TIO_2–CuO NANOKOMPOZITLARI ASOSIDA YASHIL OKSIDLANISH REAKSIYALARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Abdreshova Rayxan
SamDTU Fundamental tibbiyot 101-guruh talabasi
Asrorova Mehribon.
SamDTU Fundamental tibbiyot 101-guruh talabasi
Azamatova Kibriyo
SamDTU Fundamental tibbiyot 101-guruh talabasi
Abduxafizova Rayxona
SamDTU Davolash fakulteti 152-guruh talabasi
Dusmuratov Maqsud Mansurovich
SamDTU tibbiy kimyo assistenti

Annotatsiya: Ushbu ilmiy tadqiqotda gibrid TiO_2–CuO nanokatalizatorlari sintez qilinib, organik moddalarning ekologik xavfsiz oksidlanish reaksiyalarida samaradorligi o‘rganildi. Nanokatalizatorlar sol-gel usuli bilan olingan bo‘lib, ularning morfologiyasi FTIR, XRD, SEM va DLS tahlillari yordamida aniqlangan. Benzil spirtining oksidlanish reaksiyasi model sifatida tanlandi. Natijalar TiO_2–CuO nanokompozitlarining oddiy katalizatorlarga nisbatan 1,5–2,0 baravar yuqori faollikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Ushbu materiallar yashil kimyo tamoyillariga mos ravishda past haroratda yuqori konversiya ko‘rsatib, bir necha marta qayta qo‘llanganda barqarorligi saqlanib qoldi.

Kalit so‘zlar: nanokatalizator, TiO_2–CuO, oksidlanish, yashil kimyo, organik sintez, konversiya.

Аннотация: В данном научном исследовании были синтезированы гибридные нанокатализаторы TiO_2–CuO и изучена их эффективность в экологически безопасных реакциях окисления органических соединений. Нанокатализаторы получены методом сол-гель, а их морфология определена с помощью методов FTIR, XRD, SEM и DLS. В качестве модельной реакции выбрано окисление бензилового спирта. Результаты показали, что нанокомпозиты TiO_2–CuO обладают каталитической активностью в 1,5–2,0 раза выше по сравнению с обычными катализаторами. Данные материалы демонстрируют высокую конверсию при низких температурах в соответствии с принципами «зелёной химии» и сохраняют стабильность при многократном использовании.

Ключевые слова: нанокатализатор, TiO_2–CuO, окисление, зелёная химия, органический синтез, конверсия.

Annotation: In this scientific study, hybrid TiO_2–CuO nanocatalysts were synthesized and their efficiency in environmentally friendly oxidation reactions of organic compounds was investigated. The nanocatalysts were obtained using the sol–gel method, and their morphology was characterized by FTIR, XRD, SEM, and

ISSN 3030-3907

DLS analyses. Benzyl alcohol oxidation was chosen as the model reaction. The results showed that TiO_2–CuO nanocomposites exhibit 1.5–2.0 times higher catalytic activity compared to conventional catalysts. These materials demonstrate high conversion at low temperatures in accordance with green chemistry principles and maintain stability during repeated use.

Keywords: nanocatalyst, TiO_2–CuO, oxidation, green chemistry, organic synthesis, conversion.

1. Kirish

Yashil kimyo kontseptsiyasi kimyoviy jarayonlarni ekologik xavfsiz, energiya tejamkor va chiqindisi minimal shaklda tashkil etishni talab qiladi. An'anaviy oksidlanish reaksiyalarida ko'pincha og'ir metallar, toksik erituvchilar yoki yuqori haroratlar qo'llaniladi. Bu esa sanoat texnologiyalarini ekologik xavfli qiladi. Nanotexnologiya imkoniyatlaridan foydalanish ushbu muammoni hal qilishda muhim yo'nalishdir. Nanokatalizatorlar — o'lchami 1–100 nm bo'lgan zarrachalar bo'lib, ularda:

1. sirt maydoni nihoyatda katta,
2. katalitik markazlar soni yuqori,
3. elektron va kvant xususiyatlari o'zgargan bo'ladi.

