Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003200

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 07-10-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: наказ №150-ОД від 09.12.2024

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чередниченко Сергій Володимирович
2. Serhiy Cherednychenko

Кваліфікація: 104

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0007-8198-584X

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 39026 Фізика (104 Фізика та астрономія)

Дата захисту: 22-11-2024

Спеціальність за освітою: 132 Матеріалознавство

Місце роботи здобувача: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Вєркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Харків, Харківський р-н., 61103, 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): ДФ 64.175.016_ID_7042

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Вєркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Харків, Харківський р-н., 61103, 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: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Вєркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.19.13, 29.19.04

Тема дисертації:

1. Синтез та особливості фізичних властивостей вуглецевих наноструктур і композитів
2. Synthesis and features of carbon nanostructures and composites

Реферат:

1. Дисертаційну роботу присвячено дослідженню особливостей нових вуглецевих наноструктур та композитів, зокрема, модифікованого високочастотним розрядом в атмосфері водню термічно відновленого декількашарового оксиду графену (МТВОГ), заснованих на модифікованому графені полімерних композитів та отриманого методом термовакуумної кріогенної сублімації гідратованого фулерену С60. Виявлено, що і) обробка високочастотним розрядом в атмосфері водню термічно відновленого декількашарового оксиду графену (ТВОГ) суттєво змінює його адсорбційні характеристики; іі) композитні структури на основі епоксидного компаунду та поліефірної смоли з додаванням ТВОГ та МТВОГ набувають підвищених механічних характеристик; ііі) якісно підтверджено можливість отримання стабільного розчину фулерена С60 у воді вакуумно-кріогенно-сублімаційним методом без використання органічних розчинників. У

першому розділі «Вуглецеві наноструктури, їх основні характеристики (огляд літератури)» наведено літературний огляд впливу енергетичного-геометричного стану конденсованого вуглецю на морфологію і сорбційні властивості графену та розглянуті відмінності енергетичної структури графену та фулерену. Окрему увагу приділено фізичній і хімічній модифікації та методам синтезу означених наноструктур. У другому розділі «Методика експерименту, сорбційні властивості відновленого оксиду графена» наведено опис методики отримання та наступної характеризації термічно відновленого оксиду графену (ТВОГ). Також у цьому розділі надано опис розробленого в дисертаційній роботі оригінального методу модифікації ТВОГ шляхом обробки високочастотним імпульсним розрядом в атмосфері газового водню. У третьому розділі «Вплив обробки імпульсним високочастотним розрядом на сорбційні властивості термічно відновленого оксиду графена» методом скануючої електронної мікроскопії досліджено морфологію модифіковано зразка ТВОГ, показано, що обробка високочастотним розрядом в середовищі водню приводить до розшарування, та деформації вуглецевих площин МТВОГ та хімічної модифікації воднем. Було виявлено збільшення міжшарових відстаней, часткове руйнування вуглецевих шарів та наявність хімічної модифікації площин графену воднем в процесі обробки. Виявлено фізичну взаємодію молекулярного водню (сорбату) з хімічно сорбованим воднем шарами МТВОГ. Загальна концентрація хімічно сорбованого зразком МТВОГ атомарного водню становила 15,4 ат. % (або 1,3% маси). Виявлено, що обробка ТВОГ імпульсним газовим розрядом збільшила фізичну сорбцію водню в 1,5 рази. Четвертий розділ «Вплив домішки термічно відновленого оксиду графену на механічні властивості полімерних композитів» присвячено створенню та механічним випробуванням полімерних композитів: 1 клейовий композит епоксидна смола – оксид графену; міцність клейового з‘єднання виросла більше ніж у 3 рази (концентрація ТВОГ 1%/епоксидна смола) порівняно з клейовим з‘єднанням з чистою епоксидною матрицею 2 конструкційний композит поліефірна смола – скловолокно – оксид графену (термічно відновлений та оброблений плазмою водню 1%/поліефірна смола); мікротвердість виросла до 80%, ударна в‘язкість до 37%, міцність при статичному вигині збільшилася на 52 % відносно контрольного зразка без ТВОГ. У разі додавання МТВОГ до поліефірної матриці (1%) мікротвердість зросла до 100%, ударна в‘язкість до 43 %, міцність при статичному вигині до 54% відносно контрольного зразка. У п’ятому розділі «Отримання та властивості гідратованого фулерену» розглянуто застосування оригінального методу вакуумно-сублімаційного кріогенного осадження (Vacuum-sublimation cryogenic deposition (VS-CD)) для одержання водно-колоїдного розчину фулерену (FWCS). Показано, що тверда фаза, отримана конденсацією суміші парів фулерену С60 і води на металевій підкладці (температура підкладки 90 К), являє собою стабільний водний колоїдний розчин фулерену С60. Характеризація компаунду за допомогою, UV-Vis спектроскопії поглинання, ІЧ спектроскопії поглинання, трансмісійної електронної мікроскопії та лазерно іноційованої масспектрометрії підтвердила наявність у компаунді комплексів гідратованого фулерену С60. Отримані в дисертаційній роботі результати поглиблюють фундаментальне знання щодо властивостей вуглецевих структур, та мають практичне значення. Модифікований високочастотним імпульсним розрядом термічно відновлений оксид графену являє собою новий матеріал, який має підвищені сорбційні характеристики відносно водню. Цей матеріал може бути застосований для створення нанокомпозитів на полімерній основі, які можуть бути використаний у якості клеїв або конструкційних матеріалів, з високими механічними характеристиками. Це перспективні матеріали для використання у БПЛА, у літакобудуванні та аерокосмічній техніці. Отриманий кріогенно-вакуумно-сублімаційним методом водний колоїдний розчин фулерену може бути застосовано для створення стабільних водних комплексів органічних і неорганічних сполук для застосувань у якості молекулярних маркерів та каталізаторів, інгібіторів та у біофізиці.

