

УДК 539

Польнікова І.С.

студ. гр. М-714м НУ «Запорізька політехніка»

МЕТОДИ ОТРИМАННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ НАНОПОРОШКІВ

Розрізняють два типи технологій отримання нанопорошків: основані на хімічних та фізичних процесах.

Існує ряд загальних підходів, характерних для всіх методів отримання нанопорошків, які відрізняють їх від методів отримання звичайних порошків:

- висока швидкість утворення центрів виникнення частинок;
- мала швидкість росту частинок;
- найбільший розмір отриманих частинок не більше 100 нм;
- вузький діапазон розподілу частинок по розмірах;
- стабільність отримання частинок заданого розмірного діапазону;
- відтворюваність хімічного та фазового складу частинок;
- збільшення вимоги до контролю та управління процесом отримання.

Технології отримання нанопорошків, основані на хімічних процесах: відновлення з наступним розкладанням, осадження з парової фази, високоенергетичний синтез (детонаційний, плазмохімічний), осадження з розчинів (хімічне осадження, золь-гель метод, рідинофазне відновлення, гідротермальний синтез, мікро-емульсійний метод, кріохімічний метод), розкладання нестабільних з'єднань (термічне, радіаційне), відновлювальні процеси (водневе відновлення з'єднань металів, хіміко-металургійний метод).

Технології отримання нанопорошків, основані на фізичних процесах: диспергування розплавів потоком рідини чи газу; ударне розпилювання розплаву; отримання методом термічного випаровування; методом електричного вибуху провідника (ЕВП); електрогідродинамічне розпилювання розплаву; компактування нанопорошків пресуванням під дією статичного, динамічного або вибухового тиску; електроліз тощо.

Розглянемо деякі технології, основані на фізичних процесах.

Диспергування розплавів потоком рідини чи газу. Це вискоєфективний процес, який легко реалізувати відповідно до безперервної схеми та автоматизації; він економічний та екологічно чистий. Цим методом отримують порошки металів та сплавів Fe, Al, Cu, Pb, Zn, Ti, W тощо, тобто матеріалів з невисокою температурою плавлення (≤ 1600 °C). Реалізовано безліч схем із співвісними потоками розплаву і розпорошеного середовища, а саме: спрямованими під кутом один до одного, з відцентрованим розпиленням головками, що обертаються і електродами. Розподіляють наступні методи розпилення металевого розплаву: за видом енергії (нагрівання індукційне, електродугове, електронне, лазерне, плазмове); за видом силового впливу (механічний вплив, енергія газових потоків, енергія водяних потоків, гравітаційні сили, відцентрові сили, магнітогідродинамічні сили, вплив ультразвуку); за видом середовища для його створення (відновлювальне, окисне, інертне, контрольоване середовище, вакуум).

Метод розпилення струменя розплаву рідиною або газом є найбільш простим і продуктивним методом. Він дозволяє також збільшувати виробництво металевого порошку з контрольованими властивостями при відносно низьких енергетичних і матеріальних витратах та використовувати як вихідний матеріал відходи металообробної промисловості (стружка, обрізки, браковані деталі).

Ударне розпилювання розплаву. При цьому методі струмінь або краплі розплаву механічно розбиваються на дрібні частинки при зіткненні з інтенсивно охолоджуваними, швидко обертовими металевими лопатками. Забезпечується швидкість охолодження до 10^7 K/с.

Метод електричного вибуху провідника (ЕВП). Одержання порошків електровибухом провідника діаметром 0,1...1 мм при проходженні по ньому потужного імпульсу струму тривалістю 10^4 ... 10^6 с, напругою 10...15 кВ і з

густиною $10^4 \dots 10^6$ А/мм². На стадії вибуху, коли температура металу стає вищою за температуру плавлення, розширення провідника йде з швидкістю до $5 \cdot 10^3$ м/с і перегрітий метал дуже швидко диспергує. Тиск на фронті виникаючої ударної хвилі досягає декількох сотень тисяч атмосфер, а температура досягає 10^4 К. Регулюючи умови вибуху, отримують частинки розміром від 100 мкм до 50 нм. Середній розмір частинок спадає із зростанням густини струму і зі скороченням тривалості імпульсу.

Електрогідродинамічне розпилювання розплаву. У цьому методі для розпилювання розплаву використовуються електростатичні сили. Струмінь розплаву подається в сопло з діаметром отвору порядку 80 мкм, перед яким розташовано кільцевий електрод. До нього прикладається постійна напруга 3...20 кВ. У результаті із сопла вилітають позитивно заряджені дрібні краплі розплаву, що утворюють частинки порошку після охолодження. Розмір частинок залежно від матеріалу і технологічних параметрів може становити 100 нм...10 мкм.

Нанопорошки, як самостійний матеріал, в диспергованому стані мають досить широкі області застосування. Вони застосовуються в якості компонентів низькотемпературних високоміцних припоїв для пайки в електронній промисловості; при дифузійному зварюванні. Застосовуються також в якості присадок до мастильних матеріалів для вузлів тертя насосів і гідроагрегатів; присадок до моторних мастил для легкового і вантажного автотранспорту; як наноабразиви (для надтонкого полірування); в якості каталізаторів в ряді хімічних виробництв; як порошкові легуючі матеріали (наповнювачі полімерів, гум).

В авіаційній сфері нанопорошки можна застосовувати в зварювальному процесі, що дозволить зварювати різномірні матеріали, в тому числі важкозварювальні сплави металу з керамікою, що забезпечить зменшення температури зварювання, тиску пресування і підвищить міцність зварного з'єднання.