Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U001411

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-04-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Іванічок Олег Миколайович
2. Oleh M. Ivanichok

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-8400-3740

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Дата захисту: 21-06-2024

Спеціальність за освітою: Радіофізика і електроніка

Місце роботи здобувача: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 20.051.097

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 31.15.33

Тема дисертації:

1. Механізми накопичення заряду асиметричними системами на основі вуглецевого матеріалу різної морфології і структури.

2. Mechanisms of charge accumulation by asymmetric systems based on carbon material different morphology and structure.

Реферат:

1. Об’єкт дослідження: структура і морфологія пористих вуглецевих матеріалів та процеси накопичення заряду в електрохімічних конденсаторах, сформованих на їх основі. Мета дослідження: встановлення взаємозв’язків між умовами активації, структурно-морфологічними характеристиками пористих вуглецевих матеріалів та питомими ємнісними і енергетичними параметрами електрохімічних конденсаторів симетричної і асиметричної конфігурації, сформованих на їх основі; з’ясувати особливості перебігу

електрохімічних процесів в асиметричних конденсаторах, сформованих на основі отриманих матеріалів. Опис методології/методики дослідження. Для досягнення мети поставлених задач використовувалися взаємодоповнювальні та взаємоконтролювальні методи, а саме: адсорбційна порометрія, скануюча електронна мікроскопія, комбінаційне розсіювання світла, Х-променевий флуоросцентний аналіз, малокутове Х-променеве розсіювання, імпедансна спектроскопія, циклічна вольтамперометрія, хронопотенціометрія, засоби візуалізації та математичної обробки експериментальних даних. Спеціальні інструменти та апаратура: сорбометр Quantachrome Nova 2200e, скануючий (растровий) електронний JSM-7600F, спектрометр комбінаційного розсіювання світла Horiba Jobin-Yvon T64000, Х-променевий флуоресцентний спектрометр Expert 3L, Х-прменевому дифрактометрі Shimadzu XRD-7000, імпедансний спектрометр Autolab PGSTAT. Програмне забезпечення, яке використовувалось під час опрацювання отриманих даних або для проведення дослідження: Quantachrome NovaWin 11.0., Match, FRA2, ZView-2, MS Excel 2016, OriginPro 2018. Теоретичні і практичні результати: практичне значення дослідження полягає в тому, що запропоновано методи отримання пористих вуглецевих матеріалів, які можуть застосовуватися для формування електродів електрохімічних конденсаторів симетричного і асиметричного типу. Новизна: Оптимізовані умови і режими отримання пористого вуглецевого матеріалу. Показано, що в залежності від температури та тривалості активації вуглецеві матеріали володіють різною морфологією та розподілом пор за розмірами. Вперше встановлено залежність середнього розміру графітових фрагментів від температури карбонізації і показано, що зменшення середнього поперечного розміру графітових фрагментів від 9,86 нм до 8,02 нм відбувається у процесі карбонізації в діапазоні температур 400 - 800 °С, а підвищення температури карбонізації призводить до зростання розміру графітових частинок. Встановлено, що збільшення тривалості активації ПВМ при 400 °С призводить до зменшення як товщини, так і бічних розмірів кристаліту графіту. Показано, що термічна активація сприяє розвитку його мезопористої структури з відносним вмістом мезопор близько 75-78 % і середнім діаметром пор ~ 5 нм та дозволяє збільшити питому поверхню SBET вихідного ПВМ приблизно в 2 рази. З'ясовано, що збільшення температури карбонізації біомаси призводить до зменшення питомого опору отриманого вуглецевого матеріалу більше ніж на 8 порядків. Встановлено, що змінюючи температуру хімічної активації ортофосфорною кислотою вихідної сировини (біомаси), отримано мезопористі вуглецеві матеріали з питомою поверхнею 734 - 1385 м2/г, які володіють питомими ємнісними характеристиками 122 - 140 Ф/г при струмах розряду 5 - 100 мА. Сформовано макети асиметричних електрохімічних конденсаторів та досліджено їх питомі ємнісні характеристики в 33 % водному розчині КОН. Показано, що збільшуючи масу аноду для збалансування заряду, накопиченого на електродах можна покращити питомі ємнісні характеристики електрохімічних конденсаторів на ~ 15 %. Запропоновано методики синтезу та модифікації матеріалів, які можуть використовуватися як електродні матеріали в пристроях накопичення та генерації електричної енергії. Сформовано асиметричні суперконденсатори та показано перспективність використання отриманих вуглецевих матеріалів для даних пристроїв. Ефективність впровадження: отримані матеріали мають перспективу використання у пристроях генерації та накопичення електричної енергії. Галузь використання: енергетика, електроніка, матеріалознавство.

2. Object of research: the structure and morphology of porous carbon materials and the processes of charge accumulation in electrochemical capacitors formed on their basis. Purpose of the research: to establish relationships between activation conditions, structural and morphological characteristics of porous carbon materials and specific capacity and energy parameters of electrochemical capacitors of symmetrical and asymmetrical configuration formed on their basis; to find out the peculiarities of the course of electrochemical processes in asymmetric capacitors formed on the basis of the obtained materials. Description of methodology/research methods. Complementary and mutually controlling methods were used to achieve the goals set, namely: adsorption porometry, scanning electron microscopy, Raman light scattering, X-ray fluorescence analysis, small-angle X-ray scattering, impedance spectroscopy, cyclic voltammetry, chronopotentiometry, visualization and mathematical processing tools experimental data. Equipment: Quantachrome Nova 2200e sorbometer, scanning (raster) electronic JSM-7600F, Horiba Jobin-Yvon T64000

Raman spectrometer, Expert 3L X-ray fluorescence spectrometer, Shimadzu XRD-7000 X-ray diffractometer, Autolab PGSTAT impedance spectrometer. Software that was used during the processing of the obtained data or for conducting research: Quantachrome NovaWin 11.0., Match, FRA2, ZView-2, MS Excel 2016, OriginPro 2018. Theoretical and practical results: the practical significance of the research is that the methods proposed obtaining porous carbon materials that can be used to form electrodes of electrochemical capacitors of symmetrical and asymmetrical type. Novelty: Optimized conditions and modes of obtaining porous carbon material. It is shown that depending on the temperature and duration of activation, carbon materials have different morphology and size distribution of pores. For the first time, the dependence of the average size of graphite fragments on the carbonization temperature was established, and it was shown that a decrease in the average transverse size of graphite fragments from 9.86 nm to 8.02 nm occurs during carbonization in the temperature range of 400 - 800 °C, and an increase in the carbonization temperature leads to an increase size of graphite particles. It was established that increasing the duration of PCM activation at 400 °C leads to a decrease in both the thickness and the lateral dimensions of the graphite crystallite. It is shown that thermal activation contributes to the development of its mesoporous structure with a relative content of mesoporous of about 75-78% and an average pore diameter of ~ 5 nm and allows to increase the specific SBET surface of the original PCM by approximately 2 times. It was found that an increase in the carbonization temperature of biomass leads to a decrease in the specific resistance of the obtained carbon material by more than 8 orders of magnitude. It was established that by changing the temperature of the chemical activation of the raw material (biomass) with orthophosphoric acid, mesoporous carbon materials with a specific surface area of 734 - 1385 m2/g, which have specific capacitance characteristics of 122 - 140 F/g at discharge currents of 5 - 100 mA, were obtained. Models of asymmetric electrochemical capacitors were formed and their specific capacitance characteristics in a 33% aqueous KOH solution were investigated. It is shown that by increasing the mass of the anode to balance the charge accumulated on the electrodes, the specific capacitance characteristics of electrochemical capacitors can be improved by ~ 15%. Methods of synthesis and modification of materials that can be used as electrode materials in devices for storage and generating electrical energy are proposed. Asymmetric supercapacitors were formed and the prospects of using the obtained carbon materials for these devices were shown. Effectiveness of implementation: the obtained materials have the prospect of use in devices for generating and storage electrical energy. Field of application: energy, electronics, materials science.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

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

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 1. Ivanichok, N., Kolkovskyi, P., Ivanichok O., Rachiy, B., Borchuk, D., Poveda, R., Ilnitsky, N., Boychuk, V. (2023). Fractal characteristics of porous carbon materials obtained from walnut shells. Fullerenes Nanotubes and Carbon Nanostructures 31(9), 828-832. DOI: https://doi.org/10.1080/1536383X.2023.2211696 URL: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85159127601&origin=resultslist
- 2. Ivanichok, N. Ya., Ivanichok, O. M., Kolkovskyi, P. I, Rachiy. B. I., Sklepova, S.-V. Kulyk, Yu. O., Bachuk, V. V. (2022). Porous Structure of Carbon Materials Obtained from the Shell of Walnuts. Physics and Chemistry of Solid State 23(1), 172-178. DOI: https://doi.org/10.15330/PCSS.23.1.172-178 URL: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85128462134&origin=resultslist
- 3. Ostafiychuk, B. K., Ivanichok, N. Y., Sklepova, S.-V., Ivanichok, O. M., Kotsyubynsky, V. O., Kolkovskyy, P. I., Budzulyak, I. M., Lisovskiy, R. P. (2022). Influence of plant biomass activation conditions on the structure and electrochemical properties of nanoporous carbon material. Materials Today: Proceedings, 62, 5712. DOI:

https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.486 URL: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85127575750&origin=resultslist

- 4. Ivanichok, N. Ya., Ivanichok, O. M., Rachiy, B. I., Kolkovskyi, P. I, Budzulyak, I. M., Kotsyubynsky, V. O., Boychuk, V. M., Khrushch, L .Z. (2021). Effect of the carbonization temperature of plant biomass on the structure, surface condition and electrical conductive properties of carbon nanoporous material. Journal of physical studies. 25(3), 3801. DOI: https://doi.org/10.30970/jps.25.3801 URL: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85118931788&origin=resultslist

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: вдосконалення електродних матеріалів для пристроїв накопичення і зберігання електричної енергії

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Будзуляк Іван Михайлович

2. Ivan M. Budzulyak

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.18

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-4055-0413

Додаткова інформація: 8263977200; Web of Science ResearcherID: HJI-7773-2023

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яворський Юрій Васильович

2. Yurii V. Yavorskyi

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

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-1814-6844

Додаткова інформація:

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:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Іващишин Федір Олегович
2. Fedir O. Ivashchyshyn

Кваліфікація: д. т. н., с.д., 01.04.07

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-6919-5841

Додаткова інформація: 39261591700; Web of Science ResearcherID: R-4104-2017

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яремій Іван Петрович
2. Ivan P. Yaremiy

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.18

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-8549-1173

Додаткова інформація: 23494435000

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яблонь Любов Степанівна
2. Liubov S. Yablon

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.18

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-3186-6969

Додаткова інформація: 6505860933

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Ільницький Роман Васильович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Ільницький Роман Васильович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Альнікіна Наталія Петрівна
Реєстратор	УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Тетяна Анатоліївна