

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЕОЦЕМЕНТНОГО ПОКРИТТЯ ДЛЯ ДЕРЕВИНИ ПІСЛЯ КЛІМАТИЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ

**Кравченко А.В.,
Цапко Ю.В., д.т.н., с.н.с.,
Гузій С.Г., к.т.н., с.н.с.**

*Київський національний університет будівництва і архітектури,
Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В.Д. Глуховського
krav.anastasiya@gmail.com*

Анотація. Проведені дослідження вогнестійких властивостей зразків деревини, захищених геоцементним покриттям, контрольних і після кліматичних випробувань. Результати показали, що зразки після кліматичних випробувань, які проводилися протягом року під навісом при дії коливань температури і вологості, показали утворення тріщин та осипання в покритті, але незважаючи на порушення цілісності покриття, витримали випробування вогнезахисного матеріалу по втраті маси і температурі димових газів і класифікуються як вогнестійкі будівельні матеріали. Визначено класи даного покриття згідно з нормативними документами в умовах внутрішніх приміщень.

Ключові слова: деревина, горючість, геоцемент, вогнезахист, покриття, атмосферостійкість, вогнестійкість.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕСТОЙКИХ СВОЙСТВ ГЕОЦЕМЕНТНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ ПОСЛЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

**Кравченко А.В.,
Цапко Ю.В., д.т.н., с.н.с.,
Гузій С.Г., к.т.н., с.н.с.**

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Научно-исследовательский институт вяжущих веществ и материалов им. В.Д. Глуховского
krav.anastasiya@gmail.com*

Аннотация. Проведены исследования огнестойких свойств образцов древесины, защищенных геоцементным покрытием, контрольных и после климатических испытаний. Результаты показали, что образцы после климатических испытаний, которые проводились в течении года под навесом при действии колебаний температуры и влажности, показали трещинообразование в покрытии, но несмотря на нарушение целостности покрытия, выдержали испытание огнезащитного материала по потере массы и температуры димовых газов и классифицируются как огнестойкие строительные материалы. Определены классы данного покрытия согласно нормативным документам в условиях внутренних помещений.

Ключевые слова: древесина, горючесть, геоцемент, огнезащита, покрытие, атмосферостойкость, огнестойкость.

STUDY OF FIRE RETARDANT PROPERTIES OF THE GEO CEMENT COATING FOR WOOD AFTER CLIMATIC TESTS

**Kravchenko A.V.,
Tsapko Yu.V., Doctor of Engineering, Senior Research Scientist,
Guzii S.G., PhD, Senior Research Scientist
Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture**

Abstract. Investigations of flame-retardant properties of wood samples, protected geocement coating, control and after the environmental tests. The results showed that the samples after the environmental tests, which were carried out for one year under the shed under the action of temperature and humidity fluctuations showed cracking in the coating, but despite infringement of coating integrity at the initial temperature of the combustion gases $T = 200^\circ\text{C}$, under the influence of the flame burner on a secure sample geocement coating temperature combustion gas is $T \leq 260^\circ\text{C}$, and the weight loss was not more than 16% are classified as fire-resistant building materials. The classes of possible exploitation of the coating according to the regulations in terms of the interior.

Keywords: wood, flammability, geocement, fire-protection, coating, weatherability, fire-resistance.

Вступ. Вогнезахист деревини та виробів з неї шляхом нанесення на поверхню лаків, фарб і емалей є одним із профілактичних засобів горіння деревини [1].

Така деревина залежно від ефективності покриття та його товщини, може класифікуватись як важкозаймиста або важкогорюча. Більш ефективними вогнезахисними покриттями є такі, що спучуються, утворюючи бар'єр для теплопровідності.

Спосіб полягає в нанесенні на поверхню матеріалу, що захищається, шару покриття, захисні властивості якого визначаються:

- 1) фізико-хімічними властивостями самого покриття;
- 2) міцністю зчеплення (адгезією) покриття з поверхнею матеріалу, що захищається.

Покриття складається із зв'язуючого та наповнювачів, внаслідок чого його фізико-хімічні властивості залежать від індивідуальних властивостей і співвідношення компонентів, що входять у покриття.

Вирішальний вплив на загальні властивості покриття здійснюється завдяки взаємодії в'язучих та наповнювачів, тому правильний підбір компонентів покриття є важливим завданням при розробленні його рецептури.

Перспективності на даний час набувають неорганічні покриття на основі геоцементу [2, 3].

Мета і завдання. Значення такого підбору полягає не тільки в забезпеченні вогнезахисних властивостей, покриття в умовах експлуатації повинне відповідати ряду додаткових вимог, до числа яких відносяться і атмосферостійкість [4]. Тому метою даного дослідження було більш детально вивчити атмосферостійкість геоцементного покриття і його вогнезахисну ефективність після довготривалого витримування.

Об'єкти і методи дослідження. Важливою проблемою в методичному плані є встановлення гранично допустимих значень параметра, що визначає можливість виконання покриттям його прямих функцій. Такі параметри, як декоративні, так і захисні властивості, за аналогією з відповідними показниками лакофарбових покриттів набувають другорядну роль.

Гранично допустимим значенням ефективності слід вважати таке його значення, при якому ще зберігається група вогнезахисної ефективності для деревини. Таким чином, допустиме зниження вогнезахисної ефективності в результаті старіння вогнезахисного покриття необхідно встановлювати в залежності від виду об'єкта захисту, а також виду і параметрів самого покриття (товщина, вид ґрунту, декоративно-захисний шар). Покриття, спочатку має максимальне значення вогнезахисної ефективності при однаковій динаміці її зниження, відповідно будуть мати термін служби значно вище за рахунок запасу фактичного значення параметра ефективності. При різному характері залежності зміни вогнезахисних властивостей від умов і тривалості експлуатації співвідношення термінів служби покриттів може бути не передбачуваною. На практиці має бути виправданим те, що вогнезахисне покриття, яке забезпечує певну нормовану ефективність, може використовуватися лише з урахуванням характеру зміни його вогнезахисних властивостей в процесі старіння (експлуатації).

Проблему оцінювання довговічності вогнезахисних покриттів можна розділити на два

напрямки. Одне з них пов'язано з визначенням умов експлуатації, в яких вогнезахисна ефективність покриття практично не знижується протягом тривалого періоду (5, 10, 15 і більше років). Другий напрямок – виявлення та оцінка зниження ефективності покриття з метою визначення терміну експлуатації його в конкретних умовах, по закінченні якого задані параметри (межа вогнестійкості) вже не будуть забезпечуватися.

Для отримання терміну зберігання ефективності вогнезахисту деревини протягом певного проміжку часу розроблено методику визначення строку експлуатування захищеної деревини, що увійшла до ДСТУ 4479 [5], за якою під час сертифікаційних випробувань зразки деревини закладаються на довготривале зберігання не менше, ніж на 10 років. Суть методу визначення терміну експлуатації полягає у зберіганні зразків у часі, що зазначений у нормативній документації на дані модифікатори, і періодичній перевірці оціночних показників захисного засобу. За зразками встановлюється регулярний візуальний нагляд: перші два тижня – щоденно, а далі 2–3 рази на місяць. Всі зовнішні зміни зразків фіксуються у робочому журналі. Візуально проводиться оцінка зовнішнього виду деревини, що оброблена засобами: розтріскування, вивітрювання, висолування.

На підставі подання заявки на корисну модель (№ 95440 "Вогнезахисне покриття для деревини") для підвищення ефективності вогнезахисту деревини було використано покриття на основі геоцементу, яке складається з рідинного скла, мінеральних сипучих компонентів, алюмінатної добавки і яке є досить жорсткою системою, та з полімерної суміші "Силол", що в свою чергу може утворювати аморфні плівки. Чимале значення для когезійних властивостей має ступінь дисперсності складових частин покриття. З її ростом збільшується міцність покриття, що служить однією з причин більш високих якостей аморфних плівок. На відміну від плівок, що кристалізуються і відрізняються крихкістю, аморфні плівки характеризуються пружними властивостями. До числа вогнезатримуючих покриттів, плівки яких отримують аморфними, відносяться засоби на основі рідкого скла і подібних складових. Ці покриття мають високу міцність і гарну адгезію.

Проведені дослідження відповідно ГОСТ 12.1.044 [6] з визначення групи горючості деревини, обробленої запропонованим геоцементним покриттям.

Суть методу випробувань експериментального визначення групи важкогорючих та горючих твердих речовин і матеріалів згідно з [6] полягає у впливі на зразок, розташований в керамічній трубі установки ОТМ, полум'я пальника з заданими параметрами (температура газоподібних продуктів горіння на виході з керамічної труби становить $200\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$). 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 - $\Delta t < 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $\Delta m < 60\text{ }%$;
- горючі - $\Delta t \geq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ чи $\Delta m \geq 60\text{ }%$.

Результати досліджень. За вище приведеною методикою проведено дослідження з визначення ефективності вогнезахисту деревини протягом 1 року.

Випробовувались три дерев'яні зразки: перший було оброблено покриттям на основі геоцементу, другий і третій – покриттям на основі геоцементу з додаванням 1% та 2% полімерної суміші "Силол" відповідно, які знаходились під дією кліматичного впливу протягом 1 року, тобто зберігалися у зовнішньому середовищі під навісом та піддавалися перемінному впливу температури та вологості (рис. 1), а також контрольні, які зберігалися у лабораторних умовах (рис. 2, а).

У результаті кліматичного впливу на зразки встановлено розтріскування вогнезахисного покриття для всіх зразків, а для зразків з додаванням полімерної суміші "Силол" часткове осипання покриття. На рис. 3 і на рис. 4 наведений зовнішній вигляд цих зразків деревини оброблених покриттям на основі геоцементу з додаванням полімерної добавки у різних концентраціях.

Відмічено деяке покращення зовнішнього вигляду поверхні зразка з додаванням 2 % полімерної суміші "Силол".



Рис. 1. Проведення кліматичних випробувань зразків деревини



а)



б)

Рис. 2. Вигляд зразків деревини оброблених покриттям на основі геоцементу:
а – контрольних, б – після кліматичних випробувань



а)



б)

Рис. 3. Вигляд зразків деревини оброблених покриттям на основі геоцементу з додаванням
1 % полімерної суміші “Силол”: а – контрольних, б – після кліматичних випробувань



а)



б)

Рис. 4. Вигляд зразків деревини оброблених покриттям на основі геоцементу з додаванням 2
% полімерної суміші “Силол”: а – контрольних, б – після кліматичних випробувань

Результати досліджень з визначення втрати маси зразків (Δm , %) та приросту максимальної температури газоподібних продуктів горіння (Δt , °C) контрольних зразків вогнезахищеної деревини та після кліматичних випробувань наведено на рис. 5, 6.

Дослідження показали, що незважаючи на розтріскування покриття вогнезахищена деревина витримала температурний вплив і відноситься до важкогорючих матеріалів за показником втрати маси. При початковій температурі газоподібних продуктів горіння $T = 200$ °C, при дії полум'я пальника на захищений зразок геоцементним покриттям, температура газоподібних продуктів горіння становила $T \leq 260$ °C, а втрата маси не перевищила 16% (рис. 5). Ще більшу ефективність показало додавання у композицію органічних добавок (крива 2, 3) (рис. 6).

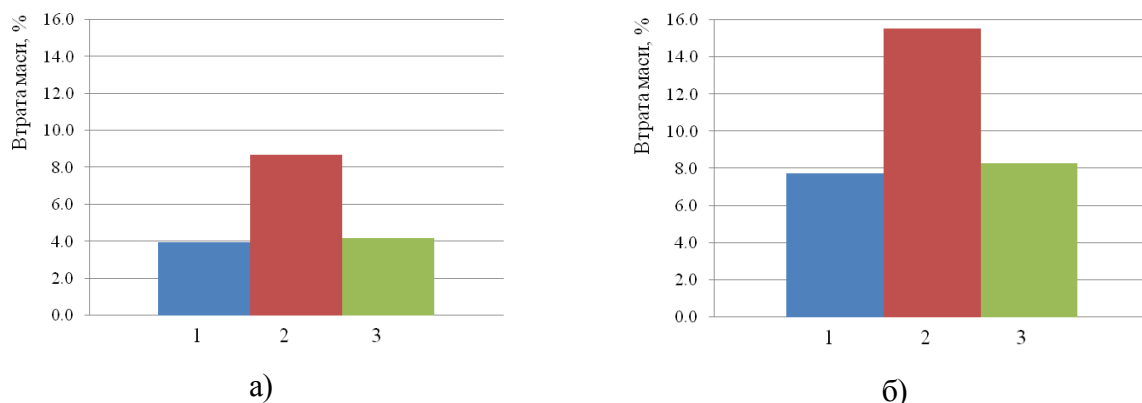


Рис. 5. Результати втрати маси зразків Δm , % вогнезахищеної деревини: а – контрольних, б – після кліматичних випробувань; 1 – геоцементом, 2 – геоцементом з додаванням 1 % “Силол”, 3 – геоцементом з додаванням 2 % “Силол”

