

Босяга М.В.¹, Дудка О.І.¹, Шеффлер М.², Бетке У.²

¹*КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна;*

²*Отто-фон-Геріке Університет, м. Магдебург, Німеччина)*

СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛІЧНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ОСНОВІ β-ЕВКРИПТИТУ

E-mail: maryna.bosiaha@ovgu.de

Кераміка відноситься до групи матеріалів, що характеризується широким спектром властивостей і займає важливе місце в техніці. Все більш важливу роль відіграє оксидна кераміка. Оксидній кераміці притаманні унікальні властивості, які не можуть бути замінені іншими матеріалами, починаючи від міцності до електричних і магнітних властивостей [1]. β-евкрипит (LiAlSiO₄), який може слугувати заміником кварцу, за останні тридцять років набув важливого значення як високопродуктивний матеріал. Його особливістю є негативний коефіцієнт теплового розширення, що в свою чергу робить його унікальним. Широкий інтерес викликають також його теплові і, завдяки хорошій рухливості іонів Li⁺, також електричні властивості, які в поєднанні з хімічною стійкістю в широкому діапазоні температур і високою температурою плавлення сприяє використанню матеріалів на основі β-LiAlSiO₄ як термостабільних компонентів у автомобільній та будівельній галузях, а також теплообмінників у газових турбінах або матеріалі печі, [2], [3]. Наприклад, β-евкрипит є головною складовою кухонних плит CERAN від Schott (Німеччина).

Синтезу полікристалічного β-евкрипиту шляхом механічного подрібнення присвячено низку робіт [4], [5], [6]. Найбільш відомими методами у цій галузі у випадку з β-евкрипитом є механохімічні, гідротермічні та золь-гель-методи. Основною метою синтезу є досягнення найбільш гомогенного розподілу частинок, які в свою чергу забезпечують кращу агломераційну активність та зменшують часові та енергетичні затрати. Тому в даній роботі було запропоновано комбінацію золь-гелевого методу та методу механоактивації для отримання гомогенної нанорозмірної структури.

Отриману золь-гелевим методом суміш було розділено на чотири рівні частини (C1, C2, C3 та C4 відповідно). Суміш C1 не піддаємо механообробці задля порівняння впливу даного методу на кінцеву структуру. Суміші C2, C3 та C4 механоактивуємо в кулевому млині Retsch (Німеччина) зі швидкістю обертання 300 об·с⁻¹ протягом 24, 48 та 72 год відповідно. Останній етап синтезу заключався в термічній обробці зразків. Всі чотири суміші кальціювались в печі Siegfried (Німеччина) при температурі 700 °C протягом 3 год зі швидкістю нагрівання та охолодження печі 10 К·хв⁻¹.

За даними рентгеноструктурного аналізу (рис. 1) було встановлено, що суміш, яка не піддавалась механоактивації є аморфною (рис. 1, а). Такий результат можна пояснити досить низькою температурою термічної обробки. В комбінації з механохімічної обробкою вдалось отримати кристалічну структуру (рис. 1, б). Вплив тривалості механоактивації на ступінь кристалізації незначний.

Дослідження мікроструктури на растровому електронному мікроскопі підтвердило вище описані результати. На знімку (рис. 2) видно, що механоактивована суміш має кристалічну структуру і що не менш важливо, розмір зерна в середньому сягає близько 200 нм, що цілком відповідає меті експерименту.

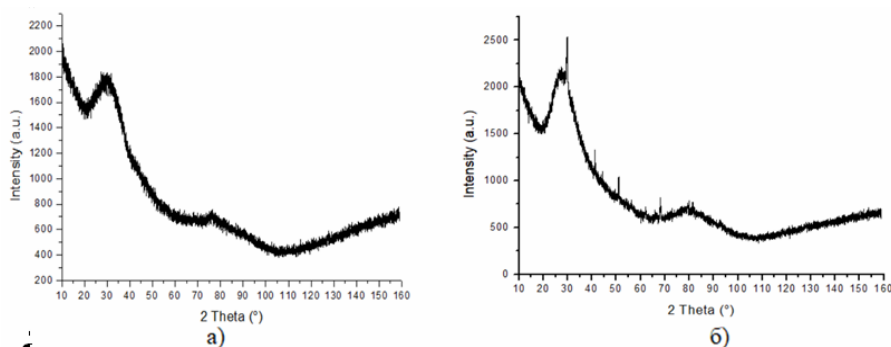


Рис. 1. Рентгенівська дифракційна картина сумішей до механоактивації (а) та після (б)

Отримані результати відкривають багато можливостей для подальшого дослідження. Наступним кроком є вимірювання коефіцієнту теплового розширення та випробування отриманої суміші в якості наповнювача для керамічних матеріалів.

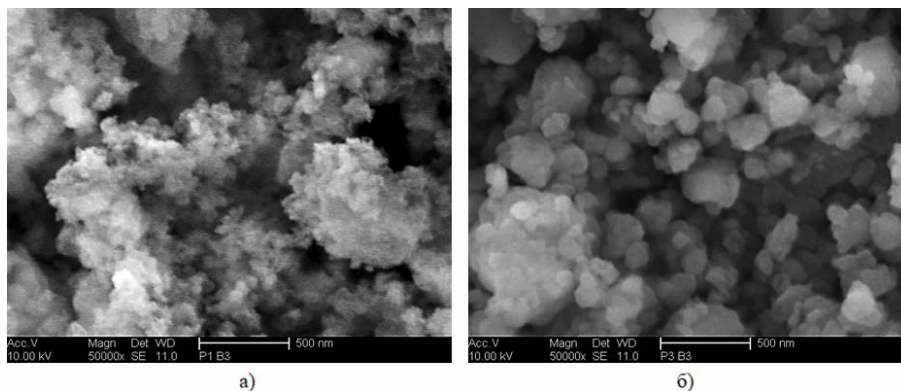


Рис. 2. СЕМ-зображення сумішей до механоактивації (а) та після (б)

Література:

1. Callister, W. D.; Rethwisch, D. G.: Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, Wiley-VCH, Weinheim (2012) 1100 S. ;
2. Bach, H.: Low thermal expansion glass ceramics, Springer, Berlin, New York (1995) 1 online resource (xv, 223).

3. Miller, W.; Smith, C. W.; Dooling, P.; Burgess, A. N.; Evans, K. E.: Reduced thermal stress in composites via negative thermal expansion particulate fillers, *Composites Science and Technology*, 70 (2010) P. 318–327.

4. Miller, W.; Smith, C. W.; Dooling, P.; Burgess, A. N.; Evans, K. E.: Tailored thermal expansivity in particulate composites for thermal stress management, *physica status solidi (b)*, 245 (2008) P. 552–556.

5. Greil, P.: Active-filler-controlled pyrolysis of preceramic polymers, *Journal of The American Ceramic Society*, 78 (1995) 4 835–848.

Бубликов В.Б., Берчук Д.М., Овсянников В.О.

(ФТІМС НАН України, м. Київ)

**РАФІНУВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ МОДИФІКУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
З УРАХУВАННЯМ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ**

E-mail: berchuk@gmail.com

Високоміцний чавун є одним з основних класів литих конструкційних матеріалів сучасного машинобудування і відкриває більші в порівнянні зі сталлю можливості для створення прогресивних конструкцій, зменшення їх маси, поліпшення оброблюваності різанням, підвищення коефіцієнту використання металу і зниження собівартості. Один із способів підвищення властивостей високоміцного чавуну і вдосконалення технології його виробництва – це підвищення ефективності модифікаторів. Підвищення ефективності модифікаторів досягається введенням до їх складу таких хімічно активних до шкідливих домішок чавуну елементів, як Ca, Ba, Sr, PЗМ і деяких інших. Зазначені елементи мають високу хімічну активність по відношенню до сірки, кисню, азоту, водню, зменшують величину поверхневої енергії на міжфазних межах, а деякі з утворених ними сполук сприяють зародженню додаткових центрів кристалізації графіту. При введенні в рідкий чавун активні елементи в першу чергу взаємодіють з сіркою і газами, зв'язуючи їх в стійкі хімічні сполуки, що є одною з необхідних умов інтенсифікації графітоутворення в процесі кристалізації. Оцінити рафінувальну здатність компонентів модифікаторів дозволяють термодинамічні методи досліджень.

Проведено термодинамічне дослідження рафінуючої здатності активних модифікуючих елементів з урахуванням хімічного складу чавуну і лігатур, де визначені вільні енергії Гіббса (ΔG_T^0) і частки протікання реакцій (C_i') рафінування розплаву чавуну активними модифікуючими елементами Ba, Ca, Mg, Sr, PЗМ при температурах 1573, 1673 і 1773 К.