

## **Рецензія**

Провідного наукового співробітника Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України, професора,

доктора фізико-математичних наук

**САВЧЕНКО Олени Володимирівни**

на дисертаційну роботу **ЧЕРЕДНИЧЕНКА Сергія Володимировича**

**«Синтез та особливості фізичних властивостей вуглецевих наноструктур і композитів»**, яка подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 104 «фізика та астрономія»

(галузь знань 10 «Природничі науки»)

### **Актуальність обраної теми.**

Створення та дослідження нових вуглецевих наноструктур та композитів, що характеризуються високими механічними властивостями та малою вагою, відноситься до найбільш актуальних наукових напрямків сучасної фізики та матеріалознавства. Цей напрямок є дуже важливим для таких галузей як оборонна та аерокосмічна. Достатньо вказати, що в отриманих автором результатах зацікавлені Харківське конструкторське бюро з машинобудування імені О.О. Морозова, з яким проводяться спільні роботи у напрямку створення нових композитних високотехнологічних виробів та «Харківський завод транспортного обладнання» ПрАТ. Треба згадати ще одну галузь, для якої дуже важливим є створення легких, міцних та біологічно сумісних матеріалів, це медикобіологічна галузь. Отримані автором результати по підвищенню сорбційної ємності вуглецевих наноструктур відкривають перспективи створення нових систем газового накопичення і зберігання. Про важливість та актуальність роботи свідчить також участь автора у 4-х відомчих темах, перелік яких подано нижче:

1. «Термодинамічні властивості нано-структурованих систем, композитів, молекулярних твердих тіл в екстремальних умовах низьких

температур»(шифр 1.4.10.9.11, номер держреєстрації 117U002290, керівник – д. ф.-м. н. В. О. Константинов)

2. «Створення та дослідження структурних та теплових властивостей просторово-орієнтованих наносистем, нанокомпозитів і складних кристалів для новітніх технологій» (за програмою КПКВК 6541230 «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень» шифр ФЦ 9.2, номер держреєстрації 0120U101002, керівник – д. ф.-м. н., проф. О.В. Долбин)

3. «Теплофізичні властивості, структура та низькотемпературна динаміка наноструктур, кристалічних і аморфних молекулярних систем в умовах екстремальних температур» (шифр 1.4.10.9.12, номер держреєстрації 0122U001504, керівник – д. ф.-м. н., проф. О. В. Долбин)

4. « Створення вуглецевих нанокомпозитів із покращеними теплофізичними характеристиками» ( шифр ФП 23, номер держреєстрації 0123U102257, керівник – к. ф.-м. н., М.А. Вінніков).

Публікації дисертанта та його участь у шести міжнародних конференціях, на яких було представлено результати його досліджень, також свідчать про актуальність теми дисертаційної роботи Чередниченко Сергія Володимировича.

### **Наукова новизна отриманих результатів.**

Більшість результатів, які отримано в рамках дисертаційної роботи, є оригінальними і новими: вони були надруковані в міжнародних спеціалізованих наукових виданнях, де пройшли незалежне рецензування.

Наукова новизна отриманих у дисертаційному дослідженні Чередниченка С.В. результатів полягає у наступному:

1. Виявлено суттєву роль обробки термічно відновленого оксиду графена високочастотним імпульсним розрядом в атмосфері водню у підвищенні низькотемпературної сорбційної ємності термічно відновленого оксиду графена.
2. Знайдено, що введення до полімерної матриці 1 мас.% обробленого таким чином термічно відновленого оксиду графена (МТВОГ) значно підвищує



механічні характеристики композитного зразка – збільшує мікротвердість, ударну в'язкість та статичний вигін.

3. Доведено, що введення до 1 мас.% термічно-відновленого оксиду графену (ТВОГ) до епоксидної основи суттєво збільшує міцність на зсув (у разі клейового з'єднання) та покращує адгезійні властивості композиту.

4. Розроблено новий підхід до створення водних розчинів фулерену  $C_{60}$ , який базується на оригінальній кріогенній методиці спільної конденсації пари фулерену і води на охолоджену до кріогенних температур (90 K) поверхню з наступним плавленням твердої фази і утворенням колоїдного розчину  $C_{60}@H_2O$ . Із застосуванням комплексу фізичних методів, доведено, що такий розчин містить чистий фулерен  $C_{60}$  без будь-яких продуктів його хімічної модифікації.

### **Практичне значення одержаних результатів.**

З отриманих автором результатів чітко вимальовується значущість праці не тільки для фундаментальної науки, а також для широкого кола таких суміжних галузей як оборонна та космічна техніка, машинобудування, сенсоріка, молекулярна біофізика та медицина. Як було вказано вище, композитні матеріали з підвищеними експлуатаційними характеристиками, які було розроблено автором, можуть бути застосовані Харківським конструкторським бюро з машинобудування імені О.О. Морозова та «Харківським заводом транспортного обладнання» ПрАТ, і роботи у цьому напрямку вже ведуться. Особливо відмічу отримані автором результати по підвищенню сорбційної ємності вуглецевих наноструктур, які відкривають нові перспективи створення ефективних систем газонакопичення та зберігання, що є важливим у енергетичній та космічній галузях.



## **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та їх достовірність.**

Головний чинник успіху дисертації С.В. Чередниченка «Синтез та особливості фізичних властивостей вуглецевих наноструктур і композитів» – науковий підхід до цієї задачі, який базується на дослідженні їх фізичних характеристик із застосуванням надзвичайно широкого комплексу фізичних методів. Це термопрограмована десорбція ТПД, наноіндентування та випробуванням на вигин, ударну в'язкість та зсув, оптичне поглинання у видимому та інфрачервоному ІЧ діапазоні, мас-спектроскопія з лазерно індукованою десорбцією/іонізацією, просвічуюча електронна мікроскопія, скануюча електронна мікроскопія. Саме використання цього комплексу методів разом із порівняльним глибоким аналізом результатів дозволяє стверджувати, що всі **наукові положення та висновки є достовірними та обґрунтованими.**

## **Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації.**

Результати, які було здобуто у дисертації С.В. Чередниченка, знайшли достатньо повне висвітлення в 3 статтях своєчасно оприлюднених в журналі квартилю  $Q_3$ , а саме – Low Temperature Physics. Цей журнал індексуються в міжнародних наукометричних базах Web of Science та SCOPUS. Згідно встановленим вимогам МОН України щодо публікацій основного змісту дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 104 — «Фізика та астрономія», цих публікацій достатньо для дисертаційної роботи доктора філософії. Всі статті написано у співавторстві, при тому в одній з трьох статей дисертант є першим автором. Результати наукових досліджень, що увійшли до даної дисертаційної роботи, неодноразово (4 тези) доповідались та обговорювались на міжнародних наукових конференціях та опубліковані в збірниках тез. Підкреслю, що з аналізу роботи проведеної в рамках виконання даної дисертації та матеріалів публікацій можна зробити висновок, що особистий



вклад дисертанта в оприлюднені роботи є визначальним. Автореферат повною мірою відображує основні положення дисертації.

### **Зауваження до дисертаційної роботи.**

Що стосується недоліків дисертаційної роботи, зверну увагу на наступні:

1. Серед методів, які використовував автор, у розділі «Методи дослідження», у вступі поряд з термопрограмованою десорбцією мають бути висвітлені також наступні: просвічуюча електронна мікроскопія, скануюча електронна мікроскопія, оптичні методи – оптична мікроскопія, оптичне поглинання у видимій та інфрачервоній області, мас-спектрометрія з лазерною десорбцією/іонізацією.
2. Вимірювання виконувались на 10 зразках, виникає питання, як відхилялись значення від середніх.
3. Було б доцільно описати більш детально алгоритм отримання даних з механічних властивостей композитів.
4. Недостатньо уваги приділено похибкам вимірювань. Так тільки у 3 розділі є одна фраза з цього приводу.
5. Робота не є вільною від друкарських помилок, як то зайві пропуски, пропущені або помилкові букви.

Відзначені недоліки не впливають на висновки, які зроблено в дисертації та ні в якій мірі не знижують дуже доброго загального враження від роботи та її позитивної оцінки.

### **Загальна оцінка та висновок**

Дисертаційну роботу С.В. Чередниченка «Синтез та особливості фізичних властивостей вуглецевих наноструктур і композитів», яка виконана на високому сучасному експериментальному рівні, характеризує **оригінальність, повнота і завершеність**. Вона містить нові науково-обґрунтовані результати, що мають суттєве значення як для розвитку сучасної нанофізики, так і для численних практичних застосувань. Підсумовуючи відзначу, що дисертаційна робота С.В. Чередниченка «Синтез та особливості фізичних властивостей вуглецевих

наноструктур і композитів» повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 зі змінами від 12 березня 2022 р. № 341, від 19 травня 2023 р. №502 та від 03 травня 2024 р. №507, а її автор, Чередниченко Сергій Володимирович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 — «Фізика та астрономія» з галузі знань 10 — «Природничі науки».

**Рецензент:**

**Провідний науковий співробітник**

**Б.І. Веркіна Фізико-технічного інституту**

**низьких температур НАН України,**

**доктор фізико-математичних наук**

**професор**

**Олена САВЧЕНКО**

