Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U000428

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-03-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Камкін Володимир Юрійович
2. Volodymir Kamkin

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0009-7725-4176

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 136

Назва наукової спеціальності: Металургія

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Металургія

Дата захисту: 16-03-2026

Спеціальність за освітою: 136 Металургія

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): PhD 11965

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, 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: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

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

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 53.01, 53.03.11.19

Тема дисертації:

1. Розробка наскрізної технології виробництва низьковуглецевої сталі для виготовлення високоякісного тонколистового прокату.

2. Development of a through-through technology for the production of low-carbon steel for the production of high-quality thin-sheet rolled products.

Реферат:

1. Дисертаційну роботу присвячено розробленню енергозберігаючої наскрізної технології виплавки, позапічної обробки та пластичної деформації ультранизьковуглецевої сталі для особливо тонкого листового прокату з підвищеними властивостями у гарячекатаному стані з наступною інтенсивною пластичною деформацією. В аналітичний частині роботи проведено огляд технологій одержання низьковуглецевої електросталі, за результатами якого було визначено об'єкт та предмет дослідження. Об'єкт дослідження – технологія виробництва, позапічної обробки та застосування інтенсивної пластичної деформації низьковуглецевої сталі для виготовлення високоякісного тонколистового прокату. Предмет дослідження – закономірності взаємодії компонентів в рідкому стані та вплив на окисленість металу, зниження вмісту розчинених газів та показники вакуум вуглецевого розкислення. Мета роботи – розроблення енергозберігаючої технології виплавки, позапічної обробки та встановлення закономірностей впливу

деформаційних режимів прокатки на формування структури тонколистового прокату. Методи дослідження – теоретичні дослідження базуються на основних положеннях фізичної хімії і теорії металургійних процесів; використаний метод математичної статистики для обробки результатів досліджень; використані стандартні методи хімічного аналізу складу металу і шлаку; інтенсивну пластичну деформацію здійснювали в лабораторії УДУНТ. Наукова новизна отриманих результатів 1. Вперше на основі результатів термодинамічних розрахунків встановлена та підтверджена експериментальними дослідженнями величина активності кисню у напівпродукті з ЕДП, яка забезпечує зниження вмісту вуглецю до заданої величини, його окислення з розкислювачів і електродів при нагріві металу на печі ковші, має бути високою та складати для умов даного виробництва 1120…1600 ppm. 2. Набули подальшого розвитку закономірності дегазації металу в ківшах з продувкою аргоном, які встановлені на основі результатів математичного моделювання на математичній моделі, в якій видалення газів з металу відбувався за трьома статтями – у бульбашки CO, у бульбашки аргону та через відкриту поверхню металу при зовнішньому лімітуванні процесу та значному відхиленні реакції видалення кисню від рівноваги. 3. Розширено уявлення щодо механізму впливу вмісту азоту на утворення нітридів титану та алюмінію. Встановлено закономірності впливу титану на зменшення дії азоту у сталях на появу дефектів металу, пов'язаних з виділенням нітридів алюмінію по границях первинних зерен, що обумовлюється переважаючою термодинамічною спорідненістю титану до азоту у порівнянні з алюмінієм. На основі аналізу експериментальних даних одержано аналітичний вираз, який визначає ефективний вміст титану для попереднього зв’язування азоту у нітрид титану та попереджає формування шкідливих нітридів алюмінію. 4. Вперше використано методику фізико-хімічного моделювання для визначення оптимального складу низьковуглецевої сталі та встановлені інтегральні параметри, які характеризують стан сплаву і обумовлюють зміну властивостей у встановленому концентраційному інтервалі модифікуючих елементів та показують, що при встановлених режимах деформаційної обробки дослідних зразків сталі досягаються показники механічних властивостей та структури прокатаних зразків, які відповідають характеристикам низьковуглецевої сталі. як по отриманому складу, так і за властивостями. Теоретичне та практичне значення результатів дослідження На основі фізико-хімічного обґрунтування та розробленні технологічних режимів виплавки та позапічної обробки низьковуглецевої електросталі для тонколистового прокату з підвищеними механічними властивостями здійснена виплавка нової ультранизьковуглецевої сталі, з мінімальним вмістом шкідливих домішок. Виявлено особливості формування структури низьковуглецевої електросталі при низьких температурах закінчення прокатки та змотки. Практичне значення роботи Визначена величина активності кисню у напівпродукті з ЕДП, яка має бути достатньою та складатиме 1120…1600 ppm, а вміст вуглецю на випуску має бути низьким (0,03-0,048%), з температурою на рівні 1650…17000С. Встановлені закономірності дегазації металу в ківшах з продувкою аргоном з урахуванням розподілу газів з металу за трьома статтями – у бульбашки CO, у бульбашки аргону та через відкриту поверхню металу. Отримані дані щодо впливу титану на зменшення дії азоту у сталях на появу дефектів металу, пов'язаних з виділенням нітридів алюмінію по границях первинних зерен. Розрахункові дані на основі фізико-хімічного моделювання для здійснення вибору концентрації елементів для сталей типу 01ЮТА, 01ЮТ, який. може забезпечувати оптимальний комплекс властивостей сталей. Проведені металографічні дослідження показали, що структура отриманої сталі представлена чистим феритом з нерівномірними вкрапленнями по межах зерен цементиту, що свідчить про високі пластичні властивості отриманої сталі.

2. The dissertation is devoted to the development of an energy-saving integrated technology for melting, ladle refining, and plastic deformation of ultra-low-carbon steel intended for extra-thin sheet products with enhanced properties in the hot-rolled condition, followed by intensive plastic deformation. In the analytical part of the work, a review of technologies for producing low-carbon electric steel was carried out, based on which the object and subject of the research were determined. Object of research – the technology of production, ladle refining, and application of intensive plastic deformation of low-carbon steel for manufacturing high-quality thin sheet products. Subject of research – the regularities of component interaction in the liquid state and their influence on metal oxidation, reduction of dissolved gas content, and the parameters of vacuum carbon deoxidation. Purpose of

the work – to develop an energy-saving technology for melting and ladle refining and to establish the regularities of the influence of rolling deformation modes on the formation of the structure of thin sheet products. Research methods – theoretical studies are based on the fundamental principles of physical chemistry and the theory of metallurgical processes; mathematical statistics methods were used for processing experimental results; standard methods of chemical analysis of metal and slag composition were applied; intensive plastic deformation was carried out in the laboratory of USUNT. Scientific Novelty of the Obtained Results For the first time, based on thermodynamic calculations and confirmed by experimental studies, the value of oxygen activity in the semi-product from the electric arc furnace (EAF) was established, which ensures carbon reduction to the specified level. It was shown that its oxidation from deoxidizers and electrodes during heating in the ladle furnace must be sufficiently high and, under the production conditions considered, should be within 1120–1600 ppm. The regularities of metal degassing in ladles with argon stirring were further developed based on mathematical modeling. A mathematical model was applied in which gas removal from the metal occurred through three mechanisms: into CO bubbles, into argon bubbles, and through the open metal surface under external process limitation and significant deviation of the oxygen removal reaction from equilibrium. The understanding of the mechanism of nitrogen influence on the formation of titanium and aluminum nitrides was expanded. Regularities of titanium's effect in reducing nitrogen influence in steels on defect formation associated with aluminum nitride precipitation along primary grain boundaries were established. This is due to the higher thermodynamic affinity of titanium for nitrogen compared to aluminum. Based on experimental data analysis, an analytical expression was obtained that determines the effective titanium content required for preliminary nitrogen binding into titanium nitride, preventing the formation of harmful aluminum nitrides. For the first time, a physico-chemical modeling method was used to determine the optimal composition of low-carbon steel. Integral parameters characterizing the alloy state were established, which determine property changes within a defined concentration range of modifying elements. It was shown that under the established deformation processing modes of experimental steel samples, mechanical properties and structure corresponding to low-carbon steel characteristics are achieved, both in terms of composition and properties. Theoretical and Practical Significance of the Research Results On the basis of physico-chemical justification and developed technological regimes of melting and ladle refining of low-carbon electric steel for thin sheet products with enhanced mechanical properties, a new ultra-low-carbon steel with minimal harmful impurities was produced. The peculiarities of structure formation of low-carbon electric steel at low finishing rolling and coiling temperatures were revealed. Practical Significance of the Work The required oxygen activity in the EAF semi-product was determined, which must be sufficient and within 1120–1600 ppm. The carbon content at tapping must be low (0.03–0.048%) at a temperature of 1650–1700°C. Regularities of metal degassing in ladles with argon stirring were established, considering gas removal distribution through three mechanisms: into CO bubbles, into argon bubbles, and through the open metal surface. Data were obtained regarding the influence of titanium in reducing nitrogen effects in steels on metal defect formation associated with aluminum nitride precipitation along primary grain boundaries. Calculation data based on physico-chemical modeling were obtained to select optimal element concentrations for steels of the 01YUTA and 01YUT types, ensuring an optimal combination of properties. Metallographic studies showed that the structure of the obtained

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Низьковуглецева сталь для тонкого листового прокату з підвищеними властивостями. Камкіна Л.В., Пройдак Ю.С., Камкін В.Ю., Ремез О.А., Безшкуренко О.Г. Теорія і практика металургії. - № 1-2 (112-113). –

2018. – С. 35-44. https://nmetau.edu.ua/file/zh2018_1-2_w10.pdf

- 2. Спінювання шлаку в ДСП як ефект застосування шлакоутворюючих сумішей з регульованим співвідношенням компонентів при вдуванні у ванну в струменях газу. Камкін В.Ю., Токарєв С.І., Мішалкін А.П., Анкудінов Р.В., Безшкуренко О.Г. Теорія і практика металургії. – 2018. - № 6. - С. 50-56. ISNN 1028-2335. https://doi.org/10.34185/tpm.6.2018.06
- Технологія виплавки чистої сталі та особливості позапічної обробки. Куцова В.З., Камкін В.Ю., Кнапинський М.Г., Пройдак С.В., Варицев А.О. Теорія і практика металургій. - №3. – 2019. - С. 5-13. ISNN 1028-2335. https://doi.org/10.34185/tpm.3.2019.01.
- Зменшення шкідливого впливу азоту на властивості низьковуглецевої сталі 08Ю шляхом підбору раціональної кількості нітридоутворюючих елементів. Камкіна Л.В., Мішалкін А.П., Камкін В.Ю., Грищенко Ю.М., Ісаєва Л.Є. Теорія і практика металургії. - №6. – 2019. – С. 16-24. ISNN 1028-2335. https://doi.org/10.34185/tpm.6.2019.03
- Фізико-хімічні основи і математичне моделювання процесів дегазації при позапічній обробці сталі. Камкіна Л.В., Величко О.Г., Камкін В.Ю. Теорія і практика металургії. - №3(128). – 2021. - С. 31-40. https://doi.org/10.34185/tpm.3.2021.05
- Coordinated control of the composition of 01yut steel and deformation processing modes to achieve specified mechanical properties. Velychko O.G., Kamkin V.Yu., Projdak Yu.S. Теорія і практика металургії. №2(143), 2024. С 36-44. ISSN 1028-2335. https://doi.org/10.15802/tpm.2.2024.06 https://nmetau.edu.ua/file/zh_02_2024_ok.pdf
- Внепечная обработка электростали опытными шлакообразующими смесями с целью получения низкоуглеродистой стали. Пройдак Ю.С., Куцова В.З., Мешалкин А.П., Камкин В.Ю., Констанчак А., Синицин Я.С. “New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering”. Monografie. № 68. – Czestohowa, Poland, 2017. – С. 38-41.
- . Interaction of low-carbon electrical steel with a refractory lining of the ladle during out-of-furnace processing. Jurij Projdak, Vladimir Kamkin, Jana Mianovska, Anna Konstanciak. Series: Monografie Nr 78. «New technologies and achievements in metallurgy, material engineering, production engineering and physics». - Częstochowa, Poland, 2018. - S. 225-230.
- 1. Вакуум-кисневе зневуглецювання електропічного напівпродукту для одержання особо низьковуглецевої сталі. Камкін В.Ю., Куцова В.З. Матеріали VIII Міжнародної конференції «Молоді вчені 2017 - від теорії до практики». 17 лютого 2017 р., м. Дніпро, Україна. – С. 48-52.
- Оптимізація складу низьковуглецевої сталі 01ЮТ методом фізико-хімічного моделювання. Куцова В.З., Камкін В.Ю., Стеценко Г.П. І Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених «Наука і металургія». 18-19 травня 2017 р. Україна, м. Дніпро, ІЧМ НАНУ. – С. 48.
- Застосування інформаційних технологій в процесах одержання високоміцної сталі. Камкін В.Ю., Куцова В.З. Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні» ІТММ’2018. м. Дніпро, 27 – 29 березня 2018 р. – С. 147.
- Аналіз впливу шлаку на процеси при виплавці електросталі. Камкін В.Ю., Безшкуренко О.Г. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Іформаційні технології в металургії та машинобудуванні» (ІТММ-2019). 26 - 28 березня 2019 року. м. Дніпро. – С. 9.
- Особливості позапічної обробки при одержанні IF сталі. Ходак В.М., Камкін В.Ю., Анкудінов Р.В. Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів і молодих учених “МОЛОДА АКАДЕМІЯ 2020”. - Том 1. м. Дніпро. 21-22 травня 2020 року. НМетАУ. – С. 31.
- Моделювання розчинення вапна в шлаку окислювального періоду виплавки сталі в ДСП. Камкін В.Ю., Мішалкін А.П. Міжнародна науково-практична конференція "Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні" ІТММ’2022. м. Дніпро, 18 травня 2022 р. - С. 259-260.
- Modeling the process of carbon oxidation during evacuation in the production of low-carbon steel. Proydak Yu., Kamkin V. 15th International Symposium of Croatian Metallurgical Society „Materials and Metallurgy“ (SHMD ´2022). Zagreb, Croatia, March 22 – 23, 2022. PROCESS METALLURGY – SECTION “B”. - P. 563.

- 1. Патент України на винахід № 122000. (51) МПК: C21C 7/06 (2006.01), C21C 7/064 (2006.01), C21C 7/076 (2006.01), C22B 9/10 (2006.01). Спосіб двоетапної позапічної обробки низьковуглецевої сталі. Камкіна Л.В., Пройдак Ю.С., Мішалкін А.П., Колбін М.О., Камкін В.Ю., Надточій А.А., Синицін Я.С., Безшкуренко О.Г., Мяновська Я.В., Ісаєва Л.Є. Заявл.: 25.05.2018. Опубл.: 25.08.2020, бюл. № 16. - 4 с.

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; економія енергоресурсів

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Патент України на винахід № 122000. (51) МПК: C21C 7/06 (2006.01), C21C 7/064 (2006.01), C21C 7/076 (2006.01), C22B 9/10 (2006.01). Спосіб двоетапної позапічної обробки низьковуглецевої сталі. Камкіна Л.В., Пройдак Ю.С., Мішалкін А.П., Колбін М.О., Камкін В.Ю., Надточій А.А., Синицін Я.С., Безшкуренко О.Г., Мяновська Я.В., Ісаєва Л.Є. Заявл.: 25.05.2018. Опубл.: 25.08.2020, бюл. № 16. - 4 с.

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0117U002340

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Величко Олександр Григорович

2. Oleksandr G. Velychko

Кваліфікація: д. т. н., професор, член-кор. НАН України, 05.16.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0072-1460

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

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

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Піптюк Віталій Петрович

2. Vitalii P. Piptiuk

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2915-1756

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 00190294

Місцезнаходження: пл. Академіка Стародубова, Дніпро, Дніпровський р-н., 49050, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Смірнов Олексій Миколайович
2. Oleksiy M. Smirnov

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9543-874X

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 05417153

Місцезнаходження: бульвар Академіка Вернадського, Київ, 03142, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Селівьорстов Вадим Юрійович
2. Vadym Y. Selivorstov

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1916-625X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

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

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Горобець Антон Прокопович
2. Anton P. Horobets

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1113-0954

Додаткова інформація: ID Scopus: 36940400600 ResearcherID: LSK-0072-2024

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

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

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Нізяєв Костянтин Георгійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Нізяєв Костянтин Георгійович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Камкін Володимир Юрійович
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна