

ВІДГУК

офіційного опонента Цапко Наталії Сергіївни

на дисертаційну роботу Баглая Володимира Юрійовича

«Композиційні керамічні матеріали для маскуванню військових об'єктів», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

Актуальність теми

Дисертаційна робота присвячена науково-прикладній проблемі створення композиційних керамічних матеріалів із заданими електродинамічними характеристиками для ефективного маскуванню військових об'єктів у широкому частотному діапазоні. В умовах інтенсифікації використання високоточних оптико-електронних засобів розвідки з розширеними тактико-технічними характеристиками актуальним є створення ефективних матеріалів для маскуванню військових об'єктів. Традиційні пасивні засоби (емалі, лаки, пористі та піноутворювальні покриття, багатошарові розсіювальні й відбивні системи) характеризуються значною масою, високою вартістю, дефіцитністю сировини та низькою стійкістю до атмосферних впливів.

Перспективним напрямом є розробка композиційних керамічних матеріалів з діелектричною матрицею та наповнювачами, що мають електропровідні, сегнетоелектричні або магнітні властивості. Такі системи здатні забезпечувати мультиспектральне поглинання в широкому частотному діапазоні, стабільність експлуатаційних характеристик при значних температурних коливаннях та тривалий термін служби.

Створення радіопоглинальних композиційних керамічних матеріалів з оптимальною масою, широким температурним діапазоном експлуатації та універсальністю застосування є актуальним завданням сучасного матеріалознавства спеціального призначення. З огляду на це, тема дисертації є надзвичайно актуальною як з позиції оборонної промисловості, так і з точки зору розвитку матеріалознавства і хімічної технології функціональних матеріалів.

Виконання дисертаційного дослідження відповідало плану науково-дослідних робіт кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП» в рамках науково-дослідної держбюджетної теми: «Новітні керамополімерні композиційні матеріали для радіолокаційного і тепловізійного маскуванню об'єктів військової техніки різного призначення» (№ ДР 0124U000673), в якій здобувач був виконавцем окремих етапів робіт, що є додатковим свідченням актуальності дисертаційного дослідження.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

Наукові положення, сформульовані в дисертації, мають високий ступінь обґрунтованості. Автором проведено глибокий теоретичний аналіз систем $\text{SrO-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-SiO}_2$ та $\text{SrO-BaO-TiO}_2\text{-SiO}_2$, побудовано діаграми стану, досліджено фазові співвідношення та визначено перспективні напрямки формування матриць і наповнювачів. Узгодженість теоретичних побудов із результатами експериментальних досліджень, які виконано із застосуванням сучасного аналітичного обладнання (рентгенофазовий аналіз, електронна мікроскопія, вимірювання діелектричних та електродинамічних властивостей), підтверджує достовірність отриманих даних.

В роботі обґрунтовано застосовано стандартизовані методики визначення водопоглинання, уявної густини та відкритої пористості відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-283:2011 «Плитки керамічні. Методи випробувань». Проведення насичення зразків водою із використанням вакуумного методу у поєднанні з подальшим гідростатичним зважуванням свідчить про дотримання точності вимірювань (до 3 % за кімнатної температури). Застосування середнього значення трьох паралельних випробувань для кожного показника забезпечує достовірність та відтворюваність отриманих результатів, що є свідченням належного рівня проведення експериментальної частини дослідження.

Сформульовані в дисертаційній роботі висновки повністю відповідають поставленим задачам та відображають наукову новизну отриманих результатів досліджень.

Достовірність результатів дослідження

Достовірність результатів дослідження забезпечується відтворюваністю експериментальних результатів, застосуванням сучасних методів аналізу та детальною статистичною обробкою експериментальних даних. Всі етапи експериментів супроводжувалися паралельними вимірюваннями, що дозволило мінімізувати випадкові похибки та забезпечити максимальну точність отриманих результатів.

Для рентгенофазового аналізу, визначення фізико-механічних та діелектричних властивостей матеріалів використовувалося сучасне обладнання, що відповідає загальноприйнятим методикам. Зокрема, для визначення фазового складу використовували дифрактометр ДРОН-3М, а вивчення мікроструктури керамічних матеріалів проводили методом растрової електронної мікроскопії з використанням сучасного скануючого електронного мікроскопу Phenom Pro. Вивчення фізико-механічних властивостей керамічних зразків, а також їх електрофізичних та електродинамічних характеристик проводилося відповідно до чинних українських стандартів та загальноприйнятих в даній області експериментальних методик.

Достовірність підтверджується також повторюваністю результатів при варіації складу матеріалів, погодженістю фазового складу та властивостей, використанням методик згідно з чинними стандартами та науково визнаними практиками.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- побудову теоретичної діаграми стану системи $\text{SrO}-\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$ з виділенням фазового перерізу $\text{BaTiO}_3-\text{SrTiO}_3-\text{SiO}_2$ та його геометрично-топологічною характеристикою;
- встановлення закономірностей формування фазового складу і властивостей двофазної кераміки на основі титанатів барію і стронцію;

- експериментальне підтвердження можливості використання радіопоглинаючої плитки класу В_{пв} з функціональними шарами як ефективного засобу пасивного маскування.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у створенні технологій одержання керамічних композицій зі стабільними електродинамічними характеристиками, регульованою діелектричною проникністю, підвищеною термостійкістю та механічною міцністю. Матеріали придатні для інтеграції у пасивні системи захисту військових об'єктів. Результати впроваджені у навчальний процес кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП» та державну НДР.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях

Основні результати дисертації опубліковані у 15 наукових працях, зокрема: 1 статті у виданні, що індексується у Scopus, 2 статтях у фахових виданнях, 1 колективній монографії, 1 статті в науково-технічному журналі не за спеціальністю, але яка додатково відображає результати роботи та 10 матеріалах конференцій. Тематика публікацій повністю відповідає змісту дисертації, а особистий внесок здобувача у співавторські роботи належним чином визначений.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту № 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертація має чітку структуру, що включає анотації, вступ, чотири розділи основного змісту, висновки, список використаних джерел (понад 100 найменувань) та додатки.

У вступі належним чином розкриті всі ключові елементи, що відповідають вимогам до наукової роботи: обґрунтована актуальність теми, чітко сформульовані мета, об'єкт і предмет дослідження, визначені основні наукові завдання, описані застосовані методи, окреслені наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

Основна частина дисертації складається з чотирьох розділів, у яких послідовно викладено теоретичні засади розробленої технології керамічних композитів, детально описана методологію проведених досліджень, наведені експериментальні дані, здійснений їх аналіз, надана технологічна інтерпретація. Кожен розділ логічно пов'язаний з попереднім, що забезпечує цілісність і послідовність викладу матеріалу.

У висновках узагальнені основні результати дослідження, які повністю відповідають поставленим у вступі завданням. Вони демонструють досягнення мети роботи та підтверджують наукову і практичну значущість отриманих результатів.

Академічна доброчесність

У дисертації та наукових публікаціях, що відображають основні наукові результати роботи, порушень академічної доброчесності не виявлено. Всі результати, представлені автором на захист, є результатом його власних досліджень і містяться в опублікованих роботах. У публікаціях, створених виданих у співавторстві, були використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є безпосереднім результатом особистих наукових зусиль здобувача.

Зауваження

Робота виконана на високому науково-методичному рівні. Разом з тим, варто зазначити, що:

1. Було б доцільно детальніше порівняти властивості розроблених матеріалів із існуючими аналогами, зокрема зразками подвійного призначення.

2. В теоретичній частині роботи в деяких фрагментах бракує графічного узагальнення параметрів фазової стабільності, що обмежує швидке розуміння динаміки переходів між фазами.
3. При дослідженні перерізу $\text{BaTiO}_3\text{--SrTiO}_3\text{--SiO}_2$ автор наводить дані про евтектичні температури в бінарних підсистемах і не наводить результатів розрахунків потрібних евтектик. Це ускладнює більш точну оцінку робочих температур експлуатації композитів.
4. На с. 33 дисертації, описуючи методичне супроводження розрахунків в оксидних системах, автор зазначає, що «для автоматизації розрахунків було використано *авторське* програмне забезпечення «Thermodynamics»... (цитата), посилаючись при цьому на кафедральний сайт, де воно доступне з 2011 року. Хоча загальний зміст зрозумілий, але формулювання потребують більшої точності для уникнення можливих неоднозначностей.
5. При аналізі діелектричних властивостей композитів автор оперує значеннями діелектричної сталої, а значення діелектричних втрат наводить тільки для матеріалів на основі титанатів стронцію і барію (с. 91). Не зовсім зрозуміло чому так, адже діелектричні втрати також відповідають за радіопоглинаючі властивості матеріалів.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

Висновок

Дисертаційна робота Баглая Володимира Юрійовича «Композиційні керамічні матеріали для маскуванню військових об'єктів» є завершеним самостійним науковим дослідженням, що вирішує важливу науково-прикладну задачу розробки технології радіопоглинаючих композиційних матеріалів для їх використання в спеціальних цілях у широкому діапазоні частот електромагнітного випромінювання. За науковим рівнем, актуальністю, обсягом проведених досліджень та отриманими результатами дисертація повністю відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового

ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова № 44 Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р.), а здобувач Баглай Володимир Юрійович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

Офіційний опонент,
перший заступник директора
науково-дослідної установи
«Український науково-дослідний
інститут екологічних проблем»,
канд. техн. наук, доцент

Наталія ЦАПКО

дата 12. 08. 2025 р.

Підпис к.т.н., доц. Цапко Наталії Сергіївни засвідчую:
Заступник директора з наукової роботи
науково-дослідної установи
«Український науково-дослідний
інститут екологічних проблем»,
канд. біолог. наук, доцент



Олександр ВАСЕНКО