

*Ю.В. Гуцуляк к.т.н., доцент, Артеменко В.В. к.т.н., С.Я. Вовк к.т.н.
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ МЕТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПОКРИТТЯМИ НА ОСНОВІ НАПОВНЕНИХ СИЛІЦІЙЕЛЕМЕНТОРГАНІЧНИХ ЗВ'ЯЗОК

У зв'язку із необхідністю підвищення межі вогнестійкості будівельних металевих конструкцій, особливо з розвинутими поверхнями, виникає гостра необхідність у створенні нових видів покриттів з прогнозованою захисною дією в широкому інтервалі температур.

Для одержання вогнезахисних покриттів з необхідними експлуатаційними характеристиками можна використати метод направленої модифікації силіційорганічних сполук оксидами і силікатами [1-3]. Суттєва перевага таких матеріалів полягає у формуванні на поверхні металоконострукції плівки із оксидів та силікатів з високою вогнестійкістю [4]. Основою таких покриттів є карборансилоксанова зв'язка.

В даній роботі подані результати досліджень процесів взаємодії алюмінію оксиду і аеросилу з карборансилоксаном та властивості запропонованих вогнестійких захисних покриттів.

При нагріванні карборансилоксану понад 400 °С його колір змінювався в такій послідовності: жовтий→чорний→сіро-білий. Чорний колір карборансилоксану при нагріванні пояснюється наявністю у його складі вільного вуглецю. Склад продуктів термообробки при нагріванні в інтервалі температур 400-1200 °С наведений у таблиці 1.

Отже, підвищення температури нагрівання разом із збільшенням вмісту в залишку B_2O_3 , який утворюється при окисненні бору, веде до зменшення вмісту вуглецю, що знаходиться у розплаві боросилікатного скла. Наявність вуглецю при нагріванні вище від температури 1000 °С вказує на його міцний зв'язок з компонентами скла і повною ізоляцією поверхні одержаного матеріалу скловидним шаром, який затрудняє дифузію кисню.

Вихідні склади композицій для захисних покриттів готували методом сумісного помолу компонентів у кульових млинах до максимального розміру дисперсних частинок 50 мкм.

Таблиця 1

Склад продуктів термообробки карборансилоксану

Температура, °С	Вміст продукту, мас.%		
	SiO ₂	B ₂ O ₃	C _{орг}
400	77,3	0,8	21,9
500	72,3	4,7	23,0
700	65,4	13,0	21,6
900	70,2	12,4	17,4
1000	70,9	11,5	17,6
1200	88,4	10,4	2,2

Диспергування наповнювача, залежно від призначення композиції можна проводити в в'язких (50...60 мас.%) і розведених (20 мас.%) розчинах карборансилоксану. Дослідження проводились для композицій із співвідношенням наповнювача: зв'язка від 60 : 40 до 80 : 20.

Збільшення часу диспергування композиції карборансилоксан- Al_2O_3 супроводжується ростом кількості частинок розміром менше 10 мкм. Найбільш інтенсивно цей процес проходить при вмісті зв'язки 30 мас.% і часі диспергування 100 год.

В процесі термоокисної деструкції карборансилоксану утворюється силіційкисневий каркас і боросилікатне скло, що може виконувати роль матриці при деформуванні захисного шару.

Електронномікроскопічним аналізом встановлено, що при нагріванні композиції вище від 400 °С за рахунок газоподібних продуктів термоокисної деструкції карборансилоксану починається процес спучення матеріалу, яке закінчується при 780 °С. При цьому формується структура покриття із закритими порами, розмір яких залежить від швидкості підвищення температури. Подальше нагрівання до 1000 °С змінює тільки мікроструктуру покриття внаслідок утворення ниткоподібної мулітової фази, яка відіграє роль армуючого компонента. Характер і розміри пор при цьому суттєво не змінюються.

Розроблені склади вихідних композицій для високотемпературних вогнестійких покриттів були апробовані для захисту металевих конструкційних матеріалів. Покриття наносили пошарово на вихідні матеріали методом пульверизації товщиною 4–6 мм.

Достовірність використання фізико-хімічних критеріїв при виборі компонентів покриттів і ефективність захисної дії оцінено за результатами випробувань на хромнікелевому сплаві. Температурна залежність адгезійної міцності і коефіцієнта теплопровідності покриття приведена на рис. 1.

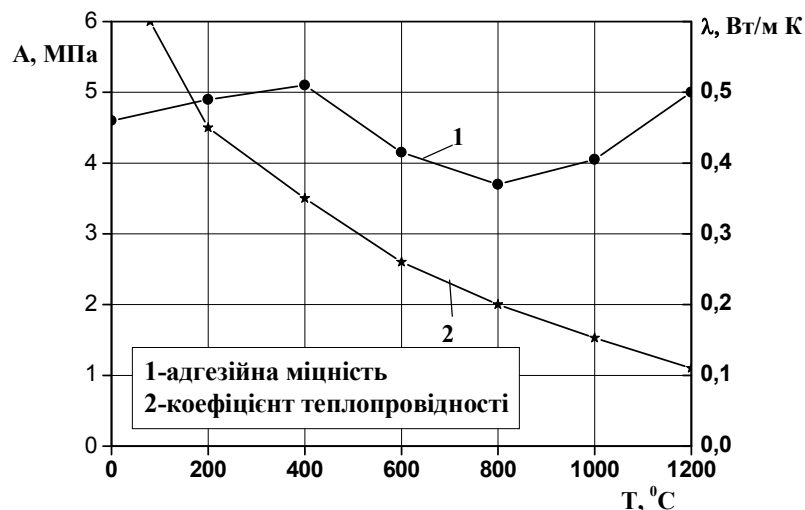


Рис. 1. Температурна залежність адгезійної міцності і коефіцієнта теплопровідності покриття до сплаву ХН78Т.

Зміна адгезійної міцності захисного покриття на основі наповненого алюмінію оксиду і аеросилом карборансилоксану в інтервалі температур має екстремальний характер з максимумом при 400 °С (5,08 МПа) і мінімумом при 800 °С.

Зменшення адгезійної міцності при нагріванні вище від 400 °С проходить внаслідок термоокисної деструкції карборансилоксану з утворенням рихлої структури. Подальше нагрівання вище від 800 °С внаслідок взаємодії між компонентами покриття призводить до створення ниткоподібними кристалами мулиту армуючого каркасу, що підвищує міцність зчеплення між основою і покриттям. Зміна коефіцієнта теплопровідності покриття має аналогічний характер і він різко зменшується по мірі нагрівання внаслідок утворення пористої структури (із закритими порами) і спучування покриття при нагріванні вище від 600 °С. Вогнестійкість покриття забезпечується наявністю високотемпературних і стійких силікатних фаз в покритті і низьким значенням коефіцієнта теплопровідності, який в інтервалі температур 600-1200 °С становить 0,1-0,2 Вт/м К.

Висновок.

Отримані результати підтверджують ефективність використання наповнених алюмінію оксидом і аеросилом карборансилоксанових сполук в якості високотемпературних теплоізоляційних і вогнезахисних покриттів, які володіють високою адгезійною міцністю, для вогнезахисту металевих будівельних конструкцій з розвинутими поверхнями при їх нагріванні до 1200 °С.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Харитонов Н.П. Физико-химические основы получения органосиликатных покрытий / В сб. Жаростойкие покрытия для конструкционных материалов // Л.: Наука, 1977. – С. 10-16.
2. Гивлюд М.М., Пона М.Г., Вахула О.М. Хімічна стійкість захисних композиційних покриттів до дії агресивних середовищ // Вісн. нац. ун-ту „Львівська політехніка” – 2003. - №488. – С. 352-356.
3. Гивлюд М.М., Свідерський В.А., Федунь А.Б. Жаростійкі антикорозійні захисні покриття для конструкційних матеріалів. Мат. III Міжн. конф. Львів, 1996. – С. 182-184.
4. Процеси взаємодії між компонентами захисних покриттів на основі системи – $Al_2O_3 - ZrO_2 - SiO_2$ / Ємченко І. В., Гивлюд М. М., Артеменко В. В., Передрій О. І. //Діагностика, довговічність та реконструкція мостів і будівельних конструкцій: Зб. наук. пр. – Л.: Каменярь, 2008. – Випуск 10. – С. 31-39.