

РЕЦЕНЗІЯ

к.т.н., доц. Коваль Ірини Зеновіївни

на дисертаційну роботу

Мазура Артура Сергійовича

«Технологічні засади електрохімічного синтезу стабілізованих наночастинок срібла»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – *Хімічні технології та інженерія* (галузь знань 16 – *Хімічна інженерія та біоінженерія*)

Актуальність теми

Дисертаційна робота є актуальною, оскільки представляє собою дослідження важливого аспекту сучасної науки і технології - синтезу наночастинок срібла з використанням різних методів, таких як електрохімічний, соноелектрохімічний та мікроплазмовий. В роботі наведені аргументи щодо переваг цих методів, зокрема, контрольованості процесу та відповідності вимогам "зелених" технологій. Використання різних методів синтезу наночастинок срібла із врахуванням їхнього впливу на морфологію та функціональні властивості відображає сучасні тенденції у наукових дослідженнях.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами

Тематика дисертаційного дослідження відповідає науковому напрямку кафедри хімії і технології неорганічних речовин Національного університету "Львівська політехніка": "Електрохімія функціональних металевих і напівпровідникових наноматеріалів та нанокомпозитів".

Структура та зміст роботи

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури (164 найменувань) та 2 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 178 сторінок, містить 19 таблиць та 83 рисунки. Загалом, текст роботи є добре структурованим, збалансованим та інформативним.

Аналіз змісту дисертаційної роботи

У вступі дисертації обґрунтовано вибір теми, визначено зв'язок роботи з науковими програмами, сформульовано мету, об'єкт, предмет і задачі дослідження,

подано наукову новизну і практичне значення роботи, описано внесок автора, публікації та апробації.

Перший розділ містить огляд наявних джерел літератури, в якому зазначено глобальний інтерес до наноматеріалів на основі срібла. Показано, що властивості наночастинок срібла залежать від їх розміру та форми. Також висвітлено, що електрохімічний, соноелектрохімічний та мікроплазмовий методи синтезу AgNPs є перспективними та відповідають критеріям "зеленої хімії".

Другий розділ описує використані реактиви, матеріали, прилади, методики синтезу наночастинок срібла та методи визначення їх властивостей.

У третьому розділі проведено дослідження електрохімічного синтезу наночастинок срібла, стабілізованих мономерною ПАР природного походження (рамноліпідом) та полімерною синтетичною ПАР (натрієм поліакрилатом) за використання жертовного аноду, та визначено основні параметри процесу

У четвертому розділі описано дослідження сонохімічного синтезу AgNPs, вплив розширеного спектру ПАР-стабілізаторів на розмір та функціональні властивості наночастинок, які виявилися ефективними проти штамів *Staphylococcus aureus* та *Escherichia coli*, а також проти грибка *Candida albicans*.

П'ятий розділ описує мікроплазмовий синтез наночастинок срібла, та пропонує функціональну та технологічну схему.

Висновки повністю відображають основні наукові та практичні результати дисертаційного дослідження.

Наукова новизна

Встановлено основні закономірності електрохімічного синтезу розчинів наночастинок срібла з використанням ПАР природного та синтетичного походження, що відповідають принципам "зелених" технологій. Виявлено ключові закономірності анодного розчинення срібла у водних розчинах ПАР-стабілізаторів залежно від таких параметрів: концентрації, температури, рН середовища та швидкості розгортки анодного потенціалу. Встановлено основні фізико-хімічні закономірності електрохімічного, соноелектрохімічного та мікроплазмового синтезу розчинів наночастинок срібла за використання розчинних анодів. Виявлено закономірності впливу параметрів та умов електрохімічного синтезу на процес формування та фізико-хімічні характеристики наночастинок срібла.

Встановлено кінетичні закономірності електрохімічного, соноелектрохімічного та мікроплазмового синтезу наночастинок срібла у водних розчинах запропонованих ПАР-стабілізаторів. Виявлено, що формування AgNPs відбувається в приелектродному просторі і контролюється дифузією, а кінетичні параметри визначають розмір синтезованих AgNPs. Встановлено швидкість досліджуваних методів синтезу наночастинок срібла. Продемонстровано, що вона зростає у такому ряді: електрохімічний метод < соноелектрохімічний метод < мікроплазмовий метод. Доведено, що наночастинок срібла, синтезовані електрохімічним, соноелектрохімічним та мікроплазмовим методом проявляють виражену антимікробну та фунгіцидну дію.

Практичне значення

Визначено ключові параметри, що впливають на формування наночастинок срібла у водному середовищі різними методами: електрохімічним, соноелектрохімічним та мікроплазмовим. Ці параметри включають концентрацію ПАР, температуру розчину, густину струму, потужність ультразвукового випромінювання та напругу мікроплазми. Запропоновано використання таких ПАР як натрію поліакрилат, рамноліпід, рамноліпідний біокомплекс та полівінілпіролідон, що забезпечують стабілізацію наночастинок і сприяють підвищенню загальної екологічності процесу. Встановлено, що використання розчинних анодів підтримує стабільну концентрацію іонів срібла, що забезпечує однорідність розмірів наночастинок. Також розроблено технологічну схему мікроплазмового синтезу з розчинними анодами та безперервним потоком електроліту, що спрощує та оптимізує процес. Результати дослідження були впроваджені у навчальний процес студентів магістерських програм у Національному університеті "Львівська політехніка" і підкріплені патентами на корисні моделі України № 142652 та № 147096, що свідчить про практичну значимість роботи.

Достовірність результатів досліджень

Положення та висновки в дисертаційній роботі Мазура Артура Сергійовича належно обґрунтовані з наукових та технічних аспектів.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях

За темою дисертації опубліковано 18 наукових праць, 9 статей у періодичних виданнях іноземних держав, що включені до наукометричних баз Scopus, 9 матеріалів і тез доповідей на наукових конференціях різного рівня та 2 патенти України на корисну модель.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та дають підстави вважати, що дисертаційна робота Мазура А.С. відображена у публікаціях високого рівня, які за кількісними ознаками відповідають існуючим кваліфікаційним вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Академічна доброчесність

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Зауваження і побажання

1. Уточніть методологію, яка була використана для підрахунку колонієутворюючих одиниць у вашому дослідженні.
2. Було б корисно розглянути детальніше, які зміни відбуваються з поверхнево-активними речовинами (ПАР) під час анодного процесу та під впливом ультразвукового випромінювання, щоб зрозуміти їх поведінку та стійкість в цих умовах.
3. В дисертації виявлено деякі неточності та орфографічні помилки.

Вищенаведені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи Мазура Артура Сергійовича. Це дослідження представляє собою самостійну і завершену працю з чітким та зрозумілим змістом, має наукове і практичне значення. Оцінка дисертації є позитивною, результати автора надійні, а висновки добре обґрунтовані.

Висновок

Враховуючи наведене вище, вважаю, що дисертаційна робота Мазура Артура Сергійовича «Технологічні засади електрохімічного синтезу стабілізованих наночастинок срібла» має закінчений характер, достовірність наведених даних визначається ретельністю виконання і використанням сучасних фізичних методів

дослідження, а також теоретичних підходів. Розроблені автором наукові положення обґрунтовано достатньою мірою.

Подана дисертаційна робота Мазура А.С. «Технологічні засади електрохімічного синтезу стабілізованих наночастинок срібла» відповідає спеціальності 161 – *Хімічні технології та інженерія* (галузь знань 16 – *Хімічна інженерія та біоінженерія*) та вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а саме: вимогам пунктів 6, 7, 8 і 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 КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Мазур Артур Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – *Хімічні технології та інженерія*.

Рецензент:

доцент кафедри ФАЗХ,
Національного університету
«Львівська політехніка»

к.т.н., доц.



Ірина КОВАЛЬ

Підпис к.т.н., доц. Коваль І.З. засвідчую:

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»

к.т.н., доц.



Роман БРИЛИНСЬКИЙ