Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101912

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-12-2023

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/1824 від 27.02.2024

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Могилко Владислав Віталійович
2. Vladyslav V. Mohylko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID 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: Матеріалознавство

Дата захисту: 09-02-2024

Спеціальність за освітою: Матеріалознавство

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.73; ID 3815

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:

Сектор науки: Університетський

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

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:

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 53.49.09.21, 55.20.23, 81.33.35.17, 81.09

Тема дисертації:

1. МЕХАНІЧНІ ТА КОРОЗІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ, СИНТЕЗОВАНИХ УЛЬТРАЗВУКОВОЮ УДАРНОЮ ОБРОБКОЮ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ Ti, Cu, Al

2. MECHANICAL AND CORROSION PROPERTIES OF COMPOSITE COATINGS SYNTHESIZED BY ULTRASONIC IMPACT TREATMENT OF ALLOYS BASED ON Ti, Cu, Al

Реферат:

1. Дисертація присвячується вирішенню актуальної науково-технічної задачі – покращенню механічних та корозійних властивостей поверхні сплавів на основі кольорових металів (Ti, Cu і Al) шляхом ультразвукового ударного синтезу високоміцних композиційних покриттів. Використання високоміцних дисперсних порошків Si3N4, Al2O3 та SiC під час ультразвукової ударної обробки сплавів ВТ6 та ЛС59-1 дозволило

синтезувати композиційні покриття із підвищеною до 4–5 разів мікро- та інструментальною твердістю і корозійною стійкістю, товщина яких визначається механічними властивостями вихідного сплаву та тріщиностійкістю порошку. Синтезовані таким чином покриття мають градієнтну структуру: ущільнений шар подрібненого порошку; композиційний шар (матричний сплав армований частинками порошку); область деформаційного зміцнення з модифікованим фазовим складом. Ультразвукова ударна обробка з порошком □-Si3N4 гальмує високотемпературне окиснення поверхні сплаву ВТ6: втрата маси після 50 годин циклічного відпалу на повітрі за температури 650 °С зменшується вдвічі, порівняно із вихідним станом, завдяки механічному легуванню подрібненими частинками порошку до глибини ~16 мкм, прискореному масопереносу та частковому спіканню компонентів синтезованого покриття. Такий результат обумовлюється тим, що □-Si3N4 та Ti мають однаковий тип кристалічної ґратки з близькими параметрами (для Ti – a = 0,2951 нм, для □-Si3N4 – c = 0,2909 нм). Дана модифікація нітриду кремнію характеризується також досить високою стійкістю до теплових ударів, що забезпечує низький рівень термічних напружень під час циклічного відпалу. Комбінована дія ультразвукової ударної обробки поверхні сплаву ВТ6 з порошком Al2O3 та відпалу за температури 650 °С дозволила сформувати захисне композиційне покриття із покращеними властивостями порівняно із вихідним станом: збільшеною у ~4 рази інструментальною твердістю (до 12,8 ГПа); зменшеним в ~2,5 рази коефіцієнтом тертя та зменшеними в ~20 разів втратами на зношування; покращеним у ~1,5 рази та в ~6,5 разів опором окисненню за підвищених температур і в середовищі 3,5% NaCl, відповідно. УЗУО-синтез покриття з порошком Al2O3 дозволив збільшити твердість поверхні двофазної латуні ЛС59-1 до ~5,3 ГПа, при цьому ефект зміцнення досягає □4 разів, порівняно із вихідним станом. Використання порошку SiC покращило ефект зміцнення до ~5 разів, значення мікротвердості складають ~5,65 ГПа та ~6,7 ГПа для фракцій 28 мкм–40 мкм та 160 мкм–200 мкм, відповідно. Для випадку застосування порошку SiC більшої фракції зростає опір до окисного руйнування з утворенням фази ZnO (за даними рентгенофазових досліджень відсотковий вміст останньої зменшується з 23% до 10%). Зростання мікротвердості поверхні латуні ЛС59-1 після УЗУО з порошком SiC обумовлене комбінованим впливом процесів армування високоміцними карбідними частинками, диспергування зеренної структури матричних складових (до ~70 нм та ~50 нм для □-та □-фаз, відповідно) та фазовим перетворенням □□□ (із зменшенням втричі кількості □-фази); загальна товщина деформованого шару складає ~500 мкм. Електроіскрове легування титаном сплаву АМг6 з подальшою ультразвуковою ударною обробкою забезпечило, порівняно із вихідним станом, зростання мікротвердості приповерхневих шарів до ~3 разів та захисної ефективності від корозії (у сольовому розчині 3,5% NaCl) на 26% завдяки твердорозчинному (Ti-Al) та дисперсійному (інтерметалідні та оксидні фази Ti і Al) зміцненню, а також формуванню бімодальної структури з ультрадисперсними зернами. Інтенсивність зміцнення після ЕІЛ□УЗУО та УЗУО складає 33,2 МПа/мкм та 13,6 МПа/мкм, відповідно, тобто збільшується майже втричі. Причому саме деформаційний вплив УЗУО обумовлює утворення областей фрагментованої мікроструктури у поверхневих шарах сплаву АМг6, де кожен фрагмент характеризується високим значенням середньої густини дислокацій. Середня товщина модифікованого/синтезованого шару зі значним вмістом титану та кисню становить близько 11 мкм, а загальна глибина інтенсивного проникнення останнього досягає 32 мкм. Встановлені в роботі закономірності формування термічно- та механічно-індукованих градієнтних структурно-фазових станів у приповерхневих шарах промислових сплавів ВТ6, ЛС59-1, АМг6 під дією інтенсивної пластичної деформації відкривають перспективи створення інноваційних технологій інженерії металевої поверхні.

2. The dissertation is devoted to the solution to a current scientific and technical problem – improving the mechanical and corrosion properties of the surface of alloys based on non-ferrous metals (Ti, Cu and Al) by ultrasonic impact synthesis of high-strength composite coatings. The use of high-strength dispersed Si3N4, Al2O3 and SiC powders during the ultrasonic impact treatment of Grade5 and CuZn38Pb1 alloys allows the synthesis of composite coatings with increased micro- and instrumental hardness up to 4-5 times and corrosion resistance compared to the initial state. The thickness of these coatings is determined by mechanical properties of the alloy and the crack resistance of the powder. The coatings obtained in this way have a gradient structure and consist of compacted layer of crushed powder, composite layer (matrix alloy reinforced with powder particles) and area of

the strain hardening with modified phase composition. The ultrasonic impact treatment with □-Si3N4 powder inhibits high-temperature oxidation of the surface of the Grade5 alloy: mass loss after 50 hours of cyclic annealing in air at a temperature of 650 °C is reduced by two times, compared to the initial state, due to the mechanical alloying of the surface layers of alloys with crushed particles to a depth of ~16 μm, accelerated mass transfer and partial sintering of the components of the synthesized coating. This result is due to the fact that □-Si3N4 has a hexagonal lattice type, like the metal matrix and close values of periods (parameter a is 2.951 Å for Ti, and 2.909 Å for □-Si3N4). In addition, this modification of the silicon nitride is characterized by a fairly high resistance to thermal impacts, which can provide a low level of thermal stress during cyclic annealing. The combined effect of ultrasonic impact treatment of the surface of the Grade5 alloy with Al2O3 powder and the subsequent heat treatment at the temperature of 650 °C allows: a 4-factor increase of the nanohardness (up to ~12.8 GPa) and a 2.5-factor reduction of the coefficient of friction during ~30 test cycles and significantly reduce wear rate; a 1.5-factor increase of the heat resistance; to increase by ~6.5 times the resistance to corrosion in the 3.5% NaCl environment, compared to the initial state. The USIT-synthesis of the coating using the Al2O3 oxide powder allows an increase of the hardness of the surface of two-phase CuZn38Pb1 brass to ~5.3 GPa, the strengthening effect reaches □4 times that of an initial state. The use of SiC powder makes it possible to achieve a strengthening effect that is ~5 times greater than the original; the microhardness values are ~5.65 GPa and ~6.7 GPa for fractions 28 μm–40 μm and 160 μm–200 μm, respectively. An increase in the fraction of SiC powder improves the resistance to oxidative destruction and the formation of the ZnO phase (by X-ray phase studies the percentage content of the latter decreases from 23% to 10%). The microhardness of the surface of CuZn38Pb1 brass after USIT with SiC powder is further increased by the complex influence of the processes of reinforcement with high-strength carbide particles, refinement of the grain structure of matrix components (up to ~70 nm and ~50 nm for □- and □-phases, respectively) and phase transformation □□ □ (with a three-factor decreasing in the amount of the □-phase); the total depth of deformation influence is close to 500 μm. Electrospark alloying of the surface of the 5083 alloy with titanium followed by ultrasonic impact treatment provides an increase of the microhardness of up to ~3 times and 26% increase in the corrosion resistance efficiency (in a 3.5% NaCl solution) of near-surface layers, compared to the initial state, due to solid-soluble (Ti-Al) and dispersion (intermetallic and oxide phases of Ti and Al) strengthening, as well as the formation of a bimodal structure with ultradispersed grains. The strengthening intensity after ESA□USIT and USIT is 33.2 MPa/μm and 13.6 MPa/μm, respectively. Moreover, it is the deformation effect of USIT that determines the formation of areas of fragmented microstructure in the surface layers of the 5083 alloy, where each fragment is characterized by a high value of the average density of dislocations. The average thickness of the modified/synthesized layer with a significant content of titanium and oxygen is about 11 μm, and the total depth of intensive penetration of the latter reaches 32 μm. The regularities of the formation of thermally- and mechanically-induced gradient structural-phase states in the near-surface layers of industrial alloys Grade5, CuZn38Pb1 and 5083 under the influence of intense plastic deformation, established in the work, open up prospects for the creation of new progressive surface engineering technologies.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Бурмак А.П., Мордюк Б.М., Сидоренко С.І., Волошко С.М., Могилко В.В. Формування композитних шарів ультразвуковим ударним обробленням латуні ЛС59-1 із використанням армувальних частинок карбіду кремнію. Металофізика та новітні технології. 2022. 44. № 1. С. 97–110.

- Могилко В.В., Бурмак А.П., Волошко С.М., Сидоренко С.І., Мордюк Б.М. Покращення механічних та антикорозійних властивостей поверхні стопу АМг6 електроіскровим леґуванням Ti та високочастотним ударним обробленням. Металофізика та новітні технології. 2022. 44. № 2. С. 223–240.
- Mordyuk B.M., Voloshko S.M., Zakiev V.I., Burmak A.P., Mohylko V.V. Enhanced Resistance of Ti6Al4V Alloy to High-Temperature Oxidation and Corrosion by Forming Alumina Composite Coating, Journal of Materials Engineering and Performance. 2021. 30. № 3. С. 1780–1795.
- Бурмак А.П., Мордюк Б.М., Волошко С.М., Закієв В.І., Могилко В.В. Синтез композитних шарів на латуні ЛС59-1 ультразвуковою ударною обробкою. Металофізика та новітні технології. 2020. 42. № 9. С. 1245–1264.
- Мордюк Б.М., Волошко С.М., Бурмак А.П., Могилко В.В., Ворон М.М. Синтез композиційних покриттів ультразвуковою ударною обробкою титанового сплаву ВТ6, Металофізика та новітні технології. 2019. 41, № 8. С. 1067–1086.
- Могилко В.В., Бурмак А.П., Ворон М.М., Владимирський І.А., Сидоренко С.І., Волошко С.М., Мордюк Б.М. Підвищення жаростійкости стопу ВТ6 формуванням оксидних композитних шарів за ультразвукового ударного оброблення. Металофізика та новітні технології. 2018. 40. № 11. С. 1521–1537.

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0118U000220, 0121U109752

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Волошко Світлана Михайлівна
2. Svitlana M. Voloshko

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.18

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-3170-8362

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:

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Рудь Олександр Дмитрович
2. Oleksandr D. Rud

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-0938-7884

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417331

Місцезнаходження: бульвар Академіка Вернадського, буд. 36, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Єфімов Микола Олександрович
2. Yefimov Mykola O.

Кваліфікація: к. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.13

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:
;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=12782066200;https://scholar.google.ru/citations?user=WI3ha7MAAAAJ&hl=ru

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:

Сектор науки: Академічний

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ямшинський Михайло Михайлович

2. Mykhailo M. Yamshynskyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.16.04

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-2293-2939

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:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мініцький Анатолій Вячеславович

2. Anatolii V. Minitskyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.16.06

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-5767-4071

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:

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Карпець Мирослав Васильович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Карпець Мирослав Васильович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Лапковська Наталія Олександрівна

Реєстратор УкрІНТЕІ

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