

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0424U000151

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 06-06-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Красновид Сергій Володимирович

2. Serhii Krasnovyd

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 01.04.07

Назва наукової спеціальності: Фізика твердого тіла

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 19-06-2024

Спеціальність за освітою: фізика

Місце роботи здобувача: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, Київ, 03028, 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): Д 26.199. 01

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, Київ, 03028, 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: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.19.11, 29.19.31, 29.19.37

Тема дисертації:

1. Структурні та магнітні властивості вуглецевих і залізо-містких наноструктур та композитів
2. Structural and magnetic properties of carbon and iron-containing nanostructures and composites

Реферат:

1. Метою роботи було визначення структурних, магнітних та електронних властивостей нановуглецевих матеріалів, їх композитів та ансамблів комплексних магнітних наночастинок. Об'єктом даного дослідження були вуглецеві нанорозмірні структури природнього і штучного походження, полімерні композити за їх участю та комплексні магнітні наноструктури на основі магнетиту і гадолінію. Основним методом досліджень було обрано Електронний парамагнітний резонанс. Результати, отримані методом ЕПР, доповнювалися дослідженнями Раманівського розсіювання світла, SEM/EDX та Ядерного магнітного резонансу. Вперше виокремлено внески в парамагнетизм шунгіту від провідної (вуглецеві нанокластери) та діелектричної фракції (киснево-дефіцитні E'_{p} центри) шунгіту. Внесок останньої раніше пов'язувався з присутністю молекул фулерена. Виявлено кореляцію між характеристиками ЕПР обох фракцій, пов'язану з процесами релаксації напружень на інтерфейсах SiO_2 /нановуглець. Показано, що динаміка сигналів ЕПР

фулерену, фулеренової сажі і черні, та їх полімерних композитів пов'язана із взаємодією парамагнітних дефектів з молекулярним киснем, адсорбованим на поверхні або в порах зразків. Останній може як уширювати лінію ЕПР дефектів за рахунок диполь-дипольної взаємодії, так і зменшувати їх концентрацію, переводячи частину дефектів у непарамагнітний стан. Відкачування зразків перериває цей канал взаємодії і різко змінює парамагнітні характеристики. Виявлено ефект орієнтації вільно розташованих частинок мікрографіту у зовнішньому магнітному полі, індукований сильним діамagnetизмом графіту. Встановлено ефект сильного збільшення нерезонансного поглинання мікрохвиль в "стислих" зразках порошкоподібного терморозширеного графіта (ТРГ) у порівнянні з вільно розташованими, який пояснений з урахуванням інтерференційних явищ. Виявлено, що в карбонізованих при температурах ТНТТ ≈ 2200 $^{\circ}\text{C}$ вуглецевих волокнах (ВВ) Урал Н-24, сигнали ЕПР обумовлені в основному електронами провідності (ЕП). Залежно від співвідношення між товщиною зразка (нитки або пучок ВВ) та товщиною скін-шару спостережена симетрична (форми Лоренца) або асиметрична (форми Дайсона) лінія спінового резонансу. Розраховано характеристики ЕП та можливий внесок в парамагнетизм ВВ локалізованих електронів. Виявлено сильне нерезонансне мікрохвильове поглинання (НМП) у зразках ВВ, обумовлене їх напівпровідниковими властивостями. Показано, що у полімерних композитах з ВВ величиною НМП можна керувати зміною концентрації ВВ, реалізуючи тим самим функцію електромагнітного екранування. Визначено природу та властивості феромагнітних та суперпарамагнітних сигналів у композитах, як таких, що пов'язані з технологією їх приготування. Встановлено, що електронні властивості біоморфних вуглецевих матриць (БВМ) обумовлені наявністю вільних електронних спінів, "псевдовільних" спінів із хвостів густини станів нижче зони провідності, та локалізованих спінів на обірваних вуглецевих зв'язках. Визначено, що структурна досконалість кераміки SiC, отриманою на основі БВМ, суттєво залежить від температури імпрегнації кремнію. Електронні властивості біокераміки визначаються вмістом в ній графітоподібних кластерів. Методом спінового резонанса вивчено процеси адсорбції газів на вуглецевій поверхні. Використовуючи молекулярний кисень як тестовий парамагнітний газ, визначено кінетичні характеристики адсорбційно-десорбційних процесів для N₂, O₂ та H₂O молекул. Встановлено, що аномальна адсорбційна кінетика суміші газів O₂ і N₂ обумовлена різницею в їх швидкостях дифузії. Встановлено, що вугілля із шахтних пластів з високим ступенем викидонебезпечності відрізняється підвищеним вмістом FeOx нанокластерів та ароматичних СН груп, в яких водень знаходиться в атомарному стані. Виявлена кореляція між вмістом заліза та концентрацією парамагнітних дефектів показує, що домішка заліза є не тільки каталізатором утворення метану у вугіллі, але і фактором підвищення концентрації парамагнітних дефектів. Вперше для ансамбля комплексних наночастинок Fe₃O₄:Gd:В виміряно як його загальні магнітні характеристики, так і внески окремих компонентів, зокрема гадолінію. Виявлена та описана залежність характеристик ЕПР металевих наночастинок (НЧ) Ag і Cu від розміру НЧ.

2. The aim of the work was to determine the structural, magnetic and electronic properties of nanocarbon materials, their composites and ensembles of complex magnetic nanoparticles. The object of this study was carbon nanoscale structures of natural and artificial origin, polymer composites with their participation, and complex magnetic nanostructures based on magnetite and gadolinium. Electron paramagnetic resonance was chosen as the main research method. The results obtained by the EPR method were supplemented by Raman scattering, SEM/EDX and Nuclear Magnetic Resonance studies. For the first time, contributions to the paramagnetism of shungite from the conductive (carbon nanoclusters) and dielectric fraction (oxygen-deficient E'p centers) of shungite were separated. The contribution of the latter was previously associated with the presence of fullerene molecules. A correlation between the EPR characteristics of both fractions associated with stress relaxation processes at the SiO₂/nanocarbon interfaces was revealed. It is shown that the dynamics of the EPR signals of fullerene, fullerene carbon black and fullerene soot, and their polymer composites is related to the interaction of paramagnetic defects with molecular oxygen adsorbed on the surface or in the pores of the samples. The latter can both widen the EPR line of defects due to the dipole-dipole interaction and reduce their concentration, transferring part of the defects to a non-paramagnetic state. Pumping the samples interrupts this interaction channel and dramatically changes the paramagnetic characteristics. The effect of the orientation of freely located

micrographite particles in an external magnetic field, induced by the strong diamagnetism of graphite, was revealed. The effect of a strong increase in non-resonant absorption of microwaves in "compressed" samples of powdered thermally expanded graphite (TEG) in comparison with freely located ones was established, which is explained by taking into account interference phenomena. It was found that in carbonized Ural H-24 carbon fibers (CF) at temperatures $T_{HTT} \approx 2200$ °C, EPR signals are caused mainly by conduction electrons (EC). Depending on the ratio between the thickness of the sample (threads or a bundle of CFs) and the thickness of the skin layer, a symmetric (Lorentz shape) or asymmetric (Dyson shape) spin resonance line is observed. The characteristics of the EC and the possible contribution to the paramagnetism of the CF of localized electrons are calculated. A strong non-resonant microwave absorption (NMR) was detected in the explosive samples due to their semiconducting properties. It is shown that in polymer composites with explosives, the NMR value can be controlled by changing the concentration of explosives, thus realizing the function of electromagnetic shielding. The nature and properties of ferromagnetic and superparamagnetic signals in composites, as related to the technology of their preparation, are determined. It was established that the electronic properties of biomorphic carbon matrices (BCMs) are due to the presence of free electronic spins, "pseudo-free" spins from the tails of the density of states below the conduction band, and localized spins on broken carbon bonds. It was determined that the structural perfection of SiC ceramics, obtained on the basis of BCM, significantly depends on the silicon impregnation temperature. The electronic properties of bioceramics are determined by the content of graphite-like clusters in it. The processes of gas adsorption on the carbon surface were studied using the spin resonance method. Using molecular oxygen as a test paramagnetic gas, the kinetic characteristics of adsorption-desorption processes for N₂, O₂ and H₂O molecules were determined. It was established that the anomalous adsorption kinetics of the mixture of O₂ and N₂ gases is due to the difference in their diffusion rates. It was established that coal from mine seams with a high degree of emission hazard is distinguished by an increased content of FeOx nanoclusters and aromatic CH groups in which hydrogen is in the atomic state. The revealed correlation between the iron content and the concentration of paramagnetic defects shows that the iron admixture is not only a catalyst for the formation of methane in coal, but also a factor in increasing the concentration of paramagnetic defects. For the first time, for the ensemble of Fe₃O₄:Gd:B complex nanoparticles, both its general magnetic characteristics and the contributions of individual components, in particular gadolinium, were measured. The dependence of the EPR characteristics of Ag and Cu metal nanoparticles (NPs) on the size of the NPs was revealed and described

Державний реєстраційний номер ДіР:

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. Krasnovyd, S. V., Konchits, A. A., Shanina, B. D., Valakh, M. Ya., Yanchuk, I. B., Yukhymchuk, V. O., Yefanov, A. V., Skoryk, M. A. (2015). Local structure and paramagnetic properties of the nanostructured carbonaceous material shungite. *Nanoscale Research Letters*, 10(78). doi 10.1186/s11671-015-0767-9
- 2. Konchits, A. A., Shanina, B. D., Krasnovyd, S. V., Burya, A. I., Kuznetsova, O. Yu. (2017). Paramagnetic Properties of Fullerene-Derived Nanomaterials and Their Polymer Composites: Drastic Pumping Out Effect. *Nanoscale Research Letters*, 12(475). doi 10.1186/s11671-017-2241-3.
- 3. Konchits, A. A., Shanina, B. D., Krasnovyd, S. V., Yukhymchuk, V. O., Hreshchuk, O. M., Valakh, M. Ya., Skoryk, M. A., Kulinich, S. A., Belyaev, A. E. (2018). Structure and electronic properties of biomorphic carbon

matrices and SiC ceramics prepared on their basis. Journal of Applied Physics, 124, 135703.

doi.org/10.1063/1.5042844

- 4. Shanina, B. D., Konchits, A. A., Krasnovyd, S. V., Shevchenko, Yu. B., Petranovs'ka, A. L., Rieznichenko, L. S. (2022). Magnetic nanoparticle ensembles with promising biophysical applications: An EPR study. Journal of Applied Physics, 132, 163905. doi.org/10.1063/5.0107478
- 5. Krasnovyd, S.V., Konchits, A. A., Shanina, B. D., Molchanov, A.N., Kamchatnyj, A.A. (2023). Adsorption processes on a carbonaceous surface: Electron spin resonance study. Physica B: Condensed Matter, 651, 414571. doi.org/10.1016/j.physb.2022.414571
- Krasnovyd, S.V., Konchits, A. A., Shanina, B. D., Valakh, M. Y., Yukhymchuk, V. O., Skoryk, M. A., Molchanov, A. N., Kamchatny, A. A., (2023). Coal from the outburst hazardous mine seams: Spectroscopic study. Mining of Mineral Deposits, 17, 93-100 doi.org/10.33271/mining17.01.093
- 7. Konchits, A. A., Shanina, B. D., Valakh, M. Ya., Yanchuk, I. B., Yukhymchuk, V. O., Yefanov, A. V., Krasnovyd, S. V., Skoryk, M. A. (2014). Spectroscopical study of natural nanostructured carbonaceous material shungite. Functional materials, 21(3), 260. doi.org/10.15407/fm21.03.260
- 8. Konchits, A. A., Shanina, B.D., Krasnovyd, S.V., Burya, A.I., Tomina, A.-M. V., Yeriomina, Ye.A.(2022). Microwave absorption in carbon fibers Ural N-24 and their composites based on polyamide Phenilone C-2. Functional materials, 29(1), 72-80. doi.org/10.15407/fm29.01.72
- Буря, А.И., Ерѐмина, Е.А., Кончиц, А.А., Красновид, С.В., Твердоступ, Н.И. (2016). Изучение электрических и магнитных свойств металлополимеров на основе Фенилона С-1. Композитные материалы, 9(2), 68-76
- Кончиц, А.А., Красновид, С.В., Буря, А.И., Доброва, Л.В. (2016) Парамагнитный резонанс в порошкообразном графите, композите графит/парафин и терморасширенном графите. Композитные материалы, 10(1), 68-74
- Кончиц, А. А., Красновид, С. В., Грещук, А. М., Скорик, Н. А., Буря, А. И. (2016) Локальная структура и парамагнитные свойства композита фторопласт-4/шунгит. Композитные материалы, 11(1), 24-29
- 12. Konchits, A.A., Yeriomina, Y.A., Tomina, A.-M., Lysenko, O., Krasnovyd, S.V., Morozov, O. (2021). Advanced Polymer Composites for Use on Earth and in Space. Nanotechnology in Space, Published by Jenny Stanford Publishing Pte. Ltd., Chapter 3, 71-119. DOI: 10.1201/9781003131915

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0115U001630, 0121U108465

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кончиць Андрій Андрійович

2. Andriy Konchyts

Кваліфікація: д.ф.-м.н., старший науковий співробітник, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4633-7982

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 46, Київ, 03680, 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. Савченко Дарія Вікторівна

2. Dariia V. Savchenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0005-0732

Додаткова інформація: Scopus: 6508026634.

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хижун Олег Юліанович

2. Oleg Khyzhun

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Омеляна Пріцака, буд. 3, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Беляев Олександр Євгенович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Беляев Олександр Євгенович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Охріменко Ольга Борисівна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна