

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГАЗОУТВОРЕННЯ В ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ, ПРОСОЧЕНИХ БІНАРНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ СИСТЕМИ ЕТИЛСИЛКАТ - АНТИПІРЕН

*Скородумова О.Б.<sup>1</sup>, д.т.н., с.н.с.,*

*Тарахно О.В.<sup>1</sup>, к.т.н., доц.,*

*Чеботарьова О.М.<sup>1</sup>, ад'юнкт,*

*Савельєв Д.І.<sup>1</sup>, к.т.н.*

<sup>1</sup>*Національний університет цивільного захисту України*

*Емен Фат іх Мехмет<sup>2</sup>, д.н., проф.*

<sup>2</sup>*Университет Мехмет а Акифа Эрсоя Іст ікол, м. Бурдур, Туреччина*

Аналіз динаміки розвитку пожежі в огороженні свідчить, що текстильні матеріали є небезпечними на ранній стадії розвитку насамперед через утворення токсичних газоподібних продуктів термоокислювального розкладання і горіння, а також через високу димоутворювальну здатність. Дим, який спостерігається при горінні текстильних матеріалів, складається в основному із мікрокрапель смолистих речовин і часток вуглецю розміром 0,1-10 мкм. Тому, для підвищення рівня пожежної безпеки текстильних матеріалів необхідно крім зниження займистості матеріалу і швидкості поширення горіння, зменшувати кількість газоподібних продуктів розкладання.

Найбільше значення в процесі димоутворення має механізм реакцій термоокислювального розкладання, тому можливість регулювання цього процесу дає можливість розробляти матеріали зі зниженим димоутворенням. На практиці зниження димоутворення при горінні полімерних матеріалів досягають, як правило, шляхом введення реакційноздатних добавок, що переводять реакції розкладання у бік утворення карбонізованого залишку та збагачення піролізу продуктами, які можуть переривати газополуменеві реакції утворення вуглецю. Найбільш поширеними добавками, що сповільнюють горіння твердих горючих матеріалів органічного походження, є антипірени на основі галоген-, фосфор-, бор- і азотовмісних сполук; оксиди, солі й комплексні сполуки різних металів. Проте, такі сполуки не утримуються довгий час в текстильних матеріалах, відбувається їх активне висолювання та вимивання.

Використання бінарних покриттів на основі золів SiO<sub>2</sub> з добавками антипіренів, наприклад, діамоній гідрофосфату, значно підвищує вогнезахисні властивості текстильних матеріалів: час початку обуглення та повного прогорання, площу пошкодження від дії полум'я. Але залишалось не з'ясованим питання димоутворення при тривалому нагріванні просочених тканин.

Дослідження процесів газоутворення під час термодеструкції проводили на зразках текстильного матеріалу (бавовна – 80 %, поліестер – 20 %), просочених розробленими бінарними композиціями на основі етилсилкату-32 та діамоній гідрофосфату, використовуючи лабораторну установку, яка складається з робочої камери розмірами 100x100x50 см, із встановленою електричною плиткою та термопарою. У верхній частині камери знаходяться датчики для визначення температури газового середовища, летючих компонентів піролізу зразків і диму. Для усереднення газового середовища на бічній панелі камери передбачений вентилятор.

Робота датчиків камери фіксується за допомогою спеціальної програми ITMLab. Температуру поверхні зразка вимірювали лазерним пірометром Non-contact High Temperature Infrared thermometer HT-6889. Крім того, в камері закріплені газоаналізатори Dräger 5000 і Dräger 5600, призначені для визначення концентрації в газовому середовищі SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> і CO.

Встановлено, що абсолютні значення температури нагрівання зразків відрізняються і залежать від концентрації розчину діаммоній гідрофосфату, нанесеного на просочені золам зразки: при її збільшенні температура знижується приблизно на 150 °С у порівнянні з не просоченим зразком і на 50 °С у порівнянні зі зразком, просоченим 15 %-м розчином діаммоній гідрофосфату.

При нагріванні тканини за температур вище 100 °С починається виділення диоксиду сульфуру. Наявність цього газу в складі продуктів піролізу, ймовірно, пояснюється тим, що сульфур присутній в складі барвника тканини (моносольфопохідні анілінового барвника).

Диоксид сульфуру з непросоченого зразка виділявся лавиноподібно що свідчить про активний піроліз тканини. Нанесення захисного покриття значно знижує виділення SO<sub>2</sub>, що свідчить про уповільнення процесу піролізу.

Виділення диоксиду сульфуру лімітується швидкістю дифузії газів через шар покриття, тому активізація цього процесу спостерігається тільки за температур вище 250 °С.

Зміну концентрації СО в газовому середовищі лабораторної установки спостерігали за температур вище 170 °С. При цьому не просочений зразок виділяє СО майже в 2 рази більше, ніж просочені зразки за температур нижче 200 °С. При більш високих температурах (> 250 °С) у зразку, просоченому 20 %-м розчином діаммоній гідрофосфату, виділення СО значно менше.

Криві виділення аміаку в газове середовище мають дещо іншу форму – за температури 200-220 °С мають перегин, що свідчить про зменшення виділення аміаку із зразків. Зниження концентрації аміаку, ймовірно, пояснюється розведенням газу в інших газоподібних продуктах піролізу. Аміак з не просоченої тканини виділяється активно, тому його кількість при повному піролізі тканини перевищує верхню межу вимірювання газоаналізатора.

Активне виділення аміаку з просочених зразків пояснюється використанням в якості антипірену компонента діаммоній гідрофосфату - (NH<sub>4</sub>)HPO<sub>4</sub> - солі, яка легко розкладається, виділяючи аміак з ендотермічним ефектом, що узгоджується з результатами вимірювання температури зразків під час експерименту. Додатковий внесок в концентрацію аміаку вносить розкладання синтетичного поліестерового волокна тканини, що містить аміногрупи в структурі полімеру. З огляду на те, що волокна тканини захищені покриттям, виділення аміногруп зі структури тканини ускладнено і тим слабкіше, чим надійніше захищено волокно.

У ході проведення випробувань (нагрівання до 400 °С протягом 10 хв.) непросочені зразки згоряли повністю, з високим «видимим» задимленням робочої камери установки. Густина задимлення при випробуванні непросоченого зразка склала 5,38 г/м<sup>3</sup>. При введенні діаммоній гідрофосфату у вигляді 15 %-го розчину густина задимлення знижувалася до 2,2 г/м<sup>3</sup>, при підвищенні концентрації розчину ДАГФ до 20 % густина задимлення знижувалася до 1,78 г/м<sup>3</sup>.

Зразки, просочені золам етилсилікату ЕТС-32 з нанесенням розчину діаммоній гідрофосфату методом розпилення, при нагріванні до 400 °С обвуглювалися, проте не втрачали еластичності і навіть характеризувалися залишковою міцністю.

Вивчення структури просочених зразків після випробувань показало, що структура зразків не зруйнована, щільна. Тканини на дотик м'які, легко згинаються, покриття не обтрушується. Зразки володіють деякою міцністю: руйнування тканини відбувається тільки під час активного прання. Розшарування покриттів не спостерігається. Під мікроскопом видно однорідну структуру зразка з добавкою 20%-го діаммоній гідрофосфату. Отже вважаємо доцільним використовувати кремнійорганічні композиції на основі технічного етилсилікату-32 для просочення текстильних матеріалів.