Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0523U100174

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-10-2023

Статус: Підтверджена МОН

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: наказ МОН від 20.12.2023 № 1543

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Протоковілов Ігор Вікторович
2. Igor V. Protokovilov

Кваліфікація: к. т. н., с.н.с., 05.16.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-5926-4049

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.16.02

Назва наукової спеціальності: Металургія чорних і кольорових металів та спеціальних сплавів

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 10-10-2023

Спеціальність за освітою: обладнання та технологія зварювального виробництва

Місце роботи здобувача: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26. 182. 01

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 53, 53.37

Тема дисертації:

1. Електрошлаковий переплав високореакційних і прецизійних металів та сплавів з нестаціонарними режимами електричного живлення і електромагнітного впливу

2. Electroslag remelting of high-reaction and precision metals and alloys with non-stationary modes of electric power supply and electromagnetic impact

Реферат:

1. Дисертація присвячена вирішенню проблеми покращення експлуатаційних характеристик високореакційних і прецизійних сплавів, шляхом підвищення хімічної і структурної однорідності металу зливків при електрошлаковому переплаві (ЕШП). Проведено комплекс теоретичних досліджень та експериментальних розробок процесів плавлення, перенесення і кристалізації металу при ЕШП в умовах нестаціонарних режимів електричного живлення і зовнішнього електромагнітного впливу. Запропоновано нові методи і технологічні рішення з керування процесами структуроутворення металу зливків. Вони базуються на веденні електрошлакового процесу в імпульсному режимі, із забезпеченням пошарового

формування зливка, а також на імпульсному впливі на гідродинамічний стан металевої ванни електричними і магнітними полями, створеними із застосуванням розрядів ємнісних накопичувачів електричної енергії. Розроблені методи впливу на кристалізацію зливків ЕШП дозволяють повністю усунути формування стовбчастої структури металу, забезпечують її подрібнення і гомогенізацію, наближаючи до структури деформованого металу. Проведені дослідження процесу ЕШП в умовах вакууму. Показано, що лімітуючим чинником реалізації переплаву у вакуумі є закипання флюсу, викликане інтенсивним випаровуванням легколетючих сполук, насамперед хлоридів і фторидів. Встановлено, що тиск закипання флюсу при ЕШП залежить як від складу флюсу, так і від електричних режимів, які визначають потужність процесу і температуру ванни. Визначено критичний рівень тиску для сольових та фторидно-оксидних флюсів. Доведена можливість зменшення вмісту водню у титанових сплавах шляхом ведення переплаву в умовах вакууму. Виходячи з результатів проведених досліджень, розроблено технологічні процеси камерного ЕШП високореакційних і прецизійних металів і сплавів з нестаціонарними режимами електричного живлення і електромагнітного впливу. Створено відповідне дослідно-промислове обладнання потужністю 724 кВт для виплавки зливків діаметром до 260 мм і довжиною до 900 мм. Отримані дослідні зразки і промислові партії зливків титанових сплавів, нікеліду титану, прецизійних сплавів типу 29НК, 50Н, 46Н, 49КФ, хрому, метал яких характеризується високою хімічною і структурною однорідністю. Отримані у дисертаційній роботі результати є теоретичним узагальненням та підґрунтям для вирішенням важливої науково-технічної проблеми, що має народногосподарське значення, а саме – створення в Україні конкурентоспроможного виробництва високореакційних і прецизійних сплавів та імпортозаміщення виробів з них.

2. The thesis is devoted to solving the problem of increasing the chemical and structural homogeneity of ingots of high-reaction and precision alloys during electroslag remelting (ESR). A complex of theoretical researches and experimental developments of the processes of melting, transfer and crystallization of metal during ESR in the conditions of non-stationary regimes of electric power supply and external electromagnetic influence has been carried out. New methods and technological solutions for controlling the processes of structure formation of ingots metal are proposed. They are based on conducting the electroslag process in a pulse mode, ensuring the layer-by-layer formation of the ingot, as well as on the pulse effect on the hydrodynamic state of the metal pool by electric and magnetic fields created with the use of discharges of capacitive electric energy storage devices. The developed methods of influencing the crystallization of ESR ingots make it possible to completely eliminate the formation of the columnar structure of the metal, ensure its refining and homogenization, making it similar to the structure of deformed metal Investigations of the ESR process under rarefied pressure conditions were carried out. It is shown that the limiting factor for the realization of remelting in a vacuum is the boiling of the flux caused by the intense evaporation of volatile components, primarily – chlorides and fluorides. It was established that the flux boiling pressure during the ESR depends both on the composition of the flux and on the electrical modes that determine the thermal power of the process. The critical pressure level for salt and fluoride-oxide fluxes was determined. The possibility of reducing the content of hydrogen in titanium alloys by remelting in vacuum conditions has been proven. Based on the results of the conducted research, the technological processes of the chamber ESR of high-reaction and precision alloys with non-stationary modes of electric power supply and electromagnetic impact have been developed. Appropriate pilot equipment with a capacity of 724 kW was created for melting ingots with a diameter of up to 260 mm and a length of up to 900 mm. Experimental samples and industrial batches of ingots of titanium alloys, titanium nickelide, precision alloys of type 29NK, 50N, 46N, 49KF and chromium, whose metal is characterized by high chemical and structural homogeneity, were obtained. The results obtained in the dissertation are a theoretical generalization and a basis for solving an important scientific and technical problem of national economic importance, namely, the creation of competitive production of high-reaction and precision alloys in Ukraine and import substitution of the corresponding products.

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 виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Igor Protokovilov, Victor Shapovalov, Vitaly Porokhonko. (2021). Effect of layer-by-layer formation of ingot during electroslag remelting on the quality of its surface and solidification structure. Ironmaking & Steelmaking. Vol. 48, No. 1, 62–68.
- I. Protokovilov, V. Shapovalov, V. Porokhonko, T. Beinerts (2021). Effect of the longitudinal magnetic field on the droplets evolution during electroslag remelting process. Magnetohydrodynamics Vol. 57, No. 4, pp. 559–568.
- V. Shapovalov, I. Protokovilov, V. Porokhonko. (2022). Structure and mechanical properties of thick-walled joints of Ti-6-4 titanium alloy made by electroslag welding. Procedia Structural Integrity, 36, 262–268.
- Ya. Kompan, I. Protokovilov, Y. Fautrelle, Yu. Gelfgat, A. Bojarevics. (2010). Magnetically Controlled Electroslag Melting of Titanium Alloys // Magnetohydrodynamics Vol. 46, No. 3, pp. 317–324
- Компан Я.Ю., Назарчук А.Т., Протоковилов И.В. К вопросу интенсификации электромагнитного воздействия при магнитоуправляемой электрошлаковой плавке титановых сплавов. Современная электрометаллургия. 2007. №4. С.3-7.
- Протоковилов И.В. Электрошлаковая выплавка галогенидных бескислородных флюсов. Современная электрометаллургия. 2008. №2. С.13-16.
- Компан Я.Ю., Назарчук А.Т., Протоковилов И.В. Мелкозернистые слитки многокомпонентных титановых сплавов. Теория и практика металлургии. 2008. №2. С.35-40.
- Компан Я.Ю., Назарчук А.Т., Петров Д.А., Белов А.М., Протоковилов И.В. Интерметаллидное жароупрочнение сплавов титана, получаемых способом магнитоуправляемой электрошлаковой плавки. Современная электрометаллургия. 2009. №1. С.1-11.
- Протоковилов И.В. Измельчение кристаллической структуры полых титановых слитков при магнитоуправляемой электрошлаковой плавке. Современная электрометаллургия. 2011. №4. С.3–5.
- Протоковилов И.В. МГД-технологии в металлургии (Обзор). Современная электрометаллургия. 2011. №4. С.32–41.
- Протоковилов И.В., Петров Д. А. Получение сплавов системы Ti-Ni с эффектом памяти формы методом магнитоуправляемой электрошлаковой плавки. Титан. 2011. №4(34). С.40-44.
- Протоковилов И.В. Дегазация электрода спрессованного из губчатого титана в процессе вакуумирования камерной печи ЭШП. Современная электрометаллургия. 2012. №1. С.12–15.
- Протоковилов И.В., Компан Я. Ю., Назарчук А. Т., Петров Д. А. Возможности использования импульсных электромагнитных воздействий в электрошлаковых процессах. Современная электрометаллургия. 2012. №2. С.8–13.
- Протоковилов И.В., Скиба И. А., Петров Д. А. Технологические аспекты магнитоуправляемой электрошлаковой плавки и термомеханической обработки никелида титана. Современная электрометаллургия. 2012. №2. С.17–20.
- Протоковилов И.В., Порохонько В.Б., Петров Д.А. Особенности электрошлаковой сварки титана с использованием электромагнитных методов воздействия. Вісник НУК імені адмірала Макарова. 2012. №5. С.170-176 (електронне видання).
- Ивочкин Ю.П., Тепляков И.О., Протоковилов И.В. Физическое моделирование электровихревых течений при ЭШП. Современная электрометаллургия. 2013. №1. С.3–7.

