

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-290-4-57-62>

УДК 666.943

ДО ПИТАННЯ ПРО СТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Лісачук Г.В., Баглай В.Ю.

ON THE ISSUE OF CREATING COMPOSITE CERAMIC MATERIALS

Lisachuk G.V., Baglay V.Yu.

У зв'язку з інтенсивним розвитком сучасних бездротових технологій зв'язку, а також постійним зростанням кількості електронних пристроїв, які функціонують у широкому частотному діапазоні, у навколишньому середовищі спостерігається стале підвищення рівня штучного електромагнітного випромінювання. Це зумовлює поступове зростання електромагнітного фону, що створює потенційні ризики для безперебійної та надійної роботи високочутливої електронної апаратури, а також може чинити негативний вплив на здоров'я та загальний стан біологічних об'єктів, зокрема людей. У зв'язку з цим особливої актуальності набувають дослідження, спрямовані на створення нових ефективних матеріалів з високими електромагнітно-захисними властивостями, які також повинні характеризуватись задовільними експлуатаційними показниками. У даній роботі наведено результати експериментального дослідження процесу розроблення композиційної керамічної плитки, що містить у своєму складі електропровідні та сегнетоелектричні функціональні компоненти. Як електропровідну добавку використано карбід кремнію у кількості 30 мас. %, а як сегнетоелектричну – титанат стронцію, який вводили в кількості 10, 20 і 30 мас. %. Дослідна плитка має двошарову структуру: перший шар являє собою керамічну масу з 30 мас. % карбиду кремнію, другий шар – масу з відповідним вмістом титанату стронцію. Формування зразків здійснювалося методом напівсухого пресування, а випал проводили в силітовій печі за температур 1120–1140 °C з ізотермічною витримкою 20 хвилин. У процесі дослідження проаналізовано вплив зміни вмісту титанату стронцію на фізико-механічні характеристики виробів. Визначено основні експлуатаційні властивості зразків, такі як водопоглинання, пористість, уявна густина та межа міцності при згині. За результатами

досліджень визначено оптимальний склад композиційної кераміки, який забезпечує прийнятне поєднання експлуатаційних характеристик: водопоглинання – 6,84 %, пористість – 14,90 %, уявна густина – 2,16 г/см³, межа міцності при згині – 26,5 МПа. Встановлено, що зростання уявної густини може слугувати індикатором підвищення загальної щільності й потенційної міцності виробу, незважаючи на деяке збільшення пористості. Результати дослідження можуть бути використані при подальшій розробці керамічних матеріалів з функціональними властивостями для використання в умовах дії електромагнітного випромінювання.

Ключові слова: композиційна кераміка, двошарова плитка, карбід кремнію, титанат стронцію, напівсухе пресування, водопоглинання та пористість, уявна густина та межа міцності при згині.

Вступ. Усунення електромагнітного (ЕМ) забруднення та забезпечення захисту здоров'я людини, а також стабільної роботи електронного обладнання, є одним із пріоритетних напрямів у сфері розробки поглинаючих матеріалів. Зі стрімким розвитком бездротових комунікаційних технологій та зростанням кількості електронних пристроїв, що працюють у широкому спектрі частот, інтенсивність штучно створеного ЕМ-випромінювання невинно зростає. Це призводить до посилення електромагнітного фону в навколишньому середовищі та зумовлює нові загрози як для функціонування високочутливих електронних систем, так і для біологічних об'єктів, зокрема організму людини [1,2].

Суттєвою проблемою сучасності є те, що джерела ЕМ-випромінювання часто діють в діапазоні частот від мегагерців (МГц) до гігагерців (ГГц), що значно ускладнює завдання ефективного екранування або поглинання. Традиційні поглинаючі матеріали, які були розроблені для обмежених частотних інтервалів, виявляються недостатньо ефективними для комплексного усунення такого багатоспектрового забруднення. З огляду на це, зростає актуальність створення інноваційних композитних матеріалів [3,4], здатних забезпечити високий рівень поглинання в широкому частотному діапазоні та водночас бути екологічно безпечними й економічно доцільними у виробництві.

Ефективність поглинання мікрохвильової енергії значною мірою визначається такими параметрами, як мікроструктурні особливості матеріалу, а також рівень діелектричних і магнітних втрат. Відповідно до теорії лінії передачі, ці втрати описуються через комплексну магнітну проникність ($\mu_r = \mu' - j\mu''$) та комплексну діелектричну проникність ($\epsilon_r = \epsilon' - j\epsilon''$), які характеризують відповідно здатність матеріалу до накопичення й дисипації енергії в магнітній та електричній складових електромагнітного поля. Таким чином, створення матеріалів із керованими діелектричними й магнітними властивостями, узгодженими з частотними характеристиками електромагнітного випромінювання та здатними охоплювати широкий частотний діапазон, мають вирішальне значення для розвитку сучасного матеріалознавства [5-7].

Перспективним напрямом наукових досліджень у сфері керамічних матеріалів є створення високоефективних композиційних систем на основі діелектричної керамічної матриці з введенням електропровідних функціональних добавок. Такий підхід дозволяє цілеспрямовано модифікувати структуру і властивості керамічних композитів з метою досягнення бажаних експлуатаційних характеристик. Зокрема, до складу ефективних електропровідних наповнювачів входять технічний вуглець, графіт, карбонільне залізо, карбід кремнію, титанати, оксид заліза (III), оксид міді (II) тощо [8-10].

У ряді досліджень [11,12] було продемонстровано доцільність використання карбіду кремнію як функціональної добавки для надання електропровідних властивостей композиційній кераміці, отриманій на основі шихти, призначеної для облицювальної плитки.

Зокрема, встановлено, що оптимальна концентрація карбіду кремнію становить близько 30% (мас.), оскільки саме за цієї умови забезпечується збереження значної частини добавки в первісному стані після випалу. Така стабільність фазового складу сприяє формуванню ефективного електропровідного каркасу в керамічній структурі, що, у свою чергу, забезпечує здатність матеріалу до екранування електромагнітного випромінювання. Отримані результати свідчать про перспективність подібних композитів для створення функціональної облицювальної кераміки з розширеними експлуатаційними властивостями.

Матеріали з перовскітною структурою (загальна формула ABO_3) є одними з найперспективніших функціональних оксидів, що активно застосовуються у сфері композитної кераміки. Їх особливість полягає у гнучкості кристалічної решітки, здатності до ізовалентного та неізовалентного легування, а також стабільності в умовах високих температур і агресивного середовища. Одними з найбільш вивчених представників є титанат барію ($BaTiO_3$) та титанат стронцію ($SrTiO_3$), які демонструють високу діелектричну проникність, п'єзоелектричні та фероелектричні властивості [13-16].

Інтегрування перовскітів у матрицю композиту дозволяє досягти синергії властивостей – наприклад, одночасного забезпечення електропровідності й механічної міцності. Дослідження показують, що при введенні частинок $SrTiO_3$ у керамічні матриці на основі Al_2O_3 або ZrO_2 відбувається покращення діелектричних властивостей без суттєвого зниження термостійкості [14].

В свою чергу, титанат стронцію є багатофункціональним матеріалом з широким спектром застосувань [17-20]. Його унікальні фізико-хімічні властивості, термостійкість та біосумісність, роблять його незамінним компонентом у створенні новітніх керамічних композицій. Як початковий сегнетоелектрик, $SrTiO_3$ завжди був важливим керамічним матеріалом, оскільки має відносно високу діелектричну проникність, низькі діелектричні втрати та помірну діелектричну пробивну міцність [19].

Метою роботи є створення композиційної керамічної плитки з додаванням карбіду кремнію та титанату стронцію, а також визначення впливу кількості добавки на фізико-механічні властивості кінцевого виробу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Враховуючи вимоги до електропровідних добавок [21-23], які переважно використовують для отримання композиційних керамічних виробів, що мають захисні властивості від впливу електромагнітного випромінювання, в роботі для додавання в діелектричну матрицю було обрано як електропровідну добавку карбід кремнію (ТКЛР – $5 \cdot 7 \cdot 10^{-6}$ град-1, $T_{пл} = 2700^\circ\text{C}$) та як сегнетоелектрик титанат стронцію (ТКЛР – $9 \cdot 11 \cdot 10^{-6}$ град-1, $T_{пл} = 2080^\circ\text{C}$). Керамічну масу обирали, орієнтуючись на мінімальні показники температури та часу випалу, з урахуванням можливості окислення, вигорання або взаємодії добавки з діелектричною матрицею. Композиційну керамічну плитку отримували за технологічною схемою представленою на рис. 1.

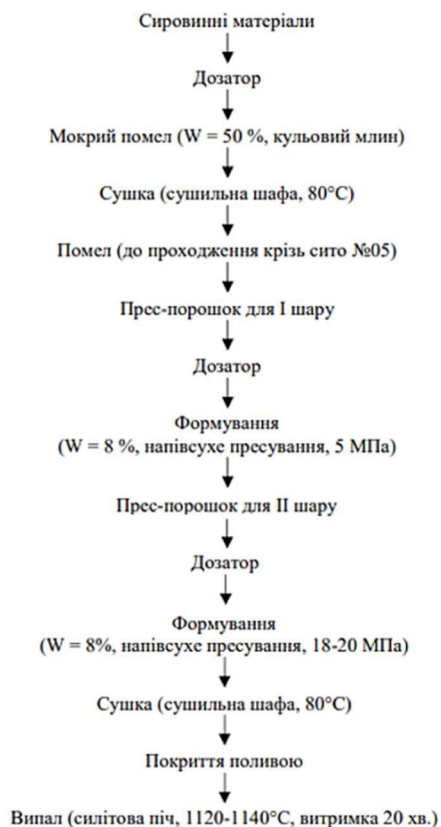


Рис. 1. Технологічна схема виготовлення композиційної керамічної плитки

Підготовка компонентів керамічної маси є критично важливим етапом технологічного процесу, що визначає якісні характеристики кінцевого виробу. Основна мета цього етапу полягає в забезпеченні відповідності кожного компоненту вимогам щодо хіміко-мінералогічного складу, ступеня чистоти, оптимальних фізико-механічних властивостей

та вологості, які є необхідними для ефективної подальшої обробки.

Первинне подрібнення сировини виконується з метою зменшення розміру частинок та досягнення необхідної дисперсності. У разі надмірної вологості матеріалу проводиться його сушіння до рівня, що забезпечує подальше ефективне подрібнення та зменшує ризик утворення агломератів. Завершальним етапом підготовки є попередня термообробка (випал), яка сприяє ініціації фазових перетворень у структурі матеріалу, підвищенню його щільності та видаленню летких сполук.

Комплексне виконання вищезазначених операцій дозволяє сформувати однорідну, стабільну за своїми властивостями керамічну масу, придатну для подальшого формування, сушіння та випалу, що у підсумку забезпечує отримання продукції високої якості з прогнозованими експлуатаційними характеристиками.

Дослідна композиційна керамічна плитка складається з двох шарів, розташування яких схематично наведено на рис. 2. В першому шарі в обрану керамічну масу вводили 30 мас. % карбиду кремнію, в другий шар як добавку вводили титанат стронцію в кількості 10, 20 та 30 мас. %.

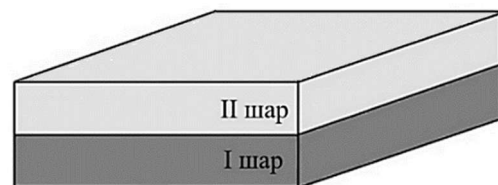


Рис. 2. Схематичне розташування шарів в плитці:
I шар з додаванням карбиду кремнію;
II шар з додаванням титанату стронцію

Шихтові склади для I та II шару керамічної плитки показано у табл.1. Прес-порошок замішували окремо, використовуючи необхідну кількість вихідної сировини. Компоненти зважували, зволожували, подрібнювали в шаровому млині, після чого отриманий шлікер висушували в сушильній шафі, подрібнювали та просіювали через сито №05.

На наступному етапі в підготовлений прес-порошок вводили добавки (карбід кремнію для першого шару, титанат стронцію для другого шару) в необхідній кількості та готову шихту доводили до вологості 8 %, після чого дозували та засипали у підготовлену прес-форму. Дослідні плитки отримували методом

напівсухого пресування на ручному гідравлічному пресі ПРГ-10.

Таблиця 1

Шихтові складові для композиційної керамічної плитки

Найменування сировинних матеріалів	Масовий вміст матеріалів, мас %			
	I шар	II шар		
		1	2	3
Глина Андріївська	29,93	37,31	33,62	29,93
Гранітні відсів	8,76	10,92	9,84	8,76
Крейда подрібнена	4,02	5	4,52	4,02
Пісок кварцовий	24,31	30,3	27,3	24,31
Плитковий бій	5,98	7,47	6,72	5,98
Карбід кремнію	27	-	-	-
Титанат стронцію	-	9	18	27

Для фіксації I шару відміряну необхідну масу шихти підпресовували прикладаючи тиск 5 МПа. Далі аналогічним способом працювали з II шаром: підготовлену та зволожену до 8 % вологості шихту відміряли, досипали в прес-форму до першого шару та пресували прикладаючи тиск 20 МПа. Отримані заготовки плитки розміщували у сушильну шафу та проводили дегідратацію до рівня вологості не більше 1 %. Завершальний етап передбачав випал у силітовій печі за температур 1120–1140 °C з ізотермічною витримкою протягом 20 хвилин.

Шифрування дослідних зразків містило наступну інформацію: зразки керамічної плитки з додаванням карбіду кремнію та титанату стронцію (КТ), перша цифра числової складової шифру вказує на кількість карбіду кремнію в керамічній масі («3» – 30 %), а друга – на кількість титанату стронцію в керамічній масі («1» – 10 %, «2» – 20 %, «3» – 30 %).

Показники структурно-фізичних характеристик дослідних плиток (водопоглинання, пористість, уявна густина) визначали способом їх гідростатичного зважування з використанням попереднього вакуумування та насичення водою згідно ДСТУ ISO 5017:2014. Механічні властивості зразків, а саме межі міцності при згині, визначали за допомогою триточкового методу згідно ДСТУ 3716-98. За кінцевий результат приймали середнє арифметичне значення трьох паралельних випробувань з округленням до 0,01 г/см³. Результати проведених досліджень наведено в табл. 2.

У результаті аналізу отриманих показників фізико-механічних властивостей чотирьох керамічних композицій (КК-30, КТ-31, КТ-32, КТ-33) було встановлено тенденцію до поступового зростання показників водопоглинання, пористості, уявної густини. Зокрема, водопоглинання зростає від 6,23 % до 6,92 %, пористість – від 13,65 % до 15,12 %, а уявна густина – від 2,11 до 2,18 г/см³. Таке зростання водопоглинання та пористості свідчить про підвищення відкритої пористості матеріалу, що потенційно може знижувати його морозостійкість, але разом з тим покращувати теплоізоляційні властивості. При цьому межа міцності при згині зростає з 17,2 МПа без додавання SrTiO₃ до 26,5 МПа при додаванні 20 мас.% SrTiO₃, та майже не змінюється при збільшенні концентрації SrTiO₃ до 30 мас.%.

Таблиця 2

Показники фізико-механічних властивостей дослідної композиційної плитки

Шифр композиції	Водопоглинання W , %	Пористість P , %	Уявна густина ρ , г/см ³	Межа міцності при згині σ_z , МПа
КК-30	6,23	13,65	2,11	17,2
КТ-31	6,71	14,51	2,14	23,8
КТ-32	6,84	14,90	2,16	26,5
КТ-33	6,92	15,12	2,18	26,4

Паралельне підвищення уявної густини попри збільшення пористості може вказувати на ущільнення матеріалу на мікрорівні або зміну мінералогічного складу, що забезпечує щільніше пакування частинок. Зростання уявної густини може бути позитивним фактором, що свідчить про підвищення загальної щільності та потенційної міцності, незважаючи на збільшення пористості. Композиція КК-30 має найнижчі значення водопоглинання та пористості, що робить її більш придатною для використання в умовах підвищеної вологості.

Згідно вимог ДСТУ Б В.2.7-282:2011 "Плитки керамічні. Технічні умови" отримані дослідні плитки за своїми показниками відносяться до групи ВП.

Висновки. За результатами проведених досліджень було отримано композиційну керамічну плитку з додаванням карбіду кремнію та титанату стронцію, що відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-282:2011.

Встановлено, що збільшення концентрації сегнетоелектричної добавки SrTiO_3 від 10 до 30 мас.% призводить до поступового зростання показників водопоглинання (від 6,23 % до 6,92 %), пористості (від 13,65 % до 15,12 %) та уявної густини (від 2,11 до 2,18 г/см³). В свою чергу, межа міцності при згині зростає при підвищенні концентрації добавки до 20 мас.% та становить 26,5 МПа, тоді як при збільшенні кількості добавки до 30 мас.% зміни практично не відбуваються.

Встановлено, що зростання уявної густини призводить до підвищення загальної щільності та потенційної міцності дослідних зразків, незважаючи на збільшення пористості.

На основі проаналізованих даних, як оптимальний склад композиційної кераміки, обрано серію КТ-32, а саме: І шар – керамічна маса з додаванням 30 мас.% SiC , ІІ шар – керамічна маса з додаванням 20 мас. % SrTiO_3 , який має наступні властивості: водопоглинання – 6,84 %, пористість – 14,90 %, уявна густина – 2,16 г/см³, межа міцності при згині – 26,5 МПа.

Література

1. Sahu M., Behera S., Chattopadhyay B. The Influence of Electromagnetic Field Pollution on Human Health: A Systematic Review. *Siriraj Medical Journal*, 2021. 73(7), 485–492. <https://doi.org/10.33192/Smj.2021.63>
2. Green M., X. Chen Recent progress of nanomaterials for microwave absorption. *Journal of Materiomics*, 2019. 5(4), 503–541. <https://doi.org/10.1016/j.jmat.2019.07.003>
3. Dahl M., Liu Y., Yin Y. Composite Titanium Dioxide Nanomaterials. *Chemical Reviews*, 2014. 114(19), 9853–9889. <https://doi.org/10.1021/cr400634p>
4. Vovchenko L., Lozitsky O., Matzui L., Oliynyk V., Zagorodnii V., Skoryk M. Electromagnetic shielding properties of epoxy composites with hybrid filler nanocarbon/ BaTiO_3 . *Materials Chemistry and Physics*, 2020. 240(15), 122234. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.122234>
5. Joseph N., Singh S.K., Sirugudu R.K., Murthy V.R.K., Ananthakumar S., Sebastian M. T. Effect of silver incorporation into PVDF-barium titanate composites for EMI shielding applications. *Materials Research Bulletin*, 2013. 48(4), 1681–1687. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2012.11.115>
6. Matzui L.Yu., Vovchenko L.L., Yakovenko O.S., Turkov O.V., Zhuravkov O.V., Ischenko O.V., Diyuk V.E., Dyachenko A.G., Pryhunova O.V., Zagorodnii V.V., Cojocari M., Fedorov G., Kuzhir P. Microwave properties of composites based on glass microspheres coated with ferromagnetic compounds. *Journal of Materials Research and Technology*, 2025. 36, 7043–7054. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2025.04.283>
7. Navdeep S., Gagan D. Carbon Nanotubes based Composites for Electromagnetic Absorption - A Review. *Current Applied Materials*, 2022. 1(1), 18. <https://doi.org/10.2174/2666731201666210803110914>
8. Hryhoruk V.I., Oliynyk V.V., Zagorodnii V.V., Lisachuk G.V., Kryvobok R.V., Voloshchuk V.V., Maistat M.S., Lapuzina O.M. Study of the electrodynamic properties of composite ceramics. *Himia, Fizika ta Tehnologia Poverhni*, 2023. 14(2), 249–254. <https://doi.org/10.15407/hftp.14.02.249>
9. Akman F., Kaçal M.R., Almousa N., Sayyed M.I., Polat H. Gamma-ray attenuation parameters for polymer composites reinforced with BaTiO_3 and CaWO_4 compounds. *Prog Nucl Energy*, 2020. 121, 103257. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2020.103257>
10. Grygoruk V.I., Oliynyk V.V., Zagorodnii V.V., Lisachuk G.V., Kryvobok R.V., Zakharov A.V., Voloshchuk V.V., Maistat M.S. Microwave Electrodynamic Characteristics of Ceramic Materials. *Journal of Nano- and Electronic Physics*, 2022. 14(1), 01016-1-01016-4. [https://doi.org/10.21272/jnep.14\(1\).01016](https://doi.org/10.21272/jnep.14(1).01016)
11. Lisachuk G. V., Sakhnenko N. D., Pitak Y. M., Krivobok R. V., Maistat M. S., Zakharov A. V., Voloshchuk V. V., Saray V. V. Creation of electrically conductive composite ceramics based on facing tiles with the addition of SiC . *Scientific Research on Refractories and Technical Ceramics*, 2021. 121, 121–128. <https://doi.org/10.35857/2663-3566.121.13>
12. Lisachuk G., Krivobok R., Zakharov A., Voloshchuk V., Maistat M., Sarai V. Technology of manufacture of radio absorption ceramics. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Innovation researches in students' scientific work*, 2021. 2(1362), 9–14. <https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.02.02>
13. Bhalla A., Guo R., Roy R. The perovskite structure – a review of its role in ceramic science and technology. *Mat Res Innovat*, 2000. 4, 3–26. <https://link.springer.com/article/10.1007/s1001900000062>
14. Sun C., Zhou Y., Bai W., Xiao M., Feng K., Tong Y., Luo Z., Yang C. Study on the dielectric properties of SrTiO_3 ceramics by $\text{CuO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ insulation. *Ceramics International*, 2025. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272884225014075>
15. Singh M., Yadav B. C., Ranjan A., Kaur, M., Gupta, S.K. Synthesis and characterization of perovskite barium titanate thin film and its application as LPG sensor. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2016. 241, 1170–1178. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.10.018>
16. Lisachuk, G., Kryvobok, R., Zakharov, A., Voloshchuk, V., Maistat, M., Hlinskyi, D., Kolovorotnyi, B. (). Influence of the firing temperature on the dielectric properties of ceramics based on barium titanate. *Technology Audit and Production Reserves*, 2021.

5(3(61)), 10–13. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.242865>

17. Phoon B.L., Lai C.W., Juan J.C., Show P.-L., Chen W.-H. A review of synthesis and morphology of SrTiO₃ for energy and other applications. *Int J Energy Res*, 2019. 43(10), 5151-5174 <https://doi.org/10.1002/er.4505>

18. Stanciu C., Hau S., Stanciu G., Tihon C. Er, Yb-codoped SrTiO₃ ceramics: Synthesis, structural, microstructural and optical characterization. *Ceramics International*, 2025. 51(12(B)), 16771-16779. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2024.11.302>

19. Zhong B., Zuo C., Yang C., Yang S., Li Y., Yu H., Wei X. Bifunctional europium doped SrTiO₃ ceramics with energy storage and photoluminescence. *Journal of Alloys and Compounds*, 2022. 901, 163556. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.163556>

20. Chung T.-H., Kwok K.W. Low-temperature-sintered Pr-doped 0.93(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃-0.07BaTiO₃ multifunctional ceramics with Li₂CO₃ sintering aid. *Journal of Alloys and Compounds*, 2018. 737, 317-322. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.11.355>

21. Lisachuk G., Kryvobok R., Pitak Y., Lapuzina O., Gusarova I., Lisachuk L., Grebenyuk A. Ceramics with adjustable dielectric properties based on the system SrO – TiO₂ – SiO₂. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2018. 94(1), 163-166. <https://doi.org/10.15199/48.2018.01.40>

22. Benavente R., Salvador M.D., Centeno A., Alonso B., Zurutuza A., Borrell A. Study of Microwave Heating Effect in the Behaviour of Graphene as Second Phase in Ceramic Composites. *Materials*, 2020. 13(5), 1119. <https://doi.org/10.3390/ma13051119>

23. Dhawan S.K., Ohlan A., Singh K. Designing of Nano Composites of Conducting Polymers for EMI Shielding. *Advances in Nanocomposites-Synthesis, Characterization and Industrial Applications*, 2011. 429. <https://doi.org/10.5772/14752>

Lisachuk G.V., Baglay V.Yu. On the issue of creating composite ceramic materials.

Due to the intensive development of modern wireless communication technologies, and the continuous increase in the number of electronic devices operating across a wide frequency range, there is a steady rise in artificial electromagnetic radiation in the surrounding environment. This leads to a gradual increase in the electromagnetic background, which creates potential risks for the uninterrupted and reliable operation of highly sensitive electronic equipment, and may also have a negative impact on the health and overall condition of biological objects, including

humans. Therefore, research aimed at creating new effective materials with high electromagnetic shielding properties, which should also exhibit satisfactory operational characteristics, becomes particularly relevant. This work presents the results of an experimental study on the development of a composite ceramic tile containing electrically conductive and ferroelectric functional components. Silicon carbide was used as the electrically conductive additive at 30 wt.%, while strontium titanate, a ferroelectric additive, was introduced in amounts of 10, 20, and 30 wt.%. The experimental tile has a two-layer structure: the first layer consists of a ceramic mass with 30 wt.% silicon carbide, and the second layer is a ceramic mass with the corresponding content of strontium titanate. The samples were formed by the semi-dry pressing method and fired in a silicate furnace at temperatures of 1120–1140 °C with an isothermal holding time of 20 minutes. The study analyzed the influence of varying strontium titanate content on the physical and mechanical properties of the samples. Key operational properties such as water absorption, porosity, apparent density, and flexural strength were determined. The optimal composite ceramic composition was identified, providing a balanced combination of performance characteristics: water absorption – 6.84%, porosity – 14.90%, apparent density – 2.16 g/cm³, and flexural strength – 26.5 MPa. It was established that an increase in apparent density can serve as an indicator of enhanced overall density and potential strength of the material, despite some increase in porosity. The results of this study can be used in further development of ceramic materials with functional properties suitable for applications under electromagnetic radiation exposure.

Keywords: composite ceramics, two-layer tile, silicon carbide, strontium titanate, semi-dry pressing, water absorption and porosity, apparent density and flexural strength.

Лісачук Георгій Вікторович – доктор технічних наук, професор Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут", lisachuk@kpi.kharkov.ua

Баглай Володимир Юрійович – аспірант Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут", volodymyr.bahlai@ihti.khpi.edu.ua

Стаття подана 03.04.2025.