

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ  
УКРАЇНИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ**

## **МАТЕРІАЛИ**

**круглого столу**

**«ОБ'ЄДНАННЯ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ – ЗАПОРУКА  
ПІДВИЩЕННЯ ГОТОВНОСТІ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ  
ПІДРОЗДІЛІВ ДО ВИКОНАННЯ ДІЙ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ»**



**27 жовтня 2023 року  
Харків**

**ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Скородумова О.Б., д.т.н., професор, Чеботарьова О.М., ад'юнкт  
Національний університет цивільного захисту України*

Текстильні матеріали дуже широко використовуються у всіх галузях промисловості та побуті як оздоблювальні та оббивні матеріали. Водночас вони дуже легко загоряються з великим екзотермічним ефектом, створюючи умови для швидкого розповсюдження горіння під час пожежі. Особливо небезпечно це в місцях великого скупчення людей. Тому останнім часом науковці всього світу активно працюють над розробленням методів зниження теплового ефекту під час пожежі за рахунок запобігання горіння легкозаймистих матеріалів, у тому числі, текстильних. Роботи, присвячені підвищенню вогнестійкості текстильних матеріалів, розвиваються за двома основними напрямками: хімічна модифікація волокон ниток тканини, зазвичай, синтетичних, та нанесення вогнестійких покриттів по тканинах. Перший напрямок реалізується під час виготовлення на виробництві синтетичних волокон – основи для створення ниток тканини.

Другий напрямок базується на здобутках наукової діяльності науковців всього світу стосовно створення нових складів захисних композицій, антипіренів нового покоління, а також комбінації методів нанесення покриттів та технологій створення вогнезахисних композицій.

Питанням розробки комбінованого підходу до вирішення проблеми підвищення вогнестійкості текстильних матеріалів займаються вчені Німеччині, Сполучених Штатів Америки, Італії, Іспанії, Китаю. В роботах цих вчених було запропоновано новий підхід до створення сучасних антипіренів нового покоління, нові методи формування та нанесення покриття на основі кремнійорганічних речовин різної просторової будови. Зазвичай розроблені методи та складні композиції складні у виготовленні, мають попередній етап створення складної за технологією та будовою антипіренової складової. Великою проблемою є також негативний вплив антипіренів та продуктів їх розкладання під час утилізації просочених текстильних матеріалів на екологічний стан навколишнього середовища.

Останнім часом на кафедрі спеціальної хімії та хімічної технології було розроблено значно спрощену технологію нанесення та закріплення покриття по текстильних матеріалах, запропоновано та пояснено механізм формування гелевого покриття на основі етилсилікату, але все ж таки покриття доволі дорогі. Тому дослідження спрямовані на розробку нової простої та дешевшої технології вогнезахисних кремнеземистих покриттів з використанням безпечних та простих за будовою антипіренів є актуальними.

Метою роботи є розробка спрощеної технології вогнезахисних покриттів по текстильних матеріалах на основі рідкого скла.

Розроблено основні принципи одержання стійких золів полікремнієвої кислоти на основі золів рідкого скла в інтервалі концентрацій 4–16 % у перерахунку на SiO<sub>2</sub>. Досліджено вплив типу та концентрації мінеральних та органічних кислот на одержання стійких золів кремнієвої кислоти.

Встановлено перспективність використання оцтової кислоти для підкислення рідкого скла. В результаті чого в розчині формується ацетатний буферний розчин, який контролює рН золю на рівні 5,5–6 та запобігає швидкій коагуляції кремнієвої кислоти. Визначено початок прихованої коагуляції отриманих золів SiO<sub>2</sub> за зміною оптичної густини що досліджувалася спектрофотометричним методом, а також за зміною реологічних характеристик експериментальних золів. Показано, що використання золів 10–12 %-ї концентрації забезпечує стійкість та високу текучість просочувальних композицій.

Досліджено можливість одержання гібридних захисних покриттів системи етилсилікатний золь – золь кремнекислоти по бавовняних тканинах. Доведено вогнезахисну дію гібридних покриттів, досліджено вплив домішок антипіренів на мікроструктуру покриттів та придушення спалахування під дією вогню.

З метою зниження вартості покриття проведено дослідження з розробки неорганічних покриттів на основі рідкого скла з домішками спирту та без нього, показано позитивний вплив золь малої концентрації на підвищення вогнезахисних властивостей просочених тканин різного хімічного складу та структури.

Визначено позитивний вплив комбінованої дії антипіренів (карбаміду та діамоній гідрофосфату) на підвищення вогнезахисних властивостей просочених зразків тканини.

Виконано оптимізацію складів просочувальної композиції системи золь  $\text{SiO}_2$  – діамоній гідрофосфат – карбамід з використанням центрального композиційного уніформ-ротабельного плану другого порядку.

Встановлено, що концентрація золю  $\text{SiO}_2$  залежить від щільності та товщини тканини: чим тонша тканина, тим менш концентрований золь  $\text{SiO}_2$  потрібно використовувати. Сумішеві тканини, які складаються з волокон різного складу, потребують більш концентрованих золь  $\text{SiO}_2$ .

Встановлено, що найменшу площу пошкодження тканини можна досягти, використовуючи співвідношення антипіренів в двох концентраційних областях: якщо використовуються розбавлені розчини ДАНР (9-10%), потрібно додавати мікрокількості карбаміду (0-0,5 %). У разі використання концентрованого розчину ДАНР (18-20 %) концентрацію розчину карбаміду теж потрібно підвищити до 8-10 %. Така закономірність зберігається і для тонких, і для об'ємних тканин.

Наявність двох зон, в яких площа пошкодження тканини після вогневих випробувань найменша, дозволяє підвищити надійність технології нанесення захисних покриттів: корегувати в залежності від типу тканини не тільки концентрацію золю  $\text{SiO}_2$ , але й змінювати співвідношення антипіренів, не залишаючи зону оптимуму.

Виконано дослідження впливу повторного нанесення покриття на вогнезахист бавовняних і текстильних матеріалів. Встановлено, що збільшення шарів покриття підвищує вогнезахисні властивості у разі використання малих концентрацій золю  $\text{SiO}_2$  (8-11 %) і значно знижує їх у разі використання більш концентрованих золь  $\text{SiO}_2$  (12 – 16 %). На основі одержаних результатів було показано, що більш об'ємні тканини можна просочувати 1-2 шарами золь з концентрацією  $\text{SiO}_2$  12-16 %, а для просочення тонких або щільних тканин використовувати золь 8-11 %.

Досліджено водостійкість розроблених складів вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах. Встановлено, що під дією води відбувається часткова гідратація поверхні кремнеземистого покриття, яка не призведе до його руйнування. Наявність шару адсорбованих молекул води на поверхні покриття є причиною додаткового підвищення вогнезахисних властивостей зразків. Показано, що ступінь однорідності золю  $\text{SiO}_2$  впливає на стійкість до гідролізу гелевих покриттів. Переважний вплив оказують золь  $\text{SiO}_2$  низької концентрації (8 %), які характеризуються високою текучістю та мають тривалий термін життя. Показано, що навіть довготривала дія води протягом 3 діб забезпечує підвищення вогнезахисних властивостей просочених зразків у порівнянні з не просоченими зразками тканини. Одержані результати та сформульовані висновки дозволили запропонувати розроблені склади просочувальних композицій для підвищення вогнестійкості протипожежних ковдр, костюмів пожежних, нош рятувальних. Основні здобутки роботи використані в навчальному процесі Національного університету цивільного захисту України при вивченні дисципліни «Технологія вогнестійких захисних покриттів» освітньо-професійної програми «Радіаційний та хімічний захист» для підготовки здобувачів вищої освіти за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».