2. The dissertation is devoted to the study of the features of new carbon nanostructures and composites, in particular, thermally reduced multi-layer graphene oxide (MTGO) modified by a high-frequency discharge in a hydrogen atmosphere, polymer composites based on modified graphene and obtained by the method of thermos-vacuum cryogenic sublimation of hydrated C60 fullerene. It was found that i) treatment with a high-frequency discharge in a hydrogen atmosphere of MTRGO significantly changes its adsorption characteristics; ii) composite structures based on epoxy compound and polyester resin with certain methods of adding graphene oxide,

thermally reduced graphene oxide (TRGO) and MTRGO acquire a number of significantly increased mechanical characteristics; iii) the possibility of obtaining a stable solution of C60 fullerene in water by the vacuum-cryogenic-sublimation method without the use of organic solvents was qualitatively confirmed. In the 1th chapter a literature review of the influence of the energy-geometric state of condensed carbon on the morphology and sorption properties of graphene and the differences in the energy structure of graphene and fullerene are considered. Particular attention is paid to the physical and chemical modification and methods of synthesis of the specified nanostructures. The 2nd chapter describes the method of obtaining and subsequent characterization of TRGO. Also, a description of the original method of modification of TRGO by high-frequency pulsed discharge treatment in a hydrogen atmosphere, than was developed in the work, is described. In the 3rd chapter the morphology of a modified TRGO sample was investigated by scanning electron microscopy, it was shown that treatment with a high-frequency discharge in a hydrogen environment leads to delamination, i.e., deformation of carbon planes, an increase in the "pores" of MTRGO. It was revealed: an increase in interlayer distances, partial destruction of carbon layers, and the presence of chemical modification of graphene planes with hydrogen in the process of hydrogen plasma treatment and the physical interaction of molecular hydrogen with hydrogen atoms chemically sorbed by MTRGO layers. The total concentration of atomic hydrogen chemically sorbed by the MTRGO sample was 15.4 atoms. % (or 1.3% by mass). It was found that the treatment of TRGO with a pulsed gas discharge increased the physical sorption of hydrogen by 1.5 times. The 4th chapter is devoted to the creation and mechanical testing of polymer composites: - adhesive composite epoxy resin - graphene oxide: the strength of the adhesive joint increased more than 3 times (TRGO concentration 1%/epoxy resin without hardener) compared to an adhesive joint with a pure epoxy matrix; - in the case of the polyester resin – glass fiber – TRGO structural composite (TRGO concentration 1 wt. %/polyester resin without hardener), microhardness increased to 80%, impact strength to 37%, static bending strength increased by 52% compared to the control sample without TRGO. When MTRGO was added to the polyester matrix in the same concentration, the microhardness increased to 100%, the impact toughness to 43%, and the static bending strength to 54% compared to the control sample. In the 5th chapter, the application of the original method of vacuum-sublimation cryogenic deposition (VS-CD) for the preparation of water-colloidal solution of fullerene (FWCS) is considered. It is shown that the solid phase obtained by condensation of a mixture of C60 fullerene vapor and water vapor on a metal surface cooled by liquid nitrogen, after melting, is a stable aqueous colloidal solution of C60 fullerene without the use of any dispersing treatment, such as ultrasound irradiation. The results of the FWCS characterization using UV-Vis absorption spectroscopy and their comparison with known literature data on hydrated fullerenes made it possible to conclude that the C60@{H2O}n hydrated fullerene C60 complexes are present in the FWCS. The results obtained in the dissertation work not only deepen fundamental knowledge about the properties of carbon structures, but also have purely practical significance. Thermally reduced graphene oxide modified by a high-frequency pulsed discharge is a new material that has improved characteristics of hydrogen sorption and storage and it can be used for polymer-based nanocomposites with improved mechanical properties. Such materials are very promising as structural elements of unmanned aerial vehicles, in aircraft construction and aerospace engineering, as they have low weight and enhanced operational properties. The proposed cryogenic vacuum-sublimation method of obtaining colloidal solutions of fullerenes in water can be used to create stable aqueous complexes of organic and inorganic compounds as for as in biophysical research.

Державний реєстраційний номер ДіР: 117U002290, 0120U101002, 0122U001504, 0123U102257

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. A. V. Dolbin, N. A. Vinnikov, V. B. Esel'son, V. G. Gavrilko, R. M. Basnukaeva, M. V. Khlistyuck, A. I. Prokhvatilov, V. V. Meleshko, O. L. Rezinkin, M. M. Rezinkina, S. V. Cherednychenko, The impact of treating graphene oxide with a pulsed high-frequency discharge on the low-temperature sorption of hydrogen, Low Temperature Physics, 46, 293 (2020). https://doi.org/10.1063/10.0000701, (Q3)
- 2. N. A. Vinnikov, S. V. Cherednychenko, A. V. Dolbin, V. B. Eselson, V. G. Gavrilko, R. M. Basnukaeva, and A. M. Plokhotnichenko, The new approach for obtaining aqueous solutions of fullerene C60 @{H2O}n by the cryogenic sublimation method Low Temperature Physics, 48, 336 (2022). https://doi.org/10.1063/10.0009739 (Q3).
- 3. S. V. Cherednichenko, G. V. Andrievsky, N. A. Vinnikov, A. V. Dolbin, M. V. Kosevich, V. S Shelkovsky, et al., Raman, UV-Vis, MS, and IR characterization of molecular-colloidal solution of hydrated fullerenes C60 obtained using vacuum-sublimation cryogenic deposition method. Is the C60 molecule truly highly hydrophobic?, Low Temperature Physics, 50, 248 (2024). https://doi.org/10.1063/10.0024965 (Q3).
- 4. R. M. Basnukaeva, A. V. Dolbin, V. B. Eselson, V. G. Gavrilko, N. A. Vinnikov, M. V. Khlistuck, S. V. Cherednychenko, "Effect of cold plasma treatment on low-temperature sorption by thermally reduced graphene oxide" in Book of Abstract of the International Advanced Study Conference «Condensed Matter & Low Temperature Physics 2020» (CM&LTP 2020), Ukraine, Kharkiv, June 8-14, 2020
- 5. S. V. Cherednychenko, A. V. Dolbin, N. A. Vinnikov, V. B. Esel'son, V. G. Gavrilko, R. M. Basnukaeva, "Graphene-based nanocomposite adhesive compounds" in Book of Abstract of the International Advanced Study Conference «Condensed Matter & Low Temperature Physics 2021» (CM&LTP 2021), Ukraine, Kharkiv, June 6-12, 2021.
- 6. R. M. Basnukaeva, A. V. Dolbin, N. A. Vinnikov, A. M. Plohotnichenko, V. B. Esel'son, V. G. Gavrilko, S. V. Cherednychenko, "Electrophysical properties of aqueous colloidal solutions of aqueous colloidal solutions of C60" in Book of Abstract of the International Advanced Research Workshop "Thermal conductivity of solid states at low temperature", Ukraine, Kharkov, June 8, 2021.
- 7. S. V. Cherednychenko, A. V. Dolbin, N. A. Vinnikov, V. B. Esel'son, V. G. Gavrilko, "Preparation of colloidal aqueous solution of C60 fullerene by the sublimation method and its optical/electrophysical properties" in Book of Abstract of the 7th International Conference «NANOBIOPHYSICS: Fundamental and Applied Aspects» (NBP 2021), Ukraine, Kharkov, October 4-8, 2021.
- 8. S. V. Cherednychenko, A. V. Dolbin, G. I. Dovbeshko1, N. A. Vinnikov, V. B. Esel'son, V. G. Gavrilko, R. M. Basnukaeva, "Optical properties of aqueous colloidal solution of fullerenes C60" in Book of Abstract of the III International Advanced Study Conference «Condensed Matter & Low Temperature Physics 2023» (CM & LTP 2023), Ukraine, Kharkov, June 5-11, 2023.
- 9. S. Cherednychenko, N. Vinnikov, V. Boiko, G. Dovbeshko, A. Dolbin, "Spectroscopic and electrophysical studies of a solution of fullerene C60 molecules in water" in Book of Abstract of the 8th International Conference «NANOBIOPHYSICS: Fundamental and Applied Aspects» (NBP 2023), Ukraine, Kyiv, October 3-6, 2023.

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

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

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 117U002290, 0120U101002, 0122U001504, 0123U102257

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Долбин Олександр Вітольдович
2. Oleksandr Dolbyn

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8631-5051

Додаткова інформація: Scopus Author Identifier 6603895851; Web of Science ResearcherID: Q-1694-2018

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Вєркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Харків, Харківський р-н., 61103, 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. Хижний Юрій Анатолійович
2. Yuriy Hizhnyi

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.д., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1775–2677

Додаткова інформація: Scopus Author ID 7003847186; Web of Science Researcher ID GYA-0449-2022

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 60, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зубарєв Євген Миколайович
2. Evgeniy Zubarev

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6494-317X

Додаткова інформація: Scopus Author ID 7003847186; Web of Science Researcher ID EID-8786-2022

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Савченко Олена Володимирівна
2. Olena . Savchenko

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1534-8769

Додаткова інформація: Scopus Author ID 57221174552; Web of Science Researcher ID AAG-2717-2020

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Вєркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зінов’єв Петро Васильович
2. Peter Zinoviev

Кваліфікація: к. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9195-5018

Додаткова інформація: Scopus Author ID 6603384500; Web of Science Researcher ID AAD-8207-2020

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Вєркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Константинов Вячеслав Олександрович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Константинов Вячеслав Олександрович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Калиненко Олександр Миколайович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна