

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0224U033193

Державний реєстраційний номер: 0122U002140

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-12-2024

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розроблення металооксидних покриттів на титанових сплавах із підвищеною зносостійкістю та трибологічними характеристиками

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, м. Львів, Львівська обл., 79060, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380322637049, 380322633088, 380322637038, 380322649427

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243

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)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 5947.602

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Розроблення металооксидних покриттів на титанових сплавах із підвищеною зносостійкістю та трибологічними характеристиками

Назва роботи англійською:

Development of metal oxide coatings on titanium alloys with high wear resistance and tribological characteristics

Реферат українською:

Основні результати роботи – проведено термодинамічний аналіз реакцій взаємодії електролітної плазми з попередньо азотованим та карбідизованим титаном. Потужні розрядні канали, що утворюються в процесі синтезу оксидокерамічних покриттів на азотованому та карбідизованому титані, приводять до утворення монооксидів, оксидів та гідридів вуглецю і азоту. Це є причиною утворення поруватої структури синтезованих покриттів та знижує їх мікротвердість. Вперше розроблено зносостійкі комбіновані покриття на титановому сплаві поєднанням дифузійного поверхневого насичення азотом з наступним вакуумно-дуговим напиленням шару нітриду титану або нітриду цирконію. Встановлено, що наявність твердого дифузійного підшару підвищує зносостійкість титанового сплаву зміцненого комбінованими покриттями у 2–4 рази завдяки меншій пружній деформації покриття під час фрикційної взаємодії. Розроблено комбіновані покриття на титановому сплаві електродуговим напиленням покриття (ЕДП) із алюмінієвого сплаву з наступним синтезом на ньому оксидокерамічного шару (ПЕО) на основі корунду. Встановлено, що при його фрикційній взаємодії із контртілом коефіцієнт тертя, температура триборозігріву та знос контртіла зменшується при зростанні твердості контртіла. Показано, що при фрикційній взаємодії пар тертя ПЕО шар на ЕДП Д16 (ПЕО шар із включеннями міді) – сталь у середовищі оливи І20 з гліцерином реалізується ефект вибіркового переносу; на сталій поверхні фіксується плівка із міді, а коефіцієнт тертя знижується на порядок.

Реферат англійською:

The main results of the work are conducted the thermodynamic analysis of the reactions of interaction of electrolyte plasma with pre-nitrided and carbidized titanium. It is shown that powerful discharge channels formed during the synthesis of oxide-ceramic coatings on nitrided and carbidized titanium lead to the formation of monoxides, oxides and hydrides of carbon and nitrogen. This is the reason for the formation of a porous structure of the synthesized coatings and reduces their microhardness. For the first time, wear-resistant combined coatings on a titanium alloy have been developed by combining diffusion surface saturation with nitrogen followed by vacuum-arc spraying of a nitride layer of titanium or zirconium nitride. It has been established that the presence of a hard diffusion sublayer increases the wear resistance of a titanium alloy reinforced with combined coatings by 2–4 times due to lower elastic deformation of the coating during frictional interaction. Developed combined coatings on titanium alloy have been developed by electric arc spraying (EAS) of aluminum alloy coating with subsequent synthesis of corundum-based oxide-ceramic layer (plasma electrolytic treatment – PET) on it. It has been established that during its frictional interaction with the counterbody, the friction coefficient, temperature of three-beard heating and wear of the counterbody decrease with increasing counterbody rigidity. It has been shown that during frictional interaction of friction pairs PET layer on EAS D16 (OCL layer with copper inclusions) – steel in I20 oil with glycerin, the selective transfer effect is realized; a copper film is fixed on the steel surface, and the friction coefficient decreases by an order of magnitude.

Індекс УДК: 669.295

Коди тематичних рубрик: 81.29.09.21

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:Погрелюк Ірина Миколаївна

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Зносостійкі композиційні покриття сформовані поєднанням технологією дифузійного насичення, плазмоелектролітного оксидування та електроіскрового легування на поверхні титанових сплавів

Назва НТП англійською: Wear-resistant composite coatings are formed by a combination of diffusion saturation technology, plasma electrolytic oxidation and electric spark alloying on the surface of titanium alloys.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук (матеріалознавство, інженерія поверхні)

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблено загальні принципи формування на поверхні титанових сплавів зносостійких композиційних покриттів поєднанням технології дифузійного насичення плазмо електролітного оксидування та електроіскрового легування. Визначені експлуатаційні характеристики отриманих покриттів.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 02.2024

Закінчення етапу: 10.2024

Споживачі продукції: Машинобудівні та ремонтні підприємства.

Перспективні ринки: Україна, країни ближнього зарубіжжя

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. Corrosion behavior of near-alpha titanium alloy fabricated by additive manufacturing. / Lavrys S., Pohrelyuk I., Veselivska H., Skrebtsov A., Kononenko J., Marchenko Y. Materials and Corrosion. 2022. Vol. 73 (12). P. 2063–2070.

<https://doi.org/10.1002/maco.202213105>

2. Tribological behavior of porous titanium after thermal oxidation. / Lavrys S.M., Pohrelyuk I.M., Luk'yanenko A.G. and Dzhugan A.A. Materials Science. 2022. Vol. 57(6). P. 858–864. <https://doi.org/10.1007/s11003-022-00618-6>
3. Morphology of hydroxyapatite coatings formed on VT1-0 titanium as a result of combined treatment / O.V. Tkachuk, R.V. Proskurnyak, M.Ya. Holovchuk, Materials Science. 2022. 58, No 1. P.75–79. <https://doi.org/10.1007/s11003-022-00633-7>
4. Abrasive wear resistance and tribological characteristics of pulsed hard anodized layers on aluminum alloy 1011 in tribocontact with steel and ceramics in various lubricants / Student M., Pohrelyuk I., Padgurskas J., Rukuiža R., Hvozdet's'kyi V., Zadorozhna Kh., Veselivska H., Student O., Tkachuk O. Coatings. 2023. Vol. 13, Iss. 11. Article 1883. <https://doi.org/10.3390/coatings13111883>.
5. Comparative characterization of arc-PVD ZrN and PEO hydroxyapatite coatings on pure Ti-6Al-4V substrates for biomedical applications / Garkusha I.E., McCulloch C.A., Nowakowska-Langier K., Podhurska V.Ya., Proskurnyak R.V. Problems of Atomic Science and Technology. 2023. № 6. P. 79–82. <https://doi.org/10.46813/2023-143-079>
6. Gas nitriding of the near-beta-titanium alloy / Luk'yanenko A.G., Pohrelyuk I.M., Fedirko V.M., Molyar A.G., Trush V.S., Kravchyshyn T.M. Archives of metallurgy and materials. 2023. 68 (2). P. 431–438. <https://doi.org/10.24425/amm.2023.142419>
7. Influence of concentration of sulfuric and hydrochloric acids on corrosion resistance of porous titanium / Shliakhetka K., Pohrelyuk I., Chumalo H., Proskurnyak R., Lavrys S., Veselivska H. Journal of Materials Science. 2023. Vol. 58, No. 38. P. 15047–15060. <https://doi.org/10.1007/s10853-023-08964-9>
8. Influence of Electrospark Coatings of Tool on Force Indices of Milling of Wooden Materials / Holubets V.M., Hvozdet's'kyi V.M., Pashechko M.I., Shpuliar Y.S. Materials Science. 2023. 58(6). P. 808–813. <https://doi.org/10.1007/s11003-023-00734-x>
9. Influence of Plasma Electrolytic Oxidation of Cast Al-Si Alloys on Their Phase Composition and Abrasive Wear Resistance / Student M., Pohrelyuk I., Padgurskas J., Kovalchuk I., Kychma A. Coatings. 2023. 13(3). P. 637–641. <https://doi.org/10.3390/coatings13030637>
10. Investigation of the Corrosion Resistance of Porous Permeable Materials with Protective Coatings / Povstyanoy O., Imbirovych N., Posuvailo V., Zabolotnyi O., Artyukh T. Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2023. P. 306–316. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16651-8_29
11. Tribological Characteristics of PEO Layers Synthesized on Al-Ti-Cu Coatings / Student M.M., Pohrelyuk I.M., Hvozdet's'kyi V.M., Zadorozhna Kh.R., Veseliv's'ka H.H. Materials Science. 2023. Vol. 58, Iss. 4. P. 488–493. <https://doi.org/10.1007/s11003-023-00689-z>
12. Improving the Wear-Resistance of BT22 Titanium Alloy by Forming Nano-Cellular Topography via Laser-Thermochemical Processing / Oleksandr Tisov, Alina Yurchuk, Mychaylo Pashechko, Iryna Pohreliuk, Dariusz Chocyk, Myroslav Kindrachuk // Materials 2023, 16, 3900. <https://doi.org/10.3390/ma16113900>
13. Kinetics of Gas Carburizing of Zr-1%Nb Alloy / V.S. Trush, I.M. Pohrelyuk, A.G. Lyk'yanenko, T.M. Kravchyshyn, V.M. Fedirko, V.M. Korendii, I.V. Kovalchuk. Materials Science. 2024. Vol. 59. P. 623–629.
14. Effect of surface modification by nitrogen and oxygen on mechanical performance of Zr-1%Nb alloy / V.S. Trush, P.I. Stoev, V.M. Fedirko, M.A. Tikhonovsky, I.M. Pohrelyuk, A.G. Luk'yanenko, S.M. Lavrys, A.E. Stetsko, V.M. Korendiy, I.Z. Butryns'kyi. Problems of Atomic Science and Technology. 2024. № 2 (150). P. 96–100.
15. Tribological Characteristics of Titanium after Combined Treatment / I.M. Pohrelyuk, M.M. Student, Kh.R. Zadorozhna, S.M. Lavrys, T.M. Kravchyshyn, I.V. Kovalchuk. Materials Science. 2024. 59(6). P. 746–753.

16. Wear resistance and antibacterial properties of 3D-printed Ti6Al4V alloy after gas nitriding / Matijošius T., Pohrelyuk I., Lavrys S., Staišiūnas L., Selskienė A., Stičinskaitė A., Ragelienė L., Smailys A., Andriušis A., Padgurskas J. Tribology International. 2024. Vol. 197. No. 109839.
17. Features of microstructural evolution and corrosion behavior of Ti6Al4V titanium alloy fabricated from elemental powder blends / S. Lavrys, I. Pohrelyuk, D. Savvakina, K. Shliakhetka, M.-O. Danyliak. Key Engineering Materials. 2024. Vol. 973. P. 29–35
18. Лаврись С.М., Погрелюк І.М. Вплив режиму азотування, суміщеного з термічним обробленням, на поверхневе зміцнення титанового сплаву. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2022. №2. С. 53–58.
19. Морфологія та корозійні властивості гідроксиапатитного покриття, сформованого на попередньо азотованому титановому сплаві ВТ6 / Погрелюк І.М., Ткачук О. В., Проскурняк Р. В., Кузнецов О.В., Гніліцький Я.М. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2022. № 6. С. 89–95.
20. Ткачук О.В., Проскурняк Р.В., Головчук М.Я. Морфологія гідроксиапатитних покриттів, сформованих на титані ВТ1-0 за комбінованого оброблення. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2022. № 1. С. 71–75.
21. Вплив складу електроліту для твердого анодування алюмінію на корозійну тривкість синтезованих покриттів / Веселівська Г.Г., Гвоздецький В.М., Студент М.М., Задорожна Х.Р., Дзьоба Ю.В. Фіз.-хім. механіка матеріалів. 2023. 59, №2. С. 103–108.
22. Електрохімічні властивості плазмоелектролітно окисдованих алюмінієвих покриттів, напилених на магнієвому сплаві МА5 / Веселівська Г.Г., Студент М.М., Посувайло В.М., Задорожна Х.Р., Чугай О.М. Фіз.-хім. механіка матеріалів. 2023. 59, №1. С. 53–58.
23. Оцінювання ефективності газового азотування двофазних титанових сплавів / Погрелюк І.М., Лаврись С.М., Труш В.С., Лук'яненко О.Г., Кравчишин Т.М. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2023. №1. С. 5–13.
24. Поверхневе модифікування титану окисдуванням з подальшим електроіскровим легуванням графітовим електродом / Погрелюк І.М., Студент М.М., Задорожна Х.Р., Труш В.С., Кравчишин Т.М. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2023. №3. С. 93–99.
25. Трибологічні характеристики титану після комбінованого оброблення / Погрелюк І., Студент М., Задорожна Х., Лаврись С., Кравчишин Т., Ковальчук І. Фіз.-хім. механіка матеріалів. 2023. 59, №6. С.95–102.
26. Фазовий склад, структура та властивості електроіскрових покриттів на титані / І.М. Погрелюк, В.С. Труш, Х.Р. Задорожна, Я.Я. Сірак. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2024. 60, №3. С. 41–47.
27. Структурні особливості та зносотривкість покриття TiAlN, сформованого на сплаві Ti-6Al-4V поєднанням методів електродугового напилення та газового азотування / О.В. Ткачук, В.М. Гвоздецький, М.М. Студент, Х.Р. Задорожна, І.В. Ковальчук, І.М. Погрелюк. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2024. № 4. С. 60–67.
28. Вплив структури титану, виготовленого за перспективними технологіями, на корозійну тривкість / Лаврись С.М., Погрелюк І.М., Білони́к І.М., Дани́ляк М.-О.М., Білони́к Д.І., Клімова А., Шляхетка Х.С. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2024. 60, №5. С. 38–44.
29. Вплив вихідної структури високоміцного титанового сплаву на поверхневе зміцнення та шорсткість після обкочування. Вплив структури титану, виготовленого за перспективними технологіями, на корозійну тривкість / Лаврись С.М., Погрелюк І.М., Шейкін С.Є., Ростоцький І.Ю. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2024. 60, №6. С.
30. Метод електродугового напилення покриттів для відновлення деталей машин та конструкцій / Г.В. Чумало, Н.З. Мозола, Т.І. Артим, Р.М. Юркевич, В.І. Топчій. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2024. 60, № 6. С.
31. Formation of peo coating on Ti-6Al-4V alloy with hardened diffusion layer / Tkachuk O., Pohrelyuk I., Proskurnyak R., Kazek-Kesik A. XVI International Conference «Problems of corrosion and corrosion protection of

materials» (November 15-17, 2022). Lviv, Ukraine. 2022. P. 64.

32. Фрикційні властивості титану після комбінованого оброблення / Задорожна Х., Погрелюк І., Студент М., Труш В. Шістнадцятий міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: Праці. Львів: Кінпатрі ЛТД, 2023. С. 4-5.
33. Корозійні властивості оксидокерамічних покриттів синтезованих на сплавах Д16 та АМг5 / Посувайло В., Білий Л., Івашків В., Ковальчук І. Матеріали та технології в інженерії (МТІ-2023). Інженерія, матеріали, технології, транспорт (Луцьк, Україна, 16-18 травня 2023) : збірник наукових доповідей міжнародної конференції. Луцьк: ЛНТУ, 2023. С. 208-210.
34. Про триботехнічні характеристики пари тертя «азотований ВТ6/РЕ-UHMW» / Шейкін С.Є., Ростоцький І.Ю., Погрелюк І.М., Лаврись С.М. Інженерія поверхні та реновація виробів: матеріали 23-ї Міжнар. наук.-техн. конф. (20-22 червня, 2023 р.). Київ, Україна: АТМ України, 2023. С. 90-92.
35. Проскурняк Р.В., Ткачук О.В. Вплив напруги осадження на формування кальцій-фосфатних покриттів на титані. Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування: тези доповідей Дванадцятої конференції молодих вчених та спеціалістів (19-20 жовтня 2023 р., м. Київ). Київ: ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 2023. С. 77.
36. Proskurniak R., Tkachuk O. Deposition of calcium phosphate coating on titanium depends on electrolyte composition. Materials Science and Surface Engineering (MSSE2023): Proceedings of International Young Scientists Conference, (27-29 September 2023, Lviv). Lviv, 2023. P. 76-79.
37. Lavrys S.M., Pohrelyuk I.M. Effect of the surface nanocrystallization on the gas nitriding of two-phase titanium alloy. Nanotechnology and Nanomaterials NANO-2023: Abstract book of Int. Research and Practice Conf. (16-19 August 2023). Bukovel, Ukraine: LLC APR Polygraph Service, 2023. P. 473.
38. Crystal structure of oxide ceramic coatings formed on VT5 and VT14 titanium alloys / Posuvailo V.M., Koval'chuck I.V., Ivasenko I.B., Iurkevych R.M. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials", Bukovel, Ukraine. 16-19 of August 2023. P. 463
39. Improving corrosion resistance of additively manufactured Ti6Al4V titanium alloy by post heat treatment / S. Lavrys, M.-O. Danyliak, I. Pohrelyuk, O. Tkachuk. Procedia Structural Integrity. 2024. Vol. 53. P. 246-253.
40. Лаврись С.М., Погрелюк І.М., Яценко А.О. Вплив режиму азотування, суміщеного з термічним обробленням, на поверхневе зміцнення сплаву ВТ22. Нові Матеріали і Технології в Машинобудуванні : матеріали XV Міжнар. наук.-техн. конф., (25-26 квітня 2024 р. Київ, Україна). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. С. 248-249.
41. Chornenkyi A.B., Datsko B.M., Lavrys S.M. Relationship between stress concentration and stress intensity factors in sharp or rounded V-notches in orthotropic plane. "welding and related technologies" VII International conference (7-10 October 2024, Yaremche, Ukraine) : Abstracts of plenary and poster papers. Kyiv: E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU, International Association "Welding", 2024. P. 14.
42. Lavrys S., Pohrelyuk I., Sheykin S., Rostotskii I. Effect of the surface nanocrystallization on the gas nitriding of two-phase titanium alloy. Nanomaterials: Applications & Properties (IEEE NAP-2024): Book of Abstracts 14th Int. Conf. (08-13 September 2024. Riga, Latvia). Riga: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2024. Conference Track: "Multifunctional Thin Films & Coatings" ID 04mtfc-13.
43. Технологія створення жаростійких оксидокерамічних покриттів на Al, Ti та Zr сплавах методом плазмо-електролітного оксидування / Погрелюк І.М., Юркевич Р.М., Посувайло В.М., Ковальчук І.В., Болкот П.А. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ: Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції (Львів, 15-16 травня 2024 р.). Львів: НАСВ, 2024. С. 61.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Назарчук Зіновій Теодорович

д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Баранецький Володимир Степанович

Веселівська Галина Григорівна

(к. т. н.)

Виля Ярослав Іванович

Гвоздецький Володимир Миколайович

(к.т.н.)

Двулят Ігор Мар'янович

Дзьоба Юрій Васильович

Задорожна Христина Романівна

(к. т. н.)

Ковальчук Ігор Васильович

(к.т.н.)

Кордюкевич Мирон Олексійович

Кравчишин Тарас Миронович

(к.т.н.)

Краєвський Петро Петрович

Лаврись Сергій Мирославович

(к.т.н.)

Лук'яненко Олександр Генадійович

(к.т.н.)

Погрелюк Ірина Миколаївна

(д. т. н., 05.02.01)

Посувайло Володимир Миколайович

(к. т. н.)

Проскурняк Роман Васильович

(к.т.н.)

Ріпка Семен Степанович

Студент Михайло Михайлович

(д. т. н., 05.02.01)

Сірак Ярина Ярославівна

(к.т.н.)

Ткачук Олег Володимирович

(к.т.н.)

Труш Василь Степанович

(к. т. н.)

Федірко Віктор Миколайович

(д. т. н.)

Чабан Орест Степанович

Чумало Галина Василівна

(к. т. н.)

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Телефон

Реєстратор

Заліско Михайло Іванович

+38 (032) 229-65-75

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

