Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Image not found or type unknow

Державний обліковий номер: 0826U004680

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 18-08-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Подольська Олена Анатоліївна

2. Olena A. Podolska

Кваліфікація: 132

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4032-4275

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: Матеріалознавство та обробка металів

Дата захисту: 30-09-2026

Спеціальність за освітою: Матеріалознавство

Місце роботи здобувача: 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:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16858

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:

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

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:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 53.49.05.19

Тема дисертації:

1. Закономірності впливу структурної неоднорідності та гарячої пластичної деформації доевтектоїдної сталі на надійність залізничних осей

2. Regularities of the Influence of Structural Heterogeneity and Hot Plastic Deformation of Hypoeutectoid Steel on the Reliability of Railway Axles

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена встановленню закономірностей формування структурної неоднорідності осьових вуглецевих сталей, дослідженню її успадкування на різних стадіях технологічного процесу виробництва залізничних осей та оцінюванню впливу хімічного складу, гарячої пластичної деформації й термічної обробки на структуру, механічні властивості та втомну довговічність металу. Актуальність роботи визначається необхідністю підвищення експлуатаційної надійності залізничних осей, які належать до найбільш відповідальних деталей рухомого складу та працюють в умовах багатоциклового навантаження. Сучасні вимоги міжнародних стандартів до якості осьових сталей постійно зростають, що потребує поглибленого дослідження процесів формування мікроструктури металу, причин виникнення структурної

неоднорідності та їх впливу на механічні характеристики і втомну міцність готових виробів. У роботі проведено комплексний аналіз сучасного стану досліджень, присвячених формуванню структури, властивостей та забезпеченню надійності осьових сталей. Виконано порівняльний аналіз вимог національних і міжнародних нормативних документів (ДСТУ ГОСТ 31334:2009, ДСТУ EN 13261:2022, AAR M-101-2016 та інших), що регламентують хімічний склад, механічні властивості, металургійну чистоту та експлуатаційну надійність залізничних осей. Показано, що найбільш жорсткі вимоги до металургійної чистоти та допустимого рівня неметалевих включень встановлені європейськими стандартами, що пов'язано із забезпеченням високої втомної довговічності виробів. За результатами аналізу літературних джерел встановлено, що структурна неоднорідність формується ще під час кристалізації металу внаслідок дендритної ліквації, мікросегрегації легувальних елементів та будови кристалів нових фаз. Незважаючи на подальшу гарячу пластичну деформацію, повне усунення спадкової неоднорідності досягається не завжди. Саме залишкові прояви ліквації істотно впливають на кінцеву мікроструктуру, механічні властивості та опір металу втомному руйнуванню. При цьому встановлено недостатню дослідженість спільного впливу співвідношення вмісту марганцю та кремнію на формування структурної неоднорідності осьових сталей, що стало підставою для проведення даного дослідження. Для досягнення поставленої мети сформовано комплекс сучасних експериментальних та розрахункових методів дослідження. Виплавку дослідних плавок здійснювали методом переплавлення в індукційній печі без примусового окислення домішок. Металографічні дослідження виконувались із застосуванням оптичної та растрової електронної мікроскопії. Кількісний аналіз мікроструктури проводився з використанням програмного забезпечення ImageJ, статистичну обробку результатів виконували у середовищі OriginLab, а моделювання фазових перетворень під час кристалізації – із застосуванням програмного комплексу ThermoCalc. Механічні властивості визначали відповідно до вимог чинних стандартів. Додатково використано методику аналізу міжатомної взаємодії на основі концепції спрямованого хімічного зв'язку, що дозволило оцінити комплексний вплив хімічного складу на структурний стан і властивості осьових сталей. У роботі виконане комплексне дослідження закономірностей формування мікроструктури осьових сталей у литому стані, після гарячої пластичної деформації та після завершальної термічної обробки. Проведено кількісне визначення співвідношення фериту і перліту, досліджено зміну твердості залежно від стану металу (литий, деформований, термічно оброблений стан) та встановлено взаємозв'язок між хімічним складом та параметрами мікроструктури. Підтверджено, що загалом зі збільшенням вмісту вуглецю збільшується кількість перлітної фази, але у литому сталі спостерігали певне плато в області 0,48-0,56%, після пластичної деформації тенденція до збільшення кількості перліту проявляється сильніше, але має певний розкид значень. У стані після термічної обробки кількість перліту збільшується, ця закономірність стає більш стабільною. Чітких залежностей, щодо впливу кремнію та марганцю не спостерігається. Виявлено взаємозв'язок між вмістом ванадію та формуванням перлітної складової після гарячої пластичної деформації й термічної обробки. Показано неоднозначний вплив алюмінію на кількість фериту залежно від конкретного хімічного складу сталі. Аналіз впливу міжатомної взаємодії на твердість дослідних сталей показав існування характерної області значень параметра ZY (1,20-1,21), у межах якої змінюється характер взаємозв'язку між структурним станом металу та його твердістю після різних технологічних операцій. Отримані результати підтверджують доцільність використання параметрів міжатомної взаємодії як додаткового критерію прогнозування властивостей осьових сталей. Отримані результати дозволили встановити закономірності формування та трансформації мікроструктури осьових сталей залежно від співвідношення базових хімічних елементів, а також показали, що від литого стану до завершальної термічної обробки спостерігається закономірне підвищення механічних властивостей.

2. The dissertation is devoted to establishing the regularities of structural heterogeneity formation in axle carbon steels, investigating its inheritance at different stages of the technological process of railway axle production, and evaluating the influence of chemical composition, hot plastic deformation, and heat treatment on the microstructure, mechanical properties, and fatigue life of the metal. The relevance of the study is determined by the necessity to improve the operational reliability of railway axles, which are among the most critical components

of rolling stock and operate under high-cycle loading conditions. Current international standards impose increasingly stringent requirements on the quality of axle steels, necessitating a comprehensive investigation of the processes governing the formation of the metal microstructure, the causes of structural heterogeneity, and their influence on the mechanical characteristics and fatigue strength of finished products. A comprehensive analysis of the current state of research on the formation of the structure and properties of axle steels and the assurance of their reliability was carried out. A comparative analysis of the requirements of national and international regulatory documents (DSTU GOST 31334:2009, DSTU EN 13261:2022, AAR M-101-2016, and others), which regulate the chemical composition, mechanical properties, metallurgical cleanliness, and operational reliability of railway axles, was performed. It was shown that the most stringent requirements for metallurgical cleanliness and the permissible level of non-metallic inclusions are established by European standards, which is associated with ensuring high fatigue life of the products. Based on the analysis of the literature, it was established that structural heterogeneity is formed during metal solidification as a result of dendritic segregation, microsegregation of alloying elements, and the crystal structure of newly formed phases. Despite subsequent hot plastic deformation, the complete elimination of inherited heterogeneity is not always achieved. Residual manifestations of segregation significantly affect the final microstructure, mechanical properties, and fatigue resistance of the metal. At the same time, insufficient attention has been paid to the combined influence of the manganese-to-silicon ratio on the formation of structural heterogeneity in axle steels, which provided the basis for this study. To achieve the research objectives, a comprehensive set of modern experimental and computational methods was employed. Experimental heats were produced by remelting in an induction furnace without forced oxidation of impurities. Metallographic investigations were carried out using optical and scanning electron microscopy. Quantitative microstructural analysis was performed using ImageJ software, statistical processing of the results was conducted in the OriginLab environment, and phase transformations during solidification were simulated using the ThermoCalc software package. Mechanical properties were determined in accordance with the requirements of current standards. In addition, the method of interatomic interaction analysis based on the concept of directional chemical bonding was applied, making it possible to evaluate the combined influence of chemical composition on the structural state and properties of axle steels. The study presents a comprehensive investigation of the regularities governing the formation of the microstructure of axle steels in the as-cast state, after hot plastic deformation, and after final heat treatment. The ferrite-to-pearlite ratio was quantitatively determined, changes in hardness depending on the metal condition (as-cast, deformed, and heat-treated) were investigated, and the relationship between chemical composition and microstructural parameters was established. It was confirmed that, in general, an increase in carbon content leads to an increase in the amount of the pearlitic phase. However, in the as-cast steel, a certain plateau was observed within the range of 0.48–0.56% carbon. After plastic deformation, the tendency toward an increase in pearlite content became more pronounced, although with some scatter in the values. In the heat-treated condition, the amount of pearlite increased further, and this relationship became more stable. No clear dependences regarding the influence of silicon and manganese were observed. A relationship was identified between vanadium content and the formation of the pearlitic constituent after hot plastic deformation and heat treatment. The ambiguous influence of aluminum on the ferrite content depending on the specific chemical composition of the steel was also demonstrated.