Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0221U107230

Державний реєстраційний номер: 0120U100475

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-12-2021

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Одержання багатошарових нітридних покриттів на основі нітридів високоентропійних сплавів при різних умовах осадження

Початок етапу: 01.2021

Закінчення етапу: 12.2021

Вид звітного документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380542334058

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: просп. Перемоги, буд. 10, м. Київ, Київська обл., 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): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 525.324

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Мультишарові захисні покриття з покращеними фізико-механічними властивостями на основі нітридів високоентропійних сплавів

Назва роботи англійською:

Improved physical and mechanical properties multilayer protective coatings based on high-entropy alloy nitrides

Реферат українською:

Об'єкт дослідження – фазовий та елементний склад, мікроструктура, теплові та механічні властивості багатошарових покриттів на основі нітридів високоентропійних сплавів. Мета роботи – встановлення взаємозв'язку між елементним, фазовим і напружено-деформованим станом та термічною стабільністю, механічними і трибологічними властивостями наноструктурних захисних нітридних покриттів, та впливу на них технологічних параметрів осадження. Дослідження включають в себе широкий набір експериментальних методів, а саме:катодно-дугове осадження з парової фази, растрова і просвічуюча електронні мікроскопії, рентгенівська дифракція, рентгенівська фотоелектронна спектроскопія, вимірювання мікро- та нанотвердості та зносостійкості. Основним результатом є те, що було проведено первинні розрахунки та дослідження структурних та субструктурних залежностей нітридних одно- та багатошарових плівок на основі Ti, Zr, Hf, Nb, V, Al, Y, Si, Mo. Було встановлено, що вакансійні дефекти є домінуючим типом дефектів у нітридних покриттях на основі високоентропійних сплавів. Наукова новизна результатів полягає у тому, що було вперше досліджено нітридні покриття на основі високоентропійних сплавів тугоплавких металів до та після опромінення іонами Xe14+ високої енергії 200 МеВ, які продемонстрували високу твердість (33 ГПа), низькі коефіцієнт тертя (0,49) та швидкість зносу (9,71×10-6 мм3м-1Н-1). Проведені експерименти дозволили більш детально вивчити питання щодо природи механізмів утворення радіаційних дефектів та впливу опромінення на дефектну структуру багатоелементних захисних покриттів. Одержана у роботі методика отримання високоентропійних нітридних покриттів на основі тугоплавких металів з однорідною структурою та покращеними фізико-механічними властивостями може бути використана у подальших прикладних дослідженнях для продовження терміну служби металевих інструментів, що експлуатуються в умовах високих температур, швидкостей та навантажень, а також для високошвидкісного фрезерування

Реферат англійською:

The object of research is the phase and elemental composition, microstructure, thermal and mechanical properties of multilayer nitride coatings based on high-entropy alloys. The aim of the work is to establish the relationship between the elemental, phase, stress-strain state, thermal stability, mechanical and tribological properties of nanostructured protective nitride coatings, and the influence of technological parameters of deposition. The research includes a wide range of experimental methods, namely: cathodic arc vapor deposition, scanning and transmission electron microscopy, X-ray diffraction, X-ray photoelectron spectroscopy, measurement of micro-and nanohardness and wear resistance. The main result is the preliminary calculations and comprehensive experimental study of structural and substructural dependences of nitride single- and multilayer films based on Ti, Zr, Hf, Nb, V, Al, Y, Si, Mo were performed. It was found that vacancy defects are the dominant defect type in nitride coatings based on high-entropy alloys. The scientific novelty of the results is that for the first time, nitride coatings based on high-entropy alloys of refractory metals before and after irradiation with Xe14+ ions of high energy 200 MeV were studied. They demonstrated high hardness (33 GPa), low coefficient of friction (0.49) and wear rate (9.71 × 10-6 mm3m-1H-1). The experiments allowed us to investigate in more detail the nature of the formation mechanisms of radiation defects and the effect of radiation on the defective structure of multi-element protective coatings. The obtained method of synthesizing high-entropy nitride coatings based on

refractory metals with a homogeneous structure and improved physical and mechanical properties can be used in further applied studies to extend the service life of metal tools operating in high temperatures, speeds, and loads, as well as for high milling

Індекс УДК: 539.3, 539.231, 539.32, 548.735, 539.533

Коди тематичних рубрик: 30.19

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Рогоз Владислав Миколайович

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Методика отримання одно- та багатошарових захисних нітридних покриттів на основі високоентропійних сплавів

Назва НТП англійською: Methods of obtaining a single- and multilayer protective nitride coatings based on high-entropy alloys

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Нові науково-дослідні та інноваційні знання інкорпоруються у галузях матеріалознавства, фізики твердого тіла та нанотехнології. Одержана у роботі методика отримання високоентропійних нітридних покриттів на основі тугоплавких металів з однорідною структурою та покращеними фізико-механічними властивостями може бути використана у подальших прикладних дослідженнях для продовження терміну служби металевих інструментів та деталей, що експлуатуються в екстремальних умовах

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Покращення продуктивності та довговічності різних оброблювальних інструментів, авто- та аерокосмічних приладів і деталей останнім часом в основному досягають за допомогою осадження на поверхні виробу спеціального зносостійкого захисного покриття. Все більше уваги приділяється плівкам на основі високоентропійних сплавів, які завдяки високої ентропії змішування, повільної дифузії та коктейльного ефекту, що забезпечує їх видатну механічну міцність, демонструють високу термічну стабільність і стійкість до корозії та зносу. Отримані захисні нітридні покриття продемонстрували підвищені механічні та трибологічні характеристики порівняно з іншими аналогами. Все це обумовлює їх явну функціональну перевагу в процесах механічної обробки в умовах високих температур та навантажень. Такі покриття можуть захистити деталі від руйнування та продовжити термін їх експлуатації

Соціально-економічна спрямованість НТП: Економія енергоресурсів, Економія матеріалів, Зменшення зносу обладнання

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 09.2021

Закінчення етапу: 12.2021

Споживачі продукції: Сумський державний університет

Перспективні ринки: продукція може бути реалізовувана на українському ринку

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. Grilli M. L. Critical raw materials saving by protective coatings under extreme conditions: A review of last trends in alloys and coatings for aerospace engine applications / M. L. Grilli, D. Valerini, A. E. Slobozeanu, B. O. Postolnyi, S. Balos, A. Rizzo, R. R. Piticescu // Materials. — 2021. — Vol. 14, No. 7, 1656

2. Pogrebnjak A. D. Formation of Si-Rich Interfaces by Radiation-Induced Diffusion and Microsegregation in CrN/ZrN Nanolayer Coating / A. D. Pogrebnjak, R. F. Webster, R. D. Tilley, V. V. Buranich, V. I. Ivashchenko, Y. Takeda, K. Oyoshi, R. Sakenova, K. Piotrowska, P. Zukowski, P. Konarski, A. I. Kupchishin, P. Budzynski // ACS Applied Materials and Interfaces. 2021. Vol. 13, No. 14. C. 16928–16938

3. Pogrebnjak A. D. Protective coatings with nanoscale multilayer architecture: Current state and main trends / A. D. Pogrebnjak, M. A. Lisovenko, A. Turlybekuly, V. V. Buranich // Physics-Uspekhi. 2021. Vol. 64, No. 3. C. 253–279

4. Pogrebnjak A. D. Positron annihilation studies of defect structure of (TiZrHfNbV)N nitride coatings under Xe14+ 200 MeV ion irradiation / A. D. Pogrebnjak, A. A. Bagdasaryan, P. Horodek, V. Tarelnyk, V. V. Buranich, H. Amekura, N. Okubo, N. Ishikawa, V. M. Beresnev // Materials Letters. 2021. Vol. 303, No. May. C. 130548

5. Buranich V. V. Effect of composition and growth mechanism on the structure formation and functional properties of tialsiyn/mon nanolayer-thick coating / V. V. Buranich, P. S. Tsyganok, A. D. Pogrebnjak, L. G. Kassenova, A. I. Kupchishin, R. F. Webster, R. D. Tilley, O. V. Bondar, K. Rokosz, S. Raaen, V. M. Beresnev, S. V. Lytovchenko, B. K. Rakhadilov // High Temperature Material Processes. 2021. Vol. 25, No. 2. C. 31–51

6. Maksakova O. V. Theoretical and experimental investigation of multilayer (TiAlSiY)N/CrN coating before and after gold ions implantation / O. V. Maksakova, A. D. Pogrebnjak, V. V. Buranich, V. I. Ivashchenko, L. S. Baimoldanova, K. Rokosz, S. Raaen, N. Malovana // High Temperature Material Processes. 2021. Vol. 25, No. 1. C. 57–70

7. Popov V. V Powder Bed Fusion Additive Manufacturing Using Critical Raw Materials: A Review / V. V Popov, M. L. Grilli, A. Koptyug, L. Jaworska, A. Katz-demyanetz, D. Klobˇ, S. Balos, B. O. Postolnyi // Materials. 2021. Vol. 14, No. 909. C. 1–37

8. A. Bagdasaryan, A. D. Pogrebnjak, P. Horodeck, P. Budzynski, P. Konarski and H. Amekura, "Phase Stability and Defect Structure of (TiZrHfNbV)N Nitride Coatings under Xe14+ 200 MeV Ion Irradiation," Proceedings of the 2021 IEEE 11th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP), 2021, doi: 10.1109/NAP51885.2021.9568525

9. Pogrebnjak A. D. Application of micro- and nanoprobes to the analysis of small-sized 2D and 3D materials, nanocomposites, and nanoobjects / A. D. Pogrebnjak, V. M. Beresnev, O. M. Ivasishin, V. M. Rogoz, A. A. Goncharov // Handbook of Modern Coating Technologies. 2021. C. 177–261

10. Postolnyi B. Compositional Screening of Refractory High-Entropy Alloys and Coatings for Extreme Applications / B. Postolnyi, V. Buranich, J. P. Araújo, A. Pogrebnjak, V. Rogoz // NAP-2021, 2021 IEEE 10th International Conference on Nanomaterials: Applications and Properties (NAP). 2021. C. MTFC-A-14

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Васильєв Анатолій Васильович
к. т. н.

Перелік осіб-виконавців

Багдасарян Артем Анатолійович
(к. ф.-м. н.)

Буранич Володимир Володимирович

Остольський Владислав Вікторович

Погорєлий Марк Андрійович

Постольний Богдан Олександрович
(к. ф.-м. н.)

Смирнова Катерина Василівна

Черненко Віктор Валерійович

Шмакова Софія Сергіївна

Відповідальний за підготовку облікових документів Остапова О.П.

Телефон +38 (054) 268-44-02

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

