

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту

ІТТ | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ
ТРАНСПОРТНІ
ТЕХНОЛОГІЇ



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



ІТТ2024

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 5-ої міжнародної
науково-технічної конференції**

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Харків 2024

5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25–27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 339 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2024

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОРФОЛОГІЇ
НАНОСТРУКТУРНОЇ КЕРАМІКИ**

**STUDY OF MORPHOLOGICAL FORMATION FEATURES IN
NANOSTRUCTURED CERAMICS**

*канд. техн. наук В.П. Нерубацький, д-р техн. наук Е.С. Геворкян,
канд. техн. наук Л.В. Волошина, канд. техн. наук Г.Л. Комарова,
канд. техн. наук Д.І. Волошин*

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

*V.P. Nerubatskyi, PhD (Tech.), E.S. Hevorkian, Dr. Sc.,
L.V. Voloshyna, PhD (Tech.), H.L. Komarova, PhD (Tech.),
D.I. Voloshyn, PhD (Tech.)*

Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Нові перспективи для покращення функціональних властивостей керамічних матеріалів відкриває використання нанорозмірних порошків, що приводить до можливості створення високощільних керамічних матеріалів із підвищеною дисперсністю. Для досягнення високої однорідності структури кераміки та надійного прояву очікуваних властивостей необхідно працювати з порошками високого ступеня гомогенності, розмір окремих зерен яких знаходиться в діапазоні кількох десятків нанометрів [1].

Очевидною складністю в отриманні матеріалів з гомогенною структурою на основі нанопорошкових технологій є схильність нанорозмірних порошків до агломерування [2]. Прояви схильності до агломерування та неоднорідність гранулометричного складу вихідної засипки нанопорошків призводить до підвищеної неоднорідності спечених структур, проявом якої є їх пористість та низька щільність, що призводить до зниженої міцності керамічних виробів, неповної реалізації в них потенціалу можливостей нанокристалічної порошкової основи [2].

Доповнення спікання механічним тиском двояко впливає на реформування структури агломерованих ультрадисперсних порошків. З одного боку, на фоні руйнації переважно великих структурних елементів порошку відбувається його додаткова активація: утворення нових поверхонь, очищення меж від адсорбованих газів. З іншого – реалізується агрегування переважно дрібних структурних елементів порошку та, відповідно, зворотні ефекти.

Матеріали на основі діоксиду цирконію є дуже перспективними для застосування у різних галузях: широко використовуються при отриманні вогнетривких виробів, високотемпературних нагрівачів, жаростійких емалей, тугоплавкого скла, різних видів кераміки, керамічних пігментів, твердих електролітів, термозахисних покриттів тощо [3, 4].

Використовуваний у дослідженнях нанопорошок $ZrO_2-3\text{mol.}\%Y_2O_3$ (рис. 1) мав питому поверхню $9,4 \text{ м}^2/\text{г}$, $ZrO_2 - 94,4 \text{ wt.}\%$, $Y_2O_3 - 5,25 \pm 0,25 \text{ wt.}\%$, $SiO_2 - 0,0092 \text{ wt.}\%$, $Fe_2O_3 - 0,0014 \text{ wt.}\%$, $TiO_2 - 0,0009 \text{ wt.}\%$.

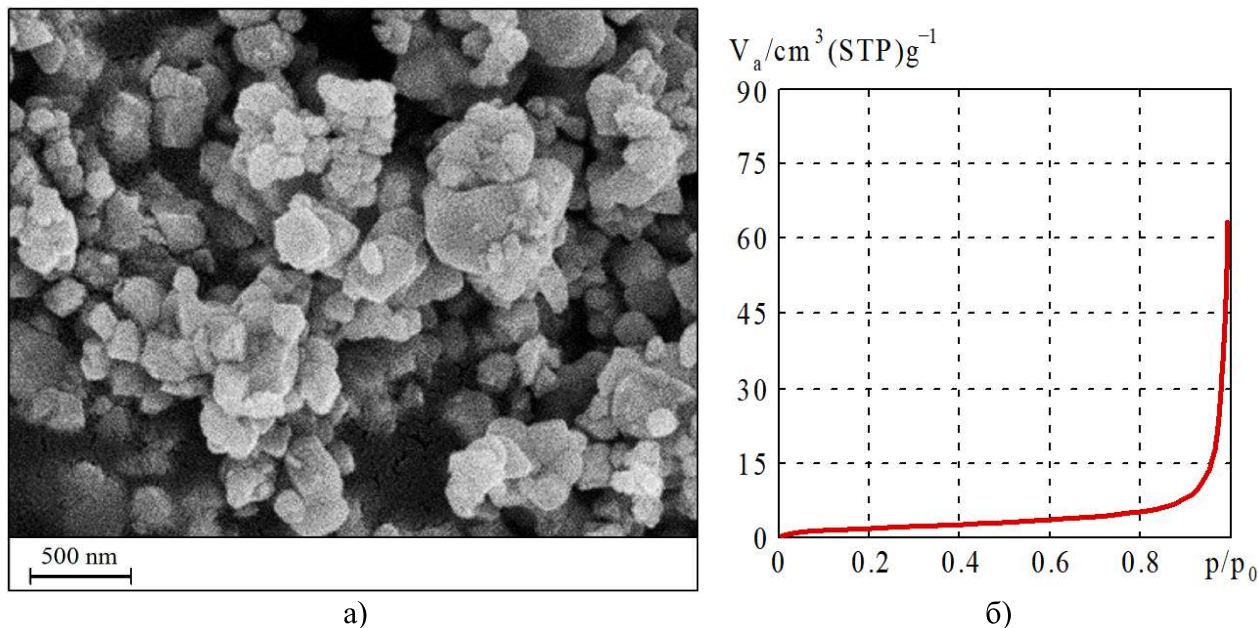


Рис. 1. Зовнішній вигляд (а) та характеристики (б) нанопорошків $ZrO_2-3\text{mol.}\%Y_2O_3$, визначені методом BET

Як показав рентгенофазовий аналіз вихідного порошку частково стабілізованого нанопорошком оксидом ітрію, у ньому переважає тетрагональна фаза. Передача консолідованим керамічним нанопорошкам тисків від 1 до 9 ГПа дає змогу вирішити завдання подолання міжчасткового тертя і руйнування агломератів з отриманням високощільних кристалічних зразків нанозеренної структури. Слід зазначити, що досліджуваний процес електроконсолідації за рівнем енерговитратності значно ефективніший за інші SPS методи, враховуючи, що його оптимальна температурна вершина (0,36 у безрозмірній гомологічній оцінці) не перевищує 65 % від значень у рекомендуємому температурному інтервалі (0,56...0,63). Отже, спікання нанопорошкової суміші методом електроконсолідації є перспективною технологією для виробництва високощільної, високофункціональної та конкурентоспроможної субмікро- і нанокераміки, що особливо актуально для виробів інструментальної промисловості, якість яких суттєво впливає на технічний та економічний успіх механообробних підприємств у різних галузях.

[1] Quinn G. D., Eichler J., Eisele U., Rodel J. Fracture mirrors in a nanoscale 3Y-TZP. *Journal of the American Ceramic Society*. 2004. Vol. 87, Issue 3. P. 513–516. DOI: 10.1111/j.1551-2916.2004.00513.x.

[2] Bamba N., Choa Y. H., Sekino T., Niihara K. Mechanical properties and microstructure for 3 mol% yttria doped zirconia/silicon carbide nanocomposites. *Journal of the European Ceramic Society*. 2003. Vol. 23, Issue 5. P. 773–780. DOI: 10.1016/S0955-2219(02)00168-1.

[3] Chyshkala V. O., Lytovchenko S. V., Nerubatskyi V. P., Vovk R. V., Gevorkyan E. S., Morozova O. M. Detection of regularities of $Y_2Zr_2O_7$ pyrochlor phase formation during the reaction of solid-phase synthesis under different temperature-time conditions. *Functional Materials*. 2022. Vol. 29, No. 1. P. 30–38. DOI: 10.15407/fm29.01.30.

[4] Hevorkian E., Michalczewski R., Rucki M., Sofronov D., Osuch-Słomka E., Nerubatskyi V., Krzysiak Z., Latosińska J. N. Effect of the sintering parameters on the structure and mechanical properties of zirconia-based ceramics.