- Протоковилов И.В., Петров Д.А., Порохонько В.Б., Бабич Л.М. Изготовление расходуемых электродов для магнитоуправляемой электрошлаковой плавки титана. Современная электрометаллургия. 2013. №3. С.8–11.
- Протоковилов И.В., Назарчук А.Т., Порохонько В.Б. и др. Особенности создания импульсных магнитных полей для магнитоуправляемой электрошлаковой плавки. Современная электрометаллургия. 2013. №4. С.21–26.
- Протоковилов И.В., Порохонько В.Б., Назарчук А.Т. и др. Способы создания внешних магнитных полей для управления процессом электрошлаковой сварки. Автоматическая сварка. 2013. №12. С.45-50.
- Протоковилов И.В., Назарчук А.Т., Порохонько В.Б. и др. Электрошлаковая выплавка титановых слитков с импульсным электропитанием. Современная электрометаллургия. 2014. №2. С.10–14.
- Протоковилов И.В., Порохонько В.Б. Способы управления кристаллизацией металла слитков при ЭШП. Современная электрометаллургия. 2014. №3. С.7–15.
- Протоковилов И.В., Порохонько В.Б. Физическое моделирование процесса плавления расходуемого электрода при ЭШП в условиях внешнего электромагнитного воздействия. Современная электрометаллургия. 2015. №1. С.8–12.
- Протоковилов И.В., Порохонько В.Б., Гончаров И.А., Мищенко Д.Д. Исследование физических и технологических свойств солевых флюсов для ЭШП титана. Современная электрометаллургия. 2015. №3. С.7–12.
- Протоковилов И.В., Назарчук А.Т., Порохонько В.Б., Петров Д.А. Использование разрядов конденсаторов для управления кристаллизацией металла при ЭШП. Современная электрометаллургия. 2015. №4. С.3–8.
- Протоковилов И.В., Петров Д.А., Порохонько В.Б. Электрошлаковый переплав отходов прецизионных сплавов. Современная электрометаллургия. 2016. №2. С.18–22.
- Протоковилов И.В., Петров Д.А., Порохонько В.Б. Электрошлаковая выплавка и термомеханическая обработка высокопрочного титанового псевдо □-сплава ТС6. Современная электрометаллургия. 2016. №3. С.16–20.
- Протоковилов И.В., Петров Д.А. Структура и свойства высокопрочного титанового сплава Ti-10-2-3 электрошлакового переплава. Современная электрометаллургия. 2017. №1. С.9–14.
- Протоковилов И.В., Порохонько В.Б. Физическое моделирование капельного переноса электродного металла при ЭШП с наложением импульсных магнитных полей. Современная электрометаллургия. 2017. №3. С.9–14.
- Протоковилов И.В., Назарчук А.Т., Петров Д.А. и др. Технологические и металлургические особенности выплавки слитков титановых сплавов в электрошлаковых печах камерного типа. Современная электрометаллургия. 2018. №2. С.45–51.
- Протоковилов И.В., Назарчук А.Т., Петров Д.А. и др. Особенности структурообразования прецизионного сплава 29НК при ЭШП с порционным формированием слитка. Современная электрометаллургия. 2019. №1. С.11–16.
- Протоковилов И.В., Петров Д.А., Порохонько В.Б. Получение титанового сплава ОТ4, легированного марганцем, в электрошлаковой печи камерного типа. Современная электрометаллургия. 2019. №2. С.3–6.
- Протоковилов И.В., Порохонько В.Б., Биктагиров Ф.К. та ін. Физическое моделирование кристаллизации слитков в изложнице в условиях электрошлакового обогрева и подпитки. Современная электрометаллургия. 2019. №3. С.3–9.
- Протоковилов И.В., Петров Д.А., Порохонько В.Б. Влияние технологических параметров ЭШП на особенности плавления расходуемого электрода из прецизионного сплава 29НК. Сучасна електрометалургія. 2019. № 4. С.4–8.
- Протоковилов И.В., Петров Д.А., Порохонько В.Б. Исследование технологических особенностей и допустимых давлений процесса ЭШП в вакууме. Сучасна електрометалургія. 2020. № 2. С.3–9.

- Протоковілов І.В., Порохонько В.Б., Петров Д.А. Вплив зовнішнього поздовжнього магнітного поля на електричні режими ЕШП. Сучасна електрометалургія. 2021. № 3. С.5–8.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; матеріали

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

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Патенти України на винахід № 119931, 110591, 97778. Патент України на корисну модель № 123715.

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0107U002788; 0113U002026; 0112U000621; 0115U006704

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Компан Ярослав Юрійович
2. Yaroslav Y. Kompan

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.04.05

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пройдак Юрій Сергійович
2. Yuri S. Proidak

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.16.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-7380-055X

Додаткова інформація: https://scholar.google.com.ua/citations?user=dKU147EAAAAJ&hl=ru; https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6507196492

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Галузевий

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гречанюк Микола Іванович
2. Mykola I. Grechanyuk

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.16.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-2609-6018

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54383023000

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Кржижановського, буд. 3, Київ, 03142, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Академічний

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Нурадинов Абди Сайдахматович
2. Abdy S. Nuradynov

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.16.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-7286-8648

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506359680

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технологічний інститут металів та сплавів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417153

Місцезнаходження: бульв. Вернадського, буд. 34/1, Київ, 03142, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Академічний

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Лобанов Леонід Михайлович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Лобанов Леонід Михайлович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Махненко Олег Володимирович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна