

Рецензія

рецензента, д.т.н., професора Шабанової Галини Миколаївни на дисертаційну роботу Баглая Володимира Юрійовича «Композиційні керамічні матеріали для маскування військових об'єктів», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

Всебічний аналіз дисертації Баглая Володимира Юрійовича на тему «Композиційні керамічні матеріали для маскування військових об'єктів», поданої до захисту в НТУ «ХП», дозволяє надати оцінку її актуальності, наукової новизни, практичної значимості та обґрунтованості висновків.

1. Актуальність теми

В умовах сьогодення нашої країни особливого значення набуває проблема ефективного маскування військових об'єктів від оптико-електронних засобів розвідки противника, які постійно вдосконалюються. Для протидії цим засобам необхідним є використання комплексу пасивних і активних методів маскування. Пасивні засоби у вигляді різних органічних матеріалів та покриттів з радіопоглинаючими властивостями мають ряд недоліків, головним з яких є нестабільність до атмосферних впливів і, як результат, втрата функціональних властивостей. Усунути цей недолік можна використанням неорганічних радіопоглинаючих матеріалів, зокрема композиційних керамічних систем, які характеризуються високим рівнем фізико-механічних та експлуатаційних властивостей, а також здатністю до тривалого функціонування в екстремальних умовах. В цьому напрямку перспективним є створення керамічних діелектричних матриць, модифікованих наповнювачами з електропровідними, сегнетоелектричними або магнітними властивостями, здатними забезпечити ефективне поглинання електромагнітної хвилі в широкому частотному діапазоні. Тому розробка технологій виготовлення композиційних керамічних матеріалів з радіопоглинаючими властивостями є актуальним завданням, особливо в контексті спеціалізованих оборонних технологій, вирішенню якого і присвячена дисертаційна робота.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами і темами

Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП» при проведенні досліджень за держбюджетною НДР «Новітні керамополімерні композиційні матеріали для радіолокаційного і тепловізійного маскування об'єктів військової техніки різного призначення» (№ ДР 0124U000673), замовник – Міністерство освіти та науки України, м. Київ), в якій здобувач був виконавцем одного з етапів роботи.

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

Мета роботи – розроблення рецептурно-технологічних параметрів отримання радіопоглинаючої кераміки з необхідними фізико-механічними та електродинамічними властивостями для маскування спеціальних об'єктів.

Об'єкт дослідження – фізико-хімічні та технологічні процеси отримання радіопоглинаючих композиційних матеріалів з різними видами керамічних матриць і наповнювачів.

Предмет дослідження – фізико-механічні, електрофізичні та електродинамічні характеристики радіопоглинаючих композитів у взаємозв'язку з їх складом, структурою і технологічними параметрами отримання.

В дисертації вирішено важливе науково-практичне завдання, яке характеризується науковою новизною і має практичне значення, а саме – розв'язано науково-практичну задачу розроблення технологічних параметрів отримання радіопоглинаючої композиційної кераміки з необхідними фізико-механічними та електродинамічними властивостями.

У *вступі* дисертаційної роботи обґрунтовані актуальність обраної теми та її відповідність науковим напрямкам кафедри, сформульовані мета і завдання дослідження, охарактеризована використана сировина, наведені методики теоретичних та експериментальних досліджень, а також описано застосоване обладнання. Визначені наукова новизна та практична значимість отриманих результатів, відзначений особистий внесок здобувача у публікації, наведені дані щодо апробації результатів дослідження, структури та обсягу дисертації.

В *першому розділі* проаналізовані відомі технології отримання різних видів матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання на різних частотах з позиції їх переваг і недоліків. Надана характеристика композиційних матеріалів з різними матрицями і наповнювачами, зокрема композитів на основі склокристалічних і керамічних матриць. Розглянуті технологічні принципи отримання спеціальної композиційної кераміки та обрані перспективні напрямки удосконалення складів і властивостей матеріалів такого типу.

У *другому розділі* подано інформацію про використані сировинні матеріали, методики виготовлення лабораторних зразків. Охарактеризовані методи теоретичних досліджень, а також експериментальні методики, переважно стандартизовані, та обладнання для реалізації експериментів.

У *третьому розділі* здійснено теоретичне обґрунтування вибору оксидних систем для створення діелектричних керамічних матриць та сегнетоелектричних наповнювачів радіопоглинаючих матеріалів заданого складу. За результатами вивчення субсолідусного стану стронцій- і барійвмісних силікатних систем побудована теоретична діаграма стану системи $\text{SrO}-\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$, досліджений її потрійний переріз $\text{BaTiO}_3-\text{SrTiO}_3-\text{SiO}_2$ як основа синтезу керамічних матриць і наповнювачів заданого фазового складу. Наведена характеристика фаз даного перерізу, проаналізована імовірність їх існування, визначена область складів для синтезу цільових фаз титанатів барію та стронцію для отримання радіопоглинаючої кераміки з високими значеннями діелектричної проникності і підвищеною температурною стабільністю.

У четвертому розділі представлені результати експериментальних досліджень з розробки рецептурно-технологічних параметрів отримання композиційної радіопоглинаючої кераміки заданого фазового складу. Наведені результати дослідження кераміки на основі славсоніту і титанату стронцію зі змінною діелектричною проникністю в межах від 20 до 60, встановлені технологічні параметри отримання даних матеріалів за двостадійною технологією. Представлені результати робіт по отриманню керамічних матеріалів зі славсонітовою матрицею і титанатом барію з діелектричною проникністю в межах 15...46, наведені рецептури і технологічні параметри етапів синтезу заданих фаз і випалу напівфабрикатів; проаналізований взаємозв'язок фазового складу і властивостей матеріалів. Представлені результати в напрямку розробки двофазної кераміки на основі системи $\text{BaTiO}_3\text{--SrTiO}_3\text{--SiO}_2$ з барій-стронцієвим титанатом, а також матеріалів градієнтного типу, в яких розроблені композити використовуються як функціональні шари. Визначені технологічні параметри отримання радіопоглинаючих композиційних керамічних плиток з використанням електропровідної добавки карбиду кремнію і сегнетоелектричної добавки титанату стронцію, вивчені їх фізико-механічні властивості, а також коефіцієнти передачі, відбиття і поглинання електромагнітної хвилі за частот 20 і 40 ГГц.

Висновки по дисертації чітко сформульовані, повністю висвітлюють отримані результати і відповідають задачам дослідження. За отриманими результатами, наведеними у висновках, вони повністю відповідають вимогам, які висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список використаних джерел містить 117 найменувань і досить повно охоплює предметну галузь. Проаналізована автором наукова література є сучасною і свідчить про опрацювання автором великої кількості вітчизняних і закордонних джерел.

Додатки до роботи містять: список публікацій здобувача (Додаток А), акт впровадження результатів дисертації при виконанні держбюджетної НДР (Додаток Б), довідку про впровадження результатів дисертації у навчальний процес кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП» (Додаток В). Список публікацій здобувача відповідає актуальним вимогам, що висуваються до дисертаційних робіт доктора філософії.

4. Наукова новизна отриманих результатів

В дисертаційній роботі містяться наукові результати, що характеризуються науковою новизною:

- *вперше* на основі аналізу потрійних підсистем побудована діаграма стану системи $\text{SrO--BaO--TiO}_2\text{--SiO}_2$, досліджені фазові співвідношення в перерізі $\text{BaTiO}_3\text{--SrTiO}_3\text{--SiO}_2$, визначені співіснуючі фази, надана їх геометро-топологічна характеристика, що дозволило обґрунтувати область складів для синтезу цільових фаз при отриманні керамічних діелектричних матриць і сегнетоелектричних наповнювачів;

- *вперше* встановлені закономірності формування фазового складу і властивостей кераміки на основі титанату барію-стронцію для використання як функціональних шарів радіопоглинаючих матеріалів градієнтного типу з регульованими значеннями діелектричної проникності в межах 21,3...72,5, хвильового опору в межах 44,5...81,6 Ом, коефіцієнтів відбиття та затування хвилі в межах від -2 до -3,8 дБ і 52–141 Нп/м відповідно;

- *вперше* експериментально підтверджена можливість використання композиційної керамічної плитки з карбідом кремнію в першому шарі і титанату стронцію у другому шарі з показником ослаблення потужності хвилі 76–78 % (40 ГГц) для використання як ефективною складовою пасивної системи захисту спеціальних об'єктів як всередині, так і ззовні приміщення.

5. Достовірність отриманих результатів і висновків

Достовірність отриманих в дисертації результатів зумовлена використанням сучасної методології дослідження і комплексним підходом у вивченні визначеного об'єкта. Теоретичні дослідження базувались на принципах фізичної хімії силікатів, а експериментальні дослідження проводились з використанням сучасних методик, повірених приладів і обладнання в лабораторних умовах кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП» та інших вишів та академічних інститутів України.

6. Практична цінність отриманих результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практична цінність отриманих в дисертації результатів полягає у встановленні рецептурно-технологічних параметрів отримання композиційної кераміки заданого фазового складу і властивостей, яка задовольняє вимоги, що висувуються до радіопоглинаючих матеріалів в широкому частотному діапазоні, і може використовуватися як складова систем пасивного захисту спеціальних об'єктів. Розроблені матеріали мають різні фізико-механічні, електрофізичні та електродинамічні властивості, які регулюються їх фазовим складом. До них відносяться: композиційна кераміка зі славсонітовою матрицею і SrTiO₃-наповнювачем з регульованою діелектричною проникністю в межах 20...60 (1 кГц); композиційна кераміка типу «славсонітова матриця – BaTiO₃-наповнювач» з діелектричною проникністю $\epsilon = 14,7...44,5$ (1 кГц); кераміка на основі барій-стронцієвого титанату з високими (62,0–72,5) та середніми (21,3–45,8) значеннями діелектричної проникності за частоти 0,1 ГГц, яка має коефіцієнти затування хвилі на рівні 123–141 Нп/м і 52,0–90,3 Нп/м відповідно для використання як функціонального шару градієнтної радіопоглинаючої композиції; радіопоглинаюча керамічна плитка класу В_{пв} з показником ослаблення потужності хвилі 76–78 % за частоти 40 ГГц, що може служити ефективним засобом системи пасивного захисту спеціальних об'єктів.

Результати дисертації впроваджені у навчальний процес кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей Національного технічного університету «ХП», використані при підготовці бакалаврів і магістрів, а

також при виконанні держбюджетної науково-дослідної роботи кафедри (Додатки Б, В).

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

Оформлення дисертації повністю відповідає вимогам, затвердженим наказом МОН України від 12.01.2017 № 40. Дисертаційна робота складається з анотацій двома мовами (української та англійської), вступу, чотирьох розділів, висновків, списку джерел інформації та трьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 132 сторінки, обсяг основної частини – 105 сторінок.

Перевірка дисертаційної роботи на академічний плагіат з використанням платформи StrikePlagiarism із залученням документів із мережі Інтернет показала 11,8 % схожості, які переважно представлені стандартними назвами обладнання і назвами конференцій. Використання в тексті результатів інших науковців супроводжується посиланнями на відповідні джерела.

Всі положення та наукові результати дисертації опубліковані в достатній мірі. Основні матеріали роботи опубліковані у 15 наукових працях, в тому числі: 3 статтях (1 – у вітчизняному виданні, що індексується наукометричною БД Scopus, 2 – у наукових фахових виданнях України категорії Б), 10 тезах доповідей на наукових конференціях, 1-й статті та 1-й монографії, які додатково відображають результати роботи. Усі публікації містять результати роботи автора на окремих етапах підготовки дисертації та відображають основні її положення та висновки. Особистий внесок здобувача в наукові праці, опубліковані у співавторстві, відображений у вступі дисертації.

8. Недоліки та зауваження по дисертаційній роботі

1) На мій погляд, автор недостатньо обґрунтовує необхідність використання саме титанатів стронцію і барію як наповнювачів славсонітової керамічної матриці, адже відомі й інші види сегнетоелектричних добавок. Яка перевага саме титанатів перед іншими добавками?

2) При дослідженні композиційних плиток та наданні рекомендацій щодо їх використання автор наводить такі властивості цих матеріалів, як водопоглинання і межа міцності при згині. При цьому не зазначає про таку властивість як морозостійкість, яка є основною експлуатаційною характеристикою керамічних матеріалів при їх використанні зовні приміщення.

3) При отриманні композиційної радіопоглинаючої плитки кількість карбиду кремнію встановлена на постійному рівні 30 мас. %. На мій погляд, доцільним було б проведення досліджень щодо мінімізації кількості цієї досить кошовної електропровідної добавки.

4) При аналізі радіопоглинаючих властивостей розроблених матеріалів та описі по суті однієї і тієї ж характеристики автор наводить різні

показники: в одному випадку – коефіцієнти відбиття та згасання електромагнітної хвилі, а в іншому – показник ослаблення потужності хвилі, виражені в різних одиницях. Це ускладнює сприйняття матеріалу. Для коректності аналізу слід застосовувати єдині метричні характеристики та узгоджені одиниці вимірювання.

5) Незважаючи на повноту теоретичного та експериментального обґрунтування, в тексті дисертації не наведений техніко-економічний аналіз переваг і недоліків запропонованих матеріалів у порівнянні з матеріалами схожої функціональності.

9. Висновки

Дисертаційна робота є закінченою науково-дослідною працею, що вирішує актуальну науково-прикладну задачу розробки рецептур і технологічних параметрів отримання радіопоглинаючої композиційної кераміки із заданими фізико-механічними та електродинамічними властивостями для радіолокаційного маскування спеціальних об'єктів. Теоретичні і практичні результати роботи мають важливе значення для галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія», тема і зміст роботи відповідають спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія».

Враховуючи актуальність теми дисертації, наукову новизну отриманих результатів та їх практичну цінність, вважаю, що дисертаційна робота Баглая Володимира Юрійовича «Композиційні керамічні матеріали для маскування військових об'єктів» відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації згідно з наказом МОН України від 12.01.2017 № 40, а здобувач Баглай Володимир Юрійович заслуговує на 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

 Галина ШАБАНОВА

Підпис д.т.н., проф.
засвідчує

06.08.2025 р.



Проректор
Мисгузенко Р.П.