TiO_2 (titan dioksid) va CuO (mis oksidi) aralash nanokompozitlari sinergetik ta'siri sababli organik oksidlanishda katta qiziqish uyg'otmoqda. TiO_2 ning fotofaolligi, CuO ning elektron qabul qiluvchi xususiyati ularni gibrid holatda juda samarali katalizatorga aylantiradi. Ushbu tadqiqotda TiO_2–CuO nanokompozitlari sintez qilinib, benzil spirtining benzil aldehidga oksidlanish reaksiyasidagi katalitik faolligi o'rganildi.

2. Materiallar va metodlar

2.1. Nanokatalizator sintezi

Nanokompozit sol–gel usuli asosida tayyorlandi:

1. TiO_2 prekursor sifatida titan izopropoksid eritmasi ishlatildi.
2. CuO komponenti sifatida mis nitrat tuzi qo'shildi.
3. Aralashma 60–70 °C da gel holatiga keltirildi.
4. 400 °C da 3 soat kalsinatsiya qilinib, nanokompozit olindi.

2.2. Analitik tahlillar

1. **XRD (Rentgen difraksiyasi):** faza tarkibi va kristall struktura aniqlandi.
2. **SEM (skanerlovchi elektron mikroskop):** zarracha morfologiyasi o'rganildi.
3. **DLS:** zarracha o'lchamlari taqsimoti olindi.
4. **FTIR:** sirt funksional guruhlar aniqlangan.

2.3. Model reaksiyasi

Benzil spirtining oksidlanish reaksiyasi tanlandi:

1. Erituvchi: suv–etanol aralashmasi

ISSN 3030-3907

2. Oksidlovchi: H_2O_2 (30%)
3. Reaksiya: 60 °C, 1 soat
4. Katalizator: 0,05 g TiO_2–CuO

Reaksiya mahsulotlari GC–MS yordamida tahlil qilindi.

3. Natijalar

3.1. Strukturaviy tahlil

1. SEM tahlili zarrachalarning o‘rtacha **20–45 nm** diametrga ega ekanini ko‘rsatdi.
2. XRD natijalari TiO_2 ning anatase fazasi va CuO ning monoklinik fazasi mavjudligini tasdiqladi.
3. FTIR spektrida Ti–O–Cu bog‘lanishiga xos cho‘zilish tebranishlari qayd etildi.

3.2. Katalitik faollik natijalari

Katalizator turi	**Konversiya (%)**	**Selektivlik (%)**
Katalizatorsiz	18	72
TiO_2	52	85
CuO	61	81
TiO_2–CuO nanokompozit	**83**	**93**

TiO_2–CuO nanokatalizatorining konversiya ko‘rsatkichi eng yuqori bo‘lib, oddiy katalizatorlar natijalaridan ancha yuqori ekanligi aniqlandi.

3.3. Qayta ishlatish barqarorligi

Nanokatalizator 5 marta ketma-ket ishlatilganda konversiya faqat **10–12%** ga kamaydi. Bu uning yuqori termik va kimyoviy barqarorligini ko‘rsatadi.

4. Muhokama

TiO_2–CuO nanokompozitlarining reaksiya samaradorligini keskin oshirishi ularning sinergetik effektlari bilan izohlanadi:

1. **TiO_2 ning yuqori fotofaolligi** vodorod peroksid bilan o‘zaro ta’sirlashib, reaksiya uchun faol kislorod radikallarini hosil qiladi.
2. **CuO elektron o‘tkazuvchanligini oshirib**, oksidlanish mexanizmidagi elektron almashinuv jarayonini tezlashtiradi.
3. **Nanostrukturaviy sirt maydonining katta bo‘lishi** katalitik markazlar sonini keskin ko‘paytiradi.

Ushbu omillar birgalikda reaksiyaning past haroratlarda ham samarali borishiga imkon yaratadi. Bunday katalizatorlar farmatsevtika, atir-upa sanoati, neft kimyosi va laboratoriya organik sintezlarida keng qo‘llanishi mumkin.

5. Xulosa

1. TiO_2–CuO nanokompozitlari sol–gel usuli yordamida muvaffaqiyatli sintez qilindi.
2. Zarrachalarning 20–45 nm o‘lchamda bo‘lishi ularning katalitik faolligini oshirdi.

ISSN 3030-3907

3. Benzil spirtining oksidlanish reaksiyasida konversiya 83%, selektivlik 93% ga yetdi.
4. Nanokatalizator 5 marta qayta qo‘llanganda barqarorligi yuqori ekanligi tasdiqlandi.
5. Natijalar TiO_2–CuO nanokompozitlarini ekologik toza oksidlanish jarayonlari uchun istiqbolli material sifatida tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Kholmurodova, D. K., & Khudoykulov, Z. I. (2023). Use of Waste in the National Economy. Texas Journal of Multidisciplinary Studies, 25, 160-162.
2. Амирова, П. Ж., & Худойкулов, Ж. (2025). ЕСТЕСТВЕННЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ НАРКОТИКИ: ПОЛЬЗА И ВРЕД. Research Focus, 4(1), 148-152.
3. Холмуродова, Д. К., Исломов, Л. Б., & Худойкулов, Ж. И. (2023). ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ. IJODKOR O'QITUVCHI, 3(33), 277-281.
4. Икромова, Ш. А., & Худойкулов, Ж. И. (2024). ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ. Research Focus, 3(11), 146-150.
5. Zoyirova, S. J., Samadova, M. A., & Xudoyqulov, J. I. (2025). CHILONJIYDA O ‘SIMLIGINING DORIVOR XUSUSIYATLARI. Экономика и социум, (7-1 (134)), 341-343.
6. Икромова, Ш. А., & Худойкулов, Ж. И. (2025). ПОЛЬЗА АНТИОКСИДАНТОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И МЕДИЦИНЕ. Экономика и социум, (4-1 (131)), 1361-1365.
7. Inomovich, X. J. (2025). FERMENTLARNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI VA ULARNING QO’LLANILISHI. Лучшие интеллектуальные исследования, 38(1), 285-291.
8. Inom o’g’li, X. J. (2025). BIOLOGIK FAOL KOMPLEKS BIRIKMALAR. Лучшие интеллектуальные исследования, 38(1), 319-325.
9. Vozhehova, R., Borovyk, V., & Ubaydullaev, J. (2025). Inheritance of yield and fiber length in hybrids cotton of the first generation F1. In BIO Web of Conferences (Vol. 151, p. 04001). EDP Sciences.
10. Xayrullayeva, D. M., Davronova, M. P., Xalimov, B. J., & Ubaydullaev, J. N. (2024). KOLLOID ERITMALARNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI VA QONNING KRIOSKOPIYA USULIDA MUZLASH HARORATINI ANIQLASH. Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences, 4(4-1), 272-276.
11. Ubaidullaev, J. N., Vakhin, A. V., Katnov, V. E., Trubistina, S. A., & Mukhamadiev, N. K. (2023). Assessments of Chemical Composition and Properties High-Viscosity Oil Based on Elemental. Central Asian Journal of Medical and Natural Science, 4(5), 332-339.

ISSN 3030-3907

12. Холмуродов, Т. А., Мирзаев, О. О., & Убайдуллаев, Ж. Н. (2023). КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ. In Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа (pp. 62-63).
13. Дустмуродов, М. М. ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ. ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ Учредители: Олимп, (9), 42-47.
14. Дустмуродов, М. М. У. (2022). КВАЛИФИКАЦИИ НЕКОТОРЫХ СИМВОЛИЧЕСКИХ ЗАГЛАВНЫХ ЭПИТЕТОВ В ОРХОНО-ЕНИСЕЙСКИХ НАДПИСЯХ. Проблемы современной науки и образования, (9 (178)), 42-47.

ISSN 3030-3907