

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ



Міжнародна
науково-практична конференція

Проблеми
надзвичайних
ситуацій

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Харків
19 травня 2023 року

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОСФОРВІСНИХ КРЕМНЕЗЕМИСТИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ РІДКОГО СКЛА ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ*Скородумова О.Б., д.т.н., професор,**Тарахно О.В., д.т.н., професор,**Бабаєв А.М., ад'юнкт,**Чернуха А.А., к.т.н., доцент**Національний університет цивільного захисту України*

Останнім часом все більше публікацій з'являється стосовно досліджень в області пошуку нових методів поверхневої обробки волокон текстильних матеріалів з метою підвищення вогнезахисних властивостей. Достатньо робіт присвячено методам введення атомів нітрогену та фосфору в структуру вогнезахисної композиції на основі кремнійорганічних речовин різних класів, ступеню розвинення поверхні та кількості прищеплених функціональних груп. Але здебільшого ставиться наголос на використання складних кремнійорганічних структур що піддаються поліконденсації з утворенням або сполук включення, або клатратів фосфору або нітрогену в шарі захисної композиції на поверхні волокон текстилю. Як прекурсор фосфору для вогнезахисної композиції використовують червоний фосфор, фосфорорганічні сполуки, різні фосфати, полі фосфати, ортофосфорну кислоту тощо. Зазвичай у комплексі з кремнійорганічною сполукою складної просторової будови утворюється токсична сполука або силікофосфатна сполука, яка розкладається під дією вогню з утворенням токсичних продуктів термодеструкції. Введенням фосфору в структуру кремнійорганічної сполуки досягається синергетичний ефект вогнезахисної дії тканини, але виникає питання збереження навколишнього середовища від впливу продуктів терморозкладення вогнезахисної композиції.

Тому доцільним представлялось обрати такий склад вогнезахисної композиції, який не сприяє утворенню токсичних продуктів.

Потрібно також брати до уваги, що на рівень вогнезахисної дії впливає метод нанесення захисної композиції. Найчастіше використовують золь-гель метод, пошарову збірку, осадження наночастинок на поверхню волокон, а також хімічну модифікацію синтетичних волокон безпосередньо під час їх витягування з розплаву. Останнім часом використовують комбінований метод пошарової збірки, коли шари кремнійорганічної сполуки наносяться за допомогою золь-гель методу, а розчини антипіренів або їх суміші – методом осадження на поверхні силікатного покриття з подальшим закріпленням шляхом відповідної термічної обробки.

Найбільш перспективним показав себе комбінований спосіб нанесення захисних покриттів, в якому використані основні переваги золь-гель методу та пошарової збірки.

В даних дослідженнях комбінованим способом на бавовняну тканину наносили вогнезахисну композицію, яка одержана дією оцтової кислоти на водний розчин рідкого скла з додаванням ортофосфорної кислоти та амоній дигідрофосфату (АДГФ).

В попередніх публікаціях авторами було доведено, що стійкість золю кремнекислоти, що утворюється в результаті обмінної реакції між силікатом натрію (основною речовиною в рідкому склі) та оцтовою кислотою, залежить від концентрації вихідних компонентів та буферної ємності буферного ацетатного розчину, що утворюється. Намагаючись встановити оптимальний вміст фосфорвмісної добавки було проведено дослідження індукційного періоду під час старіння золю кремнекислоти з фосфорвмісними добавками шляхом визначення оптичної густини золю на фотоколориметрі КФК-2.

Встановлено, що введення розбавленої ортофосфорної кислоти (рН 1) в розчин кремнекислоти з рН 5–6 не змінює його в інтервалі вмісту 0,1–4 об.% H_3PO_4 . Композиції характеризувалися прозорістю, великою текучістю та малою в'язкістю. Було встановлено, що з підвищенням вмісту ортофосфорної кислоти термін життя композиції декілька зменшувався: від 110 хв (2 % H_3PO_4) до 75 хв (4 % H_3PO_4). Аналіз кривих змінення оптичної густини цих композицій показав, що процес зростання колоїдних частинок золю та їх об'єднання в крупні асоціати розпочинається приблизно через 45 хвилин у композиції з 0,1 % та 4 % H_3PO_4 після приготування та через 60 хв у композиції з 2 % H_3PO_4 , що відповідає підвищенню кута нахилу дотичної до кривих оптичної густини.

Після завершення процесу коагуляції композиції залишаються прозорими. Тонкі плівки композиції нанесені на полімерну основу мають однорідну щільну структуру, м'які та еластичні.

Водні розчини амоній дигідрофосфату характеризуються рН 6, тому в золь кремнекислоти додавали водні розчини АДГФ в рівній кількості, але різної концентрації: 10, 15 та 20 %. Дослідження композицій показало, що незалежно від концентрації розчину добавки термін живучості композиції складав близько 1 години. Не зважаючи на те, що рН АДГФ практично дорівнює рН золю кремнекислоти, процес зростання колоїдних частинок золю та їх об'єднання в крупні асоціати розпочинається раніше ніж в композиціях з ортофосфорною кислотою та складає близько 25 хв для композицій що містять 15 та 20 % АДГФ та близько 30 хв для композицій з меншою концентрацією АДГФ. Це, ймовірно, можна пояснити перебігом обмінної реакції між АДГФ та ацетатом натрію, який утворився в результаті попередньої реакції рідкого скла з оцтовою кислотою. Різка зміна рН в локальних реакційних об'ємах золю кремнекислоти призведе до часткового компенсування зарядів на колоїдних частинках кремнекислоти та прискорює коагуляцію.

Структура гелевої плівки дещо відрізняється від плівки одержаної з композицій з ортофосфорною кислотою: вона порувата та менш однорідна але також еластична та прозора.

Враховуючи, що амоній дигідрофосфат здатний розкладатися під дією високих температур на метафосфорну кислоту, аміак та воду, очікувано отримати спучений шар на поверхні обробленого текстильного матеріалу після вогневих випробувань.

Зразки бавовняної тканини просочували композиціями з ортофосфорною кислотою та амоній дигідрофосфатом. Наносили одношарове покриття ванним методом, видаляли залишки золю на віджимних валках та сушили в сушильній шафі за температур 80–100 °С. Висушені зразки піддавали вогневим випробуванням на лабораторній установці, визначаючи час початку обвуглення, час початку руйнування та площу пошкодження тканини.

Встановлено, що після дії вогню структура зразків тканини просочених композиціями з ортофосфорною кислотою залишається щільною, покриття не руйнується навіть в місці безпосередньої дії вогню, що підтверджено мікроскопічним методом аналізу. Зразки просочені амоній гідрофосфатом, в місці дії вогню легше руйнуються за рахунок розкладання АДГФ під дією вогню.

Використання малих добавок ортофосфорної кислоти сприяє утворенню суцільних тонких кремнеземних плівок на поверхні волокон ниток бавовняної тканини та значно підвищує час початку руйнування тканини під дією вогню.

Наукове видання

«Problems of Emergency Situations»

*Матеріали
Міжнародної науково-практичної конференції
19 травня 2023 року*

Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків : Національний університет цивільного захисту України, 2023. 464 с.

укр. і англ. мовами

За зміст публікацій відповідальність несуть автори

61023, Україна, м. Харків, вул. Чернишевська, 94

Відповідальний за випуск: Ю. А. Отрош

Технічні редактори: Н. В. Рашкевич, О. В. Васильченко, Ю. А. Отрош, Ю. В. Михайловська

Підписано до друку 17.04.2023

Друк. арк. 53,6

Тир. 100

Ціна договірна

Формат 60x84 1/16

Віддруковано: ТОВ «ДРУКАРНЯ МАДРИД»

61024, Харків, вул. Гуданова, 18.

Тел.: 0800-33-67-62.

www.madrid.in.ua info@madrid.in.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4399 від 27.08.2012 року