

УДК 548.73/.75+621.315.592
PACS NUMBER: 71.18.+Y

ISSN 1729-4428

Б.К. Остафійчук, Б.І. Рачій, І.І.Будзуляк, О.Д. Магомета

Одержання і електричні властивості нанопористого вуглецю із скоролупи кокоса

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76025, Україна

В даній роботі досліджені електричні властивості активованого вуглецевого матеріалу (АВМ), отриманого з різних видів вихідної сировини. Показано, що термічна доактивація чистого АВМ в потоці повітря призводить до покращення характеристик суперконденсаторів (СК).

Ключові слова: суперконденсатор, активований вуглецевий матеріал.

Стаття постуила до редакції 22.09.2007; прийнята до друку 15.12.2007.

Вступ

Активованій вуглець з великою ($\approx 1000 \text{ м}^2/\text{г}$) розвинутою поверхнею широко використовується для виготовлення електродів конденсаторів, що працюють за принципом заряду/розряду подвійного електричного шару [1-2]. В зв'язку з цим постає проблема отримання високоякісного активованого вуглецю в промислових масштабах, що в свою чергу викликає необхідність пошуку вихідної сировини, яка б відповідала відповідним техніко-економічним вимогам. Особливий інтерес в цьому плані представляє сировина рослинного походження, яка, будучи дешевою і екологічно безпечною, своєю структурою істотно впливає на параметри пористої системи кінцевого продукту. Крім того, важливим параметром отриманого активованого вуглецю є його густина (насіпна густина), оскільки при інших рівних умовах вона забезпечує високу питому ємність і накопичену енергію СК. Тому ведеться інтенсивний пошук вихідної сировини і технологій, здатних отримати активоване вугілля з якомога більшою насипною густиною при збереженні інших фізико-хімічних властивостей, зокрема тих які забезпечують високі експлуатаційні параметри СК (питома ємність, внутрішній опір).

I. Експеримент

Отримання активованого вугілля зі скоролупи кокоса здійснювалося шляхом карбонізації й активації подрібненої сировини при тиску 5-10 атм і температурі 840-880⁰С. Отриманий матеріал

відмивався від попелу в лужному і кислому середовищах, після чого він витримувався в потоці гарячого повітря в діапазоні температур 100-600⁰С при швидкості потоку 1-3 л/с. На базі модифікованого вказаним чином активованого вуглецю були сформовані СК в макетах типорозміру „2525”. В якості електроліту використовувався 30 % водний розчин КОН.

II. Результати та обговорення

На рис. 1 представлені залежності питомої ємності СК у водному електроліті від часу термічної обробки і температури доактивації.

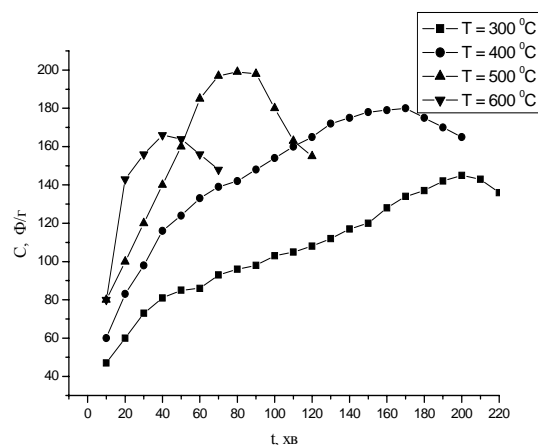


Рис. 1. Залежність питомої ємності СК від часу і температури до активації.

Одержані результати опосередковано свідчать про те, що вказані технологічні прийоми дозволяють отримувати активований вуглець, в якому формується система пор з оптимальним співвідношенням між об'ємними частками транспортних і робочих пор. При цьому в отриманому матеріалі можна змінювати розміри робочих пор під розміри іонів відповідного електроліту.

На рис. 2 представлені хроноамперограми, отримані при постійному струмі заряду і розряду, рівному 50 мА. Як видно з даного рисунка питома ємність СК, сформованих із термічно модифікованого активованого вуглецю, майже в 3 рази більша за ємність СК, сформованих із чистого матеріалу.

