

## РОЗРОБКА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ВОГНЕСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ

О.В. Тарахно, О.Б. Скородумова, В.А. Крадожон  
Національний університет цивільного захисту України,  
м. Харків, ул. Чернишевська, 94  
o\_skorodumova@mail.ru

Захисні покриття повинні відповідати основним вимогам, які висуваються до вогнестійких матеріалів, а також бути екологічно безпечними, не наносити шкоди навколишньому середовищу та людям, які безпосередньо контактують з ними.

Покриття на основі кремнійорганічних каучуків широко використовуються для розробки захисних покриттів, проте мають певні недоліки, зокрема, багатокомпонентний неоднорідний склад внаслідок виділення побічних при поліконденсації продуктів (спирту, води і кислоти), які вкрай нерівномірно розподіляються в покритті, утворюючи клатрати, що призводить до руйнування покриття при тепловому навантаженні, займання супутніх продуктів і різкого зниження вогнестійкості [1].

У технічній літературі є достатньо відомостей про процеси гелеутворення в розчинах алкоксисилоксанів в присутності органічних розчинників і без них, представлені властивості готових порошків на їх основі і покриттів по скляних і керамічних поверхнях, проте немає відомостей про їхню водо- та хімічну стійкість [2, 3].

Мета досліджень - вивчити вплив складу гібридних золів на ступінь гідрофобності і стійкості до агресивних середовищ захисних покриттів що розробляються.

Для досліджень використовували гібридні золі на основі тетраетоксисилану (ТЕОС) і метилтриетоксисилану (МТЕОС), отримані в присутності органічних розчинників в умовах змінного рН. Отримані гелі та порошки з них досліджували за допомогою мікроскопічного (оптичний мікроскоп МІН-8) методу аналізу. Водостійкість гелів вивчали при їх змішуванні з водою з подальшим фільтруванням і визначенням оптичної густини фільтрату за допомогою спектрофотометра КФК-2-УХЛ.

Кислотостійкість гелів, занурених у розчин соляної кислоти (рН 1,5-2), визначали, вимірюючи зміну в часі оптичної густини розчину над поверхнею гелю. Ступінь гідрофобності оцінювали, визначаючи схильність до агрегації висушеного гелевого порошку за часом витікання точної наважки порошку з воронки зі стандартним діаметром отвору (4 мм). Припускали, що гідрофобізація поверхні гелю запобіжить утворенню м'яких агрегатів, що має супроводжуватися збільшенням текучості порошку (зниженням часу витікання порошку через воронку).

Встановлено, що зниження рН коагуляції призводить до збільшення текучості порошку. З огляду на те, що на поверхні глобул гелю присутні гідрофільні ділянки (SiOH - групи) і гідрофобні ділянки (Si-CH<sub>3</sub>-групи), можна припустити, що текучість буде високою при рівномірному розподілі гідрофільних і гідрофобних ділянок на поверхні глобул гелю і різко знижуватися при утворенні великих гідрофільних ділянок і їх нерівномірному розподілі.

Зміна рН золя від 3 до 10 призводить до швидкої коагуляції гелю і супроводжується утворенням мікронеоднорідностей [4]. Мінімальний час витікання порошку через воронку спостерігається при використанні розбавленого розчину коагулятора і рН коагуляції рівному 8.

Для найбільш повного видалення супутніх продуктів поліконденсації гібридного золю ТЕОС-МТЕОС необхідно передбачити додаткову операцію відмивання водою гелевого покриття. Відомо, що тонкі частинки ортокремніевої кислоти - основні «цеглинки» в структурі полісилоксанових полімерів - легко переходять в розчин при тривалому впливі води за рахунок наявності активних гідрофільних поверхневих силанольних груп  $\equiv$  SiOH. Отримані гелі розминали шпателем і відмивали, перемішуючи з водою за допомогою пропелерної мішалки з подальшим фільтруванням. Відфільтрований гель знову відмивали дистильованою водою, а фільтрат досліджували на спектрометрі для визначення його оптичної щільності. Відмивання гелю повторювали до досягнення нейтрального середовища фільтрату.

Встановлено, що досягнення нейтрального середовища фільтрату стабільно забезпечується проведенням п'ятикратного відмивання гелю. Оптична густина фільтрату після потрійного відмивання свіжо осадженого гелю змінюється незначно. Подальше відмивання призводить до

деякого збільшення оптичної густини фільтрату, мабуть, в результаті гідратації найдрібніших глобул гелю.

Встановлено, що зниження швидкості перемішування гелю з водою знижує ступінь гідратації частинок гелю, а тривале витримування під шаром води без перемішування практично не позначається на його розчинності. Таким чином, гелеве покриття після нанесення на тканину, наприклад, на костюм пожежного, сушити не потрібно, а значить, можна уникнути усадкових тріщин і руйнування покриття.

Нанесене покриття по костюмах пожежних не повинно наносити шкоди людині: не викликати подразнень шкіри та отруєння у разі попаданні у шлунок. Попередні дослідження показали, що експериментальні склади можна використовувати для одержання наповнювачів стоматологічних композиційних матеріалів, а також як високоефективні ентеросорбенти. Але немає інформації щодо їх поведінки в шлунку людини в процесі травлення, тому визначали кислотостійкість покриттів, витримуючи експериментальні подрібнені гелі в сильно кислому розчині (рН 1,5-2) протягом 1 год. при постійному перемішуванні. Порцію отриманої суспензії фільтрували, фільтрат досліджували на спектрометрі, визначаючи його оптичну щільність (таблиця).

Таблиця  
Зміна оптичної густини фільтрату після  
випробування гелю на кислотостійкість

Тривалість витримки в розчині HCl, час.	Оптична густина
Вологий гель	
0,5	1,5
1	1,5
1,5	1,5
2	1,5
Температура сушки гелю 60 °С	
0,5	1,5
1	1,5
1,5	1,55
2	1,55

Встановлено, що експериментальні гелі ні у вологому, ні в висушеному стані не реагують з розчином соляної кислоти, що свідчить про перспективність використання розроблених складів для захисту костюмів пожежників від агресивних середовищ з низьким рН.

Таким чином, в результаті проведених досліджень уточнено склад розроблених гібридних гелів системи ТЕОС-МТЕОС. Показано, що розроблена технологія гібридних гелів може бути успішно застосована для отримання гідрофобних водо- і кислотостійких покриттів по костюмах пожежних.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Тарахно, Е.В. Применение кремнийорганических материалов для огнестойкого защитного обмундирования / Е.В. Тарахно, Л.А. Андрющенко, А.М. Кудин, Л.Н. Трефилова // Проблемы пожарной безопасности.- 2015- вып.36.- С.243-258.

2. Расторгуев, Ю.И. О гидrolитической конденсации тетраэтоксисилана / Ю.И. Расторгуев, Г.Ф. Сметанина, А.И. Кузнецов // Ж. прикл. химии.- 1988.- 99.- № 2-3.- С.1424-1426.

3. Скородумова, О.Б. Исследование механизма гелеобразования в гибридных гелях кремнезема с пониженной склонностью к агрегированию [Текст] / О.Б. Скородумова, А.Ю. Лозовской, Е.В. Тарахно, Т.Б. Гончар // Вестник НТУ «ХПИ», 2014. - №60 (1102).- С.14-19.

4. Скородумова, О. Б. Исследование влияния механизма гелеобразования в гибридных золях тетраэтоксисилана на эластичность защитных покрытий / О.Б. Скородумова, А.Ю. Лозовской, Е.В. Тарахно, Я.Н. Гончаренко // Проблемы пожарной безопасности.- 2015- вып.37.- С.201-206.