

## ВПЛИВ КОМПОНЕНТІВ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ЇХ ВОГНЕЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ

В.В. Артеменко, Ю.В. Гуцуляк, О.І. Башинський  
м. Львів, Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності,  
м. Львів, Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності,  
м. Львів, Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності

Створення високоефективних захисних матеріалів із регульованим фазовим складом і структурою є важливою технологічною проблемою.

За останні роки досягнуті значні успіхи у галузі розробки захисних покриттів на основі емалей, скла, кераміки та інших тугоплавких сполук.

Існуючі емалеві, склокристалічні та оксидні покриття на основі силікатних матеріалів, поряд із позитивними властивостями, мають низку суттєвих недоліків: низьку захисну здатність до одночасної дії жорстких термічних навантажень та агресивних розплавів металів, шлаків і скла через незначний вміст у їх складі армуючих терможаростійких керамічних фаз [1-3]. Усунути зазначені недоліки можливо шляхом збільшення вмісту мулітової та цирконової фаз, які можуть синтезуватися в процесі нагрівання покриття. Перспективним напрямком сучасного матеріалознавства є створення вихідних композицій для високотемпературних захисних покриттів поліфункціональної дії з комплексом заданих властивостей.

На основі літературних даних, щодо фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей високотемпературних захисних покриттів встановлено, що потрібна система  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$  вивчена ще недостатньо з точки зору можливого утворення при нагріванні максимального вмісту мулітової і цирконової фаз. Це викликає значні труднощі у створенні теоретичної концепції при одержанні нового класу захисних покриттів для конструкційних матеріалів, які працюють в умовах високотемпературного нагрівання та дії механічних навантажень і агресивних факторів.

Вивчення процесів впливу компонентів захисних покриттів на їх вогнезахисні властивості у тонких плівках та оцінки їх якості були метою даного дослідження.

При нагріванні компонентів системи  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-SiO}_2$  можливе утворення двох бінарних сполук, а саме муліту ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) та циркону ( $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ ).

Покращити технологічні умови одержання захисних покриттів

за рахунок формування відповідної структури і фазового складу у процесі нагрівання можливо при заміні силіцію оксиду на силіційелементоорганічний компонент, який при нагріванні до температури вище від 1073 К може виконувати функцію «каркасоутворюючого» компонента.

Нагрівання двошарових тонких плівок композицій на основі системи КО-08-  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -  $\text{ZrO}_2$ , КО-978-  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -  $\text{ZrO}_2$  і К-2104-  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -  $\text{ZrO}_2$  відповідно до температури 873, 753 та 673 К приводить до появи на поверхні матеріалу продукту термоокисної деструкції зв'язки з дифракційними максимумами  $d/n=0,425; 0,334$  нм, які відповідають  $\alpha$ -кварцу. Подальше нагрівання тонких плівок супроводжується ростом частинок, які кристалізуються із аморфної оксидної фази та процесами взаємодії із утворенням нових кристалічних фаз. Інтенсивність вказаних фізико-хімічних процесів при нагріванні залежить від складу вихідної композиції.

Встановлено, що утворення мулітової фази в композиції на основі системи К-2104-  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -  $\text{ZrO}_2$  проходить при нагріванні до температури 1153 К, а циркону – 1673 К.

Структура тонких плівок досліджуваних композицій на основі карборансилоксану при нагріванні до температури вище від 1673 К представлена мулітом, цирконом, непрореагованими залишками оксидних компонентів, порами і скловидною фазою.

Одержані на нанорівні результати досліджень переконливо підтверджують можливість синтезу у складі композицій при нагріванні температуростійких мулітової та цирконової фаз.

Для зниження температури утворення армуючої мулітової фази та збільшення агрегативної стійкості вихідних композицій вводили каолін Просянівського родовища і вивчали його вплив на формування фазового складу та структури захисних покриттів на основі наповнених цирконію (IV) і алюмінію оксидами силіційелементоорганічних матеріалів.

Одержані результати досліджень свідчать, що введення 20 мас.% каоліну при нагріванні композиції вище від 1223 К сприяє утворенню первинного муліту, а в інтервалі температур 1423..1523 К – вторинного у вигляді гексагональних призм, що значно покращує структуру матеріалу і, як наслідок, збільшує його міцність.

Дослідження впливу компонентів оксидних систем  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$  -  $\text{SiO}_2$  і  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -  $\text{ZrO}_2$  -  $\text{SiO}_2$  показали, що для одержання стійких до дії високих температур мулітової і цирконової фаз потрібні вихідні склади покриттів із вмістом силіцію оксиду, рівним стехіометричному складу муліту і циркону. Заміна силіцію оксиду на силіційелементоорганічний компонент позитивно впливає на перебіг процесів взаємодії між компонентами при нагріванні. Наявність у фазовому складі термооброблених матеріалів при температурі вище

від 1273 К  $\beta$ -кристобаліту негативно впливає на їх властивості. Тому для зниження температури процесів взаємодії між компонентами вихідних композицій для захисних покриттів, а також зменшення вмісту  $\beta$ -кристобаліту, у їх склад необхідно вводити спеціальні добавки, ефективність яких зростає із зменшенням радіуса катіона.

Введення додатків  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO}$  і  $\text{V}_2\text{O}_3$  на 170...230 град знижує температуру утворення мулітової фази, сприяє ущільненню структури матеріалу та майже повністю виключає стадію перетворення реакційноздатного силіцію оксиду у  $\beta$ -кристобаліт. Наявність у складі термообробленого матеріалу легкоплавкої скловидної фази негативно впливає на його стійкість до дії високих температур.

Введення 2 мас.%  $\text{TiO}_2$  до зазначеної системи знижує на 80 град температуру кристалізації муліту і на 60 град – циркону, порівняно із матеріалом без додатку.

Також встановлено, що при введенні до складу композиції системи  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$  2 мас.% додатку  $\text{MgO}$  на 80 град знижується температура утворення мулітової та на 100 град цирконової фаз, а також у 1,4...1,6 разів зростає їх вміст порівняно із системами без додатку.

Вказані добавки практично не впливають на фазовий склад матеріалу при нагріванні, проте суттєво змінюють його структуру. Так, введення додатку  $\text{TiO}_2$  до складу композиції на основі системи  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$  при нагріванні до температури 1673 К приводить до утворення кристалів муліту розміром 90...120 мкм. Заміна додатку  $\text{TiO}_2$  на  $\text{MgO}$  приводить до зменшення розмірів новоутвореного муліту до 30...40 мкм. Зазначені добавки практично не впливають на розміри кристалів циркону. Згідно із даними електронномікроскопічного аналізу додаток  $\text{MgO}$  приводить до значного ущільнення структури матеріалу, порівняно із додатком  $\text{TiO}_2$ .

## ЛІТЕРАТУРА

1. Суворов С.А., Туркин И.А., Дедовец М.А. Микроволновый синтез корундоцирконового материалов // Огнеупоры и техн. керамика. – 2002. – № 10. – С. 4-10.

2. Процеси взаємодії між компонентами захисних покриттів на основі системи –  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$  / Ємченко І. В., Гивлюд М. М., Артеменко В. В., Передрій О. І. // Діагностика, довговічність та реконструкція мостів і будівельних конструкцій: Зб. наук. пр. – Л.: Каменяр, 2008. – Випуск 10. – С. 31-39.

3. Гуцуляк Ю. В. Підвищення вогнестійкості металевих будівельних конструкцій покриттями на основі наповнених поліалюмосилоксанів / Ю. В. Гуцуляк, В. Б. Лоїк, В. В. Артеменко // УкрНДІПБ: Наук. віс. – К., 2011. – №2 (24). – С. 26-31.