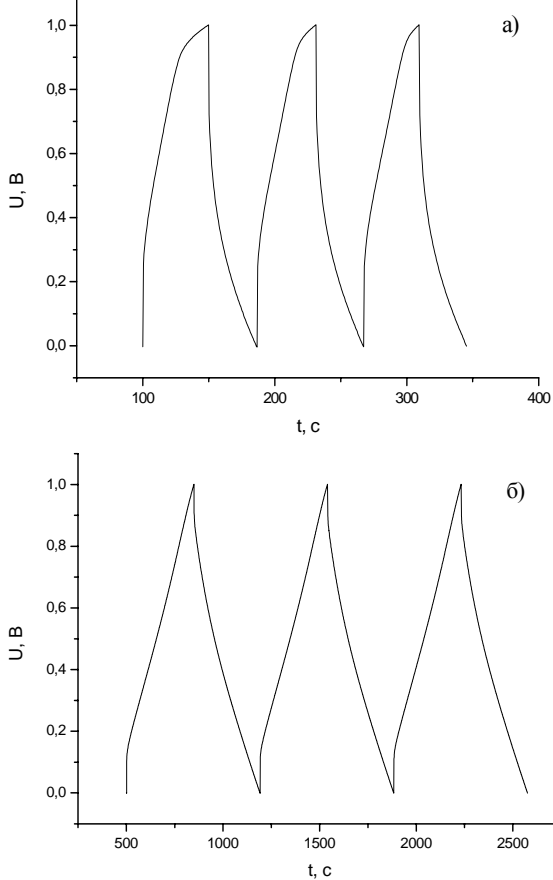


Рис. 2. Хроноамперограми немодифікованого (а) і термічно модифікованого (б) нанопористого вуглецю.

На циклічних вольтамперограмах, одержаних для термічно модифікованого вуглецю, практично відсутня наявність гострих максимумів (рис.3), що свідчить про те що вклад в ємність суперконденсаторів від редокс-реакцій незначний і висока питома ємність забезпечується зарядом подвійного електричного шару [3].

Нами досліджувались електричні властивості конденсаторних систем, сформованих на базі одержаного нами нанопористого вуглецю із фруктових кісточок і скоролупи кокоса, залежно від умов отримання електродного матеріалу і його додаткової термічної обробки.

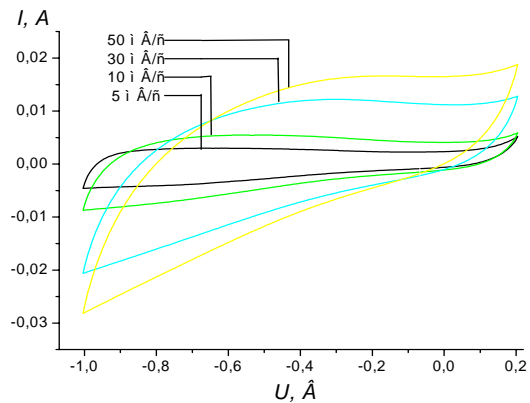


Рис. 3. Циклічні вольтамперограми для термічно обробленого активованого вуглецю, при різних швидкостях сканування.

В табл. 1 представлені величини насипної густини для активованого вугілля, одержаного із різних вихідних матеріалів.

Таблиця 1

Насипні густини активованого вугілля, одержаного із різного вихідного матеріалу

Вихідна сировина для виготовлення активованого вугілля	Насипна густина г/см ³
Фенолформальдегідна смола	0,28
Кісточки вишні	0,35
Кісточки абрикоса	0,45
Скоролупа кокоса	0,63

В табл. 2 представлені дані про внутрішній опір і питому ємність суперконденсаторів, сформованих із нанопористого вуглецю, до і після його температурної обробки для активованого вугілля, одержаного із різних вихідних матеріалів. Як видно із табл. 2, високотемпературна доактивація суттєво підвищує питому ємність електрохімічних конденсаторів при практично незмінному внутрішньому опорі.

Враховуючи дані табл. 2 можна стверджувати, що питома ємність одиниці об'єму СК, сформованих на базі вугілля із сировини рослинного походження буде на 25 – 45 % вищою ніж для вугілля із фенолформальдегідних смол, а для активованого вугілля із скоролупи кокоса вона буде більшою в 2 рази. Важливою характеристикою СК є їх можливість віддавати накопичену енергію в екстремальних режимах експлуатації, зокрема при високих струмах розряду [4]. Очевидно, що дані характеристики залежать від типу матеріалу, а отже виявлення умов отримання таких матеріалів є важливим технологічним завданням. На рис. 4 представлені залежності питомої ємності і внутрішнього опору суперконденсаторів в корпусах типорозміру „2525” від струму розряду, одержані гальваностатичним

методом.

Таблиця 2

Електричні властивості суперконденсаторів.

Вихідний матеріал	До термічної обробки		Після термічної обробки	
	Внутрішній опір в корпусах типорозміру "2525", Ом	Питома ємність, Ф/г	Внутрішній опір в корпусах типорозміру "2525", Ом	Питома ємність, Ф/г
Кісточки сливи	0,7	75	0,76	195
Кісточки вишні	0,66	84	0,74	186
Кісточки абрикоса	0,79	60	0,86	178
Скоролупа кокоса	0,88	70	0,93	198
Фенолформальдегідна смола	0,78	85	0,86	190

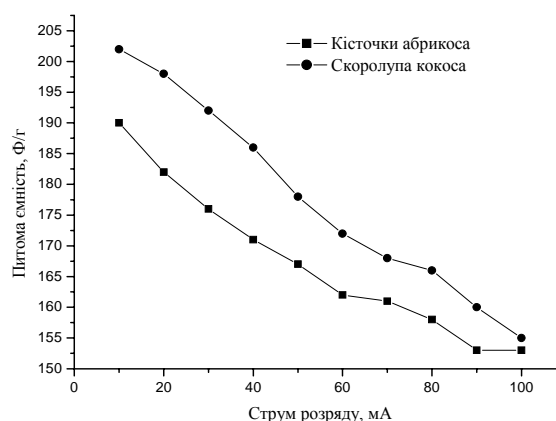
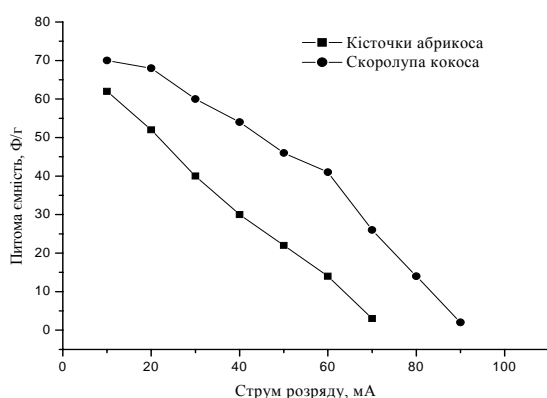


Рис. 4. Залежність питомої ємності СК від струму розряду: а) до термічної модифікації; б) після термічної модифікації.

Одержані залежності свідчать про те, що високотемпературна модифікація активованого вугілля в потоці повітря призводить до уповільнення спаду питомої ємності зі зростанням струму розряду, причому найбільш суттєво даний ефект проявляється в СК на основі вугілля із скоролупи кокоса.

такої технології з огляду на представлені дослідження електричних характеристик даних СК.

Встановлено, що додаткова обробка активованого вугілля в повітряному потоці збільшує ємність відповідних суперконденсаторів при сталому внутрішньому опорі в 2 – 2,8 рази.

Висновки

Використання сировини рослинного походження для отримання активованого вугілля для електродів СК дає підстави стверджувати про перспективність

Остафійчук Б.К. – доктор фізико-математичних наук, член кор. НАНУ, професор;

Рачій Б.І. – аспірант;

Будзуляк І.І. – аспірант;

Магомета О.Д. – аспірант.

- [1] И.И. Григорчак, З.Д. Ковалюк, И.Д. Козьмик. *Ионные конденсаторы*. (Препр. / АН Украины. Ин-т Проблем материаловедения; 6) К. 31 с. (1987).
- [2] R Kotz, M Carlen, Principles and applications of electrochemical capacitors // *Electrochem. Acta*. **45**(15-16), pp. 2483 – 2498 (1999).
- [3] Ю.М. Вольфович, Т.М. Сердюк Электрохимические конденсаторы // *Электрохимия*, **38**(9), сс. 1043 – 1068 (2002).
- [4] І.І. Григорчак. Молекулярні накопичувачі енергії: основні засади та новітні напрямки технологій // *Фізика і хімія твердого тіла*, **3**(4), сс. 7-25 (2002).

Б.К. Остафійчук, Б.І. Рачій, І.І. Будзуляк, О.Д. Магомета

B.K. Ostafiychuk, B.I. Rachiy, I.I. Budzulyak, O.D. Magometa

Obtaining and Electrical Properties of Coconut Shell Based Nanoporous Carbon Material

*Precarpathion national University named after V.Stefanyk,
57 Shevchenko St., Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine*

Electrical properties of ctivated carbon materials (ACM) based on the different kinds of natural raw materials were investigated. Thermal afteractivation of ACM in the air stream lead to increasing of supercapacitors specific power properties.

Key words: supercapacitors, activated carbon material.