

РОЗВИТОК НОВІТНІХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ГРАФЕНУ У СУЧАСНІЙ ЕЛЕКТРОХІМІЇ

Писаренко А.В.¹, Чурсанова М.В.¹

¹ *Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Україна,
03056, м.Київ-56, проспект Перемоги, 37*

email: andriy.pisarenko@gmail.com

Сучасні напрямки розвитку електрохімічної науки є надзвичайно важливими і тісно переплетеними з вимогами технологічного прогресу. Прикладами застосування електроматеріалів є акумулятори, батареї живлення, паливні елементи, суперконденсатори, електрохромні пристрої, газороздільні мембрани та датчики, тощо. Успіхи в цій галузі обумовлені постійною розробкою нових матеріалів, і відкриття двовимірних наноматеріалів, таких як графен, створило великі перспективи для підвищення ефективності електрохімічних приладів, які б задовольняли зростаючим вимогам сучасних технологій. Цьому сприяють також останні досягнення у методах виготовлення електродів на основі графену, що є важливим кроком на шляху комерціалізації таких матеріалів у найближчому майбутньому [1].

У наш час застосування графітових анодів з теоретичною ємністю порядку 372 міліампер-годин на грам (ємність батареї виражається в розрахунку на кількість електрики, що протікає підчас електрохімічної реакції на одиницю маси електроліту) стає недостатнім для забезпечення сучасного попиту на енерговитрати [1]. Тому надзвичайно актуальним є пошук новітніх ефективних та стабільних анодних матеріалів, що мають високу ємність. Метою даного повідомлення є освітити останні наукові розробки, в яких графен виступає основою поліпшення роботи електрохімічних приладів, та зазначити перспективи майбутнього розвитку.

Для електрохімічного застосування важливо те, що графен має велику поверхневу площу, яка може бути додатково модифікована за допомогою генерування пористих наноструктур графена і включення домішок. Крім того, графен утворює сильно зв'язане покриття (π -зв'язок) і володіє гідрофобними властивостями, що забезпечує ідеальну основу для легкої іммобілізації органічних і неорганічних молекул. Графен також має високу провідність і слугує посередником для переносу електронів між молекулами переважно на своїх крайових площинах [1, 2].

Проте, локальні поверхневі умови сильно впливають на кінетику переносу електронів. У роботі [3] показано, що додавання графена до "базального" графітового електроду (поверхня електрода паралельна щільноупакованим площинам графіту) може поліпшити його властивості за рахунок участі в процесі "граневих" площин графена. При граневій орієнтації забезпечується провідність вздовж шарів і взаємодія з електролітом більш схильної до цього кристалографічної грані. А ось електрокінетичні характеристики "граневого" електрода (поверхня електрода перпендикулярна щільноупакованим площинам графіту, створюючи грань з високою поверхневою енергією) графен може тільки погіршити.

Тому увагу науковців привертають різні композитні матеріали на основі графену та його оксидів. Хімічно отриманий відновлений оксид графену (rGO) на відміну від первинного графена містить дефекти кристалічної ґратки і залишкові кисневмісні групи. Хоча ці дефекти впливають на електричне зчитування, вони насправді корисні для досягнення швидкого неоднорідного переносу електронів. Крім того, наявність кисневмісних груп надає безліч можливостей для ковалентної іммобілізації поверхневих лігандів, що сприяє застосуванню для цільового зондування або цільової доставки лікарських засобів [1, 2]. Перспективні електрохімічні характеристики, такі як швидка кінетика переносу

електронів та підвищена ємність матеріалів на основі rGO разом з низькою вартістю виробництва роблять їх ідеальними матеріалами для електрохімічних застосувань [4].

Багато останніх наукових розробок [5, 6] присвячені саме розробці композитних матеріалів для електродів на основі відновленого оксиду графену або його пористих модифікацій, і ємність таких акумуляторів досягає в рази більших значень ніж для акумуляторів з графітовими електродами. Крім того, серед постійно зростаючих вимог майбутньої електроніки перспективу має розробка гнучких приладів, наприклад пристроїв, які можна вдягати, портативних імплантатів, біомедичних продуктів, тощо, і це викликає світовий науковий інтерес у розробці електродів, які зберігають свою провідність при багаторазових механічних деформаціях. Для виготовлення високоенергетичних електродних матеріалів з високою структурною стабільністю і гнучкістю запропонована 3D пориста піна графена, легована азотом, з введеними в неї квантовими точками германію, що продемонструвала високу питому ємність 1220 мА·год/г і здатність витримувати велику кількість циклів роботи [7].

ЛІТЕРАТУРА

1. Szunerits S, et al. Current Opinion in Electrochemistry 2018,10:24–30
2. Ambrosi A, et al. ChemSocRev 2016, 45:2458.
3. Brownson D , et al. RSC Advances, 2011, 1: 978–988
4. Zhou M, et al. AnalChem 2009, 81:5603–5613.
5. Youn D H, et al. ACS Nano 2016, 10:10778–10788.
6. Lin D, et al. Nat Nanotechnol 2016, 11:626.
7. Mo R, et al. Nat Commun 2016, 8:13949.