Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0220U102062

Державний реєстраційний номер: 0118U006213

Відкрита

Дата реєстрації: 08-03-2020

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розробка нових високотемпературних конструкційних та електротехнічних матеріалів з тривалим терміном використання

Початок етапу: 09-2018

Закінчення етапу: 12-2019

Вид звітного документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05416930

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: вул. Кржижановського, 3, м. Київ, Київська обл., 03142, Україна

Телефон: 380443908757

Телефон: 380442057901

Телефон: 380443908751

E-mail: dir@ipms.kiev.ua

WWW: http://www.materials.kiev.ua

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05416930

Адреса: вул. Кржижановського, 3, м. Київ, Київська обл., 03142, Україна

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Телефон: 380443908757

Телефон: 380443908751

Телефон: 380442057901

E-mail: dir@ipms.kiev.ua

WWW: http://www.materials.kiev.ua

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 6541230

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 2803.64 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Розробка нових високотемпературних конструкційних та електротехнічних матеріалів з тривалим терміном використання

Назва роботи (англ)

Development of new high-temperature structural and electrotechnical materials with long-term service

Реферат (укр)

Мета роботи - вдосконалення методів отримання конструкційних та електротехнічних матеріалів, здатних працювати в умовах високотемпературних навантажень та іонного бомбардування матеріалів на основі сплавів титану, ніхрому, тугоплавких металів платинової групи. Об'єкт дослідження - процеси спікання, сплавоутворення та формування фізико-механічних властивостей матеріалів на основі систем Ni-Cr(Nb)-Al-Y2O3, Ti-Al, Os-Ir-Al і Os-W. Методи дослідження: технологічні засоби порошкової металургії, фізико-механічні випробування, рентгенофазовий аналіз, моделювання. Виявлено ефект Френкеля в плівках Os-W і Os-Ir-Al імпрегнованих WBa-катодів. Встановлено зв'язок терміну експлуатації катодів М-типу зі змінами складу і структури плівок Os-Ir-Al і Os-W, що полягають в ущільненні плівки, що супроводжується порушенням її суцільності через утворення великих пор. Рекомендовано для збільшення терміну експлуатації катодів використовувати в складі плівки алюміній в якості дифузійного бар'єру. Розроблено метод отримання порошкового матеріалу із інтерметаліду титану TiAl із прекурсорів Al3Ti та TiH2 зі щільністю до 90% та механічними властивостями, близькими до литих матеріалів. Отримано новий жаростійкий дисперсно-зміцнений нікелевий сплав без вмісту хрому для теплового захисту МКС при підвищених температурах до 1200 оС в середовищі продуктів згорання реактивних двигунів. Методами механіки пластичності порошкових матеріалів показано, що процес додаткової обробки стисненням нових порошкових дисперсно-зміцнених сплавів на основі нікелю призводить до часткового відокремлення дисперсних оксидів від пористої металічної матриці і утворення лункоподібних дефектів. Побудовано модель ущільнення деформаційною обробкою дисперсно-зміцнених нікелевих сплавів, яка дозволяє оптимізувати вміст дефектів методами комп'ютерного моделювання.

Реферат (англ)

Objective of investigations: development of new methods for synthesis of titanium, nichrome and refractory metal alloys that can be used as structural and electrotechnical materials in a high temperature ion radiation environment. Research objects: sintering processes, alloy formation and thermomechanical properties of the materials created on the basis of Ni-Cr(Nb)-Al-Y2O3, Ti-Al, Os-Ir-Al and Os-W systems. Methods of investigations: technological approaches of the powder metallurgy, thermomechanical and physical testing, X-ray phase analysis,modeling It was detected Frenkel effect in the Os-W and Os-Ir-Al film of the impregnated WBa cathodes. Correlation has been found between the lifetimes of the M-type cathodes and structure evolution of the Os-Ir-Al i Os-W film. In the course of exploitation shrinkage of the film is observed followed by formation of large pores. Cathode lifetime can be improved if aluminum is used as a diffusion barrier in the film. New fabrication method of the intermetallic TiAl from Al3Ti and TiH2 precursors has been developed. Mechanical properties of new material are close to the cast one and it has density about 90%. New heat resistant dispersion-strengthened nickel alloy without chromium has been developed. It can be used for the thermal shielding of spaceships up to the temperature 1200 oC in the environment of the jet engines combustion products. Finite element modeling of plastic forming of this material predicts cavity formation around rigid inclusions under tension or upsetting. New model of the alloy consolidation has been put forward that allows optimization of material densification from porous green body without defect formation.

Індекс УДК: 539.2;538.9-405;548, 621.762.4; 621.762.5

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.19

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): 1.Новий жаростійкий дисперсно-зміцнений нікелевий сплав без вмісту хрому для теплового захисту МКС при підвищених температурах до 1200 оС в середовищі продуктів згорання реактивних двигунів. 2.Порошковий матеріал із інтерметаліду титану TiAl з механічними властивостями близькими до литих матеріалів. 3.Модель ущільнення деформаційною обробкою дисперсно-зміцнених нікелевих сплавів, яка дозволяє оптимізувати вміст дефектів методами комп'ютерного моделювання. 4. Встановлено фактори, що впливають на довговічність імпрегнованих WBa-катодів М-типу і розроблено рекомендації збільшення терміну експлуатації катодів, що полягають у використанні алюмінію в складі плівки в якості дифузійного бар'єру.

Назва продукції (англ): 1. New heat resistant dispersion-strengthened nickel alloy without chromium that can be used for the thermal shielding of spaceships up to the temperature 1200 oC in the environment of the jet engines combustion products. 2. Intermetallic TiAl powder-based material with mechanical properties that are close to the cast one. 3. New model of the dispersion-strengthened alloy consolidation that allows optimization of material densification from porous green body without defect formation. 4. Parameters that influence lifetime of the M-type cathodes have been established and new recommendations on the cathode lifetime extension based on the use of aluminum as a diffusion barrier have been put forward.

Очікувані результати: Матеріали

Галузь застосування: М 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук

Опис продукції (укр): 1.Отримано новий жаростійкий дисперсно-зміцнений нікелевий сплав без вмісту хрому для теплового захисту МКС при підвищених температурах до 1200 оС в середовищі продуктів згорання реактивних двигунів. Вказаний сплав характеризується значною технологічною пластичністю, що дозволяє деформувати заготовки матеріалу до ступеня обтиску 90 % за холодної прокатки без проміжних відпалів. 2. Отримано порошковий матеріал інтерметаліду титану TiAl із суміші порошків TiH2 та Al3Ti зі щільністю 90 % при температурі спікання 1250 оС. Зразки із TiAl характеризуються механічними характеристиками при випробуванні на стиск близькими до плавлених - міцність до руйнування 1729 МПа, межа плинності 560 МПа, пластична деформація 18 %. 3. Методами механіки пластичності порошкових матеріалів показано, що процес додаткової обробки стисненням нових дисперсно-зміцнених порошкових сплавів на основі нікелю призводить до часткового відокремлення дисперсних оксидів від пористої металічної матриці і утворення лункоподібних дефектів. Отримані результати покладені в основу критерію пластичної міцності порошкових композитів. Побудовано модель ущільнення деформаційною обробкою дисперсно-зміцнених нікелевих сплавів, яка дозволяє оптимізувати вміст дефектів методами комп'ютерного моделювання. 4. Встановлено зв'язок терміну експлуатації імпрегнованих WBa-катодів М-типу зі змінами складу і структури плівок Os-Ir-Al і Os-W, що полягають у виникненні ефекту Френкеля в плівках Os-W і Os-Ir-Al на початковій стадії експлуатації , що завершується ущільненням плівки з порушенням її суцільності через утворення великих пор в кінці терміну експлуатації.Рекомендовано для збільшення терміну експлуатації катодів використовувати в складі плівки алюміній в якості дифузійного бар'єру. Запропоновані методи отримання нових матеріалів з високим терміном експлуатації є привабливими для впровадження і реалізації. Методи одержання розроблених матеріалів є екологічно чистими.

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

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження: 09.201812.2019

Виробник продукції: IPMS

Споживачі продукції: Літакобудування, приладобудування

Перспективні ринки: Україна, ЄС

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

1.Гетьман О.И., Капитанчук Л.М. Возникновение диффузионной пористости в пленках импрегнированных WBa-термокатодов М-типа и ее влияние на эмиссионные характеристики катодов / Гетьман О.И., Капитанчук Л.М./ Порошковая металлургия - 7/8. - 2018, -с. 51-64.

2.Гетьман О. І., Ракітін С. П., Дзюба В. П.; Капітанчук Л. М. Виникнення ефекту Френкеля в плівках Os-Ir імпрегнованих термокатодів М-типу / Праці V міжнар. Конф. "Сучасні проблеми фізики конденсованого стану", 3-6 жовтня 2018 р., м.Київ, с.72-73.

3.Саленко О.Ф. Забезпечення механічних характеристик паяних тонко- стінних конструкцій із жаротривкого сплаву Ni-20Cr-6Al-1Ti-1Y2O3/ О.Ф. Саленко, В.Т. Щетинін, Є.Є. Лашко, І.О. Гусарова, В.П. Солнцев, О.О. Ситник //Физико-химическая механика материалов.-2018.-т. 54, № 2.-С.115-121.

4.Production of space plane thermal protection systems: scientific and technological matters / Manko T. A., Husarova I. A., Potapov A. M., Simbirkina A. N., Falchenko Yu. V., Salenko A. F.4, Solntsev V. P.//Технологические системы -2018.-№4.- .С.7-14.

5.Солнцев В.П. Разработка дисперсно-упрочненного порошкового сплава на основе нихрома и технологии изготовления из него макета металлической теплозащитной конструкции / В.П. Солнцев, И.А. Гусарова, Г.А. Фролов, Т.А. Солнцева, К.Н. Петраш, В.А. Назаренко, А.М. Потапов, А.Ф. Саленко, И.И. Деревянко, Т.А. Манько // Порошкова металургія, №11/12. - Київ. - 2018. - С. 23-32.

6.Петраш К.М. Прикладні застосування інтелектуальних обчислень у вивченні реакційних процесів синтезу інтерметалідів в рамках синергетичного підходу / К.М. Петраш, В.П. Солнцев, Т.О. Солнцева // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції "Обчислювальний інтелект". - Ужгород. - 2019. - С. 263-264.

7.Solntsev V.P. Dispersion Strengthened by the Yttrium Nanoxide Nickel Alloys,Technology Features and Properties / V.P Solntsev., V.A. Nazarenko, T.O. Solntseva, K.M. Petrash, Y.F. Lugovskoi, M.P. Brodnikovskiy, M.V. Minakov // Матеріали конференції "Функціональні матеріали для інноваційної енергетики". - Київ. - 2019. - с. 90.

8.Petrash K. Modern trends in the development of heat resistant nickel alloys and technologies of manufacturing of heat-protective structures for shuttlecrafts / K. Petrash, V. Solntsev, M. Shtern, T. Solntseva, V. Nazarenko, M. Brodnikovskyy, Y. Lugovskoi // 7th International conference "Space technologies: present and future". - Dnipro. - 2019. - p. 168.

9.Solntsev V. Non-equilibrium materials with dynamic character of stability for operations in extreme conditions of aerocosmic technology, nuclear motors and installations / V. Solntsev, T.Solntseva // 7th International conference "Space technologies: present and future". - Dnipro. - 2019. - p.172.

10.Teshenchuk A. High temperature oxidation of porous nickel and simulation of the mechanisms of irreversible processes of its combustion in the atmosphere / A. Teshenchuk, V. Solntsev, A.Shakhnovsky, K.Petrash// 7th International conference "Space technologies: present and future". - Dnipro. - 2019. - p. 173.

11.Yanovets N. Behavior of porous cobalt at high temperatures / N. Yanovets, V. Solntsev, A.Shakhnovskii // 7th International conference "Space technologies: present and future". - Dnipro. - 2019. - p. 176.

12.Shakhnovsky A.M. On justification of choice of numerical methods in modelling the process of thermal decomposition of chrome trioxide mixed with chrome / A. M. Shakhnovsky , V. P. Solntsev, K.M. Petrash, T. Yu. Terekh // Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і системах сталого розвитку - КМХТ-2019: Збірник наукових статей Сьомої міжнар. наук.-практ. конф. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 - С. 53-57.

13.Shakhnovsky A.M. Macrokinetics of oxidation of porous cobalt and simulation of this process in non-isothermal conditions / A. M. Shakhnovsky , V. P. Solntsev, N. O. Yanovets, K.M. Petrash // Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і системах сталого розвитку - КМХТ-2019: Збірник наукових статей Сьомої міжнар. наук.-практ. конф. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 - С. 221-225.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 110

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Іванова Інна Іванівна (к. т. н.)

Гетьман Ольга Іванівна (д. т. н., пров.н.с.)

Максименко Андрій Леонідович (д. т. н., с.н.с.)

Михайлов Олег Володимирович (д. т. н., с.н.с.)

Морозов Ігор Анатолійович (к. т. н.)

Радченко Петро Якович

Солнцев Віктор Петрович (д. т. н., с.н.с.)

Керівник організації:

Солонін Юрій Михайлович (д. ф.-м. н., акад.)

Керівники роботи:

Штерн Михайло Борисович (д. т. н., член-кор.)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.