

УДК 669.018

ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ¹⁰

Дідик Д.Ю., студент, Носова Т.Н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Анотація. Метою дослідження є вивчення фізико-хімічних властивостей нанопорошків карбідного класу SiC та TiC розміром часток 20-50 нм плазмохімічного синтезу. Встановлено наявність кристалічної решітки. Встановлено залежність питомої поверхні від розміру зерна.
Ключові слова: нанодисперсні порошки, карбід SiC - TiC, питома поверхня, розмір зерна.

STUDY OF SPECIAL PROPERTIES OF NANO-DISPERSE MATERIALS

Didyk D.Y., student; Nosova T.N., docent;
Dnipro National University named after Oles Honchar

Abstract. The purpose of the study is to study the physicochemical properties of SiC and TiC carbide class nano powders with a particle size of 20-50 nm by plasma chemical synthesis. The presence of a crystal lattice was established. The dependence of the specific surface on the grain size was established.

Key words: nano disperse powders, SiC - TiC carbide, specific surface area, grain size.

Вступ

Термін «нанотехнологія» вперше запропонував японець Н. Танігучі в 1974 р [7]. На можливість створення матеріалів з розмірами зерна менше 100 нм, що повинні відповідати високим вимогам та мати кращі властивості проти традиційних мікроструктурних, вказав німецький вчений Г. Глейтер у 1981 р. Він же і незалежно від нього І.Д. Морохов увели в наукову літературу поняття нанокристалів. Пізніше Г. Глейтер ввів також терміни нанокристалічні, наноструктурні, нанофазні, нанокомпозитні матеріали [1,2].

Сьогодні зацікавлення новим класом матеріалів у галузі як фундаментальної і прикладної науки, так і промисловості постійно збільшується. Це обумовлено такими причинами:

- прагнення зменшити розміри виробів;
- унікальні властивості матеріалів у наноструктурному стані;
- необхідність розробити і впровадити нові матеріали з якісно та кількісно новими властивостями.

Аналіз публікацій

В роботах 1-3 приведені данні о способах отримання, і структури основних вуглецевих наноматеріалів, карбідного та карбо-нітрідного класу [1-3]. В роботах 4, вивчено основні типи структур сталей і сплавів які оброблені нанодисперсними композиціями [4]. В публікаціях 5-6 досліджено структуру та властивості кольорових сплавів на основі алюмінію та нікелю з містять нанодисперсні композиції, але в цих публікаціях не відображається характерні особливості наноматеріалів [5, 6].

¹⁰ Науковий керівник проф., д.т.н. Калініна Н.Є.

Результати досліджень та їх обговорення

Синтез в низькотемпературній плазмі здійснюють при високих температурах (6000-8000 К), що забезпечує високий рівень пересичення, більші швидкості реакцій і конденсаційних процесів. Плазмохімічна технологія забезпечує отримання ультрадисперсних порошоків тугоплавких металів, сполук, а також композиційних об'єктів. В силу особливостей плазмохімічного синтезу розподіл часток, що отримуються, за розміром у більшості випадків достатньо широкий. Порошкові композиції отримані саме методом плазмохімічного синтезу на високочастотному обладнанні.

Також наведено такі параметри карбідів, а саме такі як: густина, температура плавлення, питома поверхня, та тип кристалічної решітки дисперсних сполук. Отримані дані наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – фізико-хімічні властивості нанодисперсних порошоків карбїду

| Карбїд | Густина г/см ² | Температура плавлення °С | Питома поверхня | Тип кристалічної решітки |
|--------|---------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|
| TiC | 4,92 | 3257 | 0,18 | Кубїчна |
| SiC | 3,208 | 2540 | 0,92 | Кубїчна |

Причиною специфіки властивостей наноматеріалів є збільшення об'ємної частки меж поділу зі зменшенням розміру зерне або кристалїтів у наноматеріалах (рис.1). При цьому можна виділити об'ємну частку таких складників: меж поділу, меж зерне і потрійних стиків. Об'ємну частку меж поділу можна оцінити за формулою 1:

$$\Delta V_{ГР} = 1 - [(D-s)/D]^3, \text{ (формула 1)}$$

де s – товщина меж поділу (~1 нм), а D – характерний розмір зерне або кристалїта.

Об'ємну частку меж зерне – за формулою 2:

$$\Delta V_{ГЗ} = [3s(D-s)^2]/D^3, \text{ (формула 2)}$$

а об'ємну частку потрійних стиків – за формулою 3:

$$\Delta V_{ТС} = \Delta V_{ГР} - \Delta V_{ГЗ}. \text{ (формула 3)}$$

На рис. 1 подано розраховані за цими формулами залежності об'ємних часток від розмірів зерне.

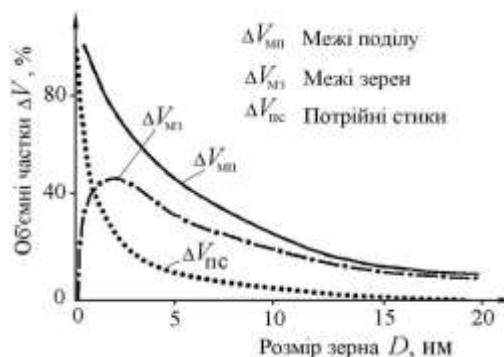


Рис. 1. Залежність об'ємних часток меж поділу, меж зерне і потрійних стиків від розмірів зерне

Зі зменшенням розміру зерна від 1 мкм до 2 нм об'ємна частка між зерним складників (меж поділу) збільшується з 0,3 до 87,5 %.

Висновки

Досліджено основні хіміко-фізичні властивостей нанопорошків карбідного класу SiC – TiC з розміром 20-50 нм отримано плазмо-хімічним синтезом. Встановлено наявність кристалічної будови наночастинок – гранецентрованої кубічної решітки. Встановлено що об'єм часток меж поділу, меж зерне і потрійних стиків зменшується при збільшенні розміру зерна.

Література

1. Алюміній та сплави на його основі // В.З. Куцова, Н.Е. Погребна, Т.С. Хохлова та ін. – Дніпропетровськ: Пороги. 2004. – 136 с.
2. Матеріали металеві. Випробування на розтяг. – К.: Держспоживстандарт ДСТУ EN 10002-1:2006 Україна, 2006. – 40 с.
4. Большаков В.І., Куцова В.З., Котова Т.В. Наноматеріали і нанотехнології. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2016
5. Перспективні наноматеріали : навчальний посібник / Н.Є. Калініна, Т.В. Носова, С.І. Мамчур. – Д.: ДНУ ім. О.Гончара, 2022.
6. Н.Є., Никифорчин Г.М., Калінін О.В., Маруха В.І., Кирилів В.І. Структура, властивості та використання конструкційних матеріалів – Львів, ФМІ ім. Карпенка, 2017. –300 с.
7. Engines of Creation 2.0: The Coming Era of Nanotechnology — Updated and Expanded, K. Eric Drexler, 2007.