

УДК 536:539.21:621:664:669.01 (075)

Є. Г. Афтандіянц, К. Г. Лопатько

Національний університет біоресурсів и природокористування
України, Київ

ЗБЕРІГАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ

Нанорозмірні матеріали є речовинами з високою вільною енергією, що зумовлює їх взаємодію з навколишнім середовищем. Тому основною проблемою зберігання й транспортування наноматеріалів до споживача є запобігання або зниження ефективності такої взаємодії.

У процесі зберігання можуть змінюватися склад і властивості наноматеріалів. Наприклад, вміст кисню в нанопорошках металів істотно залежить від часу зберігання та складу навколишнього середовища. Контакт із повітрям може призвести до додаткового окислення нанооб'єктів, їхнього займання або реалізації хімічних реакцій, які чинять негативний вплив на здоров'я людини (отруєння, задуха, хімічний опік, канцерогенний вплив).

Зберігання наноматеріалів у інертних середовищах запобігає додатковому доступу до них реакційно-активних речовин і знижує їх взаємодію з навколишнім середовищем. При цьому склад і властивості нанооб'єктів та їх поверхонь не змінюються.

У ролі інертних середовищ можуть бути використані газ, рідина, тверде середовище або вакуум. Найбільш зручними для застосування є високочисті інертні гази, газоподібний або твердий азот, пари важких вуглеводнів і такі органічні розчинники, як спирт, гексан, толуол, бензол, ефір, силіконовий лак та інші.

Зберігання на повітрі в стані вільного насипання супроводжується значним окисленням наноматеріалів. Застосування технічного аргону знижує швидкість окислення в 2,5 – 3 рази.

В умовах промислового виробництва створити інертне навколишнє середовище досить складно, оскільки відсутність контакту з повітрям має бути забезпечена на всіх операціях отримання та переділу нанорозмірних матеріалів. Тому виготовлення нанооб'єктів необхідно проводити в сухих боксах або герметичних ємностях, заповнених інертним до названих наноматеріалів середовищем. Розмелювання, інтенсивну пластичну деформацію, термообробку, хімічні реакції одержання та інші операції з синтезу нанорозмірних матеріалів необхідно проводити на обладнанні, що забезпе-

чує контрольоване інертне середовище та виключає контакт речовини з окислювальною або відновлювальною атмосферою. Якщо наноб'єкти утворюються в установках при підвищених температурах, то їх охолодження доцільно проводити в цих же агрегатах, оскільки вже на стадії охолодження можлива сорбція на їх поверхні компонентів довкілля (кисню, води, водню, вуглецю та інших речовин), а при наявності порошоків можливе й утворення агрегатів.

Особливістю електроіскрового диспергування струмопровідних матеріалів у рідині є безпосереднє отримання колоїдного стану речовини, дисперсність якої знаходиться в потрібному нанорозмірному діапазоні. Для виділення наночастинок із дисперсійного середовища застосовують випаровування, фільтрування, центрифугування, осадження в магнітному або електричному полі тощо. Але речовина в дисперсному стані схильна до консолідації, що не дозволяє дисперсним порошкам перебувати в ізолюваному стані. Колоїдні розчини позбавлені цього недоліку, тому що в умовах власної стабільності забезпечують дисперсно-ізолюваний стан твердої фази.

У процесі електроіскрової обробки гранул у воді на поверхні отриманих наночастинок накопичується від 12 до 15 мас. % кисню. Витримка колоїдного розчину після електроіскрової обробки призводить до переходу системи в більш рівноважний стан, і після 30 діб спостерігається зниження вмісту кисню на поверхні наночастинок на 40 – 80%. Швидкість зниження вмісту кисню для частинок, що містять мідь і срібло, становить відповідно 0,3 і 0,2 мас.%/добу. Така закономірність вказує на те, що колоїдні розчини наночастинок металів і неметалів у воді можуть бути більш ефективним середовищем зберігання наночастинок, ніж повітря й аргон, оскільки при зберіганні, наприклад, наночастинок міді й нікелю з середнім розміром 60 нм на повітрі і в аргоні швидкість збільшення вмісту кисню на їх поверхні становить 0,1 і 0,04 мас. %/добу відповідно.