

ГЕВОРКЯН Е. С., *д.техн.н., професор*

НЕРУБАЦЬКИЙ В. П., *к.техн.н., доцент*

ГОРДІЄНКО Д. А., *аспірант*

Український державний університет залізничного транспорту

Харків, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ І ВИЗНАЧЕННЯ
ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ЕЛЕКТРОКОНСОЛІДАЦІЇ
НАНОПОРОШКОВИХ СУМІШЕЙ Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2**

В даний час композиційні матеріали знайшли широке застосування в металургії, авіації, космосі, машинобудуванні, медицині. Це пояснюється їх унікальними властивостями, високими твердістю, жароміцністю, корозійною стійкістю, зносостійкістю. Однак отримання високоміцних матеріалів на основі тугоплавких сполук пов'язане зі значними труднощами, в першу чергу формованням, і в подальшому – їх обробкою.

Значний прогрес у створенні високоміцних композиційних матеріалів на основі тугоплавких сполук розпочався із застосуванням як вихідних матеріалів нанопорошків. Нанопоршки істотно активують процес спікання та дають змогу отримати дрібнозернисту структуру, що підвищує міцність, тріщиностійкість та інші властивості матеріалів. Однак застосування нанопорошків має деякі невирішені проблеми, в першу чергу в області змішування вихідних нанопорошків з метою отримання однорідної структури і властивостей. Багато що залежить також від якості самих вихідних порошків, від їх хімічного та фазового складу. Існуючі на ринку різні нанопорошки значно відрізняються за властивостями та якістю і мають високу вартість. Тому отримання якісних нанопорошків і сумішей з невисокою вартістю – це одна з головних задач для отримання високоякісних композиційних матеріалів.

Друга проблема – це формування і спікання нанопорошків. Серед існуючих різноманітних методів в останній час широко застосовуються

методи гарячого пресування FAST (Field Activating Sintering Technik) і SPS (Spark Plasma Sintering) та подібні їм методи, коли ущільнення тугоплавких порошків здійснюється за рахунок впливу електричних і магнітних полів у поєднанні з різними методами тиску на вихідну суміш, при цьому застосовуються різні способи нагрівання прес-форм.

Ключове завдання спікання наноматеріалів – досягнення високої щільності матеріалу за умови збереження нанорозмірних зерен в діапазоні, де спостерігається розмірний ефект. Як показує досвід, від вибору процесу консолідації залежить структура границь зерен або міжфазних меж. Залишкова поруватість і дефектність міжзеренного розподілу істотно погіршують властивості наноструктурних матеріалів. Вирішити цю проблему можна за рахунок інтенсифікації процесу спікання і, відповідно, зменшення часу високотемпературної стадії. Найбільш ефективними методами активації спікання є підходи, засновані на використанні електромагнітного поля для нагріву порошкових тіл. У разі електропровідних тіл це електроспікання, що використовує для нагрівання проходження електричного струму, для діелектриків – мікрохвильове спікання, у якому нагрів є наслідком діелектричних втрат в непровідних порошках під дією високочастотного електричного поля. В обох випадках, як правило, застосовуються високі швидкості нагріву. Експериментально встановлено, що швидкості консолідації порошку як у випадку електроспікання, так і в разі мікрохвильового спікання істотно зростають порівняно з традиційним спіканням. Причому для високоінтенсивних процесів з високими швидкостями нагрівання процеси прискорення консолідації можуть вирости на кілька порядків. Це призводить до повного ущільнення порошків за дуже короткий час із збереженням нанорозмірної внутрішньої структури. Електроспікання дає змогу отримувати консолідовані керамічні матеріали, такі як Al_2O_3 , ZrO_2 , TiC , WC без домішок і з мінімальним зростанням зерна за час порядку 10

хвилин, тоді коли традиційне спікання потребує декількох годин і спеціальних добавок, що погіршують властивості матеріалу. Сучасна наукова література переповнена прикладами такого прискорення ущільнення порошків.

Було встановлено, що збільшення відносної частки атомів або молекул, які перебувають у поверхні частинок, призводить до зростання вкладу поверхневої енергії практично у всі фізико-хімічні процеси, що протікають в нанодисперсних системах, та істотної зміни властивостей звичайних речовин. У свою чергу, збільшення відносної міжфазної поверхні в масивних компактованих керамічних матеріалах призводить до істотного поліпшення механічних властивостей, оскільки характерні розміри дефектів, що зароджуються при руйнуванні виробів, стають менше розмірів структурних елементів матеріалу.

Встановлено, що отримані нанорозмірні порошки мають середній розмір частинок близько 30...50 нм і розмір агломератів 0,5...1,0 мкм. Отримані порошки мають кристалічну будову. Встановлено також, що наноконпозиційні кераміки, отримані з синтезованих порошків, мають високі механічні характеристики.

ДУДІН О.А., к.т.н., доцент

ЗВЄРЄВА А.С., к.т.н., асистент

Український державний університет залізничного транспорту

м. Харків, Україна

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ВИСОКОЯКІСНИХ БЕТОНІВ У СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ

Розробка нових видів високоякісних бетонів, що значно відрізняються від традиційних, як за рецептурою, так і за технологією виготовлення, базується на використанні реакційно-порошкових сумішей з