

12. Барило О.Г., Цапко Ю.В., Жартовский В.М. Експериментальні дослідження вогнебіозахисної ефективності композиції для текстильних матеріалів та паперу // Науковий вісник УкрНДІПБ. К.: УкрНДІПБ, 2006. - №1 (13). - С. 42-48.
13. Барило О.Г. Вогнебіозахист тканин і паперу просочувальною композицією // Автореферат дис... канд. техн. наук: 21.06.02/ УкрНДІПБ МНС України. – К., 2005. – 22 с.
14. ГОСТ 16363-98 Межгосударственный стандарт. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. – Киев: Изд-во стандартов, 2000.
15. ДСТУ 4155 Матеріали текстильні. Метод випробування на займистість. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003.

УДК 624.074; 666.094.15

М.М.Гивлюд, д.т.н., професор, Ю.В.Гуцуляк, к.т.н., доцент, Ю.Є.Шелюх, к.т.н., В.В.Артеменко (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності), І.В.Ємченко (Львівська комерційна академія)

ВОГНЕСТІЙКІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ НАПОВНЕНИХ СИЛІЦІЙЕЛЕМЕНТОРГАНІЧНИХ ЗВ'ЯЗОК

Вивчено вплив будови зв'язки і наповнювача на вогнестійкість високотемпературних захисних покриттів для конструкційних матеріалів. Встановлено, зміну фазового складу і структури покриття в процесі нагрівання і визначені його захисні властивості. Показана можливість збільшення довговічності матеріалів, які працюють при нагріванні понад 600 °С.

У зв'язку із розширенням температурного інтервалу експлуатації і покращення вогнестійкості конструкційних матеріалів і виробів виникає гостра проблема створення нових видів покриттів з прогнозованою захисною дією в широкому інтервалі температур.

Для одержання високотемпературних захисних покриттів з необхідними експлуатаційними властивостями можна використати метод направленої модифікації силіційорганічних сполук оксидами і силікатами [1-3]. Суттєва перевага таких матеріалів, у даному випадку, полягає у формуванні на поверхні виробу плівки із суміші оксидів та силікатів, які характеризуються високою корозійною стійкістю при високих температурах і вогнестійкістю [4-6].

В даній роботі подані результати досліджень процесів взаємодії алюмінію оксиду і аеросилу з карборансилоксаном, склад і властивості одержаних вогнестійких захисних покриттів.

Значну частину комплексу цінних захисних властивостей покриттям надає карборансилоксанова зв'язка за рахунок фазових та структурних змін при нагріванні.

Карборансилоксанова смола – складний силіційементоорганічний полімер, в складі якого міститься до 7 мас.% бору. Карборансилоксановий лак являє собою 40 – 50% розчин карборансилоксанової смоли К – 2104 у ацетоні.

Рентгенофазовим аналізом встановлено, що основою кристалічною складовою при нагріванні карборансилоксану до 1200 °С є β-кварц ($d/n = 0,425; 0,334$ нм). Наявність великого гало в інтервалі 12–34 градусів вказує на велику дисперсність і слабу окристалізованість одержаного в результаті деструкції силіцію діоксиду.

При нагріванні карборансилоксану вище від 400 °С його колір змінювався в такій послідовності: жовтий → чорний → сіро-білий. Чорний колір карборансилоксану при

нагріванні вище від 400 °C пояснюється наявністю у його складі вільного вуглецю. Склад продуктів термообробки при нагріванні в інтервалі температур 400–1200 °C 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 °C 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. В процесі механохімічної активації разом із подрібненням частинок оксидного наповнювача проходить розрив ланцюгів силіційорганічної зв'язки, що в кінцевому випадку веде до прививання полімеру до його поверхні з утворенням седиментаційностійких суспензій.

Таблиця 1

Склад продуктів термообробки карборансилоксану

Температура, °C	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

Властивості вихідних композицій для одержання захисних покриттів визначаються ступенем закінченості процесів взаємодії активних центрів наповнювача і реакційноздатних груп зв'язки. Для суміщення мінеральних наповнювачів з карборансилоксаном необхідно проводити механохімічне диспергування.

Диспергування наповнювача, залежно від призначення композиції можна проводити в зв'язках (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- Al₂O₃ супроводжується ростом кількості частинок розміром менше 10 мкм. Найбільш інтенсивно цей процес проходить при вмісті зв'язки 30 мас.% і часі диспергування 100 год. Проходження процесу диспергації алюмінію оксиду підтверджується зменшенням інтенсивності характерних максимумів на дифрактограмах (табл. 2). Поряд із руйнуванням кристалічної ґратки алюмінію оксиду проходить адсорбція карборансилоксану на його поверхні. Підтвердженням цьому служить поява на ІЧ-спектрах композицій після промивки в гарячому толуолі смуг поглинання в області 1020...1100 (Si-O-Si), 740, 1145 (Si-C₆H₅); 810, 1260, 1440, 2870 (Si-CH₃) см⁻¹, а також дані термічного аналізу. Кількість привитого карборансилоксану знаходиться в межах 4,2...5,6 мас.%.

Комплексом фізико-хімічних методів аналізу вивчено процеси взаємодії між компонентами покриття при нагріванні.

Крива диференціально-термічного аналізу наповненого карборансилоксану має ендоефект при 60–160 °C, а також два екзоэффекти з максимумами при 460 і 745 °C.

Ендоефект з відповідною втратою маси на кривих відноситься до вилучення залишків розчинника.

Початок першого екзотермічного ефекту при 375°C можна віднести до початку термоокисної деструкції карборансилоксану, що обумовлено відриванням низько летких фрагментів. Круте підняття кривої ДТА свідчить про високу інтенсивність процесу деструкції. На перший екзоефект накладається ендоефект утворення з оксидів бору і силіцію (продуктів термоокисної деструкції карборансилоксану) боросилікатного розплаву, а також екзоефект з максимумом при 745°C.

Таблиця 2

Зміна інтенсивності характерних максимумів на дифрактограмах залежно від співвідношення карборансилоксан-наповнювач після 100 год диспергування

d/n, нм	I_n/I_0 при співвідношенні зв'язка-наповнювач, мас. %				
	20 : 80	25 : 75	30 : 70	35 : 65	40 : 60
1	2	3	4	5	6
0,348	0,94	0,95	0,97	0,97	0,98
0,755	0,87	0,80	0,90	0,92	0,91
0,237	0,88	0,88	0,89	0,90	0,90
0,208	0,83	0,84	0,86	0,88	0,92
0,174	0,84	0,84	0,85	0,88	0,88
0,160	0,90	0,92	0,96	0,98	0,98

Останній можна віднести до деструкції фенільних радикалів. Крутий спад кривої ДТА свідчить про швидке окиснення фенільних радикалів. Загальна втрата маси становить 20,4%.

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

Дифрактограма наповненого карборансилоксану, випаленого при 500°C, подана γ - Al_2O_3 (d/n = 0,238 нм), α - Al_2O_3 (d/n = 0,346; 0,255; 0,238; 0,208 нм) і κ - Al_2O_3 (d/n = 0,318; 0,284; 0,247 нм). Наступне нагрівання до 700 і 800 °C приводить до збільшення інтенсивності дифракційних максимумів в κ - Al_2O_3 . Необхідно відмітити, що при нагріванні композиції до 900 °C з'являються рефлекси з d/n = 0,538; 0,336 нм, які відповідають муліту. Подальше нагрівання до 960 °C супроводжується тільки збільшенням дифракційних максимумів муліта.

При 1000 °C фазовий склад кристалічних складових покриття поданий мулітом (d/n = 0,537; 0,338; 0,282; 0,268; 0,255; 0,222; 0,211 нм), а також α - Al_2O_3 (d/n = 0,347; 0,235; 0,238; 0,208 нм). Дифракційних максимумів силіцію діоксиду не виявлено. Нагрівання до 1100°C приводить до інтенсивного підвищення дифракційних максимумів муліта і, відповідно до зменшення рефлексів корунду.

В результаті проведених рентенофазових досліджень встановлено, що в інтервалі температур 500-1000°C в композиції проходять модифікаційні перетворення алюмінію оксиду і показано, що взаємодія між компонентами композиції проходить при температурах нагрівання вище від 800°C. Це обумовлено наявністю в системі боросилікатного розплаву та залишкового вуглецю, які сильно інтенсифікують процеси мулітоутворення. Кристалохімічна структура представлена мулітом з домішками непрореагованого корунду і

аморфного силіцію діоксиду. Подальше нагрівання до 1200°C веде до різкого зменшення кількості муліта за рахунок його розчинення в рідкій фазі.

Результати рентгенофазового дослідження підтверджуються ІЧ-спектроскопічними даними. Електронномікроскопічним аналізом встановлено, що при нагріванні композиції вище від 400°C 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 піднімання 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 занурення або 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.

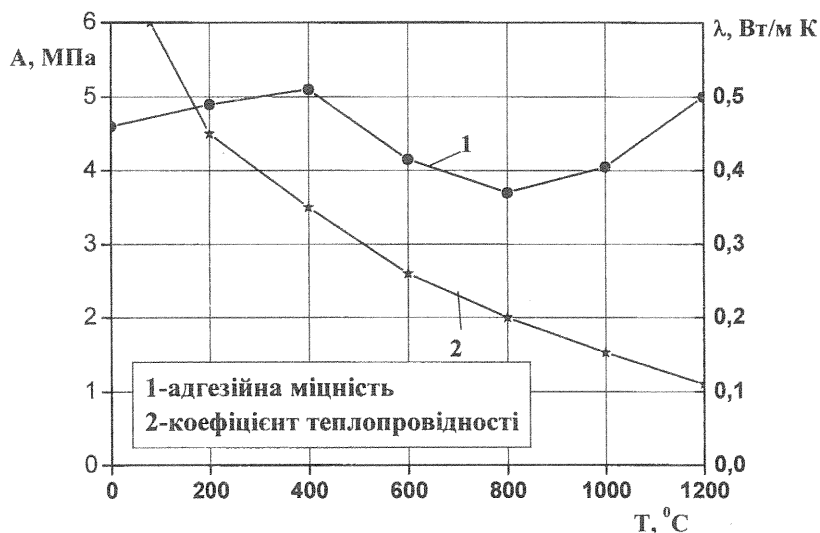


Рис. 1. Температурна залежність адгезійної міцності і коефіцієнта теплопровідності покриття до сплаву ХН78Т

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 за рахунок взаємодії між компонентами із створенням ниткоподібними кристалами муліта армуючого каркасу підвищує міцність зчеплення між основою і покриттям. Зміна теплопровідності покриття носить аналогічний характер і зменшується по мірі нагрівання за рахунок 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 області температур 600–1200 °С складає 0,1–0,26 Вт/м·К.

Висновок. Отримані результати підтверджують можливість використання наповнених алюмінія оксидом і аеросилом карборансилоксанових сполук в якості високотемпературних теплоізоляційних і вогнезахисних покриттів конструкційних матеріалів при нагріванні до 1200°C.

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., Свідерський В.А., Федунь А.Б. Жаростійкі антикорозійні захисні покриття для конструкційних матеріалів. *Мат. III Міжн. конф. Львів, 1996.* – С. 182-184.
3. Гивлюд Н.Н., Свидерский В.А. Способы улучшения качества композиционных защитных покрытий. *Межд. научно-техн. конф. „Новые технологии в химической промышленности”. Минск, 2002.* – С. 99-101.
4. 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.
5. Гивлюд М.М., Вахула О.М., Топилко Н.І. Вплив температури нагрівання на процеси масопереносу в зоні контакту покриття-підкладка // *Вісн. нац. ун-ту „Львівська політехніка” „Хімія, технологія речовин та їх застосування”* – 2004. - №497. – С. 131-134.
6. Гивлюд М.М., Вахула О.М., Пона М.Г. Жаростійкі покриття для конструкційних матеріалів // *Міжн. науково-техн. Конф. „Технологія і використання вогнетривів і технічної кераміки в промисловості”, Харків, 2004.* С. 69-70.

УДК 614.854(074.28)

Б.О.Білінський, к.т.н., Т.В.Гуменецький, к.т.н., доцент, С.Л.Кусковець, к.т.н., І.П.Ярмоленко (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПСИХОЛОГОТРЕНУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ У ПІДГОТОВЦІ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ

В статті проаналізовано процес підготовки газодимозахисників ОРС ЦЗ, факторів що впливають на них під час виконання завдань, та обґрунтовано доцільність використання психологотренувальних комплексів у їх підготовці

Постановка проблеми. Одним з важливих факторів у підготовці працівників оперативно-рятувальної служби цивільного захисту є підготовка газодимозахисників. У 2007 році, як і в попередні роки, майже кожен 4-ту пожежу ліквідували за участю ланок газодимозахисної служби, що складає 24,3 % від загальної кількості ліквідованих пожеж [1].

Однак в Україні залишається проблемним питання щодо матеріального забезпечення газодимозахисної служби та відсутності необхідних центрів для відпрацювання дій газодимозахисників в екстремальних умовах [1].

Термін та якість виконання задач, пов'язаних з виконанням завдань в екстремальних умовах, психологічні та фізичні якості працівників суттєво впливають на якість та термін ліквідації надзвичайної ситуації, параметри та масштаби її розвитку.

Проаналізовані дослідження в напрямку підготовки газодимозахисника В.М. Стрілець та П.Ю.Бородича [5].