Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0226U004332

Державний реєстраційний номер: 0124U004358

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 07-08-2026

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 4

Назва етапу: Дослідження біологічної активності та біосумісності in vivo Остаточний аналіз, обговорення результатів та їх можливого розповсюдження, впровадження. Підготовка фінального звіту доповідей, патентів, публікацій.

Початок етапу: 01.2026

Закінчення етапу: 08.2026

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона Національної академії науки України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

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

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380445280486, 380442873183

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрям фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201380

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 984.410

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Розробка новітніх титанових імплантатів для остеосинтезу з поверхнею модифікованою магнієвим сплавом та наночастинками срібла і міді

Назва роботи англійською:

Development of the latest titanium implants for osteosynthesis with a surface modified with a magnesium alloy and nanoparticles of silver and copper

Реферат українською:

У межах четвертого, підсумкового етапу науково-дослідної роботи отримано магнієві сплави системи Mg–Zn–Ca–Ga та наночастинками срібла і міді. Отримано двокомпонентні сплави та чотирикомпонентні сплави із заданим хімічним складом, а також порошки сферичної форми для формування покриттів методом мікроплазмового напилення. Досліджено мікромеханічні, структурні та фазові характеристики сплавів, встановлено вплив легуючих елементів на твердість, модуль Юнга та особливості структуроутворення. Методами SEM, EDX та рентгенофазового аналізу підтверджено формування □-Mg матриці, інтерметалідних фаз і текстурованих магнієвих покриттів із переважною орієнтацією Mg(002), отриманих методом електронно-променевого фізичного осадження (EB-PVD). Встановлено, що застосування канального випарника та оптимізація режимів осадження забезпечують формування однорідних дрібнозернистих покриттів із контрольованою структурою. Отримано одно- та двошарові покриття на титанових підкладках, досліджено їх адгезійну міцність, корозійну стійкість і біологічні властивості. Встановлено, що покриття зі сплаву Mg–0,95Ga–4,27Zn–1,63Ca характеризуються міцністю зчеплення при розтягу до 38,4 ± 7,5 МПа та при зсуві 15,2 МПа, що перевищує показники покриттів із чистого магнію. Корозійні випробування підтвердили можливість керування швидкістю біодеградації шляхом зміни складу покриттів і визначили напрями їх подальшої оптимізації. Проведено оцінювання антибактеріальних властивостей та первинної бактеріальної адгезії поверхонь, модифікованих наночастинками срібла, міді та комбінованими покриттями Ag–Cu з середнім розміром 25 та 12 нм. Показано, що поверхнева модифікація титану магнієвим підшаром у поєднанні з наночастинками срібла і міді зменшує первинну адгезію бактерій, а найбільш виражений антиадгезійний ефект досягається для покриттів із магнієвим підшаром товщиною 7 мкм.

Реферат англійською:

During the fourth and final stage of the research project, magnesium alloys of the Mg–Zn–Ca–Ga system and silver- and copper-based nanoparticles were developed. Binary and quaternary magnesium alloys with predetermined chemical compositions were produced, together with spherical powders intended for the fabrication of coatings by the microplasma spraying process. The micromechanical, structural, and phase characteristics of the alloys were investigated, and the influence of alloying elements on hardness, Young's modulus, and microstructural evolution was determined. SEM, EDX, and X-ray diffraction (XRD) analyses confirmed the formation of an □-Mg matrix, intermetallic phases, and textured magnesium coatings with a predominant Mg(002) crystallographic orientation deposited by electron beam physical vapor deposition (EB-PVD). It was established that the use of a channel-type evaporator and the optimization of deposition parameters promote the formation of homogeneous fine-grained coatings with a controlled microstructure. Single-layer and multilayer coatings were deposited on titanium substrates, and their adhesion strength, corrosion resistance, and biological properties were evaluated. The Mg–0,95Ga–4,27Zn–1,63Ca alloy coatings exhibited a tensile bond strength of up to-- 38,4 ± 7,5 MPa and a shear bond strength of 15,2 MPa, exceeding the corresponding values obtained for pure magnesium coatings. Corrosion testing demonstrated the possibility of controlling the biodegradation rate by adjusting the coating composition and identified directions for further optimization. The antibacterial properties and primary bacterial adhesion of surfaces modified with silver nanoparticles, copper

nanoparticles, and combined Ag–Cu average size of 25 and 12 nm coatings were also evaluated. Surface modification of titanium with a magnesium interlayer combined with silver and copper nanoparticles was shown to reduce primary bacterial adhesion, while the most pronounced anti-adhesive ef

Індекс УДК: 615.465

Коди тематичних рубрик: 76.09.43

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Горностай Олексій Володимирович

Науковий ступінь: к. т. н.

