

## КЕРАМІЧНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

*Лісачук Г.В., Пітак Я.М., Сахненко М.Д., Кривобок Р.В., Захаров А.В., Волощук В.В.,  
Майстат М.С., Сарай В.В., Гребенюк А.П., Кривобок А.В.*

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
м. Харків, Україна  
valenty93vol@gmail.com

В даний час необхідні нові матеріали, що володіють захисними властивостями від впливу електромагнітного випромінювання (ЕМВ) і є недорогими, недефіцитними, стійкими в експлуатації, екологічно чистими і ін. Таким вимогам відповідають керамічні матеріали. Поширеним і відносно не складним серед керамічних матеріалів, з точки зору технології виготовлення, є облицювальна кераміка. Шляхом надання кераміки електропровідних або магнітних властивостей, за рахунок яких і відбувається ослаблення електромагнітної енергії, є вирішенням виниклої проблеми.

Найбільш технологічним способом отримання матеріалів і покриттів, що володіють електропровідними або магнітними властивостями, є композиційний тип, за яким в діелектричну матрицю вводять електропровідну або магнітну добавку. У кераміці в якості діелектричної матриці може виступати керамічна маса, Тому нами була розглянута можливість створення електропровідних керамічних композиційних матеріалів на основі керамічної маси.

В якості діелектричних матриць в роботі розглядалась керамічна маса для виробництва плитки для внутрішнього облицювання стін і керамограніт. З урахуванням вимог, що пред'являються до електропровідних добавок, використовуваним для створення електропровідних керамічних композиційних матеріалів, і з числа застосовуваних традиційно добавок для створення композиційних матеріалів, що захищають від дії ЕМВ, було обрано графіт ( $\rho_v - 8 \cdot 10^{-6}$  Ом·м, ТКЛР –  $7,5 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>,  $T_{пл} - 3850$  °С).

Слід зазначити, що при випалі керамічних мас з додаванням графіту необхідно враховувати реакцію інтенсивного окислення графіту до вуглекислого газу, за рахунок якого відбувається пороутворення. Через те, що керамічна плитка проходить термообробку за високих температур 1130 та 1200 °С, зазначена реакція окислення графіту найбільш термодинамічно імовірна, що може призвести до появи дефектів на поверхні керамічної плитки.

Вибір керамічної маси проводили виходячи з умови найменшої температури і часу випалу, враховуючи, що добавка може окислюватися, вигоряти або взаємодіяти з діелектричної матрицею. Виходячи з необхідності забезпечення технологічності маси, кількість добавок, що вводяться варіювалася від 10 до 30 мас. %.

Для виготовлення зразків готову шихтову масу (облицювальної кераміки, керамограніту) доводили до вологості 8%, додавали 10, 20 та 30 % графіту та проводили усереднення маси в ступці з наступним пропусканням крізь сито №05. Формування брикетів відбувалося шляхом напівсухого пресування суміші на пресі ПГР-10 під тиском 20 МПа. Отриманий сирець висушували у сушильній шафі. Напівфабрикат випалювали у силітовій печі: для облицювальної плитки температура

випалу становила 1130 °С, з витримкою за максимальної температури випалу 20 хв.; для керамограніту – 1200 °С та 20 хв. Технологія виготовлення дослідних зразків була наближена до заводської.

Зразки з маси керамограніту, в яких вміст графіту був більше 10 %, характеризувалися наявністю бокових тріщин та розшаруванням поверхні (рис. 1а, 1б), тому вимірів їх властивостей не проводилися. Отримані зразки облицювальної керамічної плитки мали пористу структуру внаслідок вигорання графіту з утворенням значної кількості газової фази, що істотно знизило міцність матеріалу. Вигляд зразка та його поперечний злам наведені на рис. 2.



Рисунок 1 – Зразок керамограніту з додаванням 20 % графіту: а) зовнішній вигляд; б) вигляд поперечного зламу

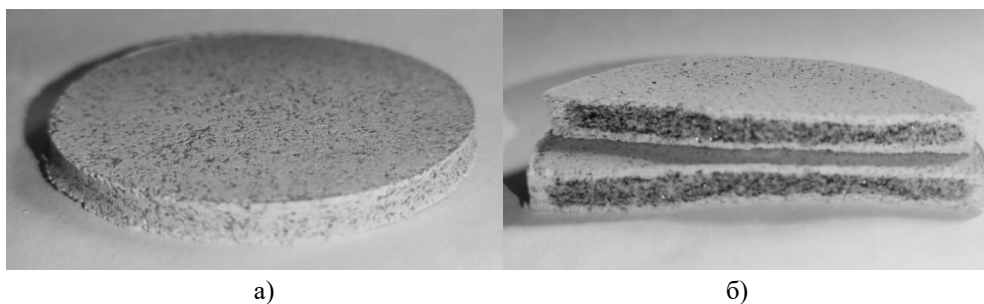


Рисунок 2 – Зразок облицювальної плитки з додаванням 20 % графіту: а) зовнішній вигляд; б) вигляд поперечного зламу

Як видно на рис.1а зразки з керамограніту з додаванням графіту мають зовнішні дефекти такі як розшарування поверхні та бокові тріщини, однак в середині зразків зберігається шар з вмістом графіту (рис. 1б). Облицювальна керамічна плитка після випалу має однорідну поверхню без дефектів та тріщин з рівномірним шаром з добавкою в середині (рис. 2б).

Для зразків облицювальної кераміки визначали фізико-механічні властивості. Встановлено, що в залежності від вмісту графіту в межах від 10 до 30 мас.% показники фізико-механічних властивостей досліджених зразків змінювались наступним чином: водопоглинання – 9 - 15 %, відкрита пористість – 16 - 25 %, уявна густина – 1,6 - 1,8 г/см<sup>3</sup>.

За напрямком створення захисних матеріалів встановлено, що використання керамограніту з додаванням графіту для створення керамічних захисних матеріалів не є технологічним. Щодо облицювальної керамічної плитки подальші дослідження будуть направлені на встановлення оптимальної концентрації добавки, за якої матеріал буде відповідати нормам ДСТУ Б В.2.7-282:2011 «Плитки керамічні. Технічні умови».