

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ ЛІТІЙАЛОМОСИЛКАТНИХ СКЛОКРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ ВВЕДЕННЯ НАПОВНЮВАЧІВ

Рябінін С. О., Саввова О. В.

Кафедра технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
вул. Кирпичова, 2, 61002, Харків, Україна
riabinin_svyatoslav@hotmail.com

На сьогодні зростає потреба у високоефективних захисних функціональних бронематеріалах для підвищення обороноздатності країни. Одним з напрямків є розробка нових високоефективних ударостійких ситалів. Впровадження таких матеріалів дозволить зменшити масу бронееlementів, та підвищити їх експлуатаційні властивості. Важливим аспектом створення вказаних матеріалів є отримання склокристалічних матеріалів з підвищеною міцністю шляхом введення наповнювачів, які здатні змінювати структуру матеріалів шляхом блокування розповсюдження тріщин, або екранування напруг.

Метою роботи є дослідження впливу наповнювачів що до збільшення ударостійкості композиційних матеріалів на основі алюмосилкатної склокераміки.

Так, підвищення тріщиностійкості при введенні ZrO_2 до складу склокристалічних матеріалів пояснюється трансформаційним зміцненням скломатриці за рахунок контрольованого переходу ZrO_2 із тетрагональної фази в моноклінну, яке супроводжується збільшенням об'єму на 3 об. %. У результаті мікророзтріскування скломатриці відбувається підвищення її міцності завдяки відхиленню та розгалуженню (біфуркації) тріщин, які розвиваються. Контроль цього мікророзтріскування здійснюється завдяки стабілізації частини діоксиду цирконію в тетрагональній модифікації оксидом ітрію. При введенні SiC до склокераміки спостерігається наявність дрібних сферичних форм, які затуплені оплавленою склофазою. Це приводить до того, що зміцнюючий ефект за рахунок відхилення тріщини буде мінімальним, і єдиним механізмом підвищення міцності склокераміки є пружне об'ємне зміщення (яке можна охарактеризувати як «пінінг») тріщини.

Як основа при розробці композиційних матеріалів були обрані дослідні стекла, синтезовані в системі $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ (L-A-S) в області кристалізації β -сподумену серії СП. Які характеризуються ударною в'язкістю на рівні $5,0 \text{ кДж/м}^2$.

На підставі проведених досліджень встановлено, що висока ударостійкість композиційних матеріалів забезпечується щільно упакованою структурою матеріалу за рахунок фракційного співвідношення не більше $125 \text{ мкм} \approx 70 \text{ об. \%}$, не більше $63 \text{ мкм} - 15 \text{ об. \%}$, не більше $25 \text{ мкм} - 15 \text{ об. \%}$. Формуванням тонкодисперсної орієнтованої взаємопроникної ситалізованої структури матеріалу з наявністю високоміцних кристалічних фаз β -сподумену у кількості $\approx 85 \text{ об. \%}$ в умовах низькотемпературної термічної обробки. Введенням 5 мас. % оксиду цирконію стабілізованого ітрієм, що призвело до незначного приросту твердості та підвищення ударної в'язкості СП-10-ДЦ5 до $5,6 \text{ кДж/м}^2$ або 10 мас. % карбіду кремнію в СП-10-КК10 що призвело до збільшення показнику до $\approx 5,7 \text{ кДж/м}^2$ при формуванні композиту.

Встановлено, що розроблені ударостійкі композиційні матеріали на основі високоміцних алюмосилкатних склокристалічних матеріалів модифіковані діоксидом цирконію стабілізованого ітрієм або карбіду кремнію мають високі експлуатаційні властивості ($KCU = 5,6-5,7 \text{ кДж/м}^2$; $HV = 9,4-10,4 \text{ ГПа}$; $K_{IC} = 3,8-8,0 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$) та можуть використовуватися, як основа при розробці композиційного елементу бронезахисту.