Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0221U101518

Державний реєстраційний номер: 0118U003573

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-01-2021

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Закономірності структуроутворення покриттів високоентропійних багатоелементних систем на внутрішніх поверхнях труб малих діаметрів

Початок етапу: 01.2018

Закінчення етапу: 12.2020

Вид звітного документа: Остаточний 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.): 1086.801

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Закономірності структуроутворення покриттів високоентропійних багатоелементних систем на внутрішніх поверхнях труб малих діаметрів

Назва роботи англійською:

Regularities of structure formation of multicomponent high-entropy coatings on inner surfaces of small-diameter pipes

Реферат українською:

Об'єкт дослідження: процеси формування багатоелементних високоентропійних покриттів на внутрішніх поверхнях труб малих діаметрів при іонному розпорошенні складених стрижнів в чистому інертному середовищі. Предмет дослідження: Взаємний зв'язок структури, фазового складу, механічних характеристик багатоелементних високоентропійних покриттів систем Ti-Cr-Fe-Co-Ni-Cu, Ti-Cr-Fe-Co-Zr-Cu, Ti-Cr-Fe-Co-Zr-Cu-C, Ti-Cr-Fe-Co-Ni-C та Ti-C-Ni-Cr з технологічними параметрами їх осадження на внутрішніх поверхнях труб малих діаметрів (мінімально 40 мм). Розроблено і виготовлено вдосконалену конструкцію іонно-плазмового розпорошувача з мішенню у вигляді стрижня, складеного з деталей різних хімічних елементів. Вдосконалений розпорошувач придатний для лабораторног використання для наесення багатокомпонентних покриттів на внутрішню поверхню труб діаметром 40 мм і вище. Створено математичну модель масоперенесення розпорошеної речовини в цьому пристрої для мішені-стрижня різної конфігурації. Модель дозволяє кількісно оцінювати розподіл елементного складу багатокомпонентних металевих покриттів на внутрішній поверхні труб малого діаметру. За допомогою виготовленого пристрою одержано покриття систем Ti-Cr-Fe-Co-Ni-Cu, Ti-Cr-Fe-Co-Zr-Cu, Ti-Cr-Fe-Co-Zr-Cu-C, Ti-Cr-Fe-Co-Ni-C та Ti-C-Ni-Cr, а також досліджено закономірності формування їх структурно-фазового стану, елементного складу, мікротвердість та адгезію залежно від тиску робочого газу, температури ростової поверхні та потужності розпорошувача. Проведені комплексні дослідження структури та фазового стану покриттів з широким спектром елементних складів за допомогою ПЕМ і рентгенофазового аналізу показали, що покриття з наближеними до еквіатомних елементними складами формуються у вигляді аморфної фази. Поряд з цим покриття з високим вмістом хрому (62 ат. %) мають в своєму складі відповідну до цього елементу ОЦК решітку, а покриття, в складі яких переважають вуглець та титан, очікувано мають в своєму складі ГЦК-решітку TiC.

Реферат англійською:

Investigation object: processes of formation of multielement high-entropy coatings on inner surfaces of low diameter pipes by means of ion sputtering of compound rods in pure inert ambient. Investigation subject: interrelation of structure, phase composition, mechanical properties of multielement high-entropy coatings of Ti-Cr-Fe-Co-Ni-Cu, Ti-Cr-Fe-Co-Zr-Cu, Ti-Cr-Fe-Co-Zr-Cu-C, Ti-Cr-Fe-Co-Ni-C and Ti-C-Ni-Cr systems with technological parameters of their deposition onto inner surfaces of low diameter pipes (minimum 40 mm). The improved construction of the ion-plasma sputterer with rod-like target composed of pieces of different chemical elements has been developed and produced. The improved sputterer is applicable for laboratory use to deposit multicomponent coatings onto intter surface of low diameter pipes (40 mm and higher). A mathematical model of mass transfer of sputtered substance has been developed for this sputterer and various configurations of the rod target. The model allows numerically estimating elemental composition distribution of multicomponent metallic coatings along the inner surface of low diameter pipes. Using the developed sputterer the coatings were obtained for the systems Ti-Cr-Fe-Co-Ni-Cu, Ti-Cr-Fe-Co-Zr-Cu, Ti-Cr-Fe-Co-Zr-Cu-C, Ti-Cr-Fe-Co-Ni-C and Ti-C-Ni-Cr, as well as regularities of their structure formation, elemental composition, microhardness and adhesion have been determined depending on the working gas pressure, the growth surface temperature, and the discharge

