

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Кутузової Анастасії Сергіївни
на тему «Фотокаталітична активність нанокompозитів на основі TiO_2
до антибіотиків у водних об'єктах»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія»
за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

Актуальність теми дисертації.

Тема дисертаційної роботи є актуальною, оскільки вона спрямована на вирішення проблеми забруднення природних вод антибіотиками, а саме ципрофлоксацином та сульфаметоксазолом. Такі антибіотики широко використовуються у медицині і ветеринарії, але їх некоректне застосування та утилізація, неефективне очищення стічних вод, забруднених цими речовинами, призводить до потрапляння ципрофлоксацину і сульфаметоксазолу до природних водних об'єктів, що в результаті спричиняє розвиток резистентності до антибіотиків у бактерій і, як наслідок, дефіцит варіантів лікування поширених бактеріальних захворювань. Перспективним вирішенням даної проблеми може бути використання гетерогенного фотокаталітичного процесу деструкції поллютантів з використанням титану (IV) оксиду, допованого оксидами рідкісноземельних металів і стануму (IV) оксидом в технології водоочищення.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів, що одержані у дисертаційній роботі:

За допомогою різних методів (золь-гель, гідротермальний, комбінований золь-гель-гідротермальний, сольвотермальний) синтезовано нанокompозитні фотокаталізатори складу $\text{TiO}_2\text{-Sm}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2\text{-Er}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2\text{-Nd}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2\text{-Pr}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2\text{-Sm}_2\text{O}_3/\text{SnO}_2$, та досліджено вплив параметрів (pH, температура, тип розчинника, тип прекурсору) на фотокаталітичну активність одержаних матеріалів в процесі деструкції антибіотиків ципрофлоксацином та сульфаметоксазолом в водному середовищі.

Встановлено, що найвищу фотокаталітичну активність у фотокаталітичній деградації і мінералізації антибіотиків ципрофлоксацину і сульфаметоксазолу виявляє TiO_2 , допований 1 мас.% Sm, отриманий гідротермальним методом, що обумовлено високим значенням питомої площі поверхні, оптимальною пористою структурою та мінімальною величиною ширини забороненої зони.

Показано, що при використанні нанокompозитів $\text{TiO}_2\text{-Sm}_2\text{O}_3$ у фотокаталітичному процесі очищені водні розчини після розкладання антибіотиків не виявляють токсичної дії щодо бактерій *E. coli*.

Наукові результати даної дисертаційної роботи достатньою мірою обґрунтовані і відповідають сформульованій меті та завданням дослідження.

Достовірність сформульованих у дисертаційній роботі вищезазначених наукових положень забезпечено застосуванням новітнього обладнання, використанням сучасних фізико-хімічних методів та стандартизованих методик досліджень, трактуванням отриманих результатів, що узгоджуються з наявними літературними даними. Таким чином, поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання виконано у повному обсязі, де здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Кутузової А.С. 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 створення новітніх високоактивних фотокаталізаторів.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна стверджувати, що дисертаційна робота Кутузової Анастасії Сергіївни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані дані або тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Викладення результатів є послідовним і доступним, стиль мовлення науковий, у роботі використовується загальноприйнята для даної галузі знань термінологія.

Дисертація складається з вступу, шести розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 172 сторінки.

У вступі обґрунтовано вибір теми дослідження, приведено мету і завдання роботи, описано об'єкт, предмет і методи дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, показано особистий внесок здобувача та зазначено апробацію результатів дисертації.

У першому розділі приведено аналіз літературних даних щодо причин появи таких небезпечних антибіотиків як ципрофлоксацину і сульфаметоксазолу у природних водоймах, що є одним з важливих чинників кризи охорони здоров'я пов'язаної з резистентністю до протимікробних препаратів. Проаналізовано

шляхи потрапляння антибіотиків у водне середовище, та різні методи очищення стічних вод. Показано, що одним з найбільш перспективних методів очищення є використання процесу гетерогенного фотокаталізу з використанням титану (IV) оксиду. Проведений аналіз літератури дозволив зробити висновок, що підвищення ефективності процесу очистки стічних вод шляхом фотокаталітичної деструкції полютантів потребує модифікації титану (IV) оксиду оксидами рідкісноземельних металів і стануму (IV).

У другому розділі наведено об'єкти та методи дослідження. Описано методики синтезу титану (IV) оксиду золь-гель, гідротермальним, комбінованим золь-гель-гідротермальним, сольотермальним методами та методики допущання титану (IV) оксиду гідротермальним методом. Наведено умови проведення досліджень фотокаталітичної активності, методику визначення концентрації антибіотиків методом спектрофотометрії, методом високоефективної рідинної хроматографії, методику визначення загального органічного вуглецю, токсичності фотопродуктів та структурно-адсорбційних властивостей матеріалів. Приведено опис застосованих експериментальних методів дослідження фізико-хімічних та структурних характеристик отриманих зразків фотокаталізаторів, а саме рентгенофлуоресцентного аналізу, рентгенодифракційного аналізу, рентгенівської фотоелектронної спектроскопії, спектроскопії дифузного відбиття в ультрафіолетовому та видимому світлі, скануючої електронної мікроскопії, просвічуючої електронної мікроскопії, термогравіметричного аналізу.

У третьому розділі детально описано результати проведення характеристики синтезованого різними методами титану (IV) оксиду, його фізико-хімічні властивості та фотокаталітичну активність до антибіотику ципрофлоксацину.

У четвертому розділі приведено результати характеристики фотокаталізаторів титану (IV) оксиду, допованих рідкісноземельними металами (Sm, Er, Nd, Pr), їх фізико-хімічні властивості, фотокаталітичну активність до антибіотиків ципрофлоксацину та сульфаметоксазолу та результати визначення токсичності фотопродуктів деградації.

У п'ятому розділі наведено характеристику фотокаталізаторів титану (IV) оксиду, допованих самарієм та/або стануму (IV) оксидом, їх фізико-хімічні властивості та фотокаталітичну активність до антибіотику ципрофлоксацину.

У шостому розділі описано принципову схему запропонованої технології одержання фотокаталізатору титану (IV) оксиду-самарію (III) оксиду, приведено розрахунки матеріального та енергетичного балансу процесу.

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 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 1 стаття у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 6 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 6 статей 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 17 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій можна описати як високий. Наукові публікації здобувача написані із дотриманням всіх принципів академічної доброчесності. Особистий внесок здобувача до всіх публікацій, опублікованих із співавторами та зарахованих за темою дисертації, є значним і важливим.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В роботі з хімічної технології та інженерії виглядає зайвим дослідження токсичності продуктів фотокаталітичної деградації антибіотиків, яке скоріше є предметом токсикології, біології, екології тощо. Замість цього, було б доречним розглянути питання регенерації або утилізації відпрацьованого фотокаталізатора.
2. Незрозуміло, що мається на увазі під терміном «типовий гідротермальний реактор». Це автоклав?
3. В методиках експерименту немає чіткого розділення де закінчується дія композиту як сорбенту і починається процес фотокаталізу. Тобто, слід розрізняти, коли відбувається фотокаталітичне перетворення, а коли просте поглинання.
4. В методиках не вказано що таке деградація, фотодеградація та мінералізація антибіотиків? Як розраховувались? Саме ці терміни використовуються в подальших розділах.
5. Розділ 6. На якій підставі вибрано технологію виробництва нанокомпозиту титану (IV) оксиду-самарію (III) оксиду саме гідротермальним методом? Вибір методу синтезу, ймовірно, обумовлений зробленим раніше висновком 5 до розділу 3. Однак і у вказаному розділі підстави для такого вибору не зовсім зрозумілі, або ж нечітко сформульовані.
6. Загальні зауваження до тексту дисертації. Автор використовує багато слів та виразів, які є недоречними, якісними та порівняльними характеристиками і які не підкріплені числовими значеннями: новітній каталізатор (с.24), мобільні антибіотики (с.32), високі витрати (с.40), ...TiO₂ у вигляді наноструктур, які

мають покращену хімію поверхні та збільшену площу... (с.49), утилізація видимого світла (с.54), найефективніший фотокаталізатор (с.61) тощо.

Вважаю, що наведені зауваження не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів і не впливають в цілому на позитивну оцінку дисертаційної роботи Кутузової А.С.

Висновок про дисертаційну роботу

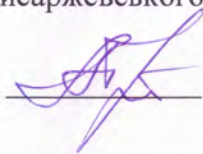
Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії **Кутузової Анастасії Сергіївни** на тему «Фотокаталітична активність нанокompозитів на основі TiO_2 до антибіотиків у водних об'єктах» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для 16 «Хімічної та біоінженерії». 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 Кутузова Анастасія Сергіївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Офіційний опонент:

Провідний науковий співробітник
відділу каталітичних синтезів на основі
одновуглецевих молекул
Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського,

д.х.н., старший дослідник




Андрій ТРИПОЛЬСЬКИЙ

« 15 » лютого 2023 року

Підпис д.х.н. Трипольського А.І. засвідчую
Учений секретар ІФХ НАН України,
канд. хім. наук



 Лідія ДОЛГІХ