

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U000171

Державний реєстраційний номер: 0122U002141

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 06-01-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Науково-методологічні засади одержання та діагностування поверхневих наноструктур на сталях перлітного класу за їх тривалої експлуатації у корозивно-наводнювальних середовищах

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, м. Львів, Львівська обл., 79060, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380322637049, 380322633088, 380322637038, 380322649427

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

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 4613.454

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Науково-методологічні засади одержання поверхневих наноструктур на сталях перлітного класу для експлуатації у корозивно-наводнювальних середовищах та розроблення методу їх діагностування

Назва роботи англійською:

Scientific and methodological principles of obtaining surface nanostructures on pearlitic steels for operation in corrosive and hydrogenating environments and development of a method for their diagnostics

Реферат українською:

Встановлено, що поверхнева механоімпульсна обробка сталей перлітного класу різнонапрямленою високошвидкісною деформацією дає змогу досягати мінімально можливих розмірів кристалітів в діапазоні 8–10 нм, що забезпечує формування поверхневого наноструктурованого шару більшої товщини з вищою твердістю, зносостійкістю, опором втомному та корозійно-втомному руйнуванню. Встановлено вплив кількості циклів обробки на структурно-фазовий склад поверхневої наноструктури сталі 65Г. Виявлено, що модуль пружності поверхневої наноструктури сформованої на сталі У8 є вищим на ~ 17%, ніж матричної структури. Показано, що спрямованим легуванням наноструктури під час обробки досягається істотне підвищення зносостійкості, опору втомі та корозійній втомі вуглецевих сталей. Поверхневий легований НКС шар на сталі 40Х характеризується нижчою водневою проникністю та вищою ефективністю пасткування водню порівняно з необробленою сталлю, що сприяє уповільненню проникнення водню углиб матеріалу. Легування поверхневого наноструктурованого шару на сталі 40Х нікелем забезпечує найвищі ефективність пасткування водню та корозійну тривкість у 3% розчині NaCl. Розроблено та апробовано методику неруйнівного оцінювання параметрів поверхневих наноструктурованих шарів на сталях перлітного класу за розподілом швидкості поверхневих акустичних хвиль, яка дає змогу контролювати його товщину та бар'єрні властивості для проникнення водню як після обробки, так і під час експлуатації у корозивно-наводнювальних середовищах

Реферат англійською:

It was established that surface mechanical pulse treatment of pearlite steels by multidirectional high-speed deformation allows achieving the minimum possible crystallite sizes in the range of 8–10 nm, which ensures the formation of a surface nanostructured layer of greater thickness with higher hardness, wear resistance, resistance to fatigue and corrosion-fatigue. The influence of the number of treatment cycles on the structural-phase composition of the surface nanostructure of the 65H steel was established. It was found that the elasticity modulus of the surface nanostructure formed on U8 steel is ~ 17% higher than that of the matrix structure. It is shown that the alloying of the nanostructure during processing achieves a significant increase in wear resistance, fatigue resistance and corrosion fatigue of carbon steels. The surface alloyed nanostructured layer on the 40X steel is characterized by lower hydrogen permeability and higher hydrogen trapping efficiency compared to untreated steel, which helps to slow down the penetration of hydrogen into the material. Alloying the surface nanostructured layer on the 40X steel with nickel provides the highest hydrogen trapping efficiency as well as corrosion resistance in a 3% NaCl solution. A method for non-destructive evaluation of the parameters of surface nanostructured layers on pearlitic steels using the distribution of the velocity of surface acoustic waves has been developed and tested, which allows controlling its thickness and barrier properties for hydrogen permeation both after treatment and during operation in corrosive-hydrogenating environments.

Індекс УДК: 620.22:620.17; 620.22:620.18, 539.8

Коди тематичних рубрик: 81.09.03, 30.19.63

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:Звірко Ольга Іванівна

Науковий ступінь: д.т.н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Методика формування поверхневих нанокристалічних структур на сталях перлітного класу з легуванням хімічними елементами з технологічного охолоджувального середовища.

Назва НТП англійською: Methodology of forming surface nanocrystalline structures on pearlitic steels with alloying with chemical elements from the technological cooling environment.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Сформульовано науково-методологічні засади формування поверхневих нанокристалічних структур на сталях перлітного класу з легуванням хімічними елементами з технологічного охолоджувального середовища

Соціально-економічна спрямованість НТП: Подовження терміну експлуатації обладнання та елементів конструкцій.

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2024

Закінчення етапу: 12.2024

Споживачі продукції: АТ «Кохавинська паперова фабрика», ЛМКП «Львівводоканал», підприємства України, в т.ч. оборонної галузі, учбові заклади МОН України; ФМІ НАН України. Впроваджено в ЛМКП «Львівводоканал».

Перспективні ринки: Україна, країни ЄС

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: Методика неруйнівного оцінювання параметрів поверхневих наноконструктурованих шарів на сталях перлітного класу за розподілом швидкості поверхневих акустичних хвиль.

Назва НТП англійською: Methodology for non-destructive evaluation of parameters of surface

nanostructured layers on pearlitic steels using the velocity distribution of surface acoustic waves.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Контроль товщини поверхневого нанокструктурованого шару та його бар'єрних властивостей для проникнення водню як після механоімпульсної обробки, так і під час експлуатації у корозивно-наводнювальних середовищах.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Подовження терміну експлуатації обладнання та елементів конструкцій.

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2024

Закінчення етапу: 12.2024

Споживачі продукції: АТ «Кохавинська паперова фабрика», ЛМКП «Львівводоканал», підприємства України, в т.ч. оборонної галузі, учбові заклади МОН України; ФМІ НАН України. Впроваджено в ЛМКП «Львівводоканал».

Перспективні ринки: Україна, країни ЄС

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

1. Kyryliv Y., Kyryliv V., Tsizh B., Maksymiv O. Resistance of surface nanostructures and ultrafine grain structures on steel 40Kh to wear and cavitation-erosive destruction. Applied Nanoscience. 2022. Vol. 12. No. 4. P. 1085–1090.
2. Kyryliv V, Maksymiv O, Gurey V, Hurey I, Kyryliv Y, Zvirko O. The Mode Deformation Effect on Surface Nanocrystalline Structure Formation and Wear Resistance of Steel 41Cr4. Coatings. 2023. 13(2): 249.
3. Maksymiv O.V., Kyryliv V.I., Chaikovskiy B.P., Bilash Yu. P., Kulyk Yu.O., Kurnat I.M. Saturation of a Nanostructured Layer with Carbon by the Impulsive Mechanical Surface Treatment of Steels. Materials Science,

2022, 58(2), pp. 207–213.

4. Kyryliv V.I., Zakiev V.I., Maksymiv O.V. Change of the modulus of elasticity of the surface nanostructured layer on U8 steel. *Materials Science*. 2023. 58, № 6. P. 795–800.

5. Skalskyi V. R., Mokryi O. M., Zvirko O. I., Kyryliv V. I., Romanyshyn I. M., Maksymiv O. V. Estimation of Characteristics of Nanocrystalline Layer Using the Surface Acoustic Waves. *Materials Science*. 2023. Vol. 59, No. 2. P. 180–185.

6. Zvirko O.I., Maksymiv O.V., Kyryliv V.I. Effect of Surface Mechanical Pulse Treatment on Nanocrystallization and Properties of Structural Steels. 2022 IEEE 12th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP), Krakow, Poland, Sep. 11–16, 2022. 6 p.

7. Maksymiv O., Kyryliv V., Chaikovs'kyi B., Zvirko O. Improvement of durability of structural steels under high contact loading by nanostructuring frictional treatment. *Procedia Structural Integrity*. 2024. Vol. 59. P. 378–384.

8. Maksymiv O., Kyryliv V., Chaikovs'kyi B., Gurey V., Zvirko O., Kulyk Yu., Yaroshovych I. Influence of the Number of Cycles of Severe Plastic Deformation on Nanostructure Formation in Low-alloyed Steels. In: *Nanostructured Surfaces, Nanocomposites and Nanomaterials, and Their Applications*. Chapter. Springer Proceedings in Physics, 2023. Vol. 296. P. 355–363.

9. Кирилів В. І., Максимів О. В., Гурей І. В. Ціж Р. Б., Гурей В. І., Кулик Ю. О. Вплив моди деформації на наводнювання та механічні властивості сталі 40Х з поверхневою наноструктурою. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2024. № 2. С. 63–69.

10. Мокрий О. М. Романишин І. М. Оптимізація методики визначення швидкості поверхневих акустичних хвиль // *Відбір та обробка інформації*. 2024. 52, № 128. С. 68–73.

11. Кирилів В. І., Максимів О. В., Звірко О. І., Ціж Р. Б., Кирилів Я. Б. Корозійно-втомна витривалість сталі 45 після поверхневого наноструктурування механоімпульсною обробкою в різних середовищах. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2024. № 4. С. 115–120.

12. Звірко О. І., Мокрий О. М., Кирилів В. І., Романишин І. М., Максимів О. В., Кулик Ю. О. Вплив наводнювання на поширення поверхневих акустичних хвиль у конструкційній сталі з нанокристалічним шаром. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2024. № 5. С. 18–25.

13. Zvirko O., Maksymiv O., Kyryliv V. Mechanical behaviour and hydrogen permeability of carbon steel with surface nanocrystalline structure // Program and the Book of Abstracts of Twenty-third Annual Conference YUCOMAT 2022 & Twelfth World Round Table Conference on Sintering XII WRTCS, Herceg Novi, Montenegro, August 29 – September 2, 2022. Editor: Dragan P. Uskoković. Belgrade: Materials Research Society of Serbia, 2022. XLV. P. 59.

14. Zvirko O.I., Maksymiv O.V., Kyryliv V.I. Effect of Surface Mechanical Pulse Treatment on Nanocrystallization and Properties of Structural Steels // 2022 IEEE 12th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (IEEE NAP-2022): Abstracts. Kraków, Poland, September 11–16, 2022. Paper 13imt-5.

15. Максимів О.В., Кирилів В.І., Звірко О.І. Формування механоімпульсною обробкою поверхневих наноструктур на сталях перлітного класу // *Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2022): матеріали тез доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 26–27 травня 2022 р.): у 2 т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.]; відп. за вип.: Єрошенко Андрій Михайлович [та ін.]. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. Т. 2*

16. Zvirko O., Kyryliv V., Maksymiv O., Gurey V., Hurey I., Kyryliv Ya. Wear resistance enhancement of nanocrystalline surface layer of low-alloyed steel produced by multidirectional severe plastic deformation. Programme and The Book of Abstracts of Twenty-fourth Annual Conference YUCOMAT 2023, Herceg Novi, Montenegro, September 4–8, 2023. Editor: Dragan P. Uskoković. Belgrade: Materials Research Society of Serbia, 2023. P. 62.

17. Surface nanocrystallization of low-alloyed steel by multidirectional severe plastic deformation for improved mechanical and tribological properties / O. Maksymiv, V. Gurey, V. Kyryliv, I. Hurey, Y. Kyryliv, O. Zvirko // 2023 IEEE Nanotechnology Materials and Devices Conference (NMDC), Paestum, Italy, 2023, pp. 350–351.
18. Maksymiv O.V., Kyryliv V.I., Chaikovs'kyi B.P., Gurey V.I., Zvirko O.I. Corrosion-mechanical properties of structural steels with surface nanostructure. The International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2022). Abstract Book of the International research and practice conference, 25–27 August 2022, Lviv. Edited by Dr. Olena Fesenko. Kyiv: LLC APF POLYGRAPH SERVICE, 2022. P. 392.
19. Zvirko O., Kyryliv V., Maksymiv O. Fabrication of surface nanostructures on pearlite steel by mechanical pulse treatment // 2nd International Research and Practice Conference «Nanoobjects & Nanostructuring» (N&N2022). September 26–28, 2022, Lviv, Ukraine: Proceedings / Ivan Franko National University of Lviv; Shevchenko Scientific Society; O. Reshetnyak, L. Boichyshyn, I. Marchuk (Eds.). Lviv: Research and Publishing Center of the Shevchenko Scientific Society, 2022. P. 13–14.
20. Maksymiv O., Kyryliv V., Zvirko O. Corrosion resistance of carbon steel with surface nanocrystalline layer. XVI International Conference “Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials” (Corrosion-2022). November 15–17, 2022, Lviv, Ukraine: Book of Abstract / Karpenko Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine; S. Korniy, M.-O. Danyliak, Yu. Rizun (Eds.). Lviv, 2022. P. 11.
21. Maksymiv O., Kyryliv V., Zvirko O. The Dependence of the Wear Resistance of the Steel with the Surface Nanocrystalline Structure on the Mode of Severe Plastic Deformation. Materials and Technologies in Engineering (MTE-2023): Engineering, Materials, Technologies, Transport. Programme and Book of Abstracts, May 16–18, 2023. P. 64.
22. Kyryliv Y.B., Kyryliv V.I., Sas N.B. Influence of deformation force during vibration-centrifugal hardening on properties of nanocrystalline structure of steel 40Kh. The International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2023). Abstract Book of participants of the International research and practice conference, 16–19 August 2023, Bukovel. Edited by Dr. Olena Fesenko. Kyiv: LLC APF POLYGRAPH SERVICE, 2023. P. 456.
23. Zvirko O. I., Kyryliv V. I., Mokryi O. M., Maksymiv O. V., Kurnat I. M. The effect of nanocrystallized surface on the tribological behavior of pearlitic steel. Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2023): матеріали тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 25–26 травня 2023 р.): у 2 т. Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.]; відп. за вип.: Єрошенко А. М. [та ін.]. Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка
24. Maksymiv O., Kyryliv V., Mokryi O., Kurnat I., Zvirko O. The effect of surface nanocrystallization on the durability of structural steel. Матеріали та технології в інженерії (MTI-2024): інженерія, матеріали, технології, транспорт: збірник наукових доповідей міжнародної конференції, Луцьк, Україна, 14–16 травня 2024 р. / Упоряд.: О. Повстяной, О. Залета, Б. Валецький, Р. Полінкевич. Луцьк: Вежа-Друк, 2024. С. 23–24.
25. Kyryliv V.I., Mytsyk B.H., Maksymiv O.V., Demyanyshyn N.M., Kost Y.P., Zvirko O.I. Elastic hysteresis of 40X steel with surface nanostructure. The International Research and Practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2023). Abstract Book of participants of the International research and practice conference, 16–19 August 2023, Bukovel. Edited by Dr. Olena Fesenko. Kyiv: LLC APF POLYGRAPH SERVICE, 2023. P. 458.
26. Патент на корисну модель 153147 (U). Спосіб визначення товщини поверхневого модифікованого шару матеріалу за допомогою поверхневих акустичних хвиль. Скальський В. Р., Мокрий О. М., Романишин І. М., Кирилів В. І., Звірко О. І., Максимів О. В. Заявка u2022 04609. Заявл. 06.12.2022 р. Публ. 24.05.2023 р. МПК G01B17/02. Бюл. № 21. 2 с.
27. Патент на корисну модель № 157529 (U). Інструмент для формування наноструктури на поверхні деталей машин. Кирилів В.І., Максимів О.В., Ціж Б.Р., Чайковський Б.П., Гурей І.В. Заявка u2024 01122. Заявл. 01.03.2024 р. Публ. 30.10.2024 р. МПК B24B 39/00, B82Y 30/00. Бюл. № 44. 8 с.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Назарчук Зіновій Теодорович

д. ф.-м. н., 05.02.10

Перелік осіб-виконавців

Андрейків Олександр Євгенович

(д.т.н., 01.02.04)

Великий Петро Пилипович

Двулят Ігор Мар'янович

Дем'янишин Наталія Михайлівна

(д. ф.-м. н.)

Долінська Ірина Ярославівна

(д. т. н.)

Долішній Петро Михайлович

Звірко Ольга Іванівна

(д.т.н.)

Канюк Юрій Ігорович

(к. т. н.)

Карпів Богдан Васильович

Кирилів Володимир Іванович

(к.т.н.)

Клим Богдан Петрович

(к. т. н.)

Курилас Мирослава Степанівна

Курнат Іван Миколайович

Максимів Ольга Володимирівна

(к.т.н.)

Мокрий Олег Мирославович

(д. т. н., 05.02.10)

Москва Михайло Ілліч

Окрепкий Юрій Степанович

(к.т.н.)

Почапський Євген Петрович

(д. т. н., 05.11.13)

Романишин Ігор Михайлович

(к.т.н., 05.09.05)

Савицький Василь Михайлович

Семак Петро Михайлович

(к.т.н.)

Станкевич Олена Михайлівна

(д. т. н., 05.02.10)

Цирульник Олександр Тимофійович
(д.т.н., 05.02.10)

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Телефон

Реєстратор

Заліско Михайло Іванович

+38 (032) 229-65-75

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

