

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0224U033054

**Державний реєстраційний номер:** 0123U102990

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 17-12-2024

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 2

**Назва етапу:** Дослідження особливостей формування литого стану та якості сталі, що визначають кінцеву якість залізничних осей.

**Початок етапу:** 01.2024

**Закінчення етапу:** 12.2024

**Вид звітнього документа:** Остаточний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 00190294

**Місцезнаходження:** пл. Академіка Стародубова, буд. 1, м. Дніпро, Дніпровський р-н., Дніпропетровська обл., 49050, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380567765315, 380567900515, 380567900511

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національна академія наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 00019270

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380442343243

## VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

**Підстава для проведення ДіР:** 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

**Напрямок фінансування:** 2.1 - фундаментальні дослідження

### Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

**Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК):** 6541030

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 195.000 |
|----------------------------------------------------------|

## VII. Відомості про ДіР

### Назва роботи українською:

Дослідження впливу хімічної та структурної неоднорідності вуглецевих сталей на надійність великогабаритного металопрокату залізничного призначення

### Назва роботи англійською:

Research on the influence of chemical and structural heterogeneity of carbon steels on the reliability of large-sized rolled metal for railway purposes

### Реферат українською:

Виплавлено дослідні злитки вуглецевих сталей різного хімічного складу. Зразки піддавали гарячій пластичній деформації і термічній обробці. Гаряча пластична деформація проведена методом осаджування при температурі 1260°C на 50%. Наступна термічна обробка складалась з нормалізації від 850°C. За результатами металографічного дослідження було розраховано кількісне співвідношення перліту та фериту у дослідних литих зразках, після гарячої пластичної деформації та після наступної термічної обробки. Методом Бринеля визначали твердість дослідних сталей в різному стані. Розвинені уявлення про утворення сульфідів MnS та вплив концентрації Mn по відношенню до S при їх формуванні і встановили, що при концентрації S до 0,025% та в діапазоні 0,58...0,63% Mn формування сульфідів MnS складає 0,49% поля зору дослідного шліфа при оціночному збільшенні 100x, що відповідає балу 2 та 0,5 відповідно до ДСТУ 31334 та EN 13261 при рівні 3,5 та 1,5 балу відповідно. Встановлено, що кількість пор, неметалевих включень та структурна неоднорідність впливають на втомну міцність та кількість циклів до руйнування. Встановлено, що причиною більшої на 84,2% втомної міцності зразка №4 в порівнянні зі зразком №1, розташованих в поверхневому шарі осі, є перш за все менший в 6,8 разів розмір мікропор (51,9 мкм проти 7,6 мкм), а також більш висока його твердість (на 10,5%) і менш виражена структурна неоднорідність. Результати втомних випробувань залізничної осі пл. №10745 марки F (AAR M-101) виробництва ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» (друга партія зразків) показали, що при напруженні 295-286 МПа поверхневий шар виробу має на 28,2-160,7% більше рівень втомної міцності, ніж внутрішній шар на глибині ½ радіуса поперечного перерізу осі.

### Реферат англійською:

Experimental ingots of carbon steels of different chemical compositions were melted. The samples were subjected to hot plastic deformation and heat treatment. Hot plastic deformation was carried out by the precipitation method at a temperature of 1260°C by 50%. The subsequent heat treatment consisted of normalization from 850°C. According to the results of metallographic research, the quantitative ratio of pearlite and ferrite in the experimental cast samples was calculated, after hot plastic deformation and after subsequent heat treatment. The hardness of the experimental steels in different states was determined by the Brinell method. The ideas about the formation of MnS sulfides and the influence of Mn concentration in relation to S during their formation were developed and it was established that at an S concentration of up to 0.025% and in the range of 0.58...0.63% Mn, the formation of MnS sulfides is 0.49% of the field of view of the test section at an estimated magnification of 100x, which corresponds to a score of 2 and 0.5 according to DSTU 31334 and EN 13261 at a level of 3.5 and 1.5 points, respectively. It was established that the number of pores, non-metallic inclusions and structural heterogeneity affect the fatigue strength and the number of cycles to failure. It was established that the reason for the 84.2% higher fatigue strength of sample No. 4 compared to sample No. 1, located in the surface layer of the axle, is primarily the 6.8 times smaller micropore size (51.9 μm versus 7.6 μm), as well as its higher hardness (by 10.5%) and less pronounced structural heterogeneity. The results of fatigue tests of the railway axle pl. No. 10745 of grade F (AAR M-101) produced by PJSC "INTERPIPE NTZ" (second batch of samples) showed that at a stress of 295-286 MPa, the surface layer of the product has a 28.2-160.7% higher level of fatigue strength than the inner layer at a depth of ½ the radius of the axle cross section.

**Індекс УДК:**669.14, 669.141.24 : 620.18 : 621.29.001.5

**Коди тематичних рубрик:** 81.29.09.07

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Поворотня Ірина Романівна

**Науковий ступінь:** к. т. н.

**Вчене звання:**

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

## **VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)**

**Назва НТП українською:** Закономірність утворення сульфідів MnS від масової частки Mn та S; формування неметалевих включень та газів у вітчизняних сталях. Рекомендації режиму подовженої м'якої продувки.

**Назва НТП англійською:** Regularity of formation of MnS sulfides from the mass fraction of Mn and S; formation of non-metallic inclusions and gases in domestic steels. Recommendations for the extended soft purging regime.

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Матеріали, Методи, теорії, Методичні документи, Аналітичні матеріали

**Галузь застосування:** Металургія, господарська діяльність, металопродукція залізничного призначення.

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** За вмісту сірки S до 0,025% та в діапазоні 0,58-0,63% Mn формування сульфідів MnS відповідає 0,5...2балу (ДСТУ 31334). Рекомендовано продувку інертним газом  $t=1558-15350^{\circ}\text{C}$ : при витраті 100-110 л/хв - 10 хв, при витраті 50 л/хв - 20 хв. Видалення неметалевих включень - за рахунок висхідних потоків сталі та асиміляції включень на границі розділу розплав-шлак і за рахунок флотації включень бульбашками під час продування розплаву аргоном. За такого режиму вміст  $\text{O}_2 < \text{на } 25\%$ . Встановлено: причина більшої на 84,2% втомної міцності зразка №4, порівнюючи зі зразком № 1, у поверхневому шарі осі, є < в 6,8 разів розмір мікропор (51,9 мкм проти 7,6 мкм), а також > на 10,5% твердість і менш виражена структурна неоднорідність. Результати втомних випробувань залізничної осі пл. № 10745 марки F (AAR M-101) виробництва ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» (друга партія) показали, що при напрузі 295-286 МПа поверхневий шар виробу має вищий рівень (28,2-160,7%) втомної міцності, ніж внутрішній на глибині  $\frac{1}{2}$  радіуса осі.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Поліпшення стану навколишнього середовища, Економія енергоресурсів, Економія матеріалів

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:**

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:**

**Перспективні ринки:**

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**

**Наявність бізнес-плану:**

**Техніко-економічне обґрунтування:**

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:**

**Очікуваний термін окупності (років):**

## Додаткова інформація:

### IX. Бібліографічний опис

- O. Babachenko, T. Balakhanova, O. Safronova, R. Podolskyi. Specific features of the formation of structural heterogeneity in carbon steel depending on manufacturing technique. Science and Innovation. – 2023 – 19, №4, 47–56. <https://doi.org/10.15407/scine19.04.047> <https://doi.org/10.15407/scine19.04.047> (Scopus Q4)
2. O.I. Babachenko, T.V. Balakhanova, O.A. Safronova, Zh.A. Dement'eva Features of Identifying the Primary Structure of Carbon Steels for the Production of Railway Axles. Metallofizika i Noveishie Tekhnologii. 2023, 45(2), pp. 275–292. DOI: <https://doi.org/10.15407/mfint.45.02.0275> (Scopus Q3)
3. АС № 116091 Україна. Методичний посібник «Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в матеріалознавстві та термічній обробці металів та сплавів» / Подольський Р. В., Бабаченко О. І., Кононенко Г. А., Романова Н.С., Сафронова О., А., Клемешов Є.С. Заявл. № с202205338 08.12.2022. Регистр. 24.01.2023, Бюл. 74.

### X. Заключні відомості

**Керівник юридичної особи**

Бабаченко Олександр Іванович  
д. т. н., 05.02.01

**Перелік осіб-виконавців**

Олійник Едуард Вадимович

Поворотня Ірина Романівна  
(к. т. н., 05.16.02)

Подольський Ростислав Вячеславович  
(д.філософ, 136)

Сафронова Олена Анатоліївна

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Кисельова Валентина Вікторівна

**Телефон**

+38 (056) 790-05-15

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**