Вчене звання: н.с

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Розробка новітніх титанових імплантатів для остеосинтезу з поверхнею модифікованою магнієвим сплавом та наночастинками срібла і міді

Назва НТП англійською: Development of the latest titanium implants for osteosynthesis with a surface modified with a magnesium alloy and nanoparticles of silver and copper

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали

Галузь застосування: медичні установи України

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Науково-технічний проєкт присвячений розробленню новітніх титанових імплантатів для остеосинтезу з біоактивною поверхнею, модифікованою магнієм та магнієвими сплавами системи Mg–Zn–Ca–Ga та наночастинками срібла і міді. У ході виконання роботи розроблено технологічні підходи до отримання магнієвих сплавів, формування одно- і двошарових покриттів методами мікроплазмового напилення та електронно-променевого фізичного осадження (EB-PVD), досліджено їх структуру, фазовий склад, адгезійну міцність, корозійну поведінку та біологічні властивості. Встановлено, що поверхнева модифікація титану магнієвими сплавами у поєднанні з наночастинками срібла і міді забезпечує покращення остеоінтеграційного потенціалу, зменшення первинної бактеріальної адгезії та формування антибактеріальних властивостей поверхні. Результати роботи створюють науково-технічне підґрунтя для розроблення нового покоління медичних імплантатів із контрольованою біодеградацією поверхневого шару, призначених для застосування в ортопедії, травматології та військовій медицині. Виробник продукції (скорочення назва обо довільний текст)

Соціально-економічна спрямованість НТП: 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

Вплив НТП на довкілля: не впливає

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

- **Початок етапу:** 01.2026
- **Закінчення етапу:** 08.2026

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

- **Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**
- **Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**
- **Наявність бізнес-плану:**
- **Техніко-економічне обгрунтування:**
- **Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:**

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. M. Khokhlov, O. Gornostai, I. Maksymchuk, J. Khohlova, Y. Stelmakh and M. Dyman, "Magnesium-based Alloys with Functional Silver and Copper Nanocoatings Obtained by EB-PVD Method for Orthopedic Applications," 2025 IEEE 15th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP), Bratislava, Slovakia, 2025, pp. NRA13-1-NRA13-5, https://doi:10.1109/NAP68437.2025.11216241.

2. Functional silver and copper nanocoatings on medical implants deposited by the EB-PVD method / O. Gornostai та ін. Зварювання та споріднені технології для відновлення України, Київ, Україна, 27 листоп. 2025 / ред. О. Зельніченка. Київ : ТОВ «Видавничий Дім «Патон», 2025. С. 48. URL: https://doi.org/10.37434/WRT2025.10.

3. Magnesium-based biomedical coatings for implants: potential and challenges / O. Gornostai та ін. Ukrainian Conference with International Participation “CHEMISTRY, PHYSICS AND TECHNOLOGY OF SURFACE” dedicated to the 95th birthday of Academician Oleksii Chuiko 28-29 May, 2025 Kyiv Ukraine

4. Mechanical Properties Of Magnesium-Based Alloys For Orthopedic Applications / M. KHOKHLOV, O. GORNOSTAI, M. DYMAN. International Young Scientists Conference on Materials Science and Surface Engineering September 24-26, 2025 Lviv, Ukraine

5. Magnesium-based Alloys with Functional Silver and Copper Nanocoatings Obtained by EB-PVD Method for Orthopedic Applications / M. Khokhlov et al. “Nanomaterials: Applications & Properties 2025” : 2025 IEEE 15th International Conference, Bratislava, 7–12 September 2025. Bratislava, 2025. P. 478.

6. Подано заявок на отримання охоронного документу на ОПІВ України «Спосіб отримання біорезорбційних магнієвих сплавів системи магній-цинк-галій-кальцій для тимчасових імплантатів». Патент (корисна модель). Реєстраційний номер заявки U 2025 03180(22) Дата подання 01.07.2025. Хохлов Максим Андрійович, Хохлова Юлія Анатоліївна, Максимчук Ігор Миколайович, Горностай Олексій Володимирович

7. Акт впровадження пошукової наукової розробки: «Методи біомеханічно обгрунтованої модифікації поверхні систем остеосинтезу переломів тазових кісток за допомогою магнієвого сплаву з додаванням наночастинок срібла та міді».

8. Презентація та дисемінація результатів. Проміжні результати досліджень були наглядно продемонстровані в репортажі програми Факти телеканалу ICTV присвяченому дням науки https://www.youtube.com/watch?v=Jliefqr8V1A.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Крівцун Ігор Віталійович
д. т. н., 05.09.10

Перелік осіб-виконавців

Войнарович Сергій Григорович
(к. т. н., старший науковий співробітник, 05.03.06)

Горностай Олексій Володимирович
(к. т. н., н.с)

Калюжний Сергій Миколайович
(к. т. н.)

Максимчук Ігор Миколайович
(к. ф.-м. н., 01.04.07)

Мотруніч Святослав Ігорович
(к.т.н., с.д., 05.03.06)

Фомін Олександр Олександрович
(к. мед. н., 14.01.09)

Фоміна Надія Сергіївна
(к. мед. н., доц., 03.00.07)

Хохлов Максим Андрійович
(к. т. н., старший науковий співробітник)

Хохлова Юлія Анатоліївна
(к. т. н., старший науковий співробітник)

Відповідальний за підготовку облікових документів Панченко Тетяна Володимирівна

Телефон

Реєстратор Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Тетяна Анатоліївна