

РЕЦЕНЗІЯ

д.т.н., проф. Скороходи Володимира Йосиповича

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

Дисертація спрямована на розроблення засад технологій та методів керованого електрохімічного, соноелектрохімічного та мікроплазмового синтезу наночастинок срібла (AgNPs), стабілізованих за допомогою ПАР для досягнення заданих розмірів та функціональних властивостей, зокрема антибактеріальних. Робота актуальна, що зумовлено широким використанням наночастинок металів, зокрема срібла, у багатьох галузях життєдіяльності людини. Особливу увагу приділено "зеленому" синтезу, який виключає токсичні прекурсори на користь екологічних рішень. Також важливим є дослідження перспективного методу електролізу із розчинними анодами, який забезпечує стабільність синтезу і розширення можливостей за допомогою гібридних технологій. Встановлення основних закономірностей цих процесів для отримання AgNPs з попередньо визначеними властивостями є важливим для науково-практичного застосування.

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 нанокompозитів".

Структура та зміст роботи

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури (164 найменувань) та 2 додатків. Загальний обсяг дисертації складає 178 сторінок, вона містить 19 таблиць та 83 рисунки. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

Аналіз змісту дисертаційної роботи

У *вступі* окреслено актуальність теми дисертації, мету, завдання дослідження, продемонстровано зв'язок роботи з науковими програмами і темами, відзначено наукову новизну результатів, їх практичне значення та особистий внесок автора.

Перший розділ присвячено аналізу актуальних джерел літератури щодо основних властивостей та застосувань наночастинок срібла, а також методів їх синтезу.

У *другому розділі* подано формулювання загальної концепції, описано реактиви, матеріали, прилади та методика дослідження.

У *третьому розділі* описано дослідження електрохімічного синтезу наночастинок срібла, стабілізованих мономерною ПАР природнього походження (рамноліпідом) та полімерною синтетичною ПАР (натрієм поліакрилатом) за використання жертвовного аноду, та визначено основні параметри процесу.

Четвертий розділ присвячено дослідженню впливу основних параметрів на синтез наночастинок срібла соноелектрохімічним методом у розчинах розширеного спектру ПАР-стабілізаторів методом циклічної вольтамперометрії.

П'ятий розділ описує особливості мікроплазмового синтезу наночастинок срібла та запропоновану технологічну схему.

Сформульовані *висновки* достатньо повно відображають вирішення завдань, які були поставлені в роботі, містять основні наукові та практичні результати дисертаційного дослідження.

Наукова новизна

У рамках дисертаційної роботи вперше реалізовано комплекс експериментальних досліджень електрохімічних методів синтезу наночастинок срібла за нестационарного підведення струму та застосування розчинних анодів.

Виявлено ключові закономірності електрохімічного синтезу наночастинок срібла за використання розчинних анодів та поверхнево-активних речовин природного та синтетичного походження. Визначені важливі закономірності анодного розчинення срібла у водних розчинах ПАР-стабілізаторів, залежно від концентрації, температури, рН середовища та швидкості розгортки анодного потенціалу. Встановлено фізико-хімічні закономірності процесів електрохімічного, соноелектрохімічного та мікроплазмового синтезу. Показано, що кінетика синтезу в приелектродному просторі контролюється дифузією, а кінетичні параметри безпосередньо впливають на розмір синтезованих наночастинок срібла. Оцінено швидкість синтезу за різними методами, демонструючи, що найбільш швидким є мікроплазмовий метод. Доведено, що наночастинки срібла, синтезовані електрохімічним, соноелектрохімічним та мікроплазмовим методом проявляють виражену антимікробну та фунгіцидну дію.

Практичне значення

Встановлено основні параметри, які впливають на формування наночастинок срібла у водних розчинах різними методами (електрохімічним, соноелектрохімічним, та мікроплазмовим) за використання розчинних анодів. Показано, що концентрація поверхнево-активної речовини, температура розчину, густина струму, потужність ультразвукового випромінювання та напруга мікроплазми є ключовими факторами. Також, було запропоновано ряд ПАР, включаючи поліакрилат натрію, рамноліпід, рамноліпідний біокомплекс, та полівінліпіролідон, які забезпечують стабілізацію наночастинок срібла під час синтезу та сприяють їх тривалому зберіганню.

Розроблено технологічну схему для мікроплазмового синтезу наночастинок срібла, що включає використання розчинних анодів та безперервний потік електроліту, забезпечуючи простоту та контрольованість процесу.

Частина результатів цих досліджень була впроваджена в навчальний процес на кафедрі хімії та технології неорганічних речовин Національного університету "Львівська політехніка", та зареєстровано два патенти України на корисні моделі, що підкреслює практичну значимість результатів.

Достовірність результатів досліджень

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Мазура Артура Сергійовича, достатньою мірою обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Всі наукові твердження та висновки, викладені у дисертаційній роботі, є результатом теоретичного обґрунтування і підтверджені науковими та експериментальними дослідженнями.

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. Здобувач не вказує кої молекулярної маси використовує у дослідженнях полівінілпіролідон, що важливо з погляду стабілізації наночастинок срібла.

2. Чи можна ефективно порівняти застосований електрохімічний метод синтезу з традиційними хімічними методами у плані стабільності та впливу на розміри отриманих наночастинок?

3. Чи передбачається, що зменшення рН нижче 5 може мати негативний вплив на стабільність чи функціональні властивості наночастинок срібла, синтезованих досліджуваними методами?

4. Чи відбувається руйнування полімеру (стабілізатора) під впливом ультразвукового випромінювання, і якщо так, то як це руйнування може вплинути на ефективність процесу синтезу наночастинок?

5. У дисертації трапляються окремі неточності та друкарські помилки.

Наведені вище зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень та висновків дисертації і не занижують наукової цінності одержаних результатів.

Висновок

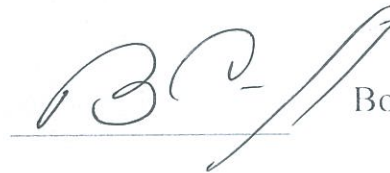
Враховуючи наведене вище, вважаю, що дисертаційна робота Мазура Артура Сергійовича «Технологічні засади електрохімічного синтезу стабілізованих наночастинок срібла», яка подана до захисту з метою присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 16 – *Хімічна інженерія та біоінженерія* та спеціальності 161 – *Хімічні технології та інженерія* є завершеною науковою працею, яка за актуальністю досліджуваної проблеми, методичним рівнем виконання, науковою новизною та практичним значенням отриманих результатів заслуговує на позитивну оцінку.

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:

директор Інституту хімії та хімічних технологій,
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., проф.



Володимир СКОРОХОДА

Підпис д.т.н., проф. Скороходи В.Й. засвідчую:

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»
к.т.н., доц.



Роман БРИЛИНСЬКИЙ