

## ВІДГУК

на автореферат дисертації **Бородянської Ганни Юліївни** на тему «Особливості консолідації, формування структури і властивостей керамічних матеріалів у процесах іскро-плазмового спікання», представленій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню науково-технологічної проблеми отримання наноструктурних матеріалів у консолідованому вигляді методом іскро-плазмового спікання (ІПС), за рахунок ефективності ущільнення, вивчення закономірностей утворення щільних керамічних матеріалів, формування функціональних властивостей матеріалів. Актуальність роботи полягає в розвитку сучасного перспективного методу ІПС, необхідному для створення нових щільних наноструктурних керамічних матеріалів та композитів із покращеними структурно-чутливими властивостями шляхом встановлення закономірностей ІПС-ущільнення, росту зерен та фазоутворення залежно від умов консолідації.

Метою роботи є вирішення науково-технічної проблеми створення щільної наноструктурної кераміки з різними типом провідності і природою хімічного зв'язку, а також керування її структурою та структурно-обґрунтованими конструкційними властивостями шляхом використання методу іскро-плазмового спікання як попередньо синтезованих нанопорошків, так і нанодисперсних продуктів хімічних реакцій, що супроводжують це спікання.

Автором вперше розроблено методику ІПС у режимі теплового пробою «спалахом» нанодисперсного порошку частково стабілізованого тетрагонального діоксиду цирконію, який відрізняється від «традиційного» ІПС надвисокими швидкостями нагрівання ( $\geq 1000$  °C/хв, що дозволяє фактично уникнути росту зерна за рахунок походження квазіодностадійної швидкісної консолідації, де швидкість внутрішньоагрегатного та міжагрегатного ущільнень є однаковою. Автором вперше розроблено та експериментально реалізовано метод одностадійного реакційного синтезу в нанореакторах та ІПС-консолідації гомогенних багатокатіонних оксидів  $(La_{0,8}Sr_{0,2})(Ga_{0,9}Mg_{0,1})O_{3-\delta}$  (LSGM).

Здобувачем вперше створено методику реакційного ІПС композитів  $BaC_b-(B_xO_y)/BN$  з рекордними механічними властивостями з наноструктурною  $B_xO_y/BN$  3D сіткою ламелярних границь зерен, що є шарами турбостратного нітриду бору (t-BN) та пронизуючого/заміщаючого його субоксиду бору ( $B_xO_y$ ), з змінним співвідношенням бору до вуглецю в самих зернах карбіду бору, за рахунок чого і відбувається значне покращення механічних характеристик композиту.

Масштабування розробленої методики реакційного ІПС композитів на основі карбіду бору дозволило отримати пластини з розмірами 100 мм у діаметрі та висотою 20 мм, з найкращим одночасним співвідношенням твердості, тріщиностійкості, міцності на вигин та динамічної в'язкості руйнування до питомої ваги кераміки. Створений новий клас керамік за вказаним комплексом властивостей з урахуванням його питомої ваги (сумарної ваги готового виробу) є кращим порівняно з усіма розробленими до цього часу керамічними композиційними матеріалами

Практична цінність результатів полягає в розробленні консолідації нанодисперсних керамічних порошків ІПС у режимі теплового пробою «спалахом», який фактично дозволяє уникнути росту зерна, а завдяки 2–10-хвилинному повному циклу консолідації в перспективі дасть до 90% економії електроенергії порівняно з будь-яким іншим існуючим методом консолідації керамічних виробів. Впровадження розроблених нанокompозитів  $BaC_b-(B_xO_y)/BN$  з міцністю на вигин 800 МПа в інтервалі температур від 25 до 1600 °C, та збільшення динамічної в'язкості руйнування композитів на його основі в п'ять разів дозволяє їх подальше використання в якості елементів систем легкого бронювання.

В якості зауваження слід відмітити, що в авторефераті не видно чи проводились дослідження механізмів спікання порошків з різним типом провідності. Однак, цей недолік не знижує цінності одержаних в дисертаційній роботі Бородянської Г.Ю. результатів, не ставлять під сумнів достовірність і обґрунтованість основних положень, що виносяться на захист, і не впливають визначальним чином на загальну позитивну оцінку роботи.

Результати досліджень автора повною мірою представлені в 37 наукових статтях опублікованих в фахових наукових журналах. Вони також доповідались на вітчизняних та міжнародних конференціях, що свідчить про достатній рівень їх оприлюднення. Зокрема, згідно з даними SCOPUS та Web of Science, особистий індекс цитованості Хірша (*h-index*) автора становить 13. Достовірність результатів наукових досліджень підтверджується використанням апробованих методів дослідження. При цьому основні результати, які були отримані за допомогою різних методик, добре узгоджуються між собою і з наявними літературними даними.

В цілому, вважаю, що дисертаційна робота Бородянської Ганни Юліївни «Особливості консолідації, формування структури і властивостей керамічних матеріалів у процесах іскро-плазмового спікання» являє собою цілеспрямоване та завершене в цілому експериментальне дослідження, що виконане на хорошому науковому рівні та представляє інтерес як у науковому, так і в практичному відношенні.

Автореферат дисертаційної роботи Бородянської Ганни Юліївни «Особливості консолідації, формування структури і властивостей керамічних матеріалів у процесах іскро-плазмового спікання» відповідає вимогам "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", зокрема, його пп. 9, 11, 12, 13, а також вимогам МОН України щодо її оформлення, а здобувач заслуговує на присудження наукового ступеню доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство.

Доктор технічних наук, професор,  
директор Інституту імпульсних процесів  
і технологій НАН України



О.І. Вовченко