

## ВІДНОВЛЕНИЙ МУЛЬТИГРАФЕН ЯК КАТОДНИЙ МАТЕРІАЛ СУПЕРКОНДЕНСАТОРІВ

**Балабан Оксана Василівна, к.т.н.; Григорчак Іван Іванович, д.т.н.,  
професор; Бабинюк Олександр Петрович, студент**  
*Національний університет «Львівська політехніка», Львів*

Існують різноманітні методи відновлення оксиду графену (GO): обробка GO гідрат гідразином, водневою плазмою протягом декількох секунд, світлом ксенонових променевих трубок; нагрівання GO в рідинних/газових середовищах протягом різних проміжків часу та температур; лінійна вольтамперометрія; так звані «зелені» методи відновлення та ін. Загалом усі методи отримання відновленого оксиду графену (rGO) поділяються на хімічні, термічні та електрохімічні.

Відновлення GO за допомогою хімічного способу є дуже поширеним методом, але, на жаль, отриманий rGO часто має низьку електронну провідність. Термічне ж відновлення GO при температурах 1000°C та більше дозволяє отримати rGO з дуже великою площею поверхні. Проте, сам процес нагрівання пошкоджує структуру графенових листів. Це призводить до суттєвого зниження маси rGO (на 30%), створюючи недосконалості і вакансії. Електрохімічне відновлення GO хоч і дозволяє отримати високоякісний rGO, але є експериментально складним методом.

З іншої сторони зрозуміло, що перед відновленням необхідно розширити GO. Популярним методом тут виступає мікрохвильове опромінення. Саме завдяки йому досягають високих значень не лише площі поверхні, а й питомої ємності катодних матеріалів суперконденсаторів у водному електроліті. Часто науковці для збільшення пористості пропонують ефективний метод-КОН активація. Ще у 2011 році дослідники зі США пропонували КОН активацію GO з подальшим мікрохвильовим опроміненням і термічною обробкою, щоб досягти значень площі питомої поверхні  $\sim 3100 \text{ м}^2/\text{г}$ .

В даній роботі пропонуються декілька методів відновлення та розширення оксиду графену. Дослідження rGO проводяться у двоелектродній симетричній комірці з 30% водним розчином КОН. Гальваностатичні виміри виконуються в інтервалі напруг від 0В до 1В. На основі даних гальваностатичних циклів заряджання/розряджання рахується значення питомої розрядної ємності кожного з матеріалів. Імпедансні дослідження виконуються в частотному діапазоні  $10^{-2}$ - $10^5$  Гц за допомогою вимірювального комплексу Autolab. Моделювання діаграм найквіста здійснюється за допомогою програми Zview2. Похибка моделювання не перевищує 15%.