кристаллических фаз следует подтверждать рентгенофазовым анализом, так как расчётная схема превращения не является доказательством фазовой чистоты.

Удельную поверхность оценивали по методу Брунауэра–Эммета–Теллера (БЭТ) [2]. В исходном тезисе активность характеризуется степенью разложения метиленового синего и кажущейся константой псевдопервого порядка. Для корректного сравнения требуются одинаковые начальная концентрация красителя, масса катализатора, продолжительность процесса и условия освещения; эти сведения в исходных данных не приведены.

Результаты и обсуждение. Сопоставление четырёх составов показывает нелинейную зависимость свойств от режима получения. Для NC-1, обработанного при 500 °C, удельная поверхность составляла 52 м²/г, а степень разложения красителя - 68 %. У образца NC-2 (Ni:Cr = 1:1; pH = 10; 600 °C; 3 ч) эти показатели возрастали до 76 м²/г и 94 %, соответственно. Константа скорости NC-2 достигала 0,021 мин⁻¹. Изменение соотношения Ni:Cr до 2:1 для NC-3 сопровождалось значениями 63 м²/г, 81 % и 0,017 мин⁻¹. Для NC-4, обработанного при 700 °C, поверхность снижалась до 41 м²/г, а степень разложения - до 60 %.

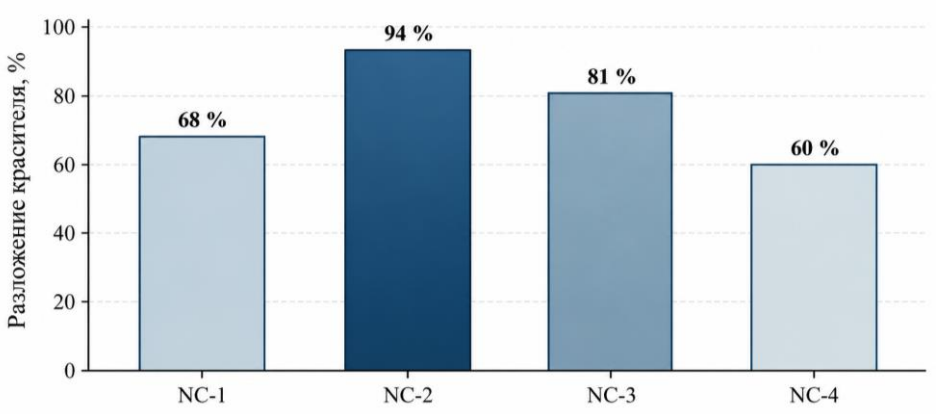

Рисунок 1. Степень разложения метиленового синего для образцов NC-1-NC-4 .

Повышение температуры может способствовать завершению образования оксидных фаз, удалению остаточных компонентов предшественников и стабилизации поверхности. Вместе с тем избыточная термообработка усиливает спекание и укрупнение кристаллитов, сокращает доступную площадь поверхности и может ухудшать перенос реагентов. Этим согласуется снижение показателей NC-4 по сравнению с NC-2. Зависимость, однако, не позволяет отделить вклад температуры от изменений пористости и химии активных центров без результатов дифракции, микроскопии и адсорбционных исследований.

Кажущуюся константу скорости рассчитывают из зависимости $\ln\left(\frac{C_0}{C_t}\right) = kt$. Снижение окраски не доказывает минерализации красителя: необходимо учитывать адсорбцию и определять общий органический углерод. Сведения о повторном использовании и выщелачивании металлов отсутствуют.

Заключение. Совместное химическое осаждение с последующим прокаливанием позволяет получать материалы системы Cr_2O_3/NiO с изменяемыми текстурными и функциональными характеристиками. Наибольшие значения удельной поверхности (76 м²/г) и степени разложения метиленового синего (94 %) среди рассмотренных образцов приведены для NC-2 (Ni:Cr = 1:1; pH = 10; 600 °C; 3 ч). При повышении температуры до 700 °C соответствующие показатели снижались до 41 м²/г и 60 %. Для окончательного обоснования состава фаз, механизма действия и экологической безопасности необходимы РФА, СЭМ, испытания стабильности и анализ возможного выщелачивания металлов.

Список литературы.

1. Birari M. D., Adole V. A., Raundal P. G., Koli P. B. Binary Metal Oxide (NiO/Cr_2O_3) Nanocomposite: Fabrication and Characterization for the Photocatalytic Degradation of Methylene Blue // Journal of Nanoscience and Technology.-2026.-Vol.11,№3.-P.1082–1085.-DOI: 10.30799/jnst.S202.26110.

2. Brunauer S., Emmett P. H., Teller E. Adsorption of Gases in Multimolecular Layers // Journal of the American Chemical Society. — 1938. — Vol. 60, № 2. — P. 309–319. — DOI: 10.1021/ja01269a023.