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Babachenko O.□I., D'omina K.□H., Kononenko H.□A., Dement'yeva Zh.□A., Podol's'kyy R.□V., Safronova O.□A. Influence of Cooling Rate at Hardening of Continuous Casting Blank on Parameters of Dendritic Structure of Carbon Steel with 0.54% C. Metallofiz. Noveishie Tekhnol. – 2021. - No. 11. –P. 1537—1551 (in Ukrainian). DOI: 10.15407/mfint.43.11.1537
- Babachenko O.I., Kononenko H.A., Podolskyi R.V., Safronova O.A., Taranenko A.O. Structure and Fracture Resistance of Steels in Different Zones of Railway Axles// Materials Science. – 2022. Vol. 58, Is. 3, P. 417 – 421. DOI: 10.1007/s11003-023-00679-1
- Бабаченко О.І., Балаханова Т.В., Сафронова О.А., Дементьева Ж.А. Особливості виявлення первинної структури вуглецевих криць для виробництва залізничних осей. Metallofizika i Novejsie Tehnologii. – 2023. – Т. 45. Вип.2. С.275-292. DOI: 10.15407/mfint.45.02.0275
- Babachenko, O.I., Balakhanova, T.V., Safronova, O.A., Podolskyi, R.V. Specific features of the formation of structural heterogeneity in carbon steel depending on manufacturing technique. Science and Innovation. – 2023.- 19(4), P. 47–56. DOI: 10.15407/scine19.04.047
- Бабаченко О.І., Кононенко Г.А., Подольський Р.В., Сафронова О.А., Тараненко А.О. Структура та опір руйнуванню сталей у різних зонах залізничних осей. Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2022. – Т. 58, №3. – С.124-129. ISSN: 0430-6252(print)
- Бабаченко О.І., Дьоміна К.Г., Кононенко Г.А., Сафронова О.А. Аналіз існуючих способів підвищення якості металопродукції залізничного призначення. Метал та лиття України. – 2020. – №4. - С.84-94. DOI: 10.15407/steelcast2020.04.084
- Бабаченко О.І., Подольський Р.В., Дьоміна К.Г., Кононенко Г.А., Сафронова О.А. Фізичне і математичне моделювання гарячої пластичної деформації лабораторних злитків сталей для осей. "Сучасні проблеми металургії". – 2021. - № 24. - С. 12-20. DOI: 10.34185/1991-7848.2021.01.02
- Бабаченко О.І., Балаханова Т.В., Сафронова О.А., Кононенко Г.А., Дьоміна К.Г. Вплив методів гарячого деформування на пророблюваність металу за перерізом під час виробництва осьових заготовок. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – 2021. - №5(95). - С. 60-70. DOI: 10.15802/stp2021/252041
- Філоненко Н.Ю., Бабаченко О.І., Кононенко Г.А., Сафронова О.А. Вплив швидкості охолодження та перегріву вище лінії ліквідусу на формування структурних складових. Металознавство та обробка металів. - 2022.- №28(2).- С. 3-11. DOI: 10.15407/mom2022.02.003
- Бабаченко О. І., Балаханова Т. В., Сафронова О.А., Шпак О. А., Клинова О. П Аналіз особливостей формування структурної неоднорідності вуглецевої сталі (огляд літератури). Металознавство та термічна обробка металів. – 2021. -№4(95).- С. 18-32. DOI: 10.30838/J.PMHTM.2413.281221.18.821
- Бабаченко О.І., Балаханова Т.В., Сафронова О.А., Кононенко Г.А. Дослідження впливу співвідношення вмісту Si/Mn на дендритну структуру сталей для залізничних осей. Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2022. - №1. – с. 6-12. DOI: 10.15588/1607-6885-2022-1-1
- Бабаченко О. І., Балаханова Т. В., Кононенко Г. А., Сафронова О. А., Дементьєва Ж. А. Формування макроструктури залежно від вмісту та співвідношення основних компонентів у зливках сталі залізничного призначення. Фундаментальні і прикладні проблеми чорної металургії. -2022. -Вип. 36. - С. 343-361 DOI: 10.52150/2522-9117-2022-36-343-361
- Балаханова Т.В., Кононенко Г.А., Сафронова О.А., Сафронов О.Л., Клинова О.П. Дослідження трансформації мікроструктури осьових заготовок після прокатування. Системні технології. 2023.- Т. 3, № 146.- С. 46-52. DOI: 10.34185/1562-9945-3-146-2023-05
- Бабаченко О.І., Кононенко Г. А., Балаханова Т.В., Сафронова О.А., Дементьєва Ж.А. Дослідження впливу хімічного складу сталей для залізничних осей на рівномірність кінцевої мікроструктури. Український журнал будівництва та архітектури. -2024. -№4 (022). - С. 8-14. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.300824.08.1069
- Поворотня І.Р., Сафронова О.А., Подольський Р.В., Олійник Е.В. Вплив хімічного складу на фазову структуру і твердість вуглецевої сталі для залізничних осей після деформації та термічної обробки.

Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії. - 2024. - Вип. 38. - С. 656-671. DOI: 10.52150/2522-9117-2024-38-656-671

- Safronova O., Podolskyi R., Domina K. Hereditary influence of the initial structural state on the quality of rail axes. The 19 International students scientific conference "Engineer of the Third Millennium" (14 травня 2020, Дніпро). С. 32–33.
- Бабаченко О.І., Кононенко Г.А., Дьоміна К. Г., Подольський Р.В., Сафронова О.А. Дослідження гарячої пластичної деформації лабораторних осьових плавок. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні» (16-18 березня 2021, Дніпро). С. 12-16. DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2021.01.002
- Бабаченко О.І., Дьоміна К.Г., Кононенко Г.А., Дементьєва Ж.А., Сафронова О.А., Подольський Р.В. Вплив швидкості охолодження при затвердінні безперервнолитої заготовки на особливості дендритної структури вуглецевої сталі марки ЕА1N. Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції "Нові матеріали і технології в машинобудуванні" (28-29 квітня 2021, Дніпро). С. 26-27.
- Бабаченко О.І., Дьоміна К.Г., Кононенко Г.А., Подольський Р.В., Сафронова О.А. Вплив швидкості охолодження при затвердінні безперервно-литої заготовки на характеристики дендритної структури вуглецевої сталі марки ОС. Міжнародна конференція «Університетська наука - 2021» (19-20 травня 2021, Маріуполь). С. 70-71.
- О.І. Бабаченко, Г.А. Кононенко, О.А. Сафронова, О.П. Клинова Порівняльні дослідження втомної довговічності по перерізу залізничних вісей різної якості/ Всеукраїнська науково-технічна конференція «НАУКА І МЕТАЛУРГІЯ»(24 червня 2021, Дніпро). С. 30-31.
- Балаханова Т.В., Кононенко Г.А., Сафронова О.А., Шпак О.А., Дементьєва Ж.А. Особливості мікроструктури осьових заготовок після прокатування. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні» (22 березня 2023, Дніпро). С.12-14. DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2023.01.003
- Поворотня І.Р., Подольський Р.В., Сафронова О.А., Олійник Е.В. Методологічний підхід до визначення ефективного компонентного складу вуглецевих сталей відповідального призначення. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні» (10 квітня 2024, Дніпро). С. 148-151. DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2024.01.025
- Povorotnia I. R., Safronova O. A., Podolskyi R. V., Oliinyk E. V. Influence of chemical composition on the structure and hardness of railway axle steel. All-Ukrainian scientific and technical conference «SCIENCE AND METALLURGY», (19 – 20 November 2024, Dnipro). P. 44. DOI: 10.52150/2522-9117-2024-conferens
- Romanova N.S., Safronova E.A., Demina Yu.O. Fatigue equation for grade F railway axles. The 5th International scientific and practical conference “Science and education: problems, prospects and innovations” (February 4-6, 2021 Kyoto Japan). P. 21-27.
- Подольський Р.В., Бабаченко О.І., Кононенко Г.А. Романова Н.С., Сафронова О.А. , Клемешов Е.С. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в матеріалознавстві та термічній обробці металів та сплавів: методичний посібник. Дніпро: Україн. держ. ун-т науки і технол. 2022. 66 с.
- Подольський Р. В., Бабаченко О. І., Кононенко Г. А., Романова Н. С., Сафронова О.А., Клемешов Є.С. Методичний посібник «Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в матеріалознавстві та термічній обробці металів та сплавів». АС № 116091 Україна. Заявл. № с202205338 08.12.2022. Регистр. 24.01.2023. Бюл. 74.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; матеріали; методи, теорії, гіпотези; методичні документи; аналітичні матеріали

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

Охоронні документи на ОПІВ:

Літературні та художні твори

Подольський Р. В., Бабаченко О. І., Кононенко Г. А., Романова Н. С., Сафронова О.А., Клемешов Є.С. Методичний посібник «Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в матеріалознавстві та термічній обробці металів та сплавів». АС № 116091 Україна. Заявл. № с202205338 08.12.2022. Регистр. 24.01.2023. Бюл. 74.

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: №ДР 0120U101186, №ДР 0120U101181, №ДР 0120U102688, №ДР 0119U101398, № ДР 0121U110392, №ДР 0123U102990

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кононенко Ганна Андріївна
2. Ganna A. Kononenko

Кваліфікація: д. т. н., с.д., 05.02.01, 05.16.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7446-4105

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:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Волчук Володимир Миколайович
2. Volodymyr M. Volchuk

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7199-192X

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. Федоряченко Сергій Олександрович

2. Serhii O. Fedoriachenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.05.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8512-3493

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чуйко Ігор Миколайович

2. Ihor M. Chuiko

Кваліфікація: к. т. н., с.д., 05.16.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4753-614X

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. Барановська Олена Євгенівна

2. Olena Y. Baranovska

Кваліфікація: к. т. н., 05.16.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1775-5050

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:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Парусов Едуард Володимирович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Парусов Едуард Володимирович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Джигота Марина Георгіївна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна