

ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНІ ЗОЛІ SiO_2 ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОТОНВМІСНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Скородумова О.Б.¹, д.т.н., професор,

Тарахно О.В.¹, д.т.н., професор,

Чеботарьова О.М.¹,

V. Mashkov²

¹Національний університет цивільного захисту України,

²Університет Дж. Е. Пуркина, Чехія

Для підвищення вогнезахисту текстильних матеріалів перспективними є покриття на основі SiO_2 , одержані в результаті проведення золь-гель процесу [1–3]. В цих наукових дослідженнях достатньо докладно охарактеризовані процеси, що відбуваються під час переходу золю в гель у разі використання кремнійорганічної сировини [4].

Але в цих публікаціях зроблено акцент на процеси гелеутворення, які відбуваються безпосередньо на поверхні тканини у разі нанесення шар за шаром компонентів композицій. В такий спосіб можна одержати вкрай неоднорідне покриття як за складом, так і товщиною, що значно знижує вогнезахисні властивості покриттів. Тому в зарубіжній літературі часто пропонуються як вихідні матеріали складні фосфор-нітроген-вмісні кремнійорганічні речовини, здатні реагувати з целюлозою ниток тканини та неорганічними солями-антипіренами. Основними недоліками в такому випадку є висока вартість компонентів композицій, достатньо складна технологія їх одержання, а також негативний вплив на навколишнє середовище. Авторами було запропоновано шляхи утворення вогнезахисних покриттів на основі гелів етилсилікату та широко відомих простих антипіренів, що значно полегшує технологію їх одержання, підвищує вогнезахист текстильних матеріалів, зменшує об'єм виділення токсичних газів, але не знижує вартість за рахунок високої ціни на кремнійорганічну сировину навіть технічного рівня чистоти.

З цього погляду цікаві золі кремнекислоти, які легко можна отримати шляхом дії мінеральних кислот на силікат натрію (рідке скло). Однак у публікаціях, наведених у технічній літературі, розглядалися технологічні аспекти обробки рідкого скла та етапи старіння одержаних гелів з точки зору отримання гелевих порошків потрібної структури, заданої пористості чи морфології пор, але не стійкого золю.

Захисні покриття на основі силікату натрію або рідкого скла використовуються дуже давно в різних галузях з різною метою: для вогнезахисту дерев'яних конструкцій, для створення спінювальних або гелеутворюючих композицій для тушіння легкозаймистих рідин тощо. В промисловості випускаються кремнезолі різної концентрації на основі силікатів натрію як силікатні зв'язуючі та клеї, але ці золі для запобігання передчасної коагуляції стабілізовані іонами лужних металів, тому мають достатньо великий розмір колоїдних частинок з дезактивованою поверхнею та характеризуються високими значеннями рН (11-13). Просочення текстильних матеріалів з метою підвищення вогнестійкості пов'язане з деякими технологічними труднощами, як то необхідність збереження зовнішнього вигляду просоченої тканини та виробів з неї, збереження міцності текстильних матеріалів, що є дуже важливим показником з приводу їх використання як оббивних матеріалів, виготовлення захисних костюмів тощо. Звісно, високі значення рН кремнезолів не дозволяють досягти цих завдань.

З огляду на вище сказане, в роботі була поставлена мета розробити стійкий концентрований золь SiO_2 на основі рідкого скла в інтервалі рН 5–6 для вогнезахисту текстильних матеріалів від дії відкритого вогню.

Недостатність теоретичних і експериментальних даних передбачає вирішення основних завдань даного дослідження: визначити вплив концентрації розроблених золей SiO_2 на їх реологічні характеристики, а також на здатність до вогнезахисту текстильних матеріалів.

Золю на основі рідкого скла готували змішуванням водних розчинів рідкого скла та оцтової кислоти. Встановлено, що з підвищенням концентрації золю SiO_2 оптична густина золей підвищується. Початок утворення просторових структур у золю (великих асоціатів) при підвищенні концентрації золю спостерігається тим раніше, чим вища концентрація золю. Підвищення концентрації золю SiO_2 з 6 до 14 % зменшує живучість золю вдвічі (з 70 до 30 хв.) В інтервалі концентрацій 8–12 % SiO_2 живучість практично не змінюється і знаходиться на рівні 50 хв, що є достатнім для просочення навіть великої кількості зразків тканини.

Експериментальні композиції наносили на тканину ванним методом пошарово. Кожний шар покриття закріплювали на поверхні тканини термічним ударом в сушильній шафі за температур 80–100 °C.

Не оброблена коттонова тканина загорялася під дією вогню через 7 с. Просочені зразки тканини під дією вогню (тиск газу складав 0,2 МПа) не загорялися, а поступово обуглювалися. За умов відсутності антипіренів у складі вогнезахисної композиції після видалення джерела вогню спостерігалася остаточне тління. В ході випробувань тканина з виворітного боку змінювала своє забарвлення із рожевого на темно-жовте, а в місцях глибокого пошкодження - на темно-коричневе. Тривала дія полум'я призводила до утворення в центрі обугленої плями тріщини. Час, за який під дією вогню утворюється тріщина у зразку, визначали за час початку руйнування тканини. Вплив товщини покриття та концентрації SiO_2 в золю на вогнестійкість зразків просоченої тканини під дією полум'я протягом 8 с визначали як площу пошкодження зворотного боку тканини.

Покриття на основі золю 12 %-ї концентрації також показали задовільні результати. Час початку руйнування тканини також залежить не тільки від концентрації, але й від кількості шарів нанесеного покриття. Тут простежується закономірність: чим вище концентрація золю, тим менше потрібно шарів покриття. Як видно з графіку 4, у разі використання 10 %-го золю SiO_2 тканину потрібно просочувати тричі. Підвищення концентрації до 12 % дозволяє зменшити кількість просочень до двох, що є важливим для збереження м'якості та еластичності тканини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Alongi J., Ciobanu M., Carosio F., Tata J., Malucelli G. Thermal stability and flame retardancy of polyester, cotton and relative blend textile fabrics treated by sol-gel process. *Journal of Applied Polymer Science*. 119 (4). 2011. P. 1961–1969.
2. Alongi J., Ciobanu M., Malucelli G. Sol-gel treatments for enhancing fire stability of cotton fabrics: optimization of the process and evaluation of durability. *Cellulose*. 18 (1). 2011. P. 167–177.
3. Alongi J., Ciobanu M., Malucelli G. Cotton fabrics treated with hybrid organic-inorganic coatings obtained through dual-cure processes. *Cellulose*. 18. 2011. P. 1335–1348.
4. Alongi J., Ciobanu M., Malucelli G. Novel flame retardant finishing systems for cotton fabrics based on phosphorus-containing compounds and silica derived from sol-gel processes. *Carbohydrate Polymers*. 85 (3). 2011. P. 599–608.