

*Ю.В. Гуцуляк, канд. техн. наук, доцент, О.М. Коваль, канд. техн. наук,
В.Б. Лоїк, канд. техн. наук, С.Я. Вовк, канд. техн. наук
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ПОКРИТИХ НАПОВНЕНИМИ СИЛІЦІЙОРГАНІЧНИМИ СПОЛУКАМИ

Проведено експериментальні випробування ефективності вогнезахисту виробів з деревини, які оброблені вогнезахисними речовинами КСД та КОРД, а також розробленими вогнезахисними речовинами на основі наповнених карборансилоксанів. Встановлено, що розроблені речовини здатні зберігати вогнезахисну ефективність після нанесення їх на поверхню дерев'яних виробів. Експериментально доведено, що оброблені зразки деревини ВЗР на основі наповненого карборансилоксану можуть використовуватися в будівлях IV ступеня вогнестійкості. Зразки деревини, які оброблені вогнезахисним засобом КСД та КОРД, можна використовувати в будівлях IVa та V ступеня вогнестійкості.

Ключові слова: вогнезахист, вогнезахисні речовини, карборансилоксан, дерев'яні конструкції.

Ю.В. Гуцуляк, А.М. Коваль, В.Б. Лоїк, С.Я. Вовк

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ПОКРЫТЫХ НАПОЛНЕННЫМИ СИЛИЦИЙОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Проведены экспериментальные испытания эффективности огнезащиты изделий из древесины, которые были обработаны огнезащитными веществами – КСД; и КОРД, а также огнезащитных веществ на основе наполненных карборансилоксанов. Установлено, что разработанные вещества способны сохранять огнезащитную эффективность после нанесения их на поверхность деревянных изделий. Получены экспериментальные доказательства, что обработанные образцы древесины АОД на основе наполненного карборансилоксана имеют большую огнестойкость и могут использоваться в зданиях IV степени огнестойкости. Образцы древесины, обработанные огнезащитным средством КСД и КОРД имеют более низкие огнезащитные свойства и их можно использовать в зданиях IV и V степеней огнестойкости.

Ключевые слова: огнезащита, огнезащитные вещества, карборансилоксан, деревянные конструкции.

Yu. V. Hutsulyak, O. M. Koval, V. B. Loik, S. Ya. Vovk

EXPERIMENTAL TESTS FOR DEFINING THE FIRE RESISTANCE OF WOOD PRODUCTS TREATED WITH FLAME RETARDANT SUBSTANCES BASED ON FILLED CARBORANSYLOXANES

Experimental tests for defining the fire resistance of wood products treated with flame retardants were held. Also the efficiency of flame retardant substances based on filled carboransyloxanes was examined. Established results showed that the flame retardant substances are able to maintain their effectiveness after application to the surface of wood products. It was proved that the treated wood samples covered with filled carboransyloxanes have better fire resistance and can be used in buildings of the IV degree of fire resistance. Samples of wood that are covered with special substances have lower properties and can be used in buildings of the IV and V degree of fire resistance.

Keywords: fire protection, fire-retardant substance karboransyloksan, wooden structures.

Вступ. Реалізація державної політики, спрямованої на безпеку та захист населення і територій, матеріальних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій у мирний час та в особливий період, є основною метою цивільного захисту нашої країни.

Будівельні конструкції у звичайних умовах експлуатації можуть зберігати необхідні функціональні властивості протягом тривалого часу. Однак в умовах пожежі вони швидко втрачають свої експлуатаційні якості, руйнуються або не перешкоджають поширенню вогню.

При цьому широко використовуються дерев'яні та комбіновані металодрев'яні конструкції. Найбільш небезпечними під час пожежі в будівлях з таких конструкцій є зменшення розмірів поперечних перерізів елементів конструкцій внаслідок полуменевого горіння, що призводить до зниження їх міцності та руйнування. Люди на пожежі гинуть в основному від травм, пов'язаних з руйнуванням будівельних конструкцій, та від отруєння токсичними продуктами згоряння.

В умовах реальної пожежі температура в зоні горіння може перевищувати 1273 К, що призводить до полуменевого горіння дерев'яних конструкцій, які займаються при підвищенні температури їх поверхні понад 573 К.

Зважаючи на вищезгадане бачимо, що є потреба у розробці нових ефективних вогнезахисних речовин (ВЗР) для вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій, що своєю чергою підвищить їх несучу здатність і збереже людські життя та мінімізує матеріальні збитки.

Постановка проблеми. Деревина широко застосовується у будівництві, завдяки порівняно високим механічним характеристикам та простоті обробки. Однак під дією агресивних факторів навколишнього середовища вона з часом змінює свої фізико-механічні характеристики і внаслідок зменшення площі поперечного перерізу знижується межа вогнестійкості дерев'яних будівельних конструкцій. Окрім того деревина є горючим матеріалом з межею поширення вогню M2, що обмежує використання дерев'яних будівельних конструкцій в будівлях, зі ступенем вогнестійкості, вищим за IVa [1].

Традиційним методом вогнезахисту виробів з деревини є просочування антипіренами, застосування вогнезахисних речовин, екранування та конструктивні заходи (збільшення площі поперечних перерізів порівняно з розрахунковими. Асортимент вогнезахисних просочувальних розчинів та ВЗР за останні роки значно зріс, зросла також актуальність отримання достовірних даних щодо визначення ефективності їх вогнезахисних властивостей та тривалості захисної дії.

Практичного застосування набули розчини КСД та КОРД, проте їх не можна використовувати в будівлях вище IV ступеня вогнестійкості.

Тому розроблення нових вогнезахисних речовин для вогнезахисту виробів з деревини із значним часом їх вогнезахисної дії є актуальним завданням.

Мета роботи. Оцінка властивостей вогнезахисних речовин та їх вплив на підвищення вогнестійкості дерев'яних будівельних конструкцій.

Результати досліджень. Визначення вогнезахисної ефективності вогнезахисних речовин проводили згідно з ГОСТ 16363-98 «Средства защиты для древесины. Методы определения огнезащитных свойств» [3], згідно з якою за взірці потрібно брати прямокутні соснові бруски поперечного перерізу розмірами - 150 x 60 x 30 мм.

Для проведення дослідження взірці попередньо обробляли такими вогнезахисними речовинами:

- запропонованим покриттям на основі карборансилоксану;
- сертифікованим покриттям КСД;
- сертифікованим покриттям КОРД.

Враховуючи реакційну здатність вихідних компонентів та можливість їх взаємодії при нагріванні із утворенням нових вогнестійких фаз, як вихідні матеріали використано карборансилоксан К-2104, оксидні і силікатні наповнювачі та модифікуючі добавки.

Наповнювачі є активною складовою композицій для захисних покриттів, тому враховуючи їх високу стійкість до дії високих температур, вогню та взаємодію між компонентами, вибір основних компонентів визначається процесами взаємодії при нагріванні утворенням стійких фаз.

Основною характеристикою наповнювачів є їх хімічний склад, який здебільшого визначає можливості їх використання. Найбільш широке застосування серед мінеральних наповнювачів мають силікати, найважливішою структурною одиницею яких є силіційкисневий тетраедр. Як зв'язку використано карборансилоксан К-2104, характеристика якого подана у табл.1, а домішки: каолін Просянівський (ГОСТ 21286-82), алюмінію оксид, борна кислота.

Таблиця 1

Характеристика карборансилоксанової зв'язки К-2104

Хімічний склад структурної одиниці	Співвідношення R/Si	Вміст, мас. %			
		B	C	H	Si
$[(\text{CH}_3)_2 \text{SiO} (\text{C}_6\text{H}_5) \text{SiO}_{1,5}]_n$ <div style="text-align: center;"> \downarrow B_4H_{10} </div>	1,5	14,3	49,2	8,2	27,3

Аналізи результатів досліджень кінетики процесу термічного розкладу покриттів, у тому числі і вогнезахисних, свідчать, що максимальна швидкість втрати маси в оброблених зразках зсунута в низькотемпературну область, при цьому втрата маси зразків відбувається значно повільніше, в два етапи і на меншу величину, порівняно з матеріалом без покриття. Енергія активації покритого матеріалу порівняно з вихідною збільшується до 7200-8400 Дж/моль, що знижує активність окислювальних процесів завдяки взаємодії кисню не з матеріалом підкладки, а з компонентами захисного шару.

Таким чином, захисне покриття на основі наповненого мінеральними наповнювачами карборансилоксану сповільнює процеси термоокиснення підкладки, підвищує енергію активації та знижує їх активність.

Проведеними дослідженнями встановлено, що із підвищенням ефекту теплозахисту товщина утворення оксидного шару на поверхні підкладки зменшується у 2-4,5 рази.

Вигорання матеріалу покриття характеризується параметром χ , із його зростанням час початку окиснення підкладки збільшується у 8-12 разів, залежно від температури експлуатації.

Із збільшенням χ (рис.1) термін початку окиснення підкладки зміщується. Одержані результати підтверджені також експериментальними даними, проведеними з використанням підкладки (рис. 2). Отримані результати вказують, що за температури нагрівання вище від 475 К проходять процеси термоокисної деструкції карборансилоксану з утворенням карбонного залишку, який захищений шаром боросилікатного скла і наявність якого позитивно впливає на захисні властивості покриття в умовах дії високої температури. Збільшення товщини покриття негативно впливає на процеси термодеструкції покриття. Таким чином проведеними експериментальними дослідженнями встановлено залежність параметра окиснення поверхні захищеного зразка від фізико-хімічних властивостей покриття. Наявність на поверхні матеріалу покриття із наповненого карборансилоксану змінює процес теплопередачі і дифузії кисню внаслідок утворення оплавленої плівки із значним вмістом карбону, який поглинає основну частку тепла.

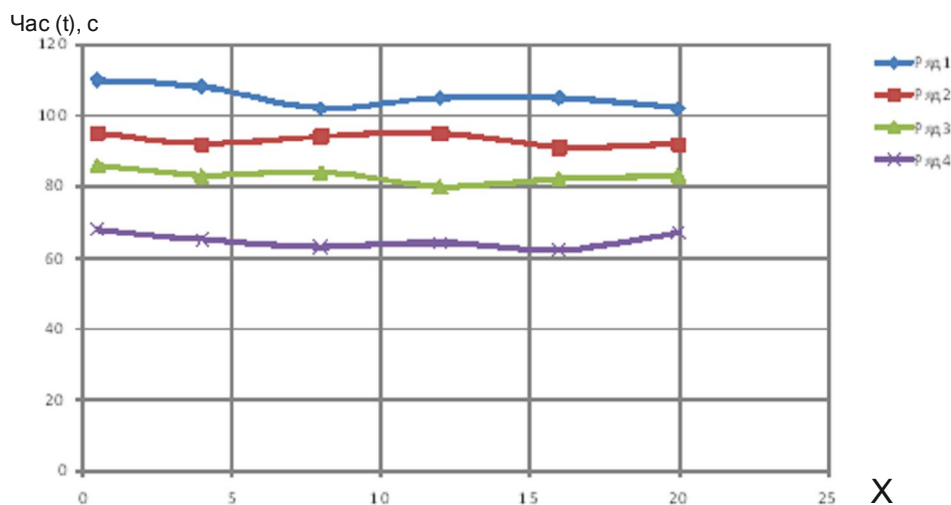


Рис. 1. Залежність часу початку окиснення підкладки від параметра захисту покриттів: Ряд 1 – КБС; Ряд 2 – КДС; Ряд 3 – КОРД; Ряд 4 – без покриття.

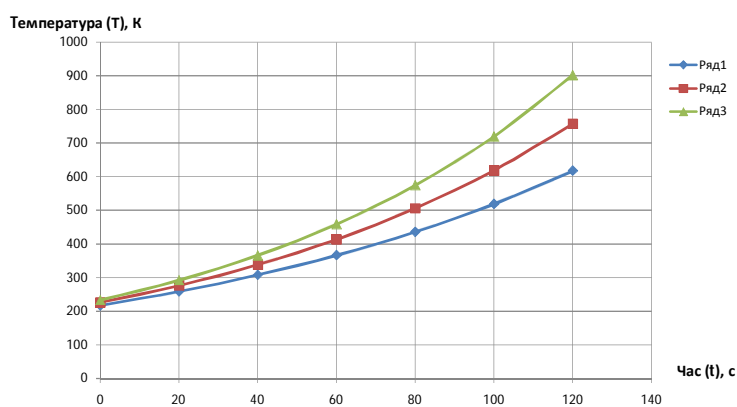


Рис. 2. Залежність процесів термодеструкції покриття від температури (покриття: Ряд 1 – розроблене покриття на основі КБС; Ряд 2 - КДС; Ряд 3 - КОРД).

Для визначення ефективності вогнезахисних покриттів використано експериментальну установку ОТМ, яка дає можливість визначити теплофізичні властивості вогнезахисних складів. Загальний вигляд зразків після проведення вогневих випробувань показано на рис. 3.

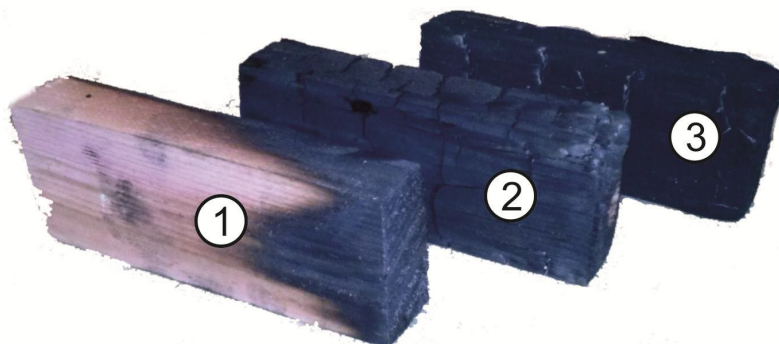


Рис. 3. Взірці вогнезахисних речовин після випробування покритих ВЗР: 1 – на основі карборансілоксанів; 2 – КДС; 3 – КОРД

Висновок. Експериментально доведено, що зразки деревини оброблені ВЗР на основі наповненого карборансилоксану можуть використовуватися в будівлях IV ступеня вогнестійкості. Зразки деревини, які оброблені вогнезахисним засобом КСД або КОРД, можна використовувати в будівлях IVa та V ступеня вогнестійкості.

Список літератури:

1. **ДБН В. 1.1.7-2002** Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Київ: Держбуд України, 2003. – 42 с.
2. **Лоїк В. Б.** Вогнезахисні покриття на основі наповнених карборансилоксанів / В. Б. Лоїк, М. М. Гивлюд, С. Я. Вовк // *Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов.* – Д., 2008. – Вып. 52. – С. 60-65.
3. **ГОСТ 16363-98** Средства защиты для древесины. Методы определения огнезащитных свойств.
4. **ГОСТ 12.1.044 -89. ССБТ.** Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
5. **ГОСТ 20022.6-93** «Защита древесины. Способы пропитки».

References:

1. **DBN V.1.1.7-2002** «Fire safety of construction» Ukraine State Building, 2003. – pp. 42, Kyiv.
2. **Loik, V.B.,** Hyvlyuk, M.M., Vovk, S.YA. (2008), «Fire retardant coating based on expanded karboransyloksaniv, *Zbirnyk naukovih prac «Stroytelstvo, materyalovedenye, mashynostroenye»* vol.52, pp. 60-65.
3. **GOST 16363-98** «Protective equipment for wood. Methods for determination of fire-retardant properties».
4. **GOST 12.1.044 -89. SSBT.** «Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indices and methods for their determination».
5. **GOST 20022.6-93** «Protection of wood. Methods of impregnation».

