

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ**

**ОПЕРАТИВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА  
ДЕРЖАВНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ОПЕРАТИВНОГО МИСТЕЦТВА**

**Збірник тез доповідей  
Всеукраїнської науково-практичної конференції**

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БУДІВНИЦТВА ТА СЛУЖБОВО-БОЙОВОЇ  
ДІЯЛЬНОСТІ ФОРМУВАНЬ СИЛ БЕЗПЕКИ І СИЛ ОБОРОНИ  
ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ»**



*м. Харків  
30 травня 2024 року*

## УДК 614.8

**Лисак Н.М.**, аспірант, викладач кафедри спеціальної хімії та хімічної технології, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків),

**Скородумова О.Б.**, д.т.н., професор, професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків),

**Чернуха А.А.**, к.т.н., доцент, доцент кафедри пожежної та рятувальної підготовки, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків), полковник служби цивільного захисту

### **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЕКСТРУДОВАНОГО ПОЛІСТИРОЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ ФОСФАТОВІСНИХ ДОБАВОК**

Важливим аспектом сучасних будівельних норм є енергозбереження, що може бути реалізоване шляхом утеплення фасадів, покрівель, цоколів та фундаментів за допомогою теплоізоляційних матеріалів. Завдяки доступності та легкості обробки широкого вжитку набуває пінополістирол. Згідно із державними стандартами України, що відповідають європейським, розрізняють експандований або спінений (EPS, ДСТУ Б EN 13163:2012) та екструдований (XPS, ДСТУ Б EN 13164:2019) пінополістирол.

EPS частіше використовується для оздоблення фасадів через його низьку горючість (групи Г1-Г2). XPS, відомий як матеріал нового покоління, вирізняється міцністю та морозостійкістю, але має високу горючість (групи Г3-Г4). Цей суттєвий недолік може частково компенсуватися використанням антипіренових добавок, що, як правило, є екологічно небезпечними галогенопохідними вуглеводнів. Зокрема, раніше до полістиролу додавали гексабромциклододекан (НВСД). Про його токсичну дію йдеться в багатьох роботах, і наразі його використання заборонено Стокгольмською конвенцією ООН. Доволі часто як антипіренові добавки використовують хлорфторвуглеводні (СFC) та гідрохлорфторвуглеводні (НСFC). Ці речовини також надзвичайно шкідливі для навколишнього середовища, особливо для озонового шару.

У звіті Агентства з охорони навколишнього середовища США (ЕРА) представлено декілька замінників НВСД. Одним з них є бромований сополімер бутадієн-стиролу. Торгова назва такого аналога В264YZ, він відомий також як Innovation 3000, FR-122Р та GreenCrest (CAS № 1195978-93-8), і є першим представником полімерних антипіренів. Передбачається, що така речовина є більш екологічно безпечною, оскільки через стеричний ефект не зможе легко вивільнитися з полістирольних матеріалів. Проте В264YZ під впливом теплового та ультрафіолетового випромінювання може розкладатися з утворенням шкідливих і небезпечних сполук, що спричинятиме негативні наслідки для навколишнього середовища.

Враховуючи викладене вище, актуальними є розробка та дослідження складів екологічно безпечних вогнезахисних композицій для теплоізоляційних матеріалів, схильних до займання. Відомо, що гарні антипіренові властивості проявляють фосфорвмісні речовини, які мають низьку токсичність, але чутливі до несприятливих кліматичних умов. Тому ключовим аспектом у створенні вогнезахисних композицій є інтеграція фосфору в полімерну матрицю, що сприяє формуванню термостійких та енергетично стабільних структур. Зокрема, здатністю витримувати високі температури відомий силікофосфатний зв'язок.

Метою представленої роботи було дослідження впливу співвідношення натрієвих компонентів фосфатних буферних розчинів на вогнезахисні властивості кремнеземвмісних покриттів для екструдованого полістиролу.

Золі кремнієвої кислоти, отримані з використанням рідкого скла та оцтової кислоти, модифікували фосфатними буферними розчинами з рН 6, 7 та 8. Об'ємну частку добавки варіювали в межах 15–25 %. Нанесення експериментальних покриттів на поверхню пінополістиролу проводили методом занурення. Після нанесення кожного шару композиції зразки висушували в сушильній шафі при 80 °С. Додатково, на поверхню висушених зразків розпилювали 20%-й водний розчин діамонійгідрофосфату.

Зразки зважували до та після дії вогню протягом 10 с, втрату маси виражали у відсотках.

Було виявлено, що застосування вогнезахисного покриття запобігає утворенню палаючих крапель під час горіння екструдованого пінополістиролу. Використання фосфатного буферного розчину з рН 8 дозволило підвищити час загорання зразка до 5–6 с, що майже вдвічі перевищувало відповідний параметр для необробленого XPS. При цьому процес горіння протікав повільно та без налипання на металеву поверхню установки.

Модифікування золів кремнієвої кислоти буферними розчинами з рН 6–7 більш істотно підвищувало вогнестійкість пінопласту – горіння починалося через 7–8 с, зразки не підтримували горіння або не загоралися зовсім. Втрати маси коливалися в діапазоні 0–1,95 % залежно від кількості шарів нанесеного покриття та рН розчину.

Найкращі показники ефективності вогнезахисного покриття продемонстрували композиції з 20 %-м вмістом фосфатного буферного розчину з рН 6 та 7: під час дії вогню зразки не загоралися, їхній об'єм зменшувався, але маса була стабільною.

**Всеукраїнська науково-практична конференція**

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БУДІВНИЦТВА ТА СЛУЖБОВО-  
БОЙОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФОРМУВАНЬ СИЛ БЕЗПЕКИ І СИЛ  
ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ»**

**Збірник тез науково-практичної конференції**

Відповідальний за випуск: *Бондаренко О.Г.*

Комп'ютерна верстка: *Толстоносов Ю.М.*

---

Редакційно-видавничий відділ Національної академії НГУ  
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 4794 від 24.11.2014 р.  
61001, м. Харків, майдан захисників України, 3