

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0423U100190

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 07-11-2023

Статус: Підтверджена МОН

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: наказ МОН від 21.02.2024 № 220



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Калюжний Сергій Миколайович

2. Sergii M. Kaliuzhnyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8132-3930

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.03.06

Назва наукової спеціальності: Зварювання та споріднені процеси і технології

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 06-12-2023

Спеціальність за освітою: технологія і устаткування відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій

Місце роботи здобувача: 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:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26. 182. 01

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:

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

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:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 81.35.13

Тема дисертації:

1. Мікроплазмове нанесення цирконієвих покриттів на деталі ендопротезів
2. Microplasma Spraying of Zirconium Coatings on Endoprosthetic Parts

Реферат:

1. Дисертація присвячена дослідженню процесу формування покриттів з біосумісними властивостями методом мікроплазмового напилення (МПН) дроту із цирконієвого сплаву марки КТЦ-110. В роботі було встановлено закономірності зміни розміру та швидкості руху диспергованих частинок цирконію в залежності від параметрів режимів МПН та визначено вагомість впливу параметрів режиму напилення на структуру, морфологію і механічні властивості цирконієвих покриттів. Виявлено, що на режимі з мінімальними значеннями параметрів МПН формуються покриття із найбільш пористою структурою з розміром пор від 100 мкм до 300 мкм та об'ємним вмістом пор відносно покриття до $(20,3 \pm 2,0)$ %. Крім того, встановлено, що мікрорельєф поверхні таких покриттів має шорсткість Ra $(52 \pm 3,1)$ мкм, а на піках вершин спостерігаються мікропори розміром до 10 мкм. Показано, що дані покриття відповідають вимогам стандарту міцності зчеплення їх з основою та мають знижений модуль пружності від вихідного матеріалу. У випадку знаходження покриття в зоні стиску його модуль пружності становить $(12,1 \pm 0,9)$ ГПа та в зоні розтягу $(6,4 \pm 0,8)$ ГПа. Підтверджено, що цирконієві покриття мають кращу корозійну стійкість в розчині Рінгера із

ефективністю захисту їх поверхневих шарів на 50 % вищу, ніж в аналогічних титанових покриттях. Дослідження цитотоксичності *in vitro* показало безпечність застосування цирконієвих покриттів на поверхнях деталей ендопротезів. На підставі проведених досліджень розроблено основні науково-технологічні рекомендації щодо вибору параметрів режиму МПН пористих цирконієвих покриттів з біосумісними властивостями на поверхні імплантатів різних розмірів і типів. Розроблені цирконієві покриття, які формуються методом МПН, схвалені лікарями-ортопедами Інституту травматології та ортопедії НАМН України і були рекомендовані до застосування при виробництві деталей ендопротезів кульшового суглоба із титанового сплаву марки VT6 з метою підвищення їх біосумісності.

2. The thesis is devoted to the study of the process of forming coatings with biocompatible properties by the microplasma spraying (MPS) method of a zirconium alloy KTC-110 wire. In the work, the patterns of changes in the size and speed of movement of dispersed zirconium particles were established depending on the parameters of the MPS modes, and the importance of influence of the spraying process parameters on the structure, morphology and mechanical properties of zirconium coatings was determined. It was found that in the mode with minimum values of MPS parameters, coatings with the most porous structure are formed with pore sizes from 100 μm to 300 μm and a volume content of pores relative to the coating of up to $(20.3 \pm 2.0) \%$. In addition, it was found that the microrelief of the surface of such coatings has a roughness of Ra of $(52 \pm 3.1) \mu\text{m}$, and micropores up to 10 μm in size are observed at the peaks of the relief. It is shown that these coatings meet the requirements of the bond strength standard and have a reduced modulus of elasticity from the original material. If the coating is in the compression zone, its modulus of elasticity is $(12.1 \pm 0.9) \text{GPa}$, and in the tension zone it is $(6.4 \pm 0.8) \text{GPa}$. It was confirmed that zirconium coatings have better corrosion resistance in the Ringer's solution, with the effectiveness of protecting their surface layers 50% higher, than in similar titanium coatings. An *in vitro* cytotoxicity study showed the safety of using zirconium coatings on the surfaces of endoprosthetic parts. Based on the conducted research basic scientific and technological recommendations were developed regarding the selection of the MPS mode parameters of porous zirconium coatings with biocompatible properties on the surface of implants of various sizes and types. The developed zirconium coatings, which are formed by the MPS method, were approved by orthopedists of the Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine and were recommended for use in the production of parts of hip joint endoprostheses from grade VT6 titanium alloy in order to increase their biocompatibility.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0118Г005296; 0117U004951; 0117U001265; 0121U112006

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:

- 1. Voinarovych S., Alontseva D., Kyslytsia O., Khozhanov A., Krasavin A., Kaliuzhnyi S., Kolesnikova T. Fabrication and characterization of Zr microplasma sprayed coatings for medical applications. *Advances in Materials Science*. 2021. Vol. 2, No 21. P. 93-105. (Web of Science). <https://doi.org/10.2478/adms-2021-0013>
- 2. Moltasov A., Dyman M., Kaliuzhnyi S., Mossokovska I., Voinarovych S., Kyslytsia O., Koitchev E. Dependence of the elasticity modulus of microplasma coatings made of titanium grade VT1-00 and zirconium grade KTC-110 on their porosity. *Series on Biomechanics*. 2022. Vol. 36, No 2. P. 141-152. (Scopus). <https://doi.org/10.7546/sb.36.2022.02.14>
- 3. Woźniak A., Staszuk M., Reimann Ł., Białas O., Brytan Z., Voinarovych S., Kyslytsia O., Kaliuzhnyi S., Basiaga M., Admiak M. The influence of plasma-sprayed coatings on surface properties and corrosion resistance of 316L stainless steel for possible implant application. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. 2021. Vol. 21, No 4. P. 1-21. (Scopus). <https://doi.org/10.1007/s43452-021-00297-1>

- 4. Voinarovych S. G., Alontseva D. L., Khozhanov A. R., Krasavin A. L., Kyslytsia A. N., Kalyuzhny S. N. Effect of microplasma spraying parameters on the loss of sprayed Zr wire and coating porosity. *Recent Contributions to Physics*. 2021. Vol. 79, No. 4. P. 82-96. <https://doi.org/10.26577/rcph.2021.v79.i4.10>
- 5. Калюжний С. М., Савицький В. В., Войнарович С. Г., Кислиця О. М., Файзраманов З. Г. Експериментальне визначення швидкості руху цирконієвих частинок при мікроплазмовому напиленні. *Автоматичне зварювання*. 2023. №3. С. 20-26. <https://doi.org/10.37434/as2023.03.04>
- 6. Dyman M., Moltasov A., Kaliuzhnyi S., Kyslytsia O., Tsymbalista T. Research of the structure and mechanical properties of microplasm porous coatings for biomedical purposes. *Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science UJMEMS*. 2022. Vol. 4, No 8. P. 14-21. <https://doi.org/10.23939/ujmems2022.04.014>
- 7. Войнарович С. Г., Алонцева Д. Л., Кислиця О. М., Калюжний С. М., Цимбаліста Т. В., Димань М. М. Мікроплазмове напилення покриття з використанням цирконієвого дроту. *Автоматичне зварювання*. 2022. №9. С. 45-50. <https://doi.org/10.37434/as2022.09.08>
- 8. Dyman M., Moltasov A., Kalyuzhny S. Calculation and experimental procedure for determining the modulus of elasticity of porous coatings on a substrate during bending. Part 1. Theoretical foundations. *Mechanics and Advanced Technologies. Section Mechanics*. 2022. Vol. 6, No 2. P. 139-142. <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2022.6.2.261923>
- 9. Dyman M., Moltasov A., Kalyuzhny S. Calculation and experimental procedure for determining the modulus of elasticity of porous coatings on a substrate during bending. Part 2. Experimental research. *Mechanics and Advanced Technologies. Section Mechanics*. 2022. Vol 6, No 3. P. 262-268. <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2022.6.3.262805>
- 10. Молтасов А. В., Войнарович С. Г., Димань М. М., Калюжний С. М., Бурбурська С. В. Методи запобігання ефекту екранування напружень в системі імплантат-кістка (ОГЛЯД). *Автоматичне зварювання*. 2023. №1. С. 38-46. <https://doi.org/10.37434/as2023.01.06>
- 19. Ревізійний стеговий компонент ендопротеза з безцементною фіксацією: пат 150555, Україна: А61F2/32, Г. В. Гайко, В. М. Підгаєцький, О. М. Сулима, С. Г. Войнарович, С. М. Калюжний, Т. М. Велика. № u202105365; заявл. 22.09.2021; опубл. 02.03.2022, Бюл. №9. 5 с.
- 20. Ревізійна безцементна ацетабулярна система ендопротеза кульшового суглоба: пат. 150554, Україна: А61F2/36, Г. В. Гайко, В. М. Підгаєцький, О. М. Сулима, С. Г. Войнарович, С. М. Калюжний, Т. М. Велика. № u202105364; заявл. 22.09.2021; опубл. 02.03.2022, Бюл. №9. 6 с.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

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. Войнарович Сергій Григорович

2. Sergii G. Voinarovych

Кваліфікація: к.т.н., с.н.с., 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:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ульянчич Наталія Володимирівна

2. Nataliia V. Ulyanchich

Кваліфікація: к.т.н., 05.02.01

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. Кржижановського, буд. 3, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Смирнов Ігор Володимирович

2. Ihor V. Smirnov

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.03.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1818-7403

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

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

Лобанов Леонід Михайлович

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

Лобанов Леонід Михайлович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Махненко Олег Володимирович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна