

УДК 614.8

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ ВОГНЕЗАХИСНОЇ КОМПОЗИЦІЇ НА ВОДОСТІЙКІСТЬ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ПО ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ

Скородумова О.Б.<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; Тарахно О.В.<sup>1</sup>, д.т.н., проф.;  
Чеботарьова О.М.<sup>1</sup>; Бабаєв А.<sup>1</sup>; Радченко Г.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

**Вступ.** Проблема збереження життя та здоров'я людини є однією з найважливіших в області цивільного захисту та пожежної безпеки. Вирішення цієї проблеми складається з розв'язання великої кількості гуманітарних, соціальних і технічних завдань, в тому числі з питань зменшення рівня пожежної небезпеки для людей в місцях великого скупчення, запобігання виникненню пожежі, а також розробки шляхів її локалізації.

Одним з важливих завдань в цьому сенсі є розроблення технологічних принципів підвищення вогнезахисних властивостей текстильних матеріалів, які використовуються як оббивні та оздоблювальні матеріали в жилих будівлях, офісах та місцях великого скупчення людей. З цієї точки зору актуальними є дослідження, пов'язані з розробкою вогнезахисних покриттів по текстильних матеріалах, які здатні значно зменшувати загальний тепловий ефект від загоряння або взагалі запобігати загорянню тканини під дією джерела вогню [1]. Окрім цього важливим є зменшення димовиділення під час пожежі за рахунок придушення загоряння текстильних оздоблювальних матеріалів [2].

Виходячи з цього в роботі було поставлено задачу розробки вогнезахисних композицій для текстильних матеріалів, які б могли запобігати або придушувати загоряння тканин під дією відкритого полум'я.

Вогнезахисне покриття по текстильних матеріалах надійно діє тільки у випадку достатньої адгезії до волокна тканини. Як тому свідчить велика кількість зарубіжних джерел технічної літератури [3-6], оцінити адгезію покриття до волокна ниток тканини можна під час дослідження водостійкості просочених зразків. Це пояснюється тим, що вода оказує розклинювальну дію по місцях з'єднання покриття з нитками тканини.

Тому в роботі було поставлено мету дослідити процеси, що відбуваються в захисному покритті під час проведення випробувань на водостійкість.

**Експериментальні результати та їх обговорення.** Експериментальні склади кремнеземистих покриттів наносили на бавовняні зразки розмірами 9х13см «ванним» методом, видаляли зайвий золь на віджимних валках та сушили за температур 80 – 100 °С. Наносили покриття в три шари. На висушені зразки речовини антипіренів (діамоній гідрофосфату та карбаміду) наносили методом розпилювання та знову сушили.

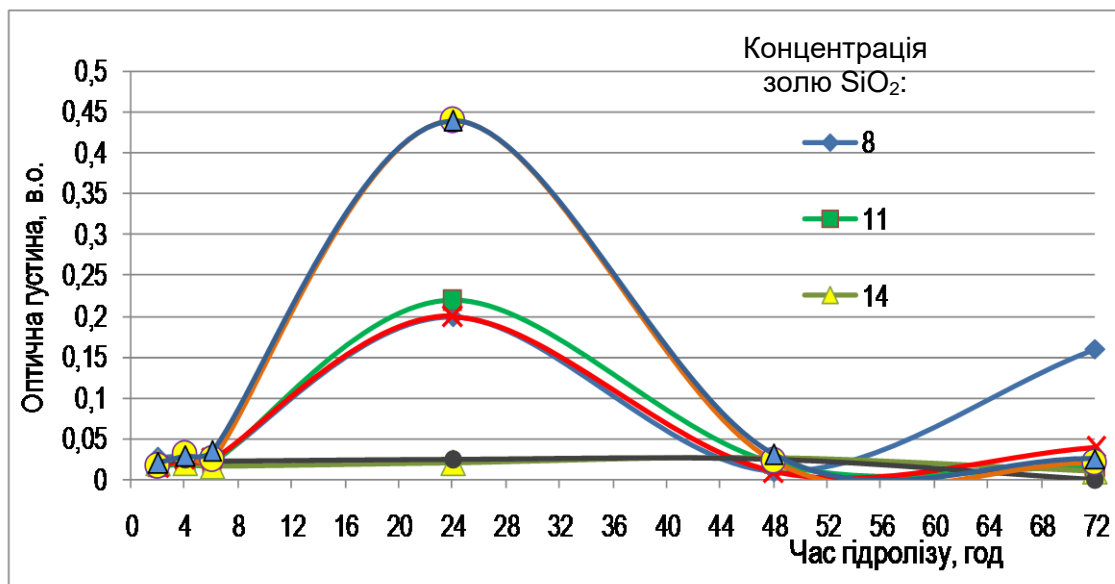
Просочені золь (концентрацією SiO<sub>2</sub> 8, 11 та 14%) зразки тканини з антипіренами та без них, заглиблювали в ємності з дистильованою водою, дотримуючись співвідношення: 6 зразків на 3л води. Для порівняння в окрему ємність помістили 6 зразків не просоченої тканини. Після витримання деякий час в воді (2, 4, 6, 24, 48 та 72 години) виймали по одному зразку з кожної ємності та сушили в сушильній шафі. Одночасно з кожної ємності відбирали порцію води, попередньо скаламученої, для визначення оптичної густини рідини над зразками, що

піддаються гідролізу. Оптичну густина визначали за допомогою фотоколориметра КФК-2, використовуючи як еталон дистильовану воду. Згідно стандарту один раз за добу в ємності заливали свіжу воду.

Після висушування зразків їх піддавали вогневим випробуванням, використовуючи лабораторну установку, яка складається з захисного металевого горизонтального екрану з отвором посередині діаметром 30 мм. Пальник підводили знизу отвору таким чином, щоби отвір знаходився на середині факелу полум'я від горіння газу що подається під тиском 0,2МПа.

Зверху на екрані закріплювали зразок тканини. Процес вогневого випробування фіксували на відеокамеру, за допомогою якої визначали час початку обуглення тканини під дією вогню, час початку її руйнування, час остаточного горіння та тління після видалення джерела вогню. Окремо визначали площу пошкодження зразків тканини від дії вогню протягом 8с.

В перші 6 годин гідролізу оптична густина води над зразками з антипіренами (№ 8а, 11а, 14а) та без них (№ 8, 11, 14) практично не змінюється і дорівнює близько 0,02 (рис.1).



**Рисунок 1 – Змінення оптичної густини в часі: позначка а показує наявність антипіренів**

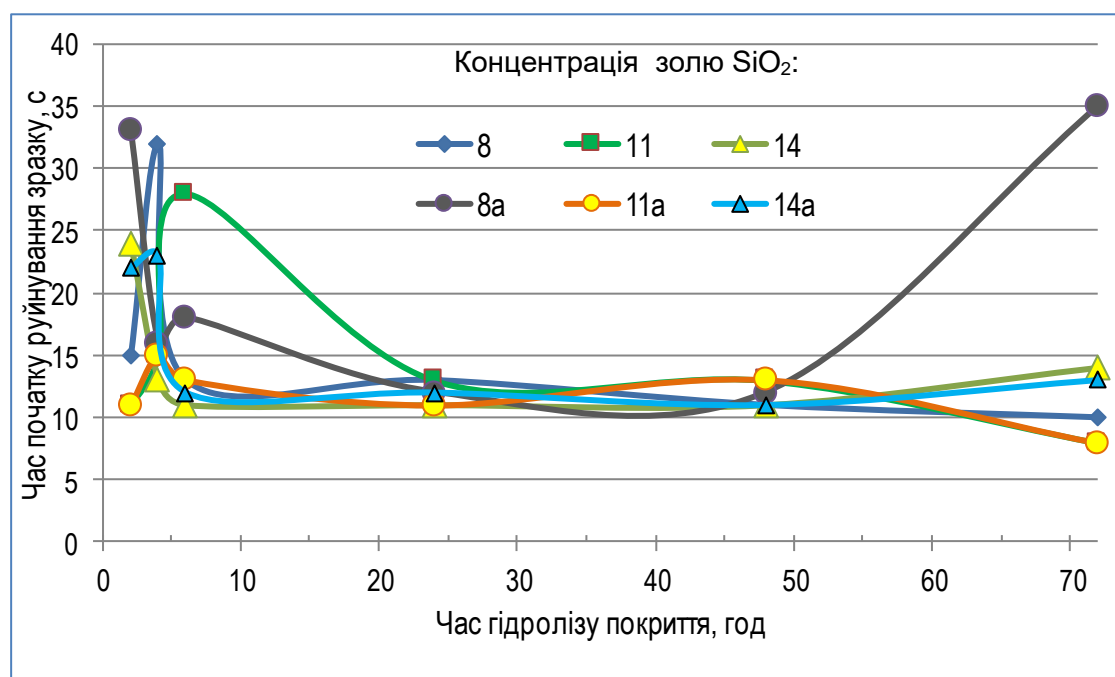
Через 24 години гідролізу оптична густина не просоченого зразка та зразків, просочених золями 8 та 11%-ї концентрації без антипіренів різко збільшується. Криві практично накладаються одна на одну, тому можна зробити висновок, що офарблення не просоченої тканини частково зменшується, а покриття на основі золь 8-11%, ймовірно, мають деяку пористість, через яку офарблення тканини декілька зменшується. Якщо тканина просочена зольом більшої концентрації (14%), тришарове покриття має більшу товщину та щільність, таким чином, тканина в більшій мірі захищена від дії води.

Дослідження оптичної густини води в ємностях, що містили зразки, просочені окрім золю SiO<sub>2</sub> розчинами антипіренів, показало значне збільшення значень через 24 години витримування в воді. Беручи до уваги, що діамоній гідрофосфат та карбамід є водорозчинними речовинами, можна припустити початок гідролізу цих речовин та від'єднання їх від шару покриття. Слід зауважити, що подальше

витримування зразків в воді не приводило до подальшого збільшення оптичної густини.

На рис.2 наведені результати визначення часу початку руйнування зразків під дією вогню після випробувань на водостійкість. У перші 4 години гідролізу спостерігається деяке збільшення часу, який потрібен для початку руйнування тканини, що пояснюється, ймовірно, частковою гідратацією гідрофільного кремнеземистого покриття. На поверхні покриття утворюється шар ОН-груп, з'єднаних з функціональними групами гелю полікремнієвої кислоти яка є основою кремнеземистого покриття. Також на деяких ділянках покриття має місце молекулярна адсорбція молекул води. Не зважаючи на те, що після випробувань на водостійкість зразки сушили в сушильній шафі за температур 80-100 °С, деяка доля адсорбованих молекул води а також гідроксильні групи залишаються на поверхні покриття, тобто під дією вогню спочатку відбувається процеси десорбції молекул води, потім – дегідратації ОН-груп, які супроводжуються ендотермічним ефектом, і тільки після цього розпочинається розігрівання зразку тканини, його обвуглення та руйнування.

У разі витримування зразків протягом 24 годин в воді час початку руйнування зразків зменшується але залишається на рівні значень що одержані підчас випробувань зразків після 2 годин гідролізу.



**Рисунок 2 – Результати вогнезахисних властивостей просочених зразків тканини після випробувань на водостійкість**

Збільшення часу гідролізу покриття до 48 годин практично не впливає на вогнезахисні властивості покриттів. Лише дія води протягом 72 години призводить до різкого підвищення часу початку руйнування зразку 8a (покриття на основі 8%-го золю SiO<sub>2</sub> та шаром антипіренів). Порівнюючи з результатами визначення оптичної густини (рис.1) для цього зразку, можна припустити, що тонке порувате покриття в більшому ступені гід ратується, тому потрібний більший час для руйнування тканини під дією вогню.

Таким чином, в результаті проведених досліджень можна зробити наступні висновки: нетривала дія води на захисні покриття не знижує їх вогнезахисні властивості, а навіть у певній мірі підвищують їх за рахунок синергетичного ефекту захисної дії кремнеземистого покриття, ендотермічного ефекту від дії антипіренів та ендотермічного ефекту процесу від'єднання шару ОН-груп з поверхні покриття що утворився під час тривалого гідролізу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Skorodumova O., Tarakhno O., Chebotaryova O., Bezuglov O., Emen F.M. (2021). The use of sol-gel method for obtaining fire-resistant elastic coatings on cotton fabrics. *Materials Science Forum*, 1038, 468-479.
2. Skorodumova O., Tarakhno O., Chebotaryova O., Saveliev D., Emen F.M. (2021). Investigation of gas formation processes in cotton fabrics impregnated with binary compositions of ethyl silicate-flame retardant system. *Materials Science Forum*, 1038, 460-467.
3. Fanglong Z., Qun X., Qianqian F., Rantong L., Kejing L. (2016). Influence of nano-silica on flame resistance behavior of intumescent flame retardant cellulosic textiles: Remarkable synergistic effect? *Surface & Coatings Technology*, 294, 90–94.
4. Alessandrade J.R., Fonseca S., Bufalino L., Ribeiro C., Martins M.A., Marconcini J.M., Tonoli G.H.D. (2014). Evaluation of reaction factors for deposition of silica (SiO<sub>2</sub>) nanoparticles on cellulose fibers. *Carbohydrate Polymers*, 114, 424–431.
5. Nour F. Attia, Mona Moussa, Aida M.F. Sheta, RehabTaha, H. Gamal. (2017). Synthesis of effective multifunctional textile based on silica nanoparticles. *Progress in Organic Coatings*, 106, 41–49.
6. Alongi J., Ciobanu M., Carosio F., Tata J., Malucelli G. (2011). 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), 1961-1969.