power. Complex studies of structure and phase statehave been done for coatings of wide spectrum of elementl compositions using transmission electron microscopy and X-ray diffraction analysis which have shown that the coatings with compositions close to equiatomic are formed amorphous. The coatings with high Cr content (62 at.%) include corresponding to Cr bcc lattice. The coatings with predominant C and Ti include fcc lattice of TiC.

Індекс УДК: 538.9, 538.975 : 621.793.18

Коди тематичних рубрик: 29.19.03

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Космінська Юлія Олександрівна

Науковий ступінь: к. ф.-м. н.

Вчене звання: доц.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Розроблені технологічні основи формування захисних покриттів на внутрішніх поверхнях труб малих діаметрів.

Назва НТП англійською: Technological bases of formation of protective coverings on internal surfaces of pipes of small diameters are developed.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали

Галузь застосування: 29.60.0, 40.10.2, 28.30.0

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: При виконанні НДР був розроблений та запатентований новий за принципом роботи іонний розпилювач складених з різних речовин стрижнів та відповідна нова технологія нанесення багатошарових і водночас багатокомпонентних покриттів на внутрішню поверхню труб малого діаметру (~39 мм). В основу створення заявлених розпилювачів були покладені поєднані між собою магнетронний ефект та ефект порожнистого. Кожен з двох зазначених ефектів порізно, створюючи пастку для електронів, стимулюють іонізацію робочого газу і, як наслідок, знижують його робочий тиск та підвищують струм несамостійного тліючого розряду. Встановлено, що в разі поєднання зазначених двох ефектів можна досягти умови рівномірного розпилення складеного з різних металів та графіту стрижня, довжиною ~140 мм та зменшити тиск робочого газу до 3 Па. Розроблена технологія дозволяла, за умови переміщення труби відносно розпилювального стрижня, формувати багатошарові композити з не обмеженими за елементним складом прошарками. При розпиленні чотирьох варіантів стрижнів, що складені з різних наборів хімічних елементів ((Ti,Cr,Fe,Co,Ni,Cu); (Cr, Ti, Ni, Co, Fe і C), (W, Ta, Hf, Ti, Zr, Ni, Co і C) і (W, Ta, Hf, Ti, Mo, Cr, Al, Rb, V та C)) було отримано та досліджено 22 різних за елементним складом покриттів.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Зменшення зносу обладнання

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2018

Закінчення етапу: 12.2020

Споживачі продукції: Сумський державний університет

Перспективні ринки: України, Атомна енергетика України

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.Kosminska Y.O., Perekrestov V.I. Regularities of self-organization of technological conditions during plasma-arc synthesis of carbon nanotubes// Diamond and Related Materials. - 2018. - V. 85. - P. 37-48.Scopus, Web of Science;

2.Ю. О. Космінська, В. І. Перекрестов, Г. С. Корнющенко. Розрахунок розподілу елементного складу багатокомпонентних металевих покриттів на внутрішній поверхні труб малого діаметра // Металофізика і новітні технології. - 2019. - Т. 41, No. 6. - сс. 733-749. Scopus;

3 V.I. Perekrestov, Yu.O. Kosminska, G.S. Kornyushchenko, Yu.V. Gannych, O. Gedeon. Formation and physical properties of multicomponent coatings sputter-deposited from Co-Cr-Ni-Ti-Zr-Hf-Ta-W-C segmented target // Journal of Nano- and Electronic Physics. - 2020. -Vol.12, No 1. - 01005 (6 pp). Scopus;

4. Kosminska Y.O., Kornyushchenko G.S., Gannych Y.V., Perekrestov V.I. Obtaining and physical properties of coatings of multicomponent systems based on W, Ta, Hf, Ti, Mo, Cr, Al and C // Journal of Superhard Materials. - 2020. - №6. - P.30-38. Scopus, Web of Science;

5. Perekrestov V.I., Kosminska Y.O., Gannych Y.V., Kornyushchenko G.S. Regularities of structure formation and physical properties of multilayer composites based on W, Ta, Hf, Ti, Mo, Cr, Al, and C // Physics and Chemistry of Solid State. - 2020. - V.21, N.2. - P.347-354. Scopus, Web of Science;

6. V.I. Perekrestov, Yu.O. Kosminska, Yu.V. Gannych. Structure formation of coatings based on Cr, Hf, Ti, Ta, W, Zr and carbon with gradient change of the components concentrations // Functional Materials. - 2020. - V.27, No.4. - P.1-6. Scopus, Web of Science;

7. Корнющенко Г.С., Перекрестов В.І,, Космінська Ю.О., Домник А.С. Отримання та фізичні властивості покриттів системи (CrCoNiFeTi)C // Металофізика і новітні технології. - 2021. - Прийнято до публікації.Scopus;

8. Kosminska, Y.O., Perekrestov, V.I. Mass transfer model of sputtering from rod-like targets for synthesis of multielement nanocoatings. In: Pogrebnjak A., Novosad V. (eds) Advances in Thin Films, Nanostructured Materials, and Coatings. Lecture Notes in Mechanical Engineering. - Springer, Singapore, 2019. - pp.61-69. Scopus;

9. Kosminska Y.O., Perekrestov V.I. Self-organized Growth by Sputtering and Other PVD Techniques. In: Pogrebnjak A., Novosad V. (eds) Advances in Thin Films, Nanostructured Materials, and Coatings. Lecture Notes in Mechanical Engineering. - Springer, Singapore, 2019. - pp.71-79.;

10. V.I. Perekrestov, Yu.O. Kosminska, B.V. Dyoshyn. Structure and composition of (CrCoNiWTaHfZrTi)C coatings obtained by magnetron sputtering of a rod-like segmented target // Proceedings of the 2019 IEEE 9th International Conference on Nanomaterials: Applications and Properties (NAP-2019). September 15-20, Odessa, Ukraine. - P.01TFC45. Scopus, Web of Science

11.V.I. Perekrestov, Yu.O. Kosminska, B.V. Dyoshyn. Fabrication of multicomponent carbide coatings by modified magnetron sputter deposition // Proceedings of the 2019 IEEE 9th International Conference on Nanomaterials: Applications and Properties (NAP-2019). September 15-20, Odessa, Ukraine. - P. 01TFC39. Scopus, Web of Science;

12. V. Perekrestov, Yu. Gannych, Yu. Kosminska. Obtaining and Characterization of Multicomponent Gradient Multilayer Carbide Coatings // Proceedings of the 2020 IEEE 10th International Conference on Nanomaterials: Applications and Properties (NAP-2020). November 9-13, Ukraine. - Vol. 1, ID 01TFC08 (2020). In Press. Scopus, Web of Science;

13. В.І. Перекрестов, Корнющенко Г. С. Патент України на винахід. Пат. 117407 UA, МПК B01D 53/04.Спосіб очистки інертних газів від газоподібних домішок. (Україна) -; Заявл. 26.12.2016; Опубл.25.07.2018, Бюл. №14. ;

Пристрій для нанесення покриттів у вакуумі / В. І. Перекрестов, Ю. О. Космінська, Г. С. Корнющенко. Заявка на патент України на винахід № а 2018 12115 від 07.12.2018. Рішення про видачу патента № 18838/ЗА/20 від 21.08.2020. ;

Перекрестов В.І., Космінська Ю.О. Корнющенко Г.С. Самоорганізація селективних процесів квазірівноважої конденсації: Монографія. - Суми : видавничо-виробниче підприємство "Мрія", 2018. - 300 с.

X. Заключні відомості

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

Перелік осіб-виконавців

Ганніч Юрій Вячеславович

Домник Андрій Сергійович

Дьошин Борис Вікторович

Корнющенко Ганна Сергіївна
(к. ф.-м. н.)

Мокренко Олександр Анатолійович
(к. ф.-м. н.)

Наталіч Вікторія Вадимівна
(к. ф.-м. н.)

Перекрестов Вячеслав Іванович
(д. т. н., 01.04.07)

Пругло Анастасія Олександрівна

Відповідальний за підготовку облікових документів Мельник Н.В.

Телефон +38 (054) 268-76-82

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності