

Рецензія

рецензента, д.т.н. професора Борисенко Оксани Миколаївни
на дисертаційну роботу Тимофєєва Вадима Дмитровича
«Ударостійкі мулітокордієритові склокристалічні матеріали
для захисту спеціальної техніки»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

Детальний аналіз дисертаційної роботи Тимофєєва Вадима Дмитровича на тему «Ударостійкі мулітокордієритові склокристалічні матеріали для захисту спеціальної техніки», що представлена для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», дає змогу зробити комплексний висновок щодо її актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності та значущості отриманих результатів, наукової новизни, теоретичної та практичної цінності, надати загальну оцінку дисертації.

1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами

На сучасному етапі розвитку вітчизняної промисловості, особливо у сфері створення інноваційних матеріалів для техніки та обладнання, першочерговим завданням є розробка конкурентоспроможних склокристалічних матеріалів із підвищеними експлуатаційними характеристиками. Прогрес у створенні нових матеріалів, зокрема склокераміки, відбувається відповідно до чітко окреслених технологічних напрямів і ринкових запитів. При цьому успіх забезпечується лише тоді, коли матеріал має унікальну комбінацію властивостей, що надає йому перевагу в конкретних умовах застосування. Саме цим склокераміка вирізняється серед інших високоміцних матеріалів – таких як метали, полімери, традиційна кераміка чи монокристали. У жорсткій конкуренції між цими матеріалами склокераміка демонструє значні переваги завдяки своїм унікальним властивостям, що викликає значний інтерес науковців та сприяє розширенню її сфер використання. Особливого значення нині набуває створення надійних і недорогих захисних матеріалів для легкої бронетехніки, яка працює в умовах високошвидкісних динамічних навантажень, а також під впливом вогневих, хімічних і біологічних загроз.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та кафедри хімії та інтегрованих технологій у рамках прикладних ДБ НДР МО України «Наноструктуровані прозорі матеріали для захисту оптичних систем озброєння та військової техніки» (№ д/р 0118U003983) і «Удосконалення технічних рішень підвищення ефективності роботи механізму заряджання танка Т-64Б та його модифікацій за рахунок впровадження системи самодіагностування» (№ д/р 0121U111756) та держбюджетне наукове дослідження МО України за спеціальною темою, яке присвячене розробленню технічних рішень для забезпечення ефективного захисту основних зразків озброєння та військової техніки, (розпорядження начальника Генерального штабу ЗС України від 25.09.2024 № 130246/С), в яких здобувач був відповідальним виконавцем.

3. Наукова новизна одержаних результатів

Розроблено склади ударостійких склокристалічних матеріалів з регульованою світлопроникністю на основі муліту, α -кордієриту та шпінелі.

Вперше:

- встановлено особливості формування твердих розчинів при термічній обробці магнійалюмосилікатних стекол;
- визначено, що зниження температури зародкоутворення є важливим фактором формування зміцненої структури за рахунок ефекту ендоксикації, який визначатися перебудовою типу кристалічних структур при фазовому розпаді їх лабільних складів за спінодальним механізмом полягають у протіканні процесу зародкоутворення ($T = 780 \div 850$ °С) при підвищеній в'язкості до 108,5 та 109 Па·с за умов попереднього протікання метастабільної ліквідації як фазового переходу нижче температури ліквідуса;
- виявлено фактори, які обумовлюють формування наноструктурованої тонкодисперсної структури в умовах низькотемпературної двостадійної термічної обробки, що забезпечують знижену вагу, стійкість до дії динамічних впливів та відкритого полум'я, здатність руйнувати ударник та поглинати енергію удару;
- одержано ударостійкі СКпМ для захисту та скління оглядових вікон легкоброньованої техніки з вмістом 5 мас. % ZrO_2 стабілізованого Y_2O_3 з бронестійкістю вогнестійкістю RE 360 (h) та ТКЛР $\alpha \approx 57 \cdot 10^{-7}$ град⁻¹, здатністю до радіопрозорості ($tg\delta = 0,005$ та $\epsilon = 3,35$ при $f \approx 1010$ Гц) та радіопоглинаючі

СКпМ для забезпечення зниження впливу електромагнітного випромінення та забезпечення захисту інформації шляхом формування градієнтної тришарової структури знепрозороного СКпМ (СКМ; СКМ та 10 мас. % α -SiC; графіт) зі змінною ε (3,35, 3,95, 12) та магнетронним напиленням плівки ZnO на поверхню прозорого СКМ ($T = 65$; $\text{tg}\delta = 0,005$ та $\varepsilon = 7,5$ при $f \approx 10^{10}$ Гц), які відповідають ВСТ 01.055.001 – 2021 (01) і можуть бути практично застосовано під час удосконалення пасивного захисту легкоброньованих військових автомобілів.

4. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практична цінність роботи полягає у зменшенні імпортозалежності України у напрямку матеріалів військового призначення; підвищення рівня захисту військовослужбовців (екіпажу та пасажирів автомобільної легкоброньованої техніки) та скорочення втрат особового складу; забезпечення можливості проведення польових ремонтних робіт автомобільної легкоброньованої техніки; розробка СКМ придатного до створення високоміцних радіопрозорих/радіопоглинаючих СКпМ, що дозволяє виробникам швидко реагувати на потреби оборонного комплексу; підвищенні маневреності легкого автомобільного транспорту, за рахунок зменшення ваги бронеконструкції.

Теоретичні та практичні результати, отримані під час проведення дисертаційних досліджень, впроваджені в навчальний процес кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП».

5. Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором.

За темою дисертації опубліковано 22 наукових праць, в тому числі: 6 статей опубліковано в журналах, що включені до наукометричних баз Scopus та/або Web of Science; 4 статті в журналах, що входять до фахових видань України та 2 статті в інших журналах; 11 тез доповідей опубліковано у збірниках матеріалів конференцій (з них 2 опубліковані у виданнях, що включені до наукометричних баз Scopus та/або Web of Science). Результати дисертаційного дослідження знайшли повне і всебічне відображення у наукових публікаціях автора. Опубліковані праці охоплюють основні положення, наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів, що засвідчує відповідність дисертації вимогам до наукової кваліфікаційної роботи.

6. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Дисертація є довершеною науково-дослідною роботою, яка складається з анотації двома мовами (українською та англійською), вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації становить 234 сторінки. Оформлення дисертації відповідає встановленим до відповідного рівня кваліфікаційних робіт вимогам. Зміст дисертації відповідає темі дослідження та у достатньому обсязі розкриває сутність вирішення поставлених завдань.

Об'єкт дослідження – процеси структуро- та фазоутворення і наноструктурування високоміцних склокристалічних матеріалів на основі магнійалюмосилікатних стекол, технологічні параметри одержання склокристалічних матеріалів в умовах низькотемпературної обробки, експлуатаційні властивості та балістичні показники.

Предмет дослідження – ударостійкі склокристалічні матеріали з ситалізованою структурою спеціального призначення.

Метою дисертаційної роботи є розв'язання науково-практичної задачі створення ударостійких склокристалічних матеріалів для захисту легкоброньованої техніки на основі магнійалюмосилікатних стекол.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та задачі досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, охарактеризовано особистий внесок здобувача, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації за темою дисертації.

У першому розділі «Аналіз сучасних літературних даних» наведено перспективи створення та застосування сучасних склокерамічних матеріалів для легкоброньованої техніки; основні види бронематеріалів для захисту військової техніки та обладнання; обґрунтовано вибір складів магнійалюмосилікатних стекол для одержання високоміцних ситалів.

У другому розділі «Обґрунтування вибору напрямку та методики досліджень» визначено основний напрям проведення теоретичних та експериментальних досліджень у рамках конкретних завдань для досягнення мети. Наведені методологію проєктування стекол та склокристалічних матеріалів на їх основі та визначення їх експлуатаційних властивостей; відомості щодо сировинних матеріалів, а також надана характеристика методів та обладнання для теоретичних і експериментальних досліджень, що виконані у роботі.

У третьому розділі «Розробка високоміцних склокристалічних матеріалів

на основі магнійалюмосилікатних стекол» сформовано вимоги до високоміцних матеріалів для захисту легкоброньованої техніки; проведено вибір системи критеріїв до скломатриці – основи та синтез модельних стекол; досліджено формування структури та фазового складу модельних стекол при їх термічній обробці; досліджено експлуатаційні властивості дослідних склокристалічних матеріалів; розроблено композиційні ударостійкі магній алюмосилікатні склокристалічні матеріали.

Четвертий розділ «Розробка ударостійких радіопоглинаючих склокристалічних матеріалів для захисту легкоброньованої техніки» присвячений розробці ударостійкого наноструктурованого склокристалічного матеріалу; дослідженню змін фазового складу склокристалічного матеріалу у результаті термічної обробки; дослідженню зміни структури склокристалічного матеріалу у результаті термічної обробки та її впливу на його тріщиностійкість; вибору режиму термічної обробки та дослідження механічних властивостей розробленого склокристалічного матеріалу; розробці композиційних радіопоглинаючих наноструктурованих склокристалічних матеріалів з регульованою світлопроникністю для легкоброньованої техніки.

В п'ятому розділі «Технологічні параметри одержання розроблених склокомпозиційних матеріалів та результати балістичних випробувань» розроблено технологічні схеми для одержання ударостійких склокомпозиційних матеріалів для захисту спеціальної техніки та обладнання; проведено оптимізацію методологічного підходу при створенні бронеелементів на основі склокристалічних матеріалів; проведено оцінку конкурентоздатності розроблених склокристалічних матеріалів для одержання бронеелементів.

Висновки за результатами дисертаційної роботи сформульовано лаконічно та чітко у відповідності до завдання дисертаційного дослідження.

Список використаних джерел з 187 найменувань охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації.

У додатках наведено акти, що підтверджують позитивні результати апробації та впровадження наукових положень та експериментальних розробок за темою дисертації. Окремо надано список публікацій здобувачки за темою дисертації.

7. Достовірність отриманих результатів та висновків

Дисертаційна робота Тимофєєва В.Д. виконана на високому науковому рівні, із проведенням широкого кола експериментальних досліджень та використанням теоретичного фізико-хімічного аналізу, при чому теоретичні

положення гармонійно поєднуються з експериментальними даними. Відтворюваність одержаних експериментальних даних та узгодженість з результатами теоретичних досліджень дозволяє зробити висновок про достовірність та обґрунтованість наукових положень викладених у дисертаційній роботі. Достовірність висновків дисертаційної роботи підтверджується також апробацією результатів досліджень на міжнародних науково-технічних конференціях, публікаціях у відкритому друці та актами випробувань і впровадження.

8. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях

Дисертаційна робота відзначається чіткою та логічною структурою. Загальні висновки повністю узгоджуються з поставленими завданнями дослідження та логічно випливають із отриманих результатів.

Порушень принципів академічної доброчесності, зокрема академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації чи фальсифікації, у дисертації та наукових публікаціях, у яких представлено основні результати дослідження, не виявлено. Це підтверджується результатами перевірки дисертації на наявність плагіату. Використання наукових результатів інших авторів супроводжується належними посиланнями на відповідні джерела.

Матеріали дисертації були доступні для ознайомлення фахівцям і експертам у відповідній галузі. Основні положення та результати дослідження повністю оприлюднені у наукових публікаціях, пройшли апробацію на міжнародних науково-практичних конференціях. У наукових статтях відображені результати самостійної роботи здобувача на різних етапах дослідження, які адекватно відтворюють ключові положення та висновки дисертації. Участь автора в підготовці наукових публікацій підтверджена та узгоджена з усіма співавторами.

9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. У дисертації здобувач використовує скорочення СКМ (склокристалічні матеріали) та СКпМ (склокомпозиційні матеріали), які, на жаль, не завжди сприяють легкому сприйняттю змісту. Зважаючи на це, доцільніше було б у більшості випадків вживати повні назви, оскільки постійне використання аббревіатур без повторного розшифрування ускладнює розуміння викладеного матеріалу, особливо для читачів, не занурених у специфіку тематики.

2. На мою думку, третій розділ є надмірно об'ємним і включає велику кількість інформації, що частково ускладнює логічне сприйняття матеріалу та знижує динаміку викладу основних результатів дослідження. Особливо це стосується підпунктів 3.1 та 3.2, які доцільно було б розмістити у першому розділі, оскільки їх зміст має переважно аналітико-оглядовий характер.

3. У табл. 3.4, 4.1 здобувач наводить хімічний склад дослідних матеріалів та температура їх синтезу. Для комплексних каталізаторів кристалізації та модифікуючих добавок наведено їх загальний вміст. Доцільно було б навести їх співвідношення.

4. На стор. 94 здобувач вказує : «В залежності від вмісту та співвідношення фазоутворюючих компонентів, каталізаторів кристалізації та продуктів кристалізації матеріали можна розділити на групи: I група – матеріали КСК-1, КСК-2, КСК-3, КСК-4, КСК-5, КСК-6 та КСК-7 і II група – матеріали КСК-8, КСК-9 та КСК-10». Не зрозуміло за якими критеріями проводився цей поділ і навіщо.

5. У п'ятому розділі п. 5.2 наведена інформація, що частково дублює інформацію, яку здобувач наводив у першому розділі. На мій погляд, не доцільно у п'ятому розділі наводити оглядову інформацію, це зайве.

6. У тексті дисертаційної роботи трапляються окремі недоліки в оформленні, зокрема спостерігаються поодинокі орфографічні, пунктуаційні та стилістичні неточності. Хоча вони не мають суттєвого впливу на розуміння змісту дослідження.

Втім вказані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Тимофєєва В.Д.

10. Висновки

Представлена дисертація є довершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково-обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, яка має важливе значення для галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія». Тема і зміст дисертації повною мірою відповідають спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія».

З огляду на актуальність теми дисертації, яка виконана на високому науковому рівні, наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, рівень досліджень та їх достовірність, апробацію та публікації, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертація здобувача Тимофєєва Вадима Дмитровича «Ударостійкі мулітокордієритові склокристалічні матеріали для захисту спеціальної техніки» за спеціальністю

161 «Хімічні технології та інженерія», повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та «Вимогам до оформлення дисертацій», затвердженими наказом МОН України від 12.01.2017 р. № 40, а її автор, Тимофєєв Вадим Дмитрович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Рецензент – професор кафедри технології
кераміки, вогнетривів, скла та емалей
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
д.т.н., професор



[Handwritten signature]
Підпис **Оксана БОРИСЕНКО**
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
[Handwritten signature]
7 травня 2025 р.