Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0523U100002

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-01-2023

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тростянчин Андрій Миколайович

2. Trostianchyn Andrii

Кваліфікація: к. т. н., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.02.01

Назва наукової спеціальності: Матеріалознавство

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 22-12-2022

Спеціальність за освітою: прикладне матеріалознавство

Місце роботи здобувача: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, м. Львів, Львівська обл., 79013, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 35.052.20

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, м. Львів, Львівська обл., 79013, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, м. Львів, Львівська обл., 79013, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, м. Львів, Львівська обл., 79060, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 81.09

Тема дисертації:

1. Концепція застосування водневої обробки для удосконалення структурно-фазового стану та властивостей функціональних матеріалів на основі сплавів рідкісноземельних та перехідних металів

2. The concept of hydrogen treatment to improve the structural-phase state and properties of functional materials based on alloys of rare earth and transition metals

Реферат/анотація:

1. Дисертація присвячена комплексному дослідженню ініційованих воднем фазових перетворень у сплавах на основі рідкісноземельних (РЗМ) і перехідних металів систем La-Ni-Co, La-Nd-Ni-Al, Sm-Co та Nd-Fe-B, які використовуються в високотехнологічних галузях для виготовлення негативних електродів нікель-металогідридних акумуляторів та високоенергетичних постійних магнітів. Встановлені спільні закономірності перебігу фазових перетворень у гідридних матеріалах на основі сполуки LaNi5 та у феромагнітних матеріалах на основі сполук SmCo5, Sm2Co17 та Nd2Fe14B дозволили запропонувати концепцію обробки в середовищі водню функціональних матеріалів на основі сплавів РЗМ, що полягає у встановленні регулятивного механізму цілеспрямованої зміни мікроструктури, фазового складу і технологічних параметрів для забезпечення необхідних експлуатаційних властивостей. Отримано експериментальне підтвердження висунутого припущення стосовно механізму формування кристалографічної текстури у результаті водневої обробки методом гідрування, диспропорціонування, десорбування, рекомбінування (ГДДР). Необхідною умовою цього є присутність залишків вихідної фази серед продуктів її диспропорціонування. Встановлено закономірності зміни фазового складу, мікроструктури, кристалографічних характеристик та властивостей досліджуваних матеріалів залежно від режимів (звичайний чи солід ГДДР, помел у водні, термічна обробка у водні чи вакуумі, а також їх різноманітне поєднання) та параметрів (тиск водню, частота обертання камери планетарного млина, максимальна температура нагріву, тривалість витримки) водневої обробки. Комбінована воднева обробка, що поєднує помел у планетарному млині з частотою 100 об./хв упродовж 40 хв з подальшим застосуванням солід ГДДР за тиску водню 0,4 МПа, дозволяє отримати найвищі значення магнітних властивостей у промисловому феромагнітному сплаві на КС37 на основі сполуки SmCo5. Зокрема, за температури рекомбінування під час солід ГДДР 950 °С отримано найвище значення коерцитивної сили ~ 41 кЕ. Встановлено особливості реалізації комбінованого способу водневої обробки у сплавах системи Nd-Fe-B. Показано необхідність використання під час помелу олеїнової кислоти, як захисного середовища, для запобігання агломерації високодисперсних частинок порошків. Висока реакційна здатність отримуваних порошків вимагає застосування модифікованої схеми водневої обробки для запобігання їх окисненню: нагрів до температури 600 °С за тиску водню 0,25 МПа з подальшим його зниженням до 0,05…0,07 МПа та продовженням нагріву до 760 °С. Експериментальні результати досліджень дозволили розвинути уявлення стосовно впливу комплексного легування Zr і Fe на зміну фазового складу та мікроструктуру феромагнітних сплавів на основі сполуки Nd2Fe14B у результаті водневої обробки. Створено експериментальну базу даних для розроблення алгоритму комп'ютерного прогнозування магнітних властивостей феромагнітних сплавів системи Sm-Co з використанням методів машинного навчання. Встановлено, що прості методи машинного навчання не забезпечили достатньої точності прогнозу. Проте це вдалося реалізувати з використанням ансамблевих методів обчислювального інтелекту, що забезпечило підвищення точності прогнозу магнітних властивостей на 12-15 %. Розроблені алгоритми машинного навчання дозволяють обирати оптимальні режими водневої обробки для отримання заданих експлуатаційних властивостей.

2. The dissertation is devoted to the complex research of hydrogen-initiated phase transformations in alloys based on rare earth (REM) and transition metals of La-Ni-Co, La-Nd-Ni-Al, Sm-Co and Nd-Fe-B systems. These materials are used in high-tech industries to produce negative electrodes of nickel-metal hydride batteries and high-energy permanent magnets. The common regularities of phase transformations in hydride materials based on LaNi5 compound and in ferromagnetic materials based on SmCo5, Sm2Co17 and Nd2Fe14B compounds have been established. Based on this, the concept of processing functional materials based on REM alloys in a hydrogen environment is proposed, which consists in establishing a regulatory mechanism for purposeful changes in the microstructure, phase composition and technological parameters to ensure the necessary operational properties. The experimental confirmation of the proposed assumption regarding the mechanism of crystallographic texture formation in REM-based alloys resulting from hydrogen treatment by means of hydrogenation, disproportionation, desorption, and recombination (HDDR) was obtained. The presence of residues of the initial phase among the products of its disproportionation is a necessary condition for texture formation. The regularities of changes in the phase composition, microstructure, crystallographic characteristics and properties of the studied materials were

established depending on the modes (ordinary or solid HDDR, milling in hydrogen, heat treatment in hydrogen or vacuum, as well as their various combinations) and parameters (hydrogen pressure, rotation frequency of the planetary mill chamber, maximum heating temperature, duration of exposure) of hydrogen treatment. Combined hydrogen treatment, which merges milling in a planetary mill with a frequency of 100 rpm for 40 min with the subsequent application of solid HDDR under a hydrogen pressure of 0.4 MPa, allows obtaining the highest magnetic properties values for KC37 industrial ferromagnetic alloy based on the SmCo5 compound. In particular, the highest value of the coercive force of ~ 41 kE was obtained at a recombination temperature during solid HDDR of 950 °C. The peculiarities of implementing the combined hydrogen treatment method in Nd-Fe-B system alloys have been established. The necessity of using oleic acid during milling as a protective medium is shown to prevent the agglomeration of highly dispersed powder particles. The high reactivity of the powders requires using a modified scheme of hydrogen treatment to prevent their oxidation: heating to a temperature of 600 °C under a hydrogen pressure of 0.25 MPa, followed by its reduction to 0.05...0.07 MPa and continued heating to 760 °C. The experimental results of the research made it possible to develop an understanding of the effect of complex doping of Zr and Fe on the change in the phase composition and microstructure of ferromagnetic alloys based on the Nd2Fe14B compound as a result of hydrogen treatment. An experimental database was created to develop an algorithm for computer prediction of magnetic properties of the Sm-Co system ferromagnetic alloys using machine learning methods. It was established that simple machine learning methods did not provide sufficient forecast accuracy. However, it was possible to implement it using ensemble methods of computational intelligence, which ensured an increase in the accuracy of the forecast of magnetic properties by 12-15%. Furthermore, the developed machine learning algorithms allow choosing the optimal modes of hydrogen processing to obtain the specified functional properties.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дурягіна Зоя Антонівна
2. Duryagina Zoya Antonivna

Кваліфікація: д.т.н., 05.16.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дурягіна Зоя Антонівна

2. Duryagina Zoya Antonivna

Кваліфікація: д.т.н., 05.16.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Єфременко Василь Георгієвич

2. Efremenko Vasilij G.

Кваліфікація: д. т. н., 05.16.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Штерн Михайло Борисович

2. Shtern Mykhailo B.

Кваліфікація: д. т. н., 05.02.01, 05.16.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Овчинников Олександр Володимирович

2. Ovchynnykov Oleksandr V.

Кваліфікація: д. т. н., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Дурягіна Зоя Антонівна

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Горбай Орест Зенонович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Т.А.