

УДК 614.842

**Цапко Ю.В., д.т.н., с.н.с.,
Кравченко А.В., Цапко О.Ю.,
КНУБА, м. Київ**

**ВПЛИВ ДОДАВАННЯ ГІДРАТУ
АЛЮМІНІЮ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ
ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ОРГАНО-
МІНЕРАЛЬНИМ ПОКРИТТЯМ**

Визначено ефективність застосування гідроксиду алюмінію у вогнезахисній композиції. Для цього були проведені дослідження щодо визначення спучувальної здатності, за показниками втрата маси і температури димових газів. При довготривалій дії високої температури на покриття забезпечується необхідна стійкість. Наявність 4 % гідрату алюмінію у покритті призводить до зниження вартості та підвищення вогнестійкості покриття.

Ключові слова: вогнестійкість, покриття, наповнювачі, спучення, температура, втрата маси.

Постановка проблеми. Капітальне будівництво та реконструкція існуючих об'єктів цивільного, промислового та спеціального призначення, пов'язане з використанням деревини, яка чутлива до впливу високої температури, тобто здатністю зберігати функціональні властивості в умовах експлуатації.

З урахуванням цих проблем прийнято нормативні документи, які вимагають при проектуванні конструкції з деревини враховувати їх стійкість проти термічного ушкодження, а також проводити захисне оброблення будівельних матеріалів спеціальними засобами. Сутність захисту деревини тлумачиться в гальмуванні процесів термічного розкладу компонентів, зниження константи швидкості реакцій та енергія активації, ізолювання від дії полум'я і доступу кисню.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні існує два способи

вогнезахисту деревини. Перший – це просочення антипіренами, частіше за все на основі неорганічних солей [1-3]. При зволоженні деревини вогнезахисні речовини розчиняються у вологому середовищі і поступово вимиваються на поверхню, а тоді з часом вогнезахисний ефект знижується [4, 5]. Засіб на основі кислот не має суттєвої проблеми вимивання під дією зміни вологості деревини, але проникаючи в глибину структури деревини і взаємодіючи з клітчатого, знижує міцнісні параметри. Тому цей засіб небезпечно використовувати для відповідальних несучих конструкцій. Другий засіб – це нанесення на поверхню деревини покриття на органічному чи неорганічному в'язучому. Засіб на органічному в'язучому має підвищене димоутворення і виділення токсичних речовин, тому його використання небезпечно.

Тому у останній час набули поширення покриття, що здатні до утворення на поверхні будівельної конструкції теплоізоляційного шару, який у значній мірі знижує процеси передачі тепла до матеріалу.

Сучасні методи вогнезахисту будівельних конструкцій базуються на використанні покриттів, що спучуються, які являють собою складні системи органічних і неорганічних компонентів, при тривалій дії полум'я здатні до поступового вигорання і відповідно зниження вогнестійкості конструкції, що потребує додавання до них речовин, здатних утворити більш стійкий шар пінококсу.

Метою роботи є дослідження ефективності вогнезахисту деревини органо-мінеральним покриттям при додаванні гідрату алюмінію та встановлення оптимальної концентрації.

Виклад основного матеріалу. Для підвищення ефективності вогнезахисту деревини було використано покриття на органічному в'язучому, газоутворювачів, пірофору та мінеральних наповнювачів. Проведені дослідження за ГОСТ 12.1.044

[6] з визначення групи горючості деревини, обробленої запропонованим покриттям.

Суть методу випробувань експериментального визначення групи важкогорючих та горючих твердих речовин і матеріалів згідно з [6] полягає у впливі на зразок, що розташований в керамічній трубі установки ОТМ, полум'я пальника із заданими параметрами (температура газоподібних продуктів горіння на виході з керамічної труби становить $200^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$). Під час проведення експериментальних досліджень фіксується максимальний приріст температури газоподібних продуктів горіння (Δt) та втрата маси зразка (Δm). За результатами випробувань матеріали класифікуються як:

- важкогорючі – $\Delta t < 60^{\circ}\text{C}$ та $\Delta m < 60\%$;
- горючі – $\Delta t \geq 60^{\circ}\text{C}$ чи $\Delta m \geq 60\%$.

Горючі матеріали поділяються в залежності від часу (τ) досягнення максимальної температури газоподібних продуктів горіння на:

- важкозаймисті – $\tau > 240\text{ с}$;
- середньої займистості – $30\text{ с} \leq \tau \leq 240\text{ с}$;
- легкозаймисті – $\tau < 30\text{ с}$.

Результати досліджень з визначення втрати маси зразків (Δm , %) та приросту максимальної температури газоподібних продуктів горіння (Δt , $^{\circ}\text{C}$) необробленої деревини та вогнезахисної покриття наведено на рис. 1, 2.

Дослідження показали, що при нанесенні покриття (витратою у межах $260 \pm 5\text{ г/м}^2$) з додаванням гідроксиду алюмінію в кількості 2 % та 8 % вогнезахисна деревина відноситься до матеріалів середньої займистості. Така кількість покриття не забезпечує необхідного шару і потребує збільшення товщини. При початковій температурі газоподібних продуктів горіння $T = 200^{\circ}\text{C}$, при дії полум'я пальника на вогнезахисний зразок № 1 та 3, температура газоподібних продуктів горіння становила $T \leq 260^{\circ}\text{C}$, що забезпечує важкогорючі властивості.

Враховуючи неоднорідність матеріалу (деревини) для встановлення доцільності застосування мінеральних добавок запропоновано провести дослідження механізму роботи покриття.

Для встановлення ефективності застосування гідроксиду алюмінію для покриттів проведено випробування коефіцієнту спучення зразків покриття за методикою [7, 8]. Результати отриманих даних наведено в табл. 1.

Як видно з табл. 1 найбільш ефективно спучується базове покриття, яке складається з полі фосфату амонію, меламіну, пента-еритриту і в'язучого на основі полівініл-ацетатної дисперсії. Додавання гідроксиду алюмінію в певній мірі знижує коефіцієнт спучення, але утворює на поверхні покриття тугоплавкі з'єднання, які не вигорають та утворюють теплостійкий шар.

У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено (Рис. 3), що введення гідроксиду алюмінію до складу покриття в кількості 2-8 % у певній мірі знижує коефіцієнт спучення від 30 до 18, але для покриття, що містить 4% встановлено підвищення ефективності вогнезахисту деревини, а саме зниження втрати маси зразків та температури димових газів за рахунок утворення на поверхні вогнезахисного шару термостійких сполук при взаємодії гідроксиду алюмінію з поліфосфатом амонію.

Висновки. Таким чином, застосування гідроксиду алюмінію у вогнезахисній композиції забезпечує необхідний рівень захисту деревини від термічного впливу за необхідної його кількості 4 %, що призводить до зниження вартості та підвищення ефективності покриття. В подальших дослідженнях планується дослідити інші види наповнювачів, їх властивості і вплив на вогнезахисну ефективність деревини у вогнезахисних органо-мінеральних покриттях.

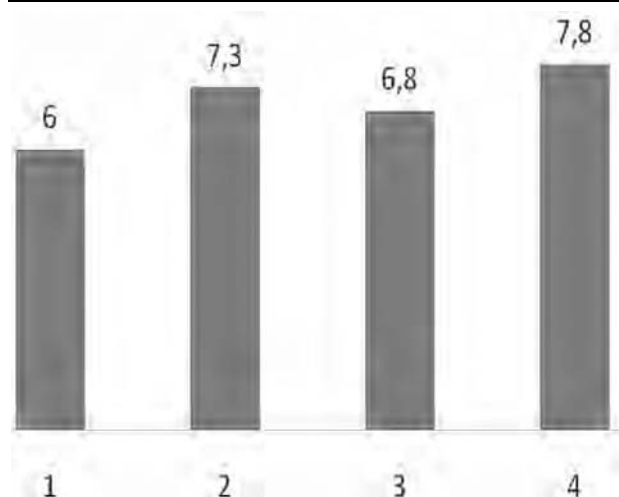


Рис. 1. Результати втрати маси зразків покриття після вогневих випробувань Δm , % з кількістю гідроксиду алюмінію в покритті: 1 – 0%, 2 – 2%; 3 – 4%, 4 – 8%.

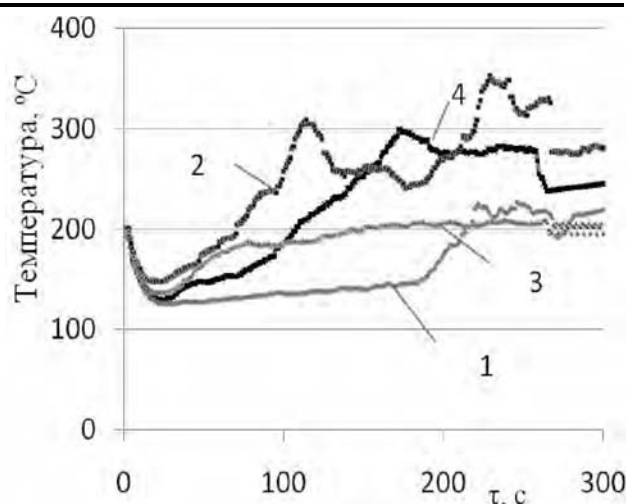


Рис. 2. Динаміка наростання температури димових газів при випробуваннях вогнезахисної деревини з кількістю гідроксиду алюмінію в покритті: 1 – 0%, 2 – 2%; 3 – 4%, 4 – 8%.

Таблиця 1

Коефіцієнт спучування покриття після випробування

Зразок покриття	Товщина покриття, мм	Температура печі, °C	Коефіцієнт спучення, після випробувань
База	0,2	500	30,1
База + 2 % Al(OH) ₃	0,2	500	29,0
База + 4 % Al(OH) ₃	0,2	500	20,4
База + 8 % Al(OH) ₃	0,2	500	18,0

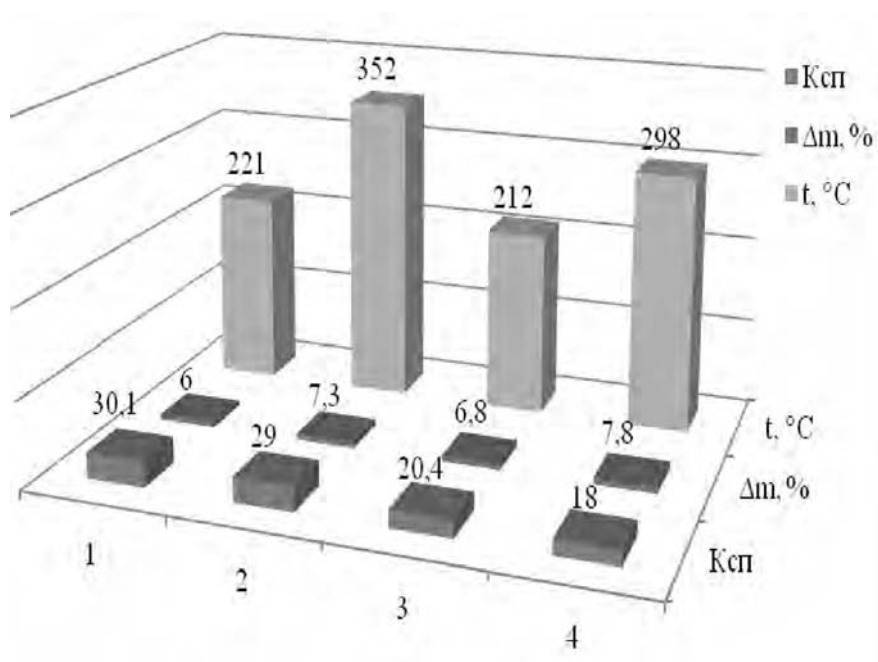


Рис. 3. Показники основних властивостей зразків покриття з кількістю гідроксиду алюмінію в покритті: 1 – 0%, 2 – 2%; 3 – 4%, 4 – 8%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Тичино Н. А. Особенности практического применения огне и биозащитных средств для пропитки древесины / Н. А. Тичино. // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. – 2002. – №6. – С. 38–43.

2. Леонович А. А. Химический подход к проблеме снижения пожароопасности древесных материалов / А. А. Леонович. // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. – 1996. – №3. – С. 10–14.

3. Бут В. П. Новый подход к огнебиозащите изделий из целлюлозы / В. П. Бут, В. М. Жартовский, Ю. В. Цапко, О. Г. Барило. // Пожаровзрывобезопасность. – 2004. – № 5. – С. 31–32.

4. Жартовский В. М. Профілактика горіння целюлозовмісних матеріалів, Теорія та практика / В. М. Жартовский, Ю. В. Цапко. // УкрНДІПБ МНС України. – 2006. – 256 с.

5. Романенков И. Г. Огнезащита строительных конструкций / И. Г. Романенков, Ф. А. Левитес. // Стройиздат. – 1991. – 320 с.

6. ГОСТ 12.1.044–1989. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, Номенклатура показателей и методы их определения. – Из-во стандартов, 1990. – 143 с.

7. Патент на корисну модель 11355 Україна, МПК G01N 23/00. Пристрій для визначення кінетики спучування вогнезахисного покриття / [Цапко Ю.В., Кривенко П.В., Гузій С.Г. і ін.]; Заявл. 12.05.2016; Опубл. 10.02.2017; Бюл. № 3. – 3 с.

8. Патент на корисну модель 11356 Україна, МПК C09K 15/02; E04B 1/92. Експрес-метод визначення кінетики спучування вогнезахисного покриття / [Цапко Ю.В., Кривенко П.В., Гузій С.Г. і ін.]; Заявл. 12.05.2016; Опубл. 10.02.2017; Бюл. № 3. – 3 с.

Pozharovzryivoopasnost veschestv i materialov, Moskow, Russia: VNIPO, 6, 38–43. [in Russian]

2. Leonovich, A.A. (1996) Himicheskiy podhod k probleme snizheniya pozharoopasnosti drevesnyih materialov [The chemical approach to the problem of reducing the fire hazard of wood materials]. Pozharovzryivoopasnost veschestv i materialov, Moskow, Russia: VNIPO, 3, 10–14. [in Russian]

3. But, V.P., Zhartovskiy, V.M., Tsapko, Yu.V., Barilo, O.G. (2004). Novyy podhod k ognеbiozaschite izdeliy iz tsellyulozyi [A new approach to the flame retardant protection of cellulose products]. Pozharovzryivobezopasnost, Moskow, Russia: VNIPO, 5, 31–32. [in Russian]

4. Zhartovskiy, V.M., Tsapko Yu.V. (2006) Profilaktika gorinnya tselyulozovmisnih materialiv [Prevention burning cellulose materials]. Teoriya ta praktika, Kiyv, Ukraine: UkrNDIPB MNS Ukrayini, 256 c. [in Ukrainian]

5. Romanenkov, I.G., Levites, F.A. (1991). Ognezaschita stroitelnyih konstruksiy [Fire protection of building constructions] Moskow, Russia: Stroyizdat, 320 c. [in Russian]

6. Pozharovzryivoopasnost veschestv i materialov. Nomenklatura pokazateley i metody ih opredeleniya [Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indicators and methods for their determination]. (1990). GOST 12.1.044–1989 from 12-d Decemder 1989. Moskow, Russia: Iz-vo standartov. [in Russian]

7. Tsapko Yu.V., Krivenko P.V., Guziy S.G., Tsapko O.Yu., Kravchenko A.V., Nikolaenko M.V. Pristriy dlya viznachennya kinetiki spuchuvannya vognеzahisnogo pokrittya [The device for determining the swelling kinetics fire-proof coatings]. Patent UA, no 11355, 2017. [in Ukrainian]

8. Tsapko Yu.V., Krivenko P.V., Guziy S.G., Tsapko O.Yu., Kravchenko A.V., Nikolaenko M.V. Ekspres-metod viznachennya kinetiki spuchuvannya vognеzahisnogo pokrittya [Rapid method of determination of the kinetics of swelling fire-proof coatings]. Patent UA, no 11356, 2017. [in Ukrainian]

REFERENCES:

1. Tyichino, N.A. (2002) Osobennosti prakticheskogo primeneniya ogne- i biozaschitnyih sredstv dlya propitki drevesinyi [Features of the practical application of fire and biosecurity means for impregnating wood].

АННОТАЦИЯ

Определена эффективность применения гидроксида алюминия в огнезащитной композиции. Для этого были проведены исследования по определению вспучивающей способности, по показателям потеря массы и температуры дымовых газов. При длительном действии высокой температуры покрытие обеспечивает соответствующую устойчивость. Наличие 4% гидрата алюминия в покрытии приводит к снижению стоимости и повышению огнестойкости покрытия.

Ключевые слова: огнестойкость, покрытия, наполнители, вспучивание, температура, потеря массы.

ANNOTATION

The essence of the protection of wood is explained in the inhibition of the processes of thermal decomposition of components, the decrease in the rate constant of reactions and the activation energy, insulation from the effects of flame and access to oxygen. Modern methods of fire protection of building structures are based on the use of intumescent coatings. They are complex systems of organic and inorganic components and, with prolonged exposure to a flame, are capable of gradual burning out. This helps reduce the fire resistance of the structure and requires the addition of substances that can form a more stable layer of coke. When the flame of the burner is exposed to a flameproof sample, the coating provides a hard-to-fire property. The efficiency of aluminum hydroxide in a flame retardant composition is determined. To this end, studies have been carried out to determine intumescent capacity, in terms of mass loss and flue gas temperature. With prolonged exposure to high temperature, the coating provides adequate stability. The presence of 4% aluminum hydrate in the coating reduces the cost and increases the fire resistance of the coating.

Keywords: fire resistance, coatings, fillers, swelling, temperature, weight loss.

УДК 693.98

Менейлюк О.І., д.т.н., проф.,
Черепашук Л.А., асп.
Федоренко П.П., д.т.н., с.н.с.
ОДАБА, м.Одеса

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Запропоновано ефективні конструктивно-технологічними рішення зведення багат шарових огорожувальних конструкцій будівель і споруд. В роботі представлені результати досліджень нових технологій. Суть цих технологій полягає у використанні незнімних опалубок з енергоефективних матеріалів. Їх новизна підтверджена позитивним рішенням на видачу патентів і обґрунтована в описі. Наведено результати порівняння нових технологій зведення енергоефективних огорожувальних конструкцій з традиційними за 6 показниками.

Ключові слова: нові енергоефективні технології, огорожувальні конструкції, незнімна опалубка.

Вступ. Перспективним напрямом розвитку будівництва є підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій, оскільки більшість тепловтрат, (від 40 до 70 %), відбувається саме через них [1; 2]. У зв'язку з цим, найбільш простим і раціональним способом економії енергії на опалення є збільшення теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій шляхом використання багат шарових конструкцій, в тому числі з використанням незнімної опалубки. Адже сучасне будівництво полягають в отриманні максимально теплого будинку максимально швидко, максимально дешево, міцно і надійно.

Останні дослідження. Аналіз вимог нормативних документів по теплоізоляції будівель [3] показав, що основним критерієм для оцінки енергоефективності