Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U001452

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 04-04-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/48/24 від 29.05.2024

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тесля Сергій Юрійович

2. Serhii Teslia

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID 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: Матеріалознавтсво

Дата захисту: 14-05-2024

Спеціальність за освітою: Матеріалознавство

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.119; ID 5072

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:

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:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 53.39, 53.39.31, 53.39.31.15, 53.39.03, 53.39.03.05

Тема дисертації:

1. Закономірності отримання порошкових сплавів Al–Fe триботехнічного призначення

2. Regularities of Al-Fe powder alloys preparation for tribotechnical applications.

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню закономірностей отримання порошків сплав Al–15Fe методом механічного диспергування розплавів та технологій подальшого компактування виробів з них методами пресування з наступним спіканням та гарячим штампуванням. Особливу увагу приділено сплавам Al–15Fe з добавками твердих мастил графіту та дисульфіду молібдену, як найбільш перспективних систем для використання в області триботехнічних матеріалів. Унаслідок аналізу методів отримання порошків сплавів Al–Fe показано, що найбільш ефективним методом отримання порошків з дисперсно-зміцненою структурою є розпилювання розплавів рідинами та газами високого тиску. За даних умов їх отримання відбувається формування дисперсних фаз інтерметалідів за рахунок швидкості охолодження продуктів диспергування у межах 105 – 106 °С/с. У розділі 2 дисертаційної роботи наведено загальну характеристику

вихідних матеріалів, методів отримання порошків Al–15Fe методами механічного диспергування та їх подальше ущільнення методами пресування з наступним спіканням та гарячого штампування. Відповідно до аналітичного опису процесів диспергування встановлено, що швидкість охолодження в досліджуваних умовах змінюється від 1 × 107 °С/с до 2,2 × 107 °С/с і в середньому складає 1,5 × 107 °С/с. Показано, що мікроструктура порошків складається з матриці із твердого розчину алюмінію та рівномірно розподілених фаз інтерметалідів. Відмічається утворення стабільної Al13Fe4 та метастабільної фази Al6Fe, яка кристалізується у вигляді дисперсних частинок розміром 1 – 3 мкм та у вигляді стільникової евтектики яка складається з двох взаємо переплетених дендритів □-Al та Al6Fe. У наслідок проведеного аналітичного опису процесу пресування порошків отриманих диспергуванням розплаву Al–15Fe, згідно теоретичних засад процесів ущільнення закладених М. Ю. Бальшиним, встановлено механізм компактування. Показано, що під час збільшення ступеня деформації фактор пресування L в рівнянні пресування за М. Ю. Бальшиним не залишається постійним, а збільшується. Останнє вказує на те, що в основі ущільнення лежить не тільки пластична деформація, а приймають участь й інші процеси. Дослідженням процесів спікання встановлено, що ущільнення пресовок зі сплаву Al–15Fe під час нагрівання в інтервалі температур 500 – 600 °С протягом 30 хв в середовищі водню, супроводжується проявами від'ємної усадки, яка зростає зі збільшенням часу ізотермічної витримки. Останнє зумовлено трансформацією метастабільної фази Al6Fe у Al13Fe4 , яка супроводжується збільшенням питомого об'єму. Застосування для компактування порошків з сплаву Al–15Fe імпульсного методу ущільнення гарячим штампуванням за встановленими оптимальними умовами (енергія штампування 2,5 кДж та температура попереднього нагріву 500 °С) сприяє отриманню практично безпористих матеріалів. Проведено експериментальні дослідження щодо отримання та вивчення властивостей чистого інтерметаліду Al13Fe4. Отримані фундаментальні дані властивостей Al13Fe4, а саме модуль пружності складає 180 ± 10 ГПа, мікротвердість 1000 ± 15 HV, межа міцності на згин – 63 ± 5 МПа, коефіцієнт теплопровідності 20 ± 3 Вт/м×К, питомий електроопір – 2 ± 0,7×10-6 Ом×м. Отримані дані лягли в основу моделювання властивостей сплавів Al–15Fe. Було встановлено, що розрахункові згідно розроблених моделей значення міцності на розтяг складають 350 ± 12 МПа, в той же час для сплавів отриманих гарячим штампуванням експериментальні значення міцності на розтяг складає 250 ± 8 МПа, а для спечених 150 ± 10 МПа. Оскільки, більшість триботехнічних матеріалів працюють в умова стискальних навантажень, було проведено дослідження механічних властивостей в умовах стиску залежно від методу отримання матеріалу. Показано, що сплави отримані гарячою штамповкою мають межу текучості на рівні 350 ± 10 МПа, натомість після спікання 240 ± 13 МПа, що може бути зумовлено різним механізмом формування металевого контакту між вихідними частинками порошку під час їх ущільнення. Виходячи з вимог до матеріалів триботехнічного призначення відносно їх високої теплопровідності були досліджені теплофізичні характеристики сплавів Al–15Fe. Отримані значення теплопровідності сплавів Al–15Fe змінюються в межах 145 – 150 ± 8 Вт/м×К залежно від умов їх отримання. В роботі були проведені дослідження по вивченню процесів окиснення сплавів за температур 300 °С, 500 °С, 700 °С та 900 °С протягом різного часу витримки в межах 30 – 120 хв на повітрі. Аналіз отриманих результатів окиснення показує, що за температур 300 – 500 °С процеси зміни маси і, відповідно, окиснення практично не відбуваються. Відповідно до рентгенівських досліджень за температур окиснення 300 °С – 700 °С також ідентифікуються рефлекси фаз □-Al2O3, Al, Al6Fe. Отримання сплавів триботехнічного призначення в роботі проводили з добавками твердих мастил на основі С та MoS2. За наявності твердих мастил в зоні тертя, продукти руйнування та шари мастил змішуються, утворюючи вторинні структури.

