

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Гуцул Христини Ростиславівни
на тему «Наноструктуровані композитні фотокаталізатори на основі цинк (II)
оксиду для деструкції органічних барвників»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія»
за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

Актуальність теми дисертації.

Забруднення водних ресурсів стійкими органічними барвниками є однією з найгостріших екологічних проблем. Синтетичні барвники широко застосовуються у текстильній, фармацевтичній, харчовій та інших галузях промисловості та характеризуються високою стійкістю до біологічного розкладання за рахунок токсичності і канцерогенності. Тому розробка ефективних методів очищення стічних вод від барвників є завжди актуальною та необхідною.

Одним із перспективних напрямків є використання фотокаталітичних процесів з застосуванням наноструктурованих матеріалів на основі цинк (II) оксиду (ZnO). Даний фотокаталізатор має унікальні фізико-хімічні властивості, такі як широка заборонена зона та висока фотокаталітична активність під дією ультрафіолетового світла. Проте його окреме використання обмежується швидкою рекомбінацією електрон-діркових пар та недостатньою активністю у видимому спектрі.

Дисертаційна робота Гуцул Х. Р. присвячена розробці наноструктурованих композитних фотокаталізаторів на основі ZnO у поєднанні з титан (IV) оксидом (TiO₂) та цеолітом HY, що дозволяє розширити спектральний діапазон фоточутливості, знизити ширину забороненої зони та підвищити ефективність фотокаталітичних процесів як під дією ультрафіолетового, так і видимого світла.

Таким чином, тема дисертаційної роботи є актуальною, спрямована на вирішення важливих екологічних проблем та розробку ефективних та економічно доцільних методів очищення води від стійких органічних забруднювачів за допомогою інноваційних матеріалів на основі цинк (II) оксиду.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

Синтезовано нові наноструктуровані композитні фотокаталізатори на основі цинк (II) оксиду у поєднанні з титан (IV) оксидом та цинк (II) оксиду з цеолітом HY, які раніше не були досліджені в такому складі та співвідношенні компонентів. Авторка встановила, що композити з рівним співвідношенням ZnO до TiO₂ демонструють найвищу фотокаталітичну активність у деструкції як катіонних, так і аніонних барвників під дією ультрафіолетового опромінення.

Виявлено синергетичний ефект між ZnO та TiO₂ у композитах, що призводить до зменшення ширини забороненої зони до 2,98 eV, розширення спектрального діапазону fotocутливості та підвищення ефективності генерації електрон-діркових пар.

Встановлено, що композит ZnO/цеоліт HY з вмістом 20% мас. ZnO є найбільш ефективним фотокаталізатором для деструкції аніонних барвників високої концентрації (до 50 мг/дм³) під дією як ультрафіолетового, так і видимого світла в статичному та циркуляційному режимах.

Доведено можливість багаторазового використання синтезованих композитних фотокаталізаторів без значної втрати їх активності, а після регенерації прожарюванням при 500°C їх фотокаталітична активність майже повністю відновлюється, що підтверджує економічну доцільність їх практичного застосування.

Достовірність наукових результатів забезпечується використанням сучасних методів фізико-хімічного аналізу, таких як рентгенівська дифракція, спектроскопія комбінаційного розсіювання, інфрачервона спектроскопія, скануюча електронна мікроскопія та інші. Систематичний підхід до дослідження впливу параметрів синтезу на властивості композитів та повторюваність експериментальних даних підтверджують обґрунтованість отриманих результатів.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Гуцул Х.Р. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Хімічні технології та інженерія».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям розробки наноструктурованих композитних фотокаталізаторів на основі цинк (II) оксиду для деструкції органічних барвників. Отримані результати сприяють розвитку хімічних технологій та інженерії, зокрема в галузі розробки нових каталізаторів та фотокаталітичного очищення води від стійких органічних забруднювачів.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Гуцул Христини Ростиславівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Виклад матеріалу відзначається логічною послідовністю, доступністю та науковою чіткістю. Стиль мовлення є професійним і відповідає вимогам наукових робіт у галузі хімічних технологій та інженерії. Авторка використовує загальноприйняту термінологію та демонструє вміння ясно і точно висловлювати наукові положення.

Дисертація складається з вступу, шести розділів, висновків, списку літератури та двох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 153 сторінки.

У вступі дисертантка чітко обґрунтовує вибір теми дослідження, акцентує увагу на актуальності роботи та її значенні для вирішення екологічних проблем. Сформульовано мету та завдання дослідження, визначено об'єкт та предмет, описано методи дослідження. Наведено наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення. Вступ написаний доступно та інформативно, що створює міцну основу для подальшого викладу матеріалу.

У першому розділі проведено ґрунтовний огляд літератури щодо впливу синтетичних органічних барвників на якість природних вод, їх поширення та методів видалення. Дисертантка систематизує інформацію про класифікацію барвників, аналізує сучасні методи очищення стічних вод, виділяючи переваги та недоліки кожного. Обґрунтовується необхідність використання фотокаталізу та розробки нових наноструктурованих композитних матеріалів. Огляд літератури проведено на високому науковому рівні з використанням актуальних джерел, що свідчить про глибоке занурення в тему дослідження.

У другому розділі детально описано методики синтезу композитів цинк (II) оксиду з титан (IV) оксидом у різних співвідношеннях, а також композиту цинк (II) оксиду з цеолітом HY. Описані методи досліджень включають рентгенофазовий аналіз, спектроскопію, скануючу електронну мікроскопію, диференційний термічний аналіз та інші. Експериментальні процедури викладені чітко та послідовно, що дозволяє відтворити проведені досліді. Використання спеціалізованої термінології є коректним та зрозумілим.

У третьому розділі представлено результати дослідження фізико-хімічних властивостей композитів ZnO/TiO₂ з різним співвідношенням компонентів (1:3; 1:1; 3:1). Дисертантка логічно та послідовно викладає отримані результати, супроводжуючи їх аналізом та поясненнями. Використання графіків, діаграм та таблиць підсилює наочність та сприяє кращому сприйняттю матеріалу. Пояснення результатів підкріплюються теоретичними знаннями, що демонструє високий рівень компетентності авторки.

Четвертий розділ присвячений дослідженню композиту ZnO/цеоліт HY. Детально описано його структурні, адсорбційні та фотокаталітичні властивості. Виклад матеріалу є чітким та логічним, що сприяє розумінню складних наукових положень.

У п'ятому розділі розроблено технологічну схему отримання чистого цинк (II) оксиду та композитів на його основі, яка працює в періодичному режимі. Описано матеріальні та теплові розрахунки процесів виробництва, складено відповідні баланси. Текст розділу відзначається чіткістю викладу, коректним використанням інженерної та технологічної термінології. Розрахунки представлені детально та зрозуміло, що дозволяє оцінити технічну здійсненність запропонованої технології.

Шостий розділ містить техніко-економічне обґрунтування розробленої технології. Дисертантка проводить розрахунок основних економічних

показників, таких як ціна продукту, прибуток, капіталовкладення, рентабельність та період окупності. Виклад матеріалу є доступним, з використанням відповідних економічних термінів та понять. Розрахунки підтверджують економічну доцільність впровадження розробленої технології.

Висновки та рекомендації дисертації чітко відображають результати дослідження та відповідають поставленим завданням.

Структура дисертації є логічною та продуманою. Кожен розділ логічно пов'язаний з попереднім, що забезпечує цілісність та послідовність викладу. Робота містить необхідні посилання на літературні джерела, які оформлені відповідно до вимог. Список використаних джерел включає сучасні публікації, що свідчить про актуальність проведеного дослідження.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 23 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 1 стаття у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 2 статті у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 1 патент України на корисну модель.

Також результати дисертації були апробовані на 19 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій дисертантки знаходяться на високому рівні. Всі принципи академічної доброчесності були дотримані здобувачем під час написання і опублікування наукових праць. Особистий внесок здобувача до публікацій, опублікованих зі співавторами та зарахованими за темою дисертації є вагомим.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Стр.26, рис.1.1. На діаграмі вказано поділ барвників на синтетичні та природні, а в тексті сказано, що органічні барвники більш яскраві ніж неорганічні. За хімічною природою всі барвники - це органічні молекули.
2. На стр.37 приведено рис.1.5 зонних структур фотокаталізаторів. В тексті нема опису даного рисунку і посилання на дану діаграму. Тому не зрозуміло навіщо він приведений.
3. В матеріалах і методах не приведена характеристика вихідного оксиду титану, виробник, розмір часток, тощо.
4. В розділі методів синтезу описано методику отримання чистого оксиду цинку, але порівняння властивостей композитів з чистими речовинами в тому числі і з вихідним оксидом титану не досліджено.
5. Розділ 2.2.10. Як відбирали 1 мг порошку, якщо похибка аналітичних вагів складає 0,1 мг? У формулі коефіцієнта поглинання допущена помилка, а коефіцієнт розсіювання взагалі не вказаний. Не зрозуміло як коефіцієнт дифузійного відбиття пов'язаний з шириною забороненої зони, яку визначали із залежностей $F=f(E)$.
6. Визначення концентрації та ступеню перетворення за формулами 2,7 та 2,8 не зовсім аналітично коректно без побудови калібрувальних кривих.
7. Розділ 3.1. Ренгенофазові показники композитів також варто було порівняти з чистими речовинами.
8. При описі рис. 3.3 вказано, що пік при 770 cm^{-1} відноситься до валентних коливань кристалічного гексагонального ZnO , тоді як на спектрах цього піку не спостерігається.
9. Стр. 75. Не наведено діаграми розподілу, отримані методом динамічного світлорозсіювання, а наведені дані гідродинамічного розміру композитів приведені без урахування похибки вимірювання. Тому висновок, що найдрібніший розмір відповідає композиту з рівним співвідношенням фаз є сумнівним.
10. Розділ 3.5.4. При дослідженні кінетики розкладання на графіках лініалізації кінетичних кривих слід приводити рівняння лініалізації та коефіцієнт регресії. Тому при визначення констант швидкості важко оцінити вклад видимого та УФ світла. Так в таблиці 3.5 константи швидкості при видимому світлі більші ніж для УФ опромінення. А отримані результати не проаналізовані.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

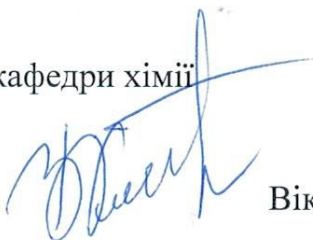
Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Гуцул Христини Ростиславівни на тему «Наноструктуровані композитні фотокаталізатори на основі цинк (II) оксиду для деструкції органічних барвників» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Гуцул Христина Ростиславівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Офіційний опонент:

Старший науковий співробітник кафедри хімії
Національного університету
«Києво-Могилянська Академія»,
кандидат технічних наук, доцент



Вікторія КОНОВАЛОВА

М.П.

«___» _____ 2024 року



Konovaleva V
Підпис