



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **78472** (13) **U**
(51) МПК
H01G 4/008 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 08726**
(22) Дата подання заявки: **16.07.2012**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.03.2013**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.03.2013, Бюл.№ 6**

(72) Винахідник(и):
**Бордун Ігор Михайлович (UA),
Пташник Вадим Вікторович (UA),
Велигорська Мар'яна Василівна (UA),
Садова Марія Михайлівна (UA),
Швець Роман Ярославович (UA)**
(73) Власник(и):
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА",
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013 (UA)**

(54) СПОСІБ МОДИФІКАЦІЇ НАНОПОРИСТОГО ВУГІЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРІВ

(57) Реферат:

Спосіб модифікації нанопористого вугільного матеріалу для суперконденсаторів полягає у тому, що вугільний матеріал подрібнюють та відбирають монодисперсну фракцію. Додатково проводять експозицію відібраної монодисперсної фракції вугільного матеріалу в електрохімічно активованому водному розчині KCl з концентрацією 0,005-0,1 г/л, фільтрують та висушують на повітрі.

UA 78472 U

Корисна модель призначена для застосування при виробництві суперконденсаторів подвійного електричного шару з водними електролітами і може бути використана в області електрохімії, електроніки, прикладної фізики, фізичного матеріалознавства.

Відомий спосіб модифікації потужним лазерним опроміненням нанопористого вуглецю, який полягає у лазерному опроміненні монодисперсної фракції нанопористого матеріалу з одночасною механічною та ультразвуковою обробкою [Патент на корисну модель № 37278, 25.11.2008, І.І. Будзуляк, Я.Т. Соловко, Д.І. Попович, М.В. Беркешук, Б.І. Рачій].

Однак питома ємність суперконденсаторів, сформованих на основі модифікованого цим способом матеріалу, має немонотонний характер у залежності від відсоткового вмісту впровадженого металу, що зменшує ефективність запропонованого способу. Водночас його практична реалізація вимагає наявності складного та дорогого обладнання (потужний лазерний опромінювач, ультразвукова установка тощо).

Найбільш близьким до заявленого є спосіб модифікації нанопористого вугільного матеріалу для суперконденсаторів, який полягає у тому, що вугільний матеріал подрібнюють та відбирають монодисперсну фракцію [Патент США № 2006/0140846, МПК C01B 31/02, 29.06.2006, J. Leis, M. Arulepp, A. Perkson].

Однак селективне збільшення розмірів малих пор відбувається за рахунок взаємодії з окислюючим агентом (водою), який може випаруватися задовго до досягнення температури травлення, що призводить до зниження ефективності способу. Водночас технологічне впровадження цього способу передбачає утворення екологічно небезпечних відходів та високе споживання електричної енергії.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити спосіб модифікації нанопористого вугільного матеріалу для суперконденсаторів, у якому зміна складу поверхневих груп вугільного матеріалу забезпечує збільшення питомої ємності вугільного нанопористого матеріалу, і за рахунок цього - підвищення електричної ємності суперконденсаторів подвійного електричного шару.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі модифікації нанопористого вугільного матеріалу для суперконденсаторів нанопористий вугільний матеріал подрібнюють та відбирають монодисперсну фракцію, згідно з корисною моделлю, додатково проводять експозицію відібраної монодисперсної фракції вугільного матеріалу в електрохімічно активованому водному розчині KCl з концентрацією 0,005-0,1 г/л, фільтрують та висушують на повітрі.

Електрохімічно активовані водні розчини, одержані в анодній камері електролізера, забезпечують окислення поверхні вугільного матеріалу. Це призводить до збільшення її гідрофільності, внаслідок чого просочування нанопористого вугільного матеріалу електролітом відбувається ефективніше та зростає його питома ємність.

Запропонований спосіб модифікації нанопористого вугільного матеріалу для суперконденсаторів є високоефективним, забезпечує підвищення електричної ємності суперконденсаторів подвійного електричного шару, виготовлених на основі такого вугільного нанопористого матеріалу. Зокрема, запропонований спосіб може впроваджуватись в технологічний процес з виготовлення суперконденсаторів без істотних змін у існуючій технологічній лінійці, оскільки може реалізовуватись на відносно простому обладнанні без зміни технологічних характеристик матеріалу. Спосіб дозволяє забезпечити високий рівень ресурсо- та енергозбереження, за рахунок ощадного використання доступних матеріалів та невисоких енергетичних затрат на реалізацію способу. Водночас запропонований спосіб є екологічно безпечним і не продукує небезпечних технологічних відходів.

Для здійснення способу модифікації нанопористого вугільного матеріалу для суперконденсаторів вугільний матеріал подрібнюють та відбирають монодисперсну фракцію, додатково проводять експозицію відібраної монодисперсної фракції вугільного матеріалу в електрохімічно активованому водному розчині KCl з концентрацією 0,005-0,1 г/л, фільтрують та висушують на повітрі.

Приклади конкретного використання запропонованого способу. Як вихідну сировину використовують активоване вугілля БАУ-А (ГОСТ 6217-74). Для модифікації подрібнюють та відбирають шляхом просіювання фракцію з розміром часток 40-63 мкм. Підготовлений таким чином нанопористий вугільний матеріал експонують протягом 12-24 годин у аноліті, одержаному при електрохімічній активації водного розчину KCl з концентрацією 0,005-0,1 г/л. Електрохімічну активацію проводять протягом 40-600 с при напрузі 250 В у непроточному діафрагмовому електролізері, об'ємом 155 мл, з двома ідентичними графітовими електродами з загальною площею поверхні 68,8 см², розташованими на відстані 2,5 см і розділеними між собою мембраною з чотирьох шарів поліпропілену нетканого марки FS 2203-10. Отриману після

експозиції дисперсію фільтрують крізь фільтрувальний папір з діаметром пор 2-4 мкм та сушать на повітрі. Після цього модифікований вугільний матеріал змішують з полівінілдентофторидом у масовому співвідношенні 9:1 та виготовляють з отриманої суміші електроди експериментальних електрохімічних суперконденсаторів подвійного електричного шару. Як електроліт використовують 30 % водний розчин KOH.

Залежність питомої ємності експериментальних суперконденсаторів подвійного електричного шару на основі модифікованого нанопористого вугільного матеріалу від концентрації електрохімічно активованого водного розчину KCl при сталому часі активації та експозиції наведено в табл. 1. Вплив часу експозиції представлено в табл. 2, а залежність питомої ємності від часу електрохімічної активації водного розчину KCl наведено в табл. 3.

Таблиця 1

Залежність питомої ємності нанопористого вугільного матеріалу від концентрації електрохімічно активованого водного розчину KCl.

№	Тип нанопористого вугільного матеріалу	Питома ємність, Ф/г
1	Немодифікований вугільний матеріал	38,1
2	Вугільний матеріал після експозиції у дистильованій воді	41,5
3	Вугільний матеріал після експозиції у водному розчині KCl з концентрацією 0,005 г/л	42,7
4	Вугільний матеріал після експозиції у електрохімічно активованому водному розчині KCl з концентрацією 0,005 г/л	46,0
5	Вугільний матеріал після експозиції у водному розчині KCl з концентрацією 0,1 г/л	42,7
6	Вугільний матеріал після експозиції у електрохімічно активованому водному розчині KCl з концентрацією 0,1 г/л	47,9

Тривалість електрохімічної активації у випадках 4 та 6 становила 600 та 50 с відповідно, а час експозиції - 12 годин у всіх випадках.

Таблиця 2

Залежність питомої ємності нанопористого вугільного матеріалу від часу експозиції у електрохімічно активованому аноліті.

№	Тип нанопористого вугільного матеріалу	Питома ємність, Ф/г
1	Немодифікований вугільний матеріал	38,1
2	Вугільний матеріал після 12 годин експозиції	47,9
3	Вугільний матеріал після 24 годин експозиції	42,6

Концентрація водного розчину KCl становила 0,1 г/л у всіх випадках; тривалість електрохімічної активації становила 50 с.

Таблиця 3

Залежність питомої ємності вугільного нанопористого матеріалу від тривалості електрохімічної активації.

№	Тип нанопористого вугільного матеріалу	Питома ємність, Ф/г
1	Немодифікований вугільний матеріал	38,1
2	Вугільний матеріал після експозиції у вихідному водному розчині KCl	42,7
3	Вугільний матеріал після експозиції у аноліті розчину KCl при тривалості електрохімічної активації 50 секунд	47,9
4	Вугільний матеріал після експозиції у аноліті розчину KCl при тривалості електрохімічної активації 240 секунд	46,2

Концентрація водного розчину KCl становила 0,1 г/л у всіх випадках; час експозиції становив 12 годин.

5 Як видно з табл. 1-3 найкращі показники питомої ємності має вугільний нанопористий матеріал після 12-ти годинної експозиції у аноліті розчину KCl з концентрацією 0,1 г/л при тривалості електрохімічної активації 50 секунд.

10 За результатами проведених експериментів параметри суперконденсаторів подвійного електричного шару, сформованих на основі модифікованого електрохімічно активованими розчинами нанопористого вугільного матеріалу, на 15-25 % перевищують аналогічні, отримані для даного типу немодифікованого матеріалу.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15 Спосіб модифікації нанопористого вугільного матеріалу для суперконденсаторів, який полягає у тому, що вугільний матеріал подрібнюють та відбирають монодисперсну фракцію, який **відрізняється** тим, що додатково проводять експозицію відібраної монодисперсної фракції вугільного матеріалу в електрохімічно активованому водному розчині KCl з концентрацією 0,005-0,1 г/л, фільтрують та висушують на повітрі.

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601