2. The dissertation is devoted to the study of the regularities of obtaining powders of the Al-15Fe alloy by the atomization and technologies of further compaction of products from them by methods of pressing followed by sintering and hot forging. Special attention is paid to Al–15Fe alloys with additives of solid lubricants of C and MoS2, as the most promising systems for use in tribotechnical materials. As a result of the analysis of the methods of obtaining powders of Al–Fe alloys, it is shown that the most effective method of obtaining powders with a dispersion-strengthened structure is the atomization with high-pressure liquids and gases. In this case, the formation of dispersed phases of intermetallics is due to the cooling rate of dispersion products in the range of

10^5-10^6 °C/s. Chapter 2 of the dissertation gives a general description of the starting materials, methods of obtaining Al–15Fe powders by atomization methods, and their further compaction by methods of pressing followed by sintering and hot forging. According to the analytical description of the dispersion processes, it was established that the cooling rate under the studied conditions varies from 1 × 10^7 °C/s to 2.2 × 10^7 °C/s and is 1.5 × 10^7 °C/. It is shown that the microstructure of the powders consists of a matrix of solid aluminum solution and evenly distributed intermetallic phases. The formation of a stable and a metastable phase is noted, which crystallizes in the form of dispersed particles with a size of 1-3 μm and form of a cellular eutectic consisting of two interwoven dendrites of □-Al and Al6Fe. As a result of the analytical description of the pressing process of atomized powder, according to the theoretical principles of compaction processes laid down by M. Balshin, a compaction mechanism was established. It is shown that during an increase in the degree of deformation, the pressing factor L in the pressing equation according to M. Balshin does not remain constant, but increases. The latter indicates that compaction is based not only on plastic deformation but also on other processes. The study of sintering processes established that the densification of Al–15Fe alloy at 500–600 °C for 30 min in a hydrogen environment is accompanied by manifestations of negative shrinkage, which increases with increasing isothermal holding time. The latter is caused by the transformation of the metastable Al6Fe phase into Al13Fe4, which is accompanied by an increase in the specific volume. The use of the pulse compaction method by hot forging for compaction of Al–15Fe alloy powders under established optimal conditions (stamping energy 2.5 kJ and preheating temperature 500 °C) helps to obtain practically non-porous materials. Experimental studies were conducted on obtaining and studying the properties of pure Al13Fe4 intermetalide. Fundamental data on the properties of Al13Fe4 were obtained, namely, the modulus of elasticity is 180 ± 10 GPa, microhardness is 1000 ± 15 HV, bending strength is 63 ± 5 MPa, thermal conductivity is 20 ± 3 W/m×K, electrical resistivity is 2 ± 0, 7×10-6 Ohm×m. The obtained data formed the basis for modeling the properties of Al–15Fe alloys. It was established that the calculated values of tensile strength according to the developed models are 350 ± 12 MPa, at the same time, for alloys obtained by hot forging, the experimental values of tensile strength are 250 ± 8 MPa, and for sintered alloys 150 ± 10 MPa. Since most tribotechnical materials work under compressive loads, a study of mechanical properties under compression was conducted depending on the method of obtaining the material. It is shown that the alloys obtained by hot forging have a yield strength of 350 ± 10 MPa, whereas after sintering it is 240 ± 13 MPa, which may be caused by a different mechanism of metal contact formation between the original powder particles during their compaction. Based on the requirements for tribotechnical materials regarding their high thermal conductivity, the thermophysical characteristics of Al–15Fe alloys were investigated. The obtained values of thermal conductivity of Al–15Fe alloys vary between 145 – 150 ± 8 W/m×K depending on the conditions of their production. In the work, studies were conducted to study the oxidation processes of alloys at temperatures of 300 °C, 500 °C, 700 °C, and 900 °C during different exposure times within the range of 30 - 120 min in air. The analysis of the obtained oxidation results shows that at temperatures of 300-500 °C, mass change processes and, accordingly, oxidation practically does not occur. According to X-ray studies, reflections of □-Al2O3, Al, and Al6Fe phases are also identified at oxidation temperatures of 300 °C – 700 °C. Production of tribotechnical alloys was carried out with additives of solid lubricants in the friction zone, destruction products, and a layer of lubricants mixed, forming secondary structures.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Новий напрямок у науці і техніці

Публікації:

- Serhii Teslia. Microstructural evolution of Al–15Fe alloy produced by mechanical milling and centrifugal atomization / Serhii Teslia, Anatoliy Stepanchuk // Intermetallics, Volume 149, 2022, 107671, https://doi.org/10.1016/j.intermet.2022.107671
- S. Teslia. Investigation of microstructural evolution and mechanical properties Al13Fe4 produced by casting and spark-plasma sintering / S. Teslia, M. Teslia, Qihao Sun, A. Stepanchuk // Vacuum, Volume 218, 2023, 112590, https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2023.112590
- Закономірності отримання порошків сплаву Al–15Fe з дисперснозміцненою структурою методом механічного диспергування розплаву / А. М. Степанчук, С.Ю. Тесля, Сунь Ціхао, Д. Є. Чижська // Наукові нотатки. – 2023. – №75. – с. 126 – 133, https://doi.org/10.36910/775.24153966.2023.75.
- Тесля С. Ю. Вплив структури та складу порошкових матеріалів на основі Al-Fe–C на їх стійкість під час абразивного зношування / С. Ю. Тесля, А. М. Степанчук, О. С. Кучер // Проблем тертя та зношування. – 2022. – Вип. 1(94). – С. 36 – 45. DOI: 10.18372/0370-2197.1(94).16470
- Тесля С. Ю. Формування структури порошків Al-Fe в умовах високошвидкісного охолодження / С.Ю. Тесля, А. М. Степанчук, І. О. Степашко // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 9», – Київ, 10– 11 грудня 2020. – К. : НТУУ «КПІ». – 2020. – С. 95–99.
- Степанчук А. М. Отримання та деякі механічні властивості штампованих порошкових сплавів Al-Fe виміряних методом small punch test / А. М. Степанчук, С. Ю. Тесля, Б. А. Похилько // XII Міжнародна науково-технічна конференція. Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2020, Київ, К. : НТУУ «КПІ». – 2020. – 123 – 126 с.
- Степанчук А. М. Закономірності отримання порошків з дисперно-зміцнених сплавів Al-Fe механічним диспергуванням / А. М. Степанчук, С. Ю. Тесля, О. С. Богатов // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 9», – Київ, 10 – 11 грудня 2020. – К. : НТУУ «КПІ». – 2020. – С. 92 – 94.
- Отримання порошків сплавів Al-Fe подрібненням у кульових та планетарних млинах / А. М. Степанчук, С. Ю. Тесля, І. О. Степашко [та ін.] // XII Міжнародна науково-технічна конференція. Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2021, Київ, К. : НТУУ «КПІ». – 2021. – 123 – 126 с.
- Teslia S. Formation of the structure of Al–15Fe alloys during sintering of products from them / S. Teslia, A. Stepanchuk // HighMatTech-2021, 5–7 October 2021, Kyiv – 49 p.
- Кружкова М. А. Стійкість порошкового сплаву Al–15Fe до окиснення на повітрі / М. А. Кружкова, А. М. Степанчук, С. Ю. Тесля // Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених, 21 – 22 жовтня 2022 р., м. Луцьк. Луцьк: ІВВ ЛНТУ, 2022. – 23 – 24 с.
- Тесля С. Ю. Закономірності компактування порошків сплавів / Al–15Fe / С. Ю. Тесля, А. М. Степанчук, М. А. Кружкова // Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених, 21-22 жовтня 2022 р., м. Луцьк. Луцьк: ІВВ ЛНТУ, 2022. – 49 – 50 с.
- Microstructure and densification mechanism of Al–15Fe alloy prepared by metallurgy route / Serhii Teslia, Anatoliy Stepanchuk, Mariia Kruzhkova [et.al] // HighMatTech-2023, 2 – 6 October 2023, Kyiv – 153 p.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; економія матеріалів; зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: № 0123U100934; № 0121U100503

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Степанчук Анатолій Миколайович
2. Anatoliy Stepanchuk

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0363-5226

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:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Стасюк Олександр Олександрович
2. Oleksandr O. Stasiuk

Кваліфікація: к. т. н., старший науковий співробітник, 05.16.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2781-3293

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:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Толочин Олександр Іванович

2. Oleksandr I. Tolochyn

Кваліфікація: к. т. н., старший науковий співробітник, 05.16.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2387-6446

Додаткова інформація:

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:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ямшинський Михайло Михайлович

2. Mykhailo M. Yamshynskyi

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

Ідентифікатор ORCID 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:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мініцький Анатолій Вячеславович

2. Anatolii Minitskyi

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

Ідентифікатор ORCID 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:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Смирнов Ігор Володимирович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Смирнов Ігор Володимирович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Тесля Сергій Юрійович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна