

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U004229

Державний реєстраційний номер: 0123U102650

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-11-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Розробка нової сталі і її обробки для отримання градієнтної наноструктури з підвищеними властивостями. Узагальнення результатів роботи за проектом.

Початок етапу: 03.2025

Закінчення етапу: 11.2025

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний університет "Запорізька політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070849

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 64, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69063, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380617642506, 380617642141

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний фонд досліджень України

Код за ЄДРПОУ: 42734019

Місцезнаходження: вул. Бориса Грінченка, 1, м. Київ, 01001, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442981622, 380442981622

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): 2201300

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 2718.366

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Нові матеріали з градієнтною наноструктурою для несучих конструкцій підвищеної надійності і безпеки людини в особливих умовах

Назва роботи англійською:

New materials with a gradient nanostructure for load-bearing structures of the increased reliability and human security under special conditions

Реферат українською:

Об'єкт дослідження – процеси термічної обробки і структуроутворення нелегованих і низьколегованих сталей. Мета роботи – Розробка нової сталі і її обробки для отримання градієнтної наноструктури з підвищеними властивостями. Методи дослідження – термічна обробка низьколегованих сталей, визначення механічних властивостей термічно оброблених зразків, дослідження мікроструктури і поверхонь руйнування зразків за допомогою оптичної і сканувальної електронної мікроскопії, рентгенівська дифрактометрія, вимірювання твердості і мікротвердості, комп'ютерний аналіз зображень мікроструктур, моделювання властивостей сталей високої міцності. Проведено моделювання складу і властивостей високоміцних сталей в широкому діапазоні вмісту вуглецю. Для кожної сталі із фіксованим вмістом вуглецю визначено вміст легувальних елементів, який є необхідним для підтримання температури початку мартенситного перетворення на заданому рівні. Розроблено склад нової сталі системи легування кремній-марганець. Сталь є придатною для термічної обробки за будь-якими з основних режимів: гартування з відпусканням, ізотермічна обробка на бейніт, quenching & tempering. Визначено оптимальний режим ізотермічної обробки нової сталі, проведено випробування і отримано відомості щодо механічних властивостей. Досліджено структуру термічно оброблених зразків. Досліджено зварюваність термічно оброблених зразків. Проведено механічні випробування зварних зразків і доведено можливість отримання якісних зварних з'єднань.

Реферат англійською:

The object of research is processes of thermal treatment and structure formation of unalloyed and low-alloy steels. The purpose of the work is to develop new steel and its processing to obtain a gradient nanostructure with enhanced properties. Research methods are as follows: heat treatment of low-alloy steels, determination of mechanical properties of heat-treated samples, study of microstructure and fracture surfaces of samples using optical and scanning electron microscopy, X-ray diffractometry, measurement of hardness and microhardness, computer analysis of microstructure images, modeling of properties of high-strength steels. The composition and properties of high-strength steels in a wide range of carbon content were modeled. For every steel with a fixed carbon content, the content of alloying elements was determined, which is necessary to maintain the martensite start temperature at a given level. The composition of a new steel of the silicon-manganese alloying system was developed. The steel is suitable for heat treatment in any of the main modes: quenching with tempering, isothermal treatment to bainite, quenching & tempering. The optimal mode of isothermal treatment of the new steel was determined, tests were conducted and information on mechanical properties was obtained. The structure of heat-treated samples was studied. The weldability of heat-treated samples was studied. Mechanical tests of welded samples were carried out and the possibility of obtaining high-quality welded joints was proven.

Індекс УДК: 669.14.018.29:669.11;669.14.018.9:669.11, 621.002.3:669.14.018.29, 669.017:620.17

Коди тематичних рубрик: 53.49.13.05, 55.09.29.17

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Бриков Михайло Миколайович

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Спосіб термічної обробки високовуглецевої сталі для досягнення високого опору ударним навантаженням.

Назва НТП англійською: Method of heat treatment of high carbon steel to achieve high impact resistance.

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: Машинобудування

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Спосіб належить до металургійного виробництва чорних металів, зокрема до термообробки високовуглецевої нелегованої евтектоїдної сталі з отриманням подрібненої феритно-цементитної структури. Спосіб передбачає пічний нагрів сталі до температури 750-900 °С. Витримання за цієї температури та охолодження у рідкому середовищі. Заданий час визначається в залежності від перерізу оброблюваної деталі. Технічний результат: підвищення опору сталі ударному руйнуванню.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Поліпшення стану навколишнього середовища, Економія енергоресурсів

Вплив НТП на довкілля: Зазвичай термічна обробка сталей потребує застосування рідких середовищ для гартування, або ізотермічної обробки. Серед таких середовищ є небезпечні для довкілля, наприклад олія для гартування та рідкі метали (свинець та ін), солі та луги для ізотермічної обробки. Запропонований спосіб не передбачає використання високотемпературної ізотермічної обробки із застосуванням рідких металів, солей або лугів. Єдиним рідким середовищем, яке потрібно для термічної обробки за запропонованим способом, є олія кімнатної температури. Таким чином, значно знижується шкідливий вплив на довкілля.

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Металургійні підприємства

Перспективні ринки: Виробництво деталей, які потребують високого опору ударним навантаженням

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:

Охоронні документи на ОПІВ

винаходи, корисні моделі, промислові зразки: Спосіб термообробки сталі: пат. 129582
Україна: МПК(2025.01) C21 D1/34, C 21 D1/00. № а 2023 05708; заявл. 27.11.2023; опубл. 05.06.2025, Бюл. № 23.

Назва НТП українською: Спосіб термічної обробки ресорно-пружинної сталі для досягнення високих показників міцності одночасно із високою пластичністю.

Назва НТП англійською: Method of heat treatment of spring steel to achieve high strength simultaneously with high ductility

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: Машинобудування

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Спосіб термічної обробки ресорно-пружинної сталі із вмістом вуглецю 0,6 мас.%. Сутність способу полягає в тому, що визначено температуру і час ізотермічної витримки, які дозволяють отримувати границю плинності сталі на рівні 2000 МПа і відносне подовження близько 10%.

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

Вплив НТП на довкілля: Зазвичай термічна обробка сталей потребує застосування рідких середовищ для гартування, або ізотермічної обробки. Серед таких середовищ є небезпечні для довкілля, наприклад олія для гартування та рідкі метали (свинець та ін), солі та луги для ізотермічної обробки. Спосіб передбачає використання рідких охолоджуючих середовищ, наприклад припоїв, але не дуже висока температура обробки і відносно невеликий час ізотермічної витримки не впливатимуть критично на стан довкілля

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Металургійні підприємства

Перспективні ринки: Виробництво високоміцної арматури, інших виробів, які потребують застосування високоміцних сталей.

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:

Назва НТП українською: Нова низьколегована сталь, яка є придатною для термічної обробки на структуру нанобейніту в умовах масового виробництва.

Назва НТП англійською: New low-alloy steel that is suitable for heat treatment to a nanobainite structure in mass production conditions

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали, Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: Машинобудування

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Середньовуглецева низьколегована сталь системи легування кремній марганець. Сталь володіє високою прогартуваністю, а також прийнятним часом обробки на структуру нижнього бейніту. Це дозволяє проводити охолодження виробів з температури аустенізації до температури ізотермічної витримки на повітрі і проводити ізотермічну обробку впродовж часу, який є прийнятним для масового виробництва.

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

Вплив НТП на довкілля: Зазвичай термічна обробка сталей потребує застосування рідких середовищ для гартування, або ізотермічної обробки. Серед таких середовищ є небезпечні для довкілля, наприклад олія для гартування та рідкі метали (свинець та ін), солі та луги для ізотермічної обробки. Сталь нового хімічного складу дозволяє проводити всі режими термічної обробки за допомогою тільки атмосферних електропечей із температурою нагрівання до 900 оС взагалі без застосування рідких охолоджувальних середовищ. Таким чином, значно знижується шкідливий вплив на довкілля.

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Металургійні підприємства

Перспективні ринки: Виробництво високоміцної арматури, інших виробів, які потребують застосування високоміцних сталей.

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

Brykov M., Efremenko V., Gallino I., Petrišinets I., Kapustian O. Y., Klymov O., Efremenko A., Girzhon V. Low-Alloyed Spring Steel: Nanostructure and Strength After Austempering. *Metals*. 2025. Vol. 15, no 10. P. 1–21. URL: <https://doi.org/10.3390/met15101061> (date of access: 24.11.2025). (Q2)

Zurnadzhy V., Chabak Y., Petryshynets I., Efremenko V., Brykov M., Efremenko A., Sagirov R., Kovbasiuk T. Effect of "TMCP/Accelerated Cooling" parameters on the microstructure and mechanical properties of 40mm thick sheets of X70 steel grade produced from heavy slabs. *Metallic Materials*. 2025. Vol. 63, no 1. P. 1–13. (Q3)

Спосіб термообробки сталі: пат. 129582 Україна: МПК(2025.01) C21 D1/34, C 21 D1/00. № а 2023 05708; заявл. 27.11.2023; опубл. 05.06.2025, Бюл. № 23.

Brykov M., Girzhon V., Klymov O., Kapustyan O., Efremenko V. Exploring strength limits of modern highstrength steels and approaching the structural strength criterion formulation. *Advanced & Novel Technologies – Interdisciplinary Collaboration in Materials Science (ANTICM-2025)*: зб. матеріалів міжнар. наук-техн. конф., м. Запоріжжя, 25–27 лют. 2025 р. / нац. ун-т «Запорізька політехніка». Запоріжжя, 2025. Р. 76.

Бриков М.М., Гіржон В.В., Климов О.В., Капустян О.Є., Єфременко О.В. Про критерій конструкційної міцності високоміцних сталей. Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: матеріали XV міжнародної наук.-практ. конф., м. Чернігів, 22–23 травня 2025 р. / нац. ун-т «Чернігівська політехніка». Чернігів, 2025. С. 90–91.

Бриков М. М., Гіржон В. В., Климов О. В., Капустян О. Є., Єфременко О. В. Дослідження меж міцності сучасних високоміцних сталей та підхід до формулювання критерію конструкційної міцності. Сучасні технології промислового комплексу – 2025: матеріали IX міжнародної наук.-практ. конф., Херсон-Хмельницький, 17–19 вересня 2025 р. / Херсон. нац. техн. ун-т. Херсон, 2025. С. 91–93.

Єфременко В. Г., Климов О. В., Гіржон В. В., Єфременко О. В., Капустян О. Є., Бриков М. М. Низьколегована сталь для отримання високої міцності типовими видами термічної обробки. Тиждень науки-2025: тези доп. щорічної наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 14–18 квітня 2025 р. / нац. ун-т «Запорізька політехніка». Запоріжжя, 2025. С. 43–44.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Шаломеев Вадим Анатолійович

д. т. н., 05.02.01

Перелік осіб-виконавців

Єфременко Олексій Васильович

(к. т. н., 05.16.01)

Бриков Михайло Миколайович

(д. т. н., професор, 05.02.01)

Гіржон Василь Васильович

(д. ф.-м. н., професор, 01.04.04)

Капустян Олексій Євгенович

(к.т.н., доц., 05.02.01)

Климов Олександр Володимирович

(к.т.н., доц., 05.02.01)

Відповідальний за підготовку

Висоцька Наталя Іванівна

облікових документів

Телефон

061-769-82-35

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна