

## Підсекція «Прогресивні хімічні та електрохімічні технології і матеріали»

УДК 54.063:544.65

### МЕХАНОХІМІЧНЕ ОДЕРЖАННЯ ТА ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОКОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ПОЛІАНІЛІНУ, ПОЛІПІРОЛУ ТА ГРАФЕНУ

Студ. І.В. Лісовський, гр. МГТЕ-17  
Науковий керівник проф. В.З. Барсуков  
Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Дана робота присвячена дослідженню функціональних електрохімічних властивостей гібридних наноконкомпозитів на основі поліаніліну (PAni), поліпіролу (PPy) та графену як активних компонентів електродів суперконденсаторів. Для одержання зазначених наноконкомпозитів нами був застосований високопродуктивний та екологічно сприятливий механохімічний метод, що не потребує використання токсичних розчинників. Підставою для застосування такого методу стали результати проведених раніше досліджень, де показана можливість розшарування частинок графіту по поверхні інертного розшаровуючого агента.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є наноконкомпозити на основі поліаніліну, поліпіролу та графену. Предметом дослідження є електрохімічні властивості даних композитів.

**Методи та засоби дослідження.** Для дослідження знімалися зарядно-розрядні криві як одержаних наноконкомпозитів, так і симетричних суперконденсаторів (ССК) на їх основі. Також досліджувалася кількість циклів заряду-розряду ССК.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** Графіт є перспективним матеріалом для використання в складі електродів суперконденсаторів. Електропровідні полімери, зокрема поліанілін і поліпірол, також є дуже перспективними матеріалами для цієї області. Це обумовлено їх високою фарадеївською активністю, електропровідністю, значеннями питомої ємності, розвиненою поверхнею, а також простотою синтезу. Однак основним недоліком електропровідних полімерів є їх низька стабільність при тривалому циклуванні. Об'єднання таких матеріалів в одному наноконкомпозиті може призвести до створення функціонального матеріалу з покращеними характеристиками.

**Результати дослідження.** Наноконкомпозити на основі PAni, PPy та графену (Gr) були одержані з вмістом останнього 10 ваг.%. Встановлено, що такі матеріали є електропровідними та характеризуються провідністю  $\sim 1 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ .

Встановлено, що механохімічно одержаний наноконкомпозит PAni/Gr може бути використаний для створення симетричних суперконденсаторів та може забезпечувати питому ємність  $\sim 750 \text{ Ф/г}$  при струмовому навантаженні  $2 \text{ А/г}$  в  $1 \text{ М H}_2\text{SO}_4$  протягом як мінімум 2000 циклів з утриманням ємності на рівні 96% від початкової.

Показано, що наноконкомпозит на основі поліпіролу та графену (PPy/Gr) також характеризується не тільки збільшенням значення питомої розрядної ємності, але й покращенням стабільності при тривалому циклуванні протягом як мінімум 500 циклів порівняно з вихідним полімером. Використання наноконкомпозиту PPy/Gr в якості електродів симетричних суперконденсаторів дозволяє збільшити робочу напругу пристрою до 1 В, що може призвести до росту питомої потужності пристрою.

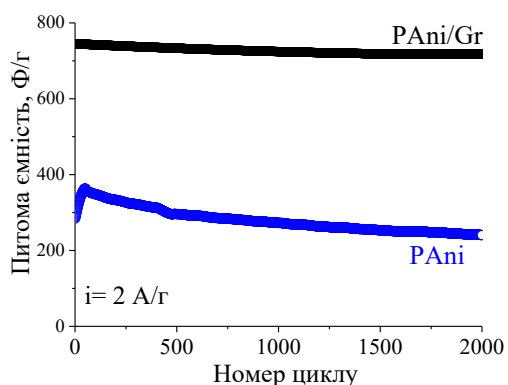


Рисунок 1 – Залежність розрядної питомої ємності поліаніліну та його наноконкомпозиту з графеном від кількості циклів. Циклування заряду-розряду проводили при питомому струмі 2 А/г та робочій напрузі 0.65 В в 1М Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

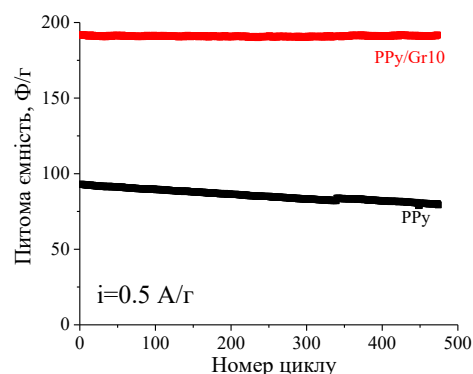


Рисунок 2 – Залежність розрядної питомої ємності поліролу та його наноконкомпозиту з графеном від кількості циклів. Циклування проводили при питомому струмі 0.5 А/г та робочій напрузі 1 В в 1М NaClO<sub>4</sub>

**Висновки.** Більш високе значення питомої ємності ССК на основі PAni/Gr та PPy/Gr у порівнянні з пристроями на основі PAni та PPy, одержаних традиційним шляхом, обумовлено не тільки механохімічним способом одержання, але й природою вуглецевої компоненти, що сприяє формуванню специфічної морфології наноконкомпозиту.

**Ключові слова:** поліанілін, поліпірол, наноконкомпозити, симетричний суперконденсатор.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Oleg Yu. Posudievsky, Oleksandra A. Khazieieva, Vyacheslav G. Koshechko and Vitaly D. Pokhodenko, Preparation of graphene oxide by solvent-free mechanochemical oxidation of graphite, J. Mater. Chem., 2012, 22, 12465.
2. Oleg Yu. Posudievsky, Olga A. Kozarenko, Oleksandra A. Khazieieva, Vyacheslav G. Koshechko and Vitaly D. Pokhodenko. Ultrasound-free preparation of graphene oxide from mechanochemically oxidized graphite, J. Mater. Chem. A, 2013, 1, 6658.
3. Oleg Yu. Posudievsky, Oleksandra A. Khazieieva, Vsevolod V. Cherepanov, Galina I. Dovbeshko, Anatoly G. Shkavro, Vyacheslav G. Koshechko and Vitaly D. Pokhodenko. Improved dispersant-free liquid exfoliation down to the graphene-like state of solvent-free mechanochemically delaminated bulk MoS<sub>2</sub>, J. Mater. Chem. C, 2013, 1, 6411.
4. Oleg Yu. Posudievsky, Oleksandra A. Khazieieva, Vsevolod V. Cherepanov, Vyacheslav G. Koshechko and Vitaly D. Pokhodenko, High yield of graphene by dispersant-free liquid exfoliation of mechanochemically delaminated graphite, J. Nanoparticle Res., 2013, 15, 2046.