Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0226U000872

Державний реєстраційний номер: 0124U000481

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-01-2026

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Формування і дослідження ЛІППС та МЛІППС на поверхні алюмінієвих сплавів.

Початок етапу: 01.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Вид звітного документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380577076634

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

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)

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 1284.000

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Формування і трансформація періодичних нановуглецевовмісних структур на поверхні металів короткоімпульсними лазерними, мікрохвильовими і плазмовими методами

Назва роботи англійською:

Formation and transformation of periodic nanocarbon-containing structures on metal surfaces with short-pulse laser, microwave, and plasma methods

Реферат українською:

У межах звітного етапу проєкту виконано комплекс експериментальних і теоретичних досліджень, спрямованих на формування та керування лазерно-індукованими періодичними поверхневими структурами (ЛІППС) на металах і сплавах із використанням фемтосекундних та наносекундних лазерів. Значну увагу приділено підготовці поверхонь, зокрема оптимізації режимів механічної обробки, що дозволило зменшити шорсткість та врахувати ефект технологічної спадковості. Запропоновано та обґрунтовано фізичну модель формування мікро- та наноструктур з урахуванням впливу іонізованої хмари продуктів абляції на поширення лазерного випромінювання. Комп'ютерне моделювання процесів поглинання енергії відобразило узгодженість з експериментальними результатами. Створені поверхні продемонстрували керовані трибологічні, оптичні та змочувальні властивості, включно зі зниженим коефіцієнтом тертя, збільшеним світловідбиванням і регульованою гідрофобністю. Окремий напрям досліджень присвячено лазерній модифікації покриттів із нановуглецевими матеріалами, а саме вирішенню проблеми адгезії графітових шарів з металевими поверхнями, що є актуальним для енергонакопичувальних компонентів. Показано потенціал фемтосекундної лазерної інфузії як альтернативи традиційним термічним і хімічним методам. Отримані результати підтверджені методами оптичної, електронної та профілометричної мікроскопії відповідно до міжнародних стандартів. Виконані роботи формують нові фундаментальні уявлення про процеси лазерної структуризації та створюють підґрунтя для практичного впровадження розроблених рішень у машинобудуванні, енергетиці, оборонній сфері та приладобудуванні. Проєкт реалізується у співпраці з українськими та закордонними науковими й промисловими установами, що дає змогу розширити можливості для обміну технологіями.

Реферат англійською:

Within the reported project stage, a comprehensive set of experimental and theoretical studies was carried out aimed at the formation and control of laser-induced periodic surface structures (LIPSS) on metals and alloys using femtosecond and nanosecond lasers. Attention was paid to surface pre-treatment, including optimization of mechanical processing regimes, which enabled surface roughness reduction and consideration of the technological heredity effect. A physical model for the formation of micro- and nanostructures was proposed and substantiated, considering the influence of the ionized ablation cloud on laser radiation propagation. Numerical simulations of energy absorption processes showed good agreement with experimental results. The fabricated surfaces exhibited tunable tribological, optical, and wetting properties, including reduced friction coefficients, enhanced light reflectance, and controlled hydrophobicity. A separate research direction focused on laser modification of coatings based on nanocarbon materials, particularly addressing the challenge of graphite layer adhesion to metallic substrates, which is critical for energy-storage components. The potential of femtosecond laser infusion was demonstrated as an alternative to conventional thermal and chemical methods. The results obtained were validated using optical, electron, and profilometric microscopy in accordance with international standards. The performed studies contribute to new fundamental insights into laser surface structuring processes and establish a basis for the practical implementation of the developed solutions in mechanical engineering, energy technologies, defense applications, and instrumentation. The project is conducted in collaboration with

Ukrainian and international academic and industrial partners, enabling expanded opportunities for technology transfer and knowledge exchange.

Індекс УДК: 535:621.373.826]:539, 688.511.4:621.793/.795, 621.891.002.3, 623.98, 519.713; 519.711:53 ,

Коди тематичних рубрик: 29.33.47, 55.13.15.23, 55.03.11.15, 78.21.61.13, 28.17.23, 28.33.05

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Добротворський Сергій Семенович

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Формування і трансформація періодичних нановуглецевовмісних структур на поверхні металів короткоімпульсними лазерними, мікрохвильовими і плазмовими методами

Назва НТП англійською: Formation and transformation of periodic nanocarbon-containing structures on metal surfaces with short-pulse laser, microwave, and plasma methods

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: Авіаційна та оборонна, нафтобудування, енергетичного машинобудування та приладобудування.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Етап науково-технічного проєкту був спрямований на дослідження та кероване формування періодичних лазерно-індукованих поверхневих структур (ЛІППС), у тому числі нановуглецевовмісних, на оброблюваних поверхнях (металів, сплавів, тощо) із застосуванням нано- та фемтосекундної лазерної обробки. Особливу увагу приділено впливу технологічної спадковості, зокрема мікрорельєфу та дефектів, сформованих на етапі механічного оброблення, на однорідність і стабільність ЛІППС. Оптимізацію режимів фрезерування виконано з використанням чисельних методів оптимізації та моделювання. Досліджено механізми формування періодичних структур за умов лазерної абляції з урахуванням впливу іонізованої хмари продуктів абляції на просторовий розподіл енергії. Проведено аналіз 3D-шорсткості оброблених поверхонь відповідно до ISO 25178 із застосуванням оптичної, 3D та електронної мікроскопії. Вивчено вплив сформованих мікроструктур на оптичні, змочувальні та трибологічні властивості поверхонь, а також ефективність лазерної модифікації покриттів і мембранних систем для підвищення їх функціональних характеристик.

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

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

- **Початок етапу:** 09.2026
- **Закінчення етапу:** 11.2026

Споживачі продукції: Науковці.

Перспективні ринки: Ринки України та закордонні ринки.

Характер співробітництва з інвестором

- **Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**
- **Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**
- **Наявність бізнес-плану:**
- **Техніко-економічне обгрунтування:**
- **Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:**

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1 Lys A., Gnilitskyi I., Coy E., Jancelewicz M., Bechelany M., Iatsunskyi I. Hierarchically Structured Ti-TiO2 Membranes Fabricated by Femtosecond Laser Ablation and Atomic Layer Deposition for Enhanced Photoelectrochemical Water Splitting. ACS Applied Materials & Interfaces. 2025. Vol. 17, № 30. P. 43390–43402. DOI: https://doi.org/10.1021/acsami.5c07488 (Scopus, Q1)

2. Wei L., Wanless T., Foulger S. H., Gnilitskyi I., Luzinov I. Modulation of Polyether Ether Ketone (PEEK) Surfaces via High-Speed Femtosecond Laser Treatment and Perfluoropolyether-Based Polyurethane Coating. ACS Applied Materials & Interfaces. 2025. Vol. 17, № 32. P. 46353–46362. DOI: https://doi.org/10.1021/acsami.5c09732 (Scopus, Q1)

3. Proskurnyak R. V., Tkachuk O. V., Pohrelyuk I. M., Padgurskas J., Kuznietsov O. V., Gnilitskyi I. M. Characterization of hydroxyapatite coatings deposited on gas nitrided Ti-6Al-4V alloy // Materials Today Communications. – 2025. – Vol. 46. – Article № 112771. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2025.112771 (Scopus, Q1)

4. Dobrotvorskiy, S., Gnilitskyi, I. M., Aleksenko, B. A., Basova, Y., Zawadzki, P., & Kościński, M. (2025). Influence of stainless steel surface roughness parameters on the degree of its blackening during femtosecond laser processing. Results in Surfaces and Interfaces, 18, 100390. https://doi.org/10.1016/j.rsurfi.2024.100390 (Scopus, Q2)

5. Kościński, M., Basova, Y., Dobrotvorskiy, S., Aleksenko, B.A., Zawadzki, P. (2026). Stainless Steel Surface Modification with Femtosecond Laser Irradiation in the Presence of Graphene Oxide. In: Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Biletskyi, I., Tsegelnyk, Y. (eds) Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1659. pp. 332-342. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-032-06832-3_28 (Scopus, Q4)

6. Dobrotvorskiy, S., Talar, R., Basova, Y., Trubin, D., Zawadzki, P. (2025). Optimization of Milling Parameters to Minimise Surface Roughness for Laser Processing Based on Digital Technologies and 3D Analysis. In: Machado, J., Trojanowska, J., Soares, F., Rea, P., Butdee, S., Gramescu, B. (eds) Innovations in Mechatronics Engineering IV. icieng 2025, pp. 182-192. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-94223-5_16 (Scopus, Q4)

7. Kononenko, S., Dobrotvorskiy, S., Basova, Y., Trubin, D., Talar, R. (2025). Impact of Overlapping Method on Cutting Forces and Surface Formation in End Milling of Thin-Walled Parts. In: Pavlenko, D., Tryshyn, P., Honchar, N., Kozlova, O. (eds) Smart Innovations in Energy and Mechanical Systems. SIEMS 2025. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1480. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95191-6_7 (Scopus, Q4)

8. Zawadzki, P., Dobrotvorskiy, S., Basova, Y., Trubin, D., Talar, R. (2025). Coupled Effect of Laser Textured Surfaces and Lubricant Additives in Enhancing Titanium Alloy Tribological Performance. In: Machado, J., Trojanowska, J., Ottaviano, E., Xavior, M.A., Valášek, P., Basova, Y. (eds) Innovations in Mechanical Engineering IV. icieng 2025, pp.368-379. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93554-1_33 (Scopus, Q4)

9. Strelchuk R., Mittsel M., Stanciu A. X-ray diffraction study of residual stresses in WC-Co induced by polarity-switching electrical grinding // International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics. – 2025. – Vol. 20, № 1. – P. 153–159. – E-ISSN 2559-6497. https://doi.org/10.17683/ijomam/issue20.15 (Scopus, Q4)

10. Amine, C.M., Basova, Y., Dobrotvorskiy, S., Trubin, D., Kharchenko, O. (2025). The Camberline Optimization Procedure for Mixed Inflow Turbine Rotor. In: Tonkonogyi, V., Ivanov, V., Trojanowska, J., Oborskyi, G. (eds)

Advanced Manufacturing Processes VI. Interpartner 2024. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, pp.757-768. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82746-4_67 (Scopus, Q4)

11. Dobrotvorskiy, S., Aleksenko, B. A., Basova, Y., & Zawadzki, P., Kościński, M. (2024). Mechanism of LIPSS formation under the influence of plasma lens during femtosecond laser processing. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 2024(18), 7–17. https://doi.org/10.17683/ijomam/issue18.1 (Scopus, Q4)

12. I. Gnilitskyi, K. Diedkova, M. Yalyzhko, M. Pogorelov, G. Tsibidis and A. V. Zayats, "Femtosecond Laser-Induced Self-Organized Microrod Arrays," 2025 Conference on Lasers and Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference (CLEO/Europe-EQEC), Munich, Germany, 2025, pp. 1-1, DOI: https://doi.org/10.1109/CLEO/Europe-EQEC65582.2025.11110159 (Scopus)

13. Kuznietsov O., Gnilitskyi I., Ivashchyshyn F. Femtosecond laser infusion of graphite coating into aluminum foil // Welding and Related Technologies: Proceedings of the 7th International Conference on Welding and Related Technologies (WRT 2024), Yaremche, 7–10 October 2024. – 2025. – P. 92–95. – ISBN 978-103285176-1. – DOI: https://doi.org/10.1201/9781003518518-20 (Scopus)

14. Dobrotvorskyi, S. S., Aleksenko, B. O., & Basova, Y. V. (2025). Computer modelling of multi-pulse laser impact ensuring the preservation of the original microstructure. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization and Automation of Production Processes, (1 (59), 25-31. https://doi.org/10.32782/msnau.2025.1.4

15. Добротворський С. С., Алексенко Б. О., Басов В. В., Трубін Д. В., Кощцінський М., Завадзький П. Технологічні особливості формування періодичних мікроструктур типу «луска риби» на поверхні нержавіючої сталі 12Х18Н10Т наносекундним лазерним опроміненням. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2025. № 1 (23). С. 9-18. DOI: https://doi.org/10.20998/2413-4295.2025.01.02

16. Saprykina, E., Dobrotvorskiy, S., Aleksenko, B., Trubín, D., Moskal, D., Martan, J.: Analysis of parameters of laser-induced periodic microstructures (LIPSS) on the surface of stainless steel using autocorrelation functions. Cutting & Tools in Technological System, Edition 102, 37–49 (2025). https://doi.org/10.20998/2078-7405.2025.102.03

17. Кузнєцов О. В., Гніліцький Я. М. Оптимізація міжфазного опору суперконденсаторів шляхом формування лазерно-індукованих періодичних структур на струмозбирачах // Сенсорна електроніка і мікросистемні технології. – 2025. – Т. 22, № 1. – С. 44–52. – DOI: https://doi.org/10.18524/1815-7459.2025.1.325655

18. Добротворський С. С., Алексенко Б. О., Басов В. В., Трубін Д. В., Завадзький П., Кощцінський М. Формування періодичних мікроструктур типу «луска риби» на поверхні сталі 12Х18Н10Т шляхом наносекундного лазерного мікротекстурування // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025 (14–17 травня 2025 р.). – Харків: НТУ «ХПІ», 2025. – С. 240. – За ред. проф. Сокола Є. І. – 240 с. URI: https://reposito

19. Добротворський С. С., Басова Є. В., Трубін Д. В., Завадзький П., Кощцінський М. Керування гідрофільністю титанових поверхонь комбінацією механічного та лазерного оброблення // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025 (14–17 травня 2025 р.). – Харків: НТУ «ХПІ», 2025. – С. 241. – За ред. проф. Сокола Є. І. – 241 с. URI: https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/91832

20. Добротворський С. С., Саприкіна Е. В., Алексенко Б. О., Moskal D., Martan J. Можливості використання фемтосекундних лазерів для модифікації сталевих поверхонь шляхом формування лазерно-індукованих структур // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025 (14–17 травня 2025 р.). – Харків: НТУ «ХПІ», 2025. – С. 242. – За ред. проф. Сокола Є. І. – 242 с. URI: https://repository.kpi.kharkov.ua/handle

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Марченко Андрій Петрович
д.т.н.

Перелік осіб-виконавців

Алексенко Борис Олександрович
(к.т.н., 05.03.07)

Басов Віктор Вікторович

Басова Євгенія Володимирівна
(к. т. н., доц., 05.02.08)

Бондар Дмитро Вікторович
(аспірант)

Гніліцький Ярослав Миколайович
(д.філософ, 132)

Кожушко Андрій Павлович
(д. т. н., професор, 05.22.02)

Кононенко Сергій Миколайович

Нестеренко Сергій Сергійович
(аспірант)

Попов Віктор Васильович
(д.т.н., доц., 05.03.07)

Саприкіна Емілія В'ячеславівна

Стрельчук Роман Михайлович
(д.т.н., доц., 05.03.01)

Трубін Дмитро Вікторович
(аспірант)

Хавін Геннадій Львович
(д. т. н., професор, 05.02.08)

Відповідальний за підготовку облікових документів Гуренко Юлія Іванівна

Телефон 0506098392

Реєстратор Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Тетяна Анатоліївна