

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101916

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-12-2023

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № 65 від 7 березня 2024 року



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Синиця Анна Олександрівна

2. Anna Synytsia

Кваліфікація: 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 132

Назва наукової спеціальності: Матеріалознавство

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Порошкова металургія та композиційні матеріали

Дата захисту: 15-02-2024

Спеціальність за освітою: медичні прилади і системи

Місце роботи здобувача: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Омеляна Пріцака, буд. 3, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ID 3916

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Омеляна Пріцака, буд. 3, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Омеляна Пріцака, буд. 3, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 81.09, 81.09.03, 81.09.03.11, 81.09.03.05

Тема дисертації:

1. Вплив модифікування магнетитом на особливості структуроутворення та властивості біомедичних композитів гідроксиапатит/магнетит/хітозан

2. Effect of modification by magnetite on features of structure formation and properties hydroxyapatite/magnetite/chitosan biomedical composites.

Реферат:

1. Зміст роботи викладено у 5 розділах, в яких представлені основні результати дисертації. У першому розділі приведений літературний огляд. Надано обґрунтування вибору теми дослідження. У другому розділі описано вихідні матеріали, а також схема отримання порошкових композитів БГА/магнетит/хітозан. Докладно представлені методи і методики дослідження. У третьому розділі проведено дослідження впливу параметрів та методів синтезу на структуру та властивості порошків магнетиту, синтезовані методом хімічного осадження хлоридів заліза, з використанням як осаджувача 25 % розчин аміаку (тривалість синтезу 5 хв, 30 хв, 1 год) та гідразину (1 год), а також, термічним розкладом (термолізом) оксалатів заліза у вуглеводневому та азотному середовищах. Обґрунтовано вибір порошків магнетиту синтезованого методом хімічного

осадження хлоридів заліза протягом 5 хв з використанням як осаджувача розчин аміаку, та методом термолізу оксалатів заліза в азотному середовищі, для створення композиційного матеріалу БГА\магнетит\хітозан, оскільки їх вихідні властивості, а саме: розмір частинок, питома поверхня, магнітні та адсорбційні властивості, а також відсутність токсичного впливу на живі клітини, найбільш оптимальні для створення композиту медичного призначення. Четвертий розділ присвячений вивченню структури та фізико-механічних властивостей композитів на основі БГА, модифікованих магнетитом (99/1, 95/5, 75/25 і 50/50 мас. %) різних типів, при вмісті хітозану 10 % від маси магнетиту. Встановлено, що з підвищенням вмісту магнетиту у складі композитів незалежно від методу синтезу зростають значення питомої поверхні, пікнометричної густини та механічних властивостей (міцність на стиск та розтяг, модуль пружності, загальна пористість, об'єм пор). Отримані величини механічних властивостей співставні з міцністю губчастих кісток людини, що робить досліджувані композити перспективними матеріалами для заміщення ненавантажених ділянок кісткової тканини. Магнітні властивості отриманих порошкових матеріалів вказують на перспективність використання композитів в якості магніточутливих матеріалів та можливість використання для гіпертермії, цільової доставки ліків та магнітотерапії. У п'ятому розділі описано результати експериментів *in vitro*, а саме поведінки порошкових композиційних матеріалів БГА/магнетит/хітозан в модельному фізіологічному розчині в термостатичних умовах протягом різних проміжків часу (2, 10, 16 та 31 доба), а також дослідження цитотоксичності. Показано, що збільшення вмісту магнетиту призводить до зростання резорбції композитів, причому застосування магнетиту, отриманого хімічним осадженням дозволяє досягти швидкості резорбції 2,5-5,3 мас.%/добу, що в 3,5-7,5 разів вище у порівнянні з «чистим» біогенним гідроксиапатитом і в 1,2-2 рази вище у порівнянні з композитами на основі магнетиту, отриманого термічним розкладом в азотному середовищі. Встановлена відсутність цитотоксичності композитів щодо ліній клітин MDCK та MDBK, оскільки відсоток життєдіяльності клітин складав більше 80% для всіх композитів, незалежно від складу та типу використаного магнетиту, що є важливою передумовою для подальших клінічних випробувань та успішного впровадження композитів у медичну практику. Ключові слова: композиційний матеріал, біокомпозит, гідроксиапатит, магнетит, оксид заліза, хітозан, наночастинки, магніточутливий матеріал, кістковий замітник, міцність, цитотоксичність.

2. The content of the work is set out in 5 chapters, which present the main results of the dissertation. The first chapter provides a literature review. The rationale for choosing the research topic is given. The second chapter describes the starting materials, as well as the scheme for obtaining BHA/magnetite/chitosan composites. Research methods and techniques used in the work are presented in detail. The third chapter describes the results of investigation on the influence of parameters and synthesis methods on the structure and properties of magnetite powders synthesized by chemical precipitation in the presence of ammonia (synthesis duration 5 min, 30 min, 1 h) and hydrazine (1 h) were considered, as well as thermal decomposition (thermolysis) of iron oxalates in hydrocarbon and nitrogen environments. The choice of magnetite powders synthesized by the chemical precipitation for 5 min and by the thermolysis of iron oxalates in a nitrogen environment for the creation of the composite material BHA\magnetite\chitosan is substantiated, since their initial properties, namely: particle size, specific surface area, magnetic and adsorption properties, as well as the absence of a toxic effect on living cells, are the most optimal for creating a composites for medical application. The fourth chapter is devoted to the investigation of the structure and physical and mechanical properties of BHA-based biocomposites modified by magnetite (99/1, 95/5, 75/25 and 50/50 wt. %) of various types with a chitosan content of 10% by weight of magnetite. It was established that with an increase in the content of magnetite in the composition of composites, regardless of the synthesis method, the values of the specific surface area, skeleton density and mechanical properties (compressive and tensile strength, modulus of elasticity, total porosity, pore volume) increase. The obtained values of mechanical properties are comparable to the strength of human spongy bones, which makes the studied composites promising materials for replacing unloaded areas of bone tissue. Magnetic properties of composites modified with magnetite (therm.) are an order of magnitude higher than those of composites modified with magnetite (chem.), which is related to the characteristics of the initial magnetite powders. In general, the magnetic properties of the obtained materials indicate the promising use of BHA/magnetite/chitosan composites

as magnetosensitive materials and the possibility of use for hyperthermia, targeted drug delivery, and magnetotherapy. Chapter five describes the results of in vitro experiments, namely the behavior of BHA/magnetite/chitosan composite materials in a model physiological solution under thermostatic conditions for different periods of time (2, 10, 16, and 31 days), as well as cytotoxicity studies. It is shown that an increase in the content of magnetite leads to an increase in the resorption of composites, and the use of magnetite obtained by chemical precipitation allows to achieve a resorption rate of 2.5-5.3 wt.%/day, which is 3.5-7.5 times higher compared to "pure" biogenic hydroxyapatite and 1.2-2 times higher compared to composites based on magnetite obtained by thermolysis in a nitrogen environment. The absence of cytotoxicity of composites against MDCK and MDBK cell lines was established, as the percentage of cell viability was more than 80% for all composites, regardless of the composition and type of magnetite used, which is an important prerequisite for further clinical trials and successful implementation of composites in medical practice. Key words: composite material, biocomposite, hydroxyapatite, magnetite, iron oxide, chitosan, nanoparticles, magnetosensitive material, bone substitute, strength, cytotoxicity.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

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:

- А. О. Синиця, А. П. Яценко, О. Є. Сич, Т. Є. Бабутіна, Т. В. Томила, О. І. Биков, А. О. Перекос, Н. В. Бошицька, Синтез та властивості магнетиту для створення біокомпозитів / Доповіді Національної академії наук України. – 2021. – № 1. – с. 49-55.
- A. Synytsia, O. Sych, A. Iatsenko, T. Babutina, T. Tomila, O. Bykov, O. Olifan, T. Lobunets, A. Perekos, N. Boshytska, Effect of type and parameters of synthesis on the properties of magnetite nanoparticles / Applied Nanoscience. – 2021. – № 12. – pp. 929-937. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13204-021-01797-5>
- A. Synytsia, Magnetic nanoparticles: synthesis, structure, properties and biomedical application / Advanced Nano-Bio-Materials and Devices. – 2022. – № 6(1). – pp. 674-687.
- A.Synytsia, O. Sych, T. Babutina, T. Tomila, O. Bykov, Biogenic hydroxyapatite-based composites modified by magnetite and chitosan: synthesis, phase composition and structure / Functional materials. – 2022. – 29, № 2. – pp. 299-304. DOI: <https://doi.org/10.15407/fm29.02.299>
- A. Synytsia, P. Zarembo, S. Zahorodnia, O. Sych, T. Babutina, I. Kondratenko, Biogenic hydroxyapatite-based composites modified by magnetite and chitosan: bioresorption in physiological solution and cytotoxicity / Functional materials. – 2022. – 29, No 4. – pp. 506-513. DOI: <https://doi.org/10.15407/fm29.04.506>
- A. Synytsia, V. Zenkov, O. Sych, A. Iatsenko, O. Khomenko, Investigation of adsorption – desorption kinetic of water vapors on magnetite nanopowder prepared by chemical precipitation method in the presence of hydrazine / Advanced Nano-Bio-Materials and Devices. – 2022. – № 6(4). – pp. 688-693.
- A.O. Synytsia, V.S. Zenkov, O.E. Sych, O.I. Khomenko, and T.E. Babutina Adsorption of water vapors on magnetite powders prepared by chemical precipitation and thermolysis methods / Powder Metallurgy and Metal Ceramics. 2023. – 62, No. 3-4. – pp. 133-141 DOI: <https://doi.org/10.1007/s11106-023-00376-3>

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0122U000385, 012U111938, 011U100508

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Уварова Ірина Володимирівна

2. Iryna V. Uvarova

Кваліфікація: д.т.н., професор, 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Омеляна Пріцака, буд. 3, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бошицька Наталія Віталіївна

2. Nataliya V. Boshyts'ka

Кваліфікація: д. т. н., старший науковий співробітник, 05.16.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Омеляна Пріцака, буд. 3, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Савчук Петро Петрович

2. Petr P. Savchuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Рівненський державний гуманітарний університет

Код за ЄДРПОУ: 25736989

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Рівне, Рівненський р-н., 33028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Войнарович Сергій Григорович

2. SERHII VOINAROVYCH

Кваліфікація: к. т. н., старший науковий співробітник, 05.03.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4329-9255

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лавриненко Олена Миколаївна

2. Olena Lavrynenko

Кваліфікація: д. х. н., старший науковий співробітник, 02.00.11

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9256-1221

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Омеляна Пріцака, буд. 3, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шевченко Ольга Михайлівна

2. Olha M. Shevchenko

Кваліфікація: к. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Омеляна Пріцака, буд. 3, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Фірстов Сергій Олексійович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Фірстов Сергій Олексійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Радченко Олександр Кузьміч

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна