

ВІДГУК

офіційного опонента Христинч Олени Валеріївни
на дисертаційну роботу Волощук Валентини Василівни
«Радіопрозорі керамічні матеріали на основі системи $RO - Al_2O_3 - SiO_2$ »,
що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 161 - Хімічні технології та інженерія

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Створення нових матеріалів, таких як радіопрозорі керамічні матеріали, значною мірою визначають науково-технічний прогрес в науці та техніці. Для вирішення сучасних матеріалознавчих завдань необхідні матеріали з високими експлуатаційними характеристиками. В світовій практиці створенням радіопрозорих матеріалів займаються вчені з провідних наукових установ. Перспективність налагодження виробництва електротехнічної кераміки в Україні зумовлює поєднання доступності сировинних компонентів та їх невисокої вартості з високим кваліфікаційним рівнем вітчизняних науковців. Зниження матеріало- та енергоємності виробництва є суттєвим стимулом для розвитку більш ефективних технологій та створення матеріалів з керованими функціональними властивостями.

Вищевикладене свідчить про те, що дисертаційна робота Волощук В.В., яка спрямована на створення технології виготовлення носових обтічників та елементів захисних конструкцій антенних систем авіаційних об'єктів з комплексом заданих функціональних та високих експлуатаційних властивостей є актуальною науково-практичною задачею сучасного матеріалознавства та визначає напрямок дисертаційних досліджень.

Актуальність дисертаційної роботи підтверджуються тим, що вона пов'язана з виконанням фундаментальних та прикладних держбюджетних робіт Міністерства освіти і науки України: «Підвищення корозійної стійкості та довговічності високотемпературної радіопрозорої кераміки для об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки» (№ ДР 0120U001004), «Розробка теоретичних основ синтезу радіопрозорих керамічних матеріалів на основі системи $RO - RO_2 - Al_2O_3 - SiO_2$ » (№ ДР 0116U000856), а також

держбюджетного замовлення «Розроблення складів та технології виготовлення керамічних радіопрозорих носових обтічників для захисних елементів конструкцій літальних апаратів» (№ ДР 0118U02230), в яких здобувачка була виконавцем окремих етапів.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень і висновків, сформульованих в дисертаційній роботі.

Обґрунтованість положень та висновків, отриманих у дисертації Волощук В.В., базується на використанні сучасних стандартизованих методів досліджень та сертифікованого лабораторного обладнання. Дослідження окремих параметрів виконувались за допомогою комп'ютерного моделювання із залученням пакету сучасного ліцензійного програмного забезпечення ANSYS.

Достовірність теоретичних розрахунків підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень, а також наявністю актів впровадження та промислових випробувань розроблених технологічних параметрів.

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

Структура та зміст основних положень дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Волощук В.В. складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел інформації та чотирьох додатків, що відповідає вимогам пунктів 6 і 7 Постанови КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Дисертація характеризується логічною, завершеною структурою з чіткою послідовністю викладення матеріалу, який повною мірою висвітлює зміст визначених розділів. Зміст наукової роботи відповідає поставленим задачам та меті дослідження. Роботу викладено в науковому стилі та проілюстровано відповідними рисунками, графіками та таблицями.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, показано наукову новизну та

наведено інформацію про практичне значення та використання отриманих результатів.

В *першому розділі* проаналізовано переваги та недоліки існуючих радіопрозорих матеріалів і технології виробництва антенних обтічників з них. Визначено напрями та сформульовано завдання досліджень, спрямованих на створення технології отримання радіопрозорої кераміки.

В *другому розділі* наведено відомості щодо сировинних матеріалів, методів виготовлення зразків, а також надана характеристика методик та обладнання для теоретичних і експериментальних досліджень, які реалізовані в дисертаційній роботі.

В *третьому розділі* обґрунтовано вибір оксидних композицій для отримання цельзіанової та славсонітової кераміки на основі систем $\text{SrO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. Досліджено вплив добавок MgO , Cr_2O_3 , ZrSiO_4 , TiO_2 , CaCO_3 , V_2O_5 , MoO_3 та евтектичної композиції $\text{Li}_2\text{O}:\text{SnO}_2$ на процеси структуро- та фазоутворення цельзіанової кераміки за умови зниженої температури синтезу.

В *четвертому розділі* визначено оптимальні технологічні параметри отримання керамічних радіопрозорих виробів складної форми та встановлено структурно-фазові особливості отриманої кераміки методами рентгенофазного аналізу та скануючої електронної мікроскопії.

В *п'ятому розділі* обґрунтовано вірогідність взаємодії розробленої кераміки з кислотними та лужними реагентами, проведено розрахунки параметрів газодинаміки та напружено-деформованого стану керамічних антенних обтічників, на основі розроблених складів. Експериментально підтверджено доцільність виготовлення виробів та деталей конструкцій для захисту радіоелектронного обладнання у ракетній, авіаційній та космічній галузях за розробленими технологічними параметрами з використанням отриманих радіопрозорих керамічних матеріалів.

В *шостому розділі* наведено результати апробації та впровадження отриманих результатів дисертаційних досліджень.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту та поставленим задачам дисертаційної роботи.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи.

Здобувачкою вперше виконано значний обсяг робіт за рахунок комплексного вивчення питання отримання радіопрозорих керамічних матеріалів. Наукові положення, сформульовані у дисертаційній роботі Волощук В.В., та опубліковані наукові праці повністю відображають особистий внесок дисертантки та підтверджують наявність наукової новизни. Головними науковими результатами, які отримала дисертантка, вважаю наступне:

– *вперше* досліджено вплив малих оксидних добавок на інтенсифікацію процесів спікання, фазо- та структуроутворення цельзіанової кераміки за умови зниженої температури випалу;

– *вперше* здійснено прогностичну оцінку хімічної стійкості цельзіану та славсоніту, з лужними та кислотними реагентами (NaOH, Na₂CO₃, H₂SO₄, HCl, HNO₃) та встановлено, що радіопрозора кераміка славсонітового та цельзіанового складів виявлятиме високу хімічну стійкість до стандартних розчинів луг (NaOH, Na₂CO₃) та кислот (HCl та в меншій мірі H₂SO₄), що підтверджено експериментально;

– *вперше* за результатами аналізу параметрів газодинаміки та напружено-деформованого стану антенних обтічників визначено, що еквівалентні ($\leq 69,3$ МПа) та головні (≤ 40 МПа) напруження, що виникають у виробі, не перевищують меж міцності при згині для цельзіанової кераміки (290 МПа), а різниця температур на внутрішній та зовнішній поверхні носового обтічника відрізняється в середньому не більше ніж на ± 1 °С. Це свідчить про те, що обтічник, виготовлений із зазначеної кераміки зберігатиме свою цілісність в жорстких умовах експлуатації;

– *вперше* доведено, що функціональність носових обтічників з цельзіанової та славсонітової кераміки, а саме сталість їх діелектричних та електродинамічних характеристик, забезпечується за рахунок спрямованого твердофазного синтезу цільових сполук, а також завдяки високій однорідності та максимальному ступеню спікання отриманих керамічних матеріалів.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Практична цінність дисертаційної роботи для авіаційної та космічної галузей промисловості полягає в створенні монофазних радіопрозорих керамічних матеріалів на основі системи $RO - Al_2O_3 - SiO_2$ та розробленні технологій отримання носових обтічників на їх основі, які забезпечують функціональність та комплекс високих експлуатаційних властивостей виробів. Практичні рекомендації щодо особливостей технології виготовлення носових обтічників викладено в розроблених проектах технічних умов.

Дослідна партія носових обтічників, виготовлених за запропонованою технологією, пройшла напівпромислові та промислові випробування, що підтверджують акти промислових випробувань та впровадження, а новизна розробок захищена 2 патентами на корисну модель.

Теоретичні та практичні результати, отримані при виконанні науково-дослідної роботи, впроваджені у практику навчального процесу кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП» для підготовки студентів та аспірантів за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

Повнота викладення результатів дисертаційної роботи в опублікованих працях.

Основний зміст дисертаційної роботи відображено у 27 наукових працях, з них: 2 статті, що включені до Web of Science (Угорщина), 6 статей у наукових фахових видань України, розділи у 3 колективних монографіях, 2 патенти України на корисну модель та 14 тез доповідей у збірниках міжнародних конференцій.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

Наведені публікації містять результати безпосередньої роботи дисертанта на окремих етапах дослідження, 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 Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44.

Академічна доброчесність.

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено. Здобувачка надала звіт перевірки дисертаційної роботи на плагіат unichesk.com. Усі результати, які винесено авторкою на захист, отримані самостійно та містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використано тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. В літературному огляді досить стисло розглянуто поведінку матеріалів в умовах експлуатації, доцільно було б розкрити питання впливу на матеріали інших факторів.
2. При вивченні впливу малих добавок на структуроутворення фази цельзіану, окрім досліджених фізико-механічних властивостей та мікроструктури, бажано було б навести результати рентгенофазового аналізу для більшої наочності.
3. Для ефективного захисту радіосистем авіаційних об'єктів на високих швидкостях, як правило, перевага надається матеріалам з низькою теплопровідністю. В дисертаційній роботі не наводяться дані щодо теплопровідності та термічної міцності розроблених матеріалів.
4. У зв'язку з тим, що зберігання готових обтічників відбувається як у спеціальних сховищах, так і на відкритих майданчиках в польових умовах, доцільно навести дані щодо морозостійкості розроблених матеріалів.
5. В розділі 5 було б доцільно вказати інформацію щодо строку служби радіопрозорих обтічників, виготовлених за запропонованою технологією.
6. В розділі 5 наведено термодинамічні розрахунки хімічної стійкості для чотирьох фаз, але не зазначено у зв'язку з чим було обрано саме їх. Конкретизувати більш детально описати вибір фаз для термодинамічних розрахунків.

7. На рис. 5.14-5.16 позначення шкал записано в назву рисунка, бажано перенести підпис на шкалу.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Волощук Валентини Василівни «Радіопрозори керамічні матеріали на основі системи $RO - Al_2O_3 - SiO_2$ » за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія. Дисертація є завершеним науковим дослідженням, яке розв'язує важливу науково-практичну задачу, що полягає в створенні технології виготовлення носових обтічників та елементів захисних конструкцій антенних систем авіаційних об'єктів, які володіють комплексом заданих функціональних та високих експлуатаційних властивостей.

Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам пунктів 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, а здобувачка Волощук Валентина Василівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

Офіційний опонент
Старший викладач кафедри спеціальної
хімії та хімічної технології
Національного університету
цивільного захисту України,
кандидат технічних наук, доцент

Олена ХРИСТИЧ

Підпис -

Олени Христич

ЗАСВІТАЧУ
УЧЕНИЙ СЕКРЕТАР КАНДИДАТ
НАУК. СТАРШИЙ НАУКОВИЙ РАДИ

