

УДК 541.138:544.653.2/544.653.1

ЕЛЕКТРОСИНТЕЗ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ МЕТОДІВ ПРИ ОТРИМАННІ НАНООБ'ЄКТІВ

Студ. Д.Л. Демчук, гр. БТЕ-1-14
Науковий керівник проф. В.З. Барсуков
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Мета та завдання полягають у огляді та порівнянні електрохімічних методів отримання наночастинок порівняно з іншими.

Об'єкт та предмет дослідження. Наночастинки металів та утворювані ними нано кластери є одними з перших об'єктів нанотехнології, для отримання яких традиційно використовують фізичні та хімічні методи.

Методи та засоби дослідження. Аналітичний огляд наукових публікацій виконано та книг даної тематики.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. В останні роки пильна увага приділяється наночастинкам металів (НЧ-М) в зв'язку з їх незвичайними властивостями і широким розмаїттям їх потенційного застосування в каталізі, електроніці, біомедицині, оптиці, аналізі і т.д.

Результати дослідження. Одним з перших способів електрохімічного отримання колоїдного металу в розчині є диспергування масивного металевого електрода в ході електролізу. Це явище вперше описано Габером понад 100 років тому. Диспергування електрода відбувається при високих потенціалах в режимі постійного або змінного струму і супроводжується виділенням водню. Більш привабливі інші, спеціально розробляються способи отримання НЧ-М в м'яких умовах, які базуються на селективному електровідновленні (ЕВ) іонів металів. Добре відомо, однак, що генерується при цьому метал осідає на поверхні електрода, на чому ґрунтуються промислові процеси отримання металів, металеві черні, гальванопокриття, а також рафінування металів. У присутності стабілізаторів наночастинок частка обложеного металу знижується, але все ж залишається високою. Так, при отриманні Ag-НЧ в розчині шляхом ЕВ іонів срібла в присутності полівінілпіролідону (ПВП) - до 80% металу осідає на катоді, а в присутності солей тетраалкіламонію R₄NX і додецилбензолсульфоната натрію C₁₂H₂₅C₆H₄SO₃Na практично весь генерований метал осідає на електроді. Тому у всіх створюваних способах генерації НЧ-М використовують прийоми, так чи інакше вирішують проблему осадження металу. Наприклад, щоб зменшити внесок цього процесу, пропонується поєднувати напрацювання НЧ-М на поверхні електрода в ході короткочасного імпульсного електролізу з подальшим перенесенням цих частинок в розчин шляхом ультразвукової обробки електрода.

Інший метод електросинтезу НЧ-М запропонували М.Т. Рітц і співавтори. Це бездіафрагменний електроліз в апротонних органічних середовищах (тетрагідрофуран, диметилформамід (ДМФА), ацетонітрил або їх суміші) з використанням розчиняється анода, платинового катода і солей тетраалкіламонію R₄N⁺ або фосфонію R₄P⁺ (R - довгий алкільний радикал) в якості фонового електроліту. Пропонована схема процесу включає послідовність стадій: розчинення анода з утворенням іонів металу, їх дифузію до поверхні катода і відновлення на ньому до металу. Передбачається, що поверхневоактивні катіони амонію і фосфонію перешкоджають осадженню металу на електроді і стабілізують НЧ-М в розчині. Незважаючи на простоту цього методу, його застосування обмежується необхідністю використання лише апротонних середовищ і

поверхнево катіонів. Крім того, в початковий момент електролізу іони металу в розчині відсутні, і на катоді відновлюються НЕ іони металу, а очевидно, катіони фонового електроліту. Цей побічний процес протікає не тільки спочатку, але і в ході електролізу до тих пір, поки в розчині не нагромадиться достатня концентрація іона металу, яка і буде забезпечувати задний струм електролізу. Звідси випливає, що в кінці електролізу в розчині залишиться певна концентрація іона металу. Неминуче також і часткове осадження металу на електроді. Ймовірно, за сукупністю цих причин виходи НЧ-М в багатьох випадках не перевищують 60%.

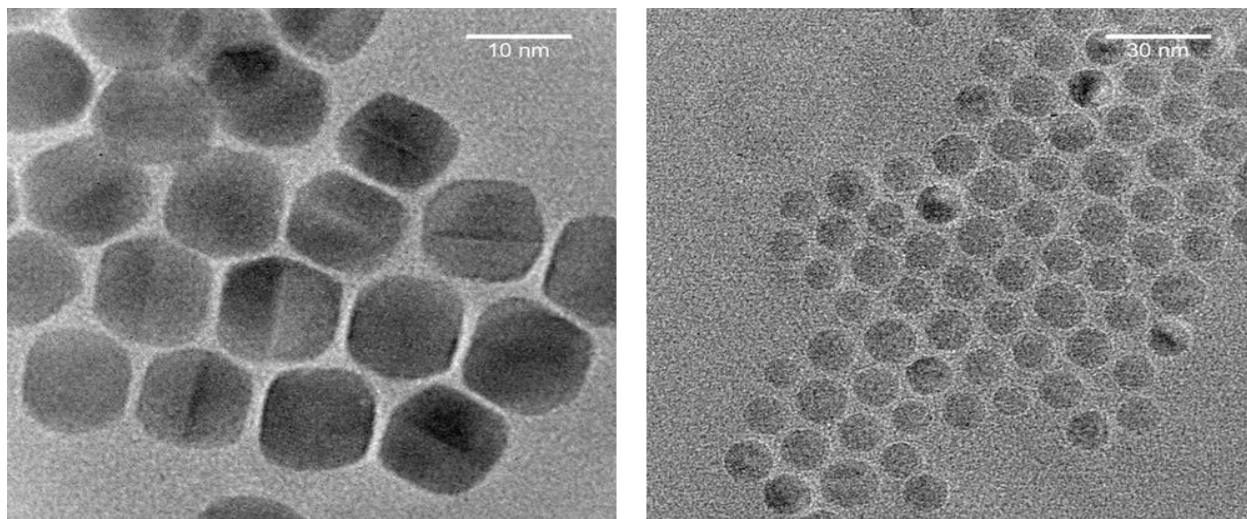


Рисунок 1 - Зображення наночастинок Au (10 nm) і Co(30 nm)

Висновки. Незважаючи на наявність певних переваг, хімічні шляхи синтезу НЧ мають ряд недоліків. Дані способи, які полягають у відновленні, розкладанні або синтезі вихідних матеріалів, характеризуються багатостадійністю, використанням високотоксичних сполук, наявністю домішок вихідних з'єднань, що вимагає багаторазового очищення від баластних речовин на кожній стадії.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Метилвиологен-медиаторный электрохимический синтез наночастиц платины в объеме раствора © 2017 г. В. В. Янилкина, *, Н. В. Настаповаа , Г. Р. Насретдиноваа , Р. Р. Фазлееваа , С. В. Федоренкоа , А. Р. Мустафинаа , Ю. Н. Осинб аИнститут органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра РАН 420088, Казань, ул. Арбузова, 8, Россия б Казанский (Приволжский) федеральный университет, Междисциплинарный центр "Аналитическая микроскопия" 420018, Казань, ул. Кремлевская, 18, Россия ЭЛЕКТРОХИМИЯ, 2017, том 53, № 5,
2. Методы получения и свойства нанообъектов. Учебное пособие , Минько Н.И., Строкова В.В., Жерновский И.В., Нарцев В.М., 2009
3. Электросинтез наноструктур и наноматериалов О.А. Петрий *Успехи химии*, 2015, Том 84, Номер 2,
4. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение. Цао Гочжун, Ван Ин.