Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U000566

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-02-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мазур Артур Сергійович
2. Artur S. Mazur

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 161

Назва наукової спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Галузь / галузі знань: хімічна та біоінженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Дата захисту: 12-08-2024

Спеціальність за освітою: 161 Хімічні технології та інженерія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 6032

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 61.31, 31.15.33

Тема дисертації:

1. Технологічні засади електрохімічного синтезу стабілізованих наночастинок срібла
2. Technological principles of electrochemical synthesis of stabilized silver nanoparticles

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної проблеми розроблення засад керованого електрохімічного, соноелектрохімічного та мікроплазмового синтезу наночастинок срібла стабілізованих молекулами ПАР, з прогнозованими розмірами та функціональними (зокрема антибактеріальними, фунгіцидними та біосумісними) властивостями. На підставі проведеного аналізу джерел інформації продемонстровано глобальний попит на наночастинки срібла у різних галузях, зокрема в медицині, фармації, косметології, каталізі, текстильній промисловості тощо. Здійснено огляд властивостей наночастинок срібла та їх застосування у відповідних галузях. Наведено порівняння методів синтезу наночастинок срібла та зазначено перспективність та конкурентоспроможність електрохімічних методів, зокрема через контрольованість, економічність та відповідність принципам “зелених” технологій. У першому розділі описано особливості електрохімічного синтезу AgNPs у водних розчинах та акцентовано увагу на впливі природи та концентрації ПАР, густини струму та температури робоого розчину на формування наночастинок та їх стабілізацію. На підставі викладеного огляду наукової літератури сформульована мета

дисертаційної роботи та завдання, які необхідно вирішити для її досягнення. Проведено дослідження електрохімічного синтезу наночастинок срібла, стабілізованих мономерною ПАР природнього походження (рамноліпідом) та полімерною синтетичною ПАР (натрієм поліакрилатом) за використання жертовного аноду, та визначено основні параметри процесу. Також проведено дослідження анодної поведінки срібла у розчинах зазначених поверхнево-активних речовин. Встановлено, що ефективне розчинення срібла відбувається за потенціалів 0,4...1 В, з утворенням розчинних комплексів [AgRL]+ та [AgmPA](n-m)- , а швидкість розчинення збільшується за рахунок підвищення концентрації реагентів та температури. Значення енергії активації (ЕА ≈ 16,9 кДж/моль у розчині RL та ≈ 17,3 кДж/моль у розчині NaPA) та температурних коефіцієнтів (п ≈ 1,5–2,5 %/град) електрохімічного розчинення срібла у розчинах відповідних ПАР вказують, що утворення наночастинок срібла здійснюється в електродному просторі і обмежене дифузією. Встановлено, що анодне розчинення срібла є швидшим за катодне відновлення, а за нестаціонарного підведення струму швидкість процесу значно зростає. За допомогою УФ-Вид спектроскопії оцінено спостережувані константи швидкості зародження та росту наночастинок срібла залежно від температури та концентрації досліджуваних ПАР-стабілізаторів. Досліджено кінетику утворення AgNPs в розчині для електрохімічної (k = 0,0092 хв -1) та хімічної (k = 0,0028 хв-1) складової процесу. Встановлено оптимальний діапазон pH для електрохімічного синтезу наночастинок срібла. Показано, що одержані наночастинки мають розміри у діапазоні 2...30 нм, і демонструють високу стабільність та антимікробну активність по відношенню до випробуваних штамів бактерій (Staphylococcus aureus (Золотистий стафілокок) та Listeria monocytogenes (Лістерія)) та низьку фітотоксичність, що робить їх ефективними та безпечними для використання в медицині та агросекторі. дослідження анодної поведінки срібла у розчинах зазначених поверхнево-активних речовин. Встановлено, що ефективне розчинення срібла відбувається за потенціалів 0,4...1 В, з утворенням розчинних комплексів [AgRL]+ та [AgmPA](n-m)- , а швидкість розчинення збільшується за рахунок підвищення концентрації реагентів та температури. Значення енергії активації (ЕА ≈ 16,9 кДж/моль у розчині RL та ≈ 17,3 кДж/моль у розчині NaPA) та температурних коефіцієнтів (п ≈ 1,5–2,5 %/град) електрохімічного розчинення срібла у розчинах відповідних ПАР вказують, що утворення наночастинок срібла здійснюється в електродному просторі і обмежене дифузією. Встановлено, що анодне розчинення срібла є швидшим за катодне відновлення, а за нестаціонарного підведення струму швидкість процесу значно зростає. За допомогою УФ-Вид спектроскопії оцінено спостережувані константи швидкості зародження та росту наночастинок срібла залежно від температури та концентрації досліджуваних ПАР-стабілізаторів. Досліджено кінетику утворення AgNPs в розчині для електрохімічної (k = 0,0092 хв -1) та хімічної (k = 0,0028 хв-1) складової процесу. Встановлено оптимальний діапазон pH для електрохімічного синтезу наночастинок срібла. Показано, що одержані наночастинки мають розміри у діапазоні 2...30 нм, і демонструють високу стабільність та антимікробну активність по відношенню до випробуваних штамів бактерій (Staphylococcus aureus (Золотистий стафілокок) та Listeria monocytogenes (Лістерія)) та низьку фітотоксичність, що робить їх ефективними та безпечними для використання в медицині та агросекторі. та нижчу дисперсність (d = 2,4 ± 0,8 нм) порівняно з електрохімічним методом (d = 8,3 ± 3,9 нм) за однакових умов проведення досліду. Проведення електрохімічного синтезу в ультразвуковому полі значно збільшує швидкість анодного розчинення срібла і знижує енергію активації цього процесу.

2. The dissertation is devoted to solving the current scientific and technical problem of developing principles for the controlled synthesis of silver nanoparticles by electrochemical, sonoelectrochemical, and microplasma methods. These nanoparticles are stabilized with surfactant molecules and are characterized by predicted sizes and specific functional properties, including antibacterial, fungicidal, and biocompatible properties. Based on the analysis of information sources, the global demand for silver nanoparticles in various industries, including medicine, pharmacy, cosmetology, catalysis, and the textile industry, is evident. This thesis provides an overview of the properties of silver nanoparticles and their applications in these sectors. It also compares the methods of synthesizing silver nanoparticles, highlighting the promising and competitive advantages of electrochemical methods, particularly their controllability, economy, and alignment with the principles of 'green' technologies. The first chapter describes the peculiarities of the electrochemical synthesis of AgNPs in aqueous solutions, focusing

on the effects of the nature and concentration of surfactants, current density, and temperature of the working solution on the formation and stabilization of silver nanoparticles. Based on the review of scientific literature presented, the dissertation defines the goal of the research and the tasks that must be addressed to achieve it. A study was conducted on the electrochemical synthesis of silver nanoparticles stabilized by a natural monomeric surfactant (rhamnolipid) and a synthetic polymeric surfactant (sodium polyacrylate) using a sacrificial anode. During this study, the main parameters of the process were determined. Additionally, the anodic behavior of silver in solutions containing these surface-active substances was also studied. It was established that the effective dissolution of silver occurs at potentials between 0.4 and 1 V, with the formation of soluble complexes [AgRL]+ and [AgmPA](n-m)- . The rate of dissolution increases with higher concentrations of reagents and temperature. The activation energy values (EA ≈ 16.9 kJ/mol in RL solution and ≈ 17.3 kJ/mol in NaPA solution) and temperature coefficients (п ≈ 1.5–2.5% per degree) for the electrochemical dissolution of silver in solutions of the corresponding surfactants indicate that the formation of silver nanoparticles occurs in the electrode space and is limited by diffusion. It was established that the anodic dissolution of silver is faster than the cathodic reduction, and the process's speed increases significantly with a non-stationary current supply. Using UV-Vis spectroscopy, the rate constants for the nucleation and growth of silver nanoparticles were evaluated, depending on the temperature and concentration of the investigated surfactant stabilizers. The kinetics of AgNP formation in solution were studied for the process's electrochemical (k = 0.0092 min-1) and chemical (k = 0.0028 min-1) components. The optimal pH range for the electrochemical synthesis of silver nanoparticles has been established. The obtained nanoparticles have sizes in the range of 2...30 nm and demonstrate high stability and antimicrobial activity in relation to the tested strains of bacteria (Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes) and low phytotoxicity, which makes them effective and safe for use in medicine and agriculture. The results of studies on the influence of key parameters on the silver nanoparticles synthesis by sonoelectrochemical method are presented. These studies utilized cyclic voltammetry in solutions containing various surfactants. The research employed a wide range of surfactant stabilizers, including monomeric natural surfactants (rhamnolipid and rhamnolipid biocomplex) as well as polymeric synthetic surfactants (sodium polyacrylate and polyvinylpyrrolidone). It was established that synthesis in an ultrasonic field leads to the formation of spherical nanoparticles within the size range of 2 to 25 nm (Øaverage ≈ 4.7 nm). These nanoparticles are significantly smaller and show lower dispersion (d = 2.4 ± 0.8 nm) compared to those produced by the electrochemical method (d = 8.3 ± 3.9 nm) under the same experimental conditions. Conducting electrochemical synthesis in an ultrasonic field significantly increases the anodic dissolution rate of silver and reduces the activation energy of this process. It was also found that a change in temperature and concentration of stabilizers affects the size of nanoparticles: an increase in temperature leads to an increase in their size. In contrast, an increase in the concentration of stabilizers decreases them. A study was conducted on the synthesis of silver nanoparticles stabilized with the sodium polyacrylate using microplasma. The study found that this process is faster than electrochemical and sonoelectrochemical methods.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0118U000268, 0121U111303

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Microplasma synthesis of silver nanoparticles in PVP solutions using sacrificial silver anodes / O. I. Kuntyi, A. R. Kytsya, A. B. Bondarenko, A. S. Mazur, I. P. Mertsalo, L. I. Bazylyak. Colloid and Polymer Science. 2021. Vol.

299, iss. 5. P. 855–863.

- Microplasma synthesis of antibacterial active silver nanoparticles in sodium polyacrylate solutions / M. Shepida, O. Kuntyi, Y. Sukhatskiy, A. Mazur, M. Sozanskyi. Bioinorganic Chemistry and Applications. 2021. Vol. 2021.
- Sonoelectrochemical synthesis of silver nanoparticles in polyvinylpyrrolidone solutions / M. V. Shepida, M. A. Sozanskyi, Y. V. Sukhatskiy, A. S. Mazur, O. I. Kuntyi. Chemistry, Technology and Application of Substances = Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2021. Vol. 4, № 1. P. 82–87.
- Sonoelectrochemical synthesis of silver nanoparticles in sodium polyacrylate solution / O. Kuntyi, M. Shepida, M. Sozanskyi, Y. Sukhatskiy, A. Mazur, A. Kytsya, L. Bazylyak. Biointerface Research in Applied Chemistry. 2021. Vol. 11, iss. 4. P. 12202–12214.
- Electrochemical synthesis of silver nanoparticles in solutions of rhamnolipid / O. Kuntyi, A. Mazur, A. Kytsya, O. Karpenko, L. Bazylyak, I. Mertsalo, T. Pokynbroda, A. Prokopalo. Micro & Nano Letters. 2020. Vol. 15, iss. 12. P. 802–807.
- Synthesis of silver nanoparticles using the rhamnolipid biocomplex of microbial origin / L. Bazylyak, A. Kytsya, O. Karpenko, A. Prokopalo, T. Pokynbroda, A. Mazur, O. Kuntyi. Вісник Львівського університету. Серія хімічна. 2020. Вип. 61, ч. 2. С. 404–413.
- Electrochemical preparation of silver polyacrylate solutions intended for the synthesis of silver nanoparticles / I. P. Mertsalo, A. S. Mazur, O. I. Kuntyi, H. I. Zozulya. Materials Science. 2020. Vol. 55, iss. 5. P. 716–723.
- Electrochemical synthesis of silver nanoparticles by reversible current in solutions of sodium polyacrylate / O. I. Kuntyi, A. R. Kytsya, I. P. Mertsalo, A. S. Mazur, G. I. Zozula, L. I. Bazylyak, R. V. Topchak. Colloid and Polymer Science. 2019. Vol. 297, iss. 5. P. 689–695.
- Anode behavior of silver in the solution of rhamnolipid / I. P. Mertsalo, A. B. Bondarenko, A. S. Mazur, O. I. Kuntyi. Chemistry, Technology and Application of Substances = Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2019. Vol. 2, № 2. P. 7–11.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Пат. № 147096. Україна. Спосіб одержання наночастинок срібла. Сухацький Ю. В., Шепіда М. В., Созанський М. А., Мазур А. С., Кунтий О. І., Карпенко О. В., Покиньброда Т. Я., Прокопало А. М., заявн. Національний університет “Львівська політехніка”. – u202007960; заявн. 14.12.2020; опубл. 07.04.2021. Пат. № 142652. Україна. Спосіб одержання колоїдних розчинів стабілізованих наночастинок срібла. Кунтий О. І., Бондаренко А. Б., Мазур А. С., Зозуля Г. І., Мерцало І. П., Киця А. Р., Карпенко О. В., Базиляк Л. І., заявн. Національний університет “Львівська політехніка”. – u201910790; заявн. 31.10.2019; опубл. 25.06.2020.

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кунтий Орест Іванович

2. Orest I. Kuntyy

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.17.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Донцова Тетяна Анатоліївна
2. Dontsova Tetiana A.

Кваліфікація: к. х. н., доц., 02.00.11

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55275917100

Повне найменування юридичної особи: Інститут біоколоїдної хімії ім. Ф. Д. Овчаренка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05402714

Місцезнаходження: бульвар Академіка Вернадського, буд. 42, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Скиба Маргарита Іванівна
2. Marharyta I. Skyba

Кваліфікація: д.т.н., доц., 05.17.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Скорохода Володимир Йосипович
2. Volodymyr Y. Skorokhoda

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коваль Ірина Зеновіївна
2. Iryna Z. Koval

Кваліфікація: к.х.н., доц., 05.17.21

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Знак Зеновій Орестович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Знак Зеновій Орестович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Гнатів З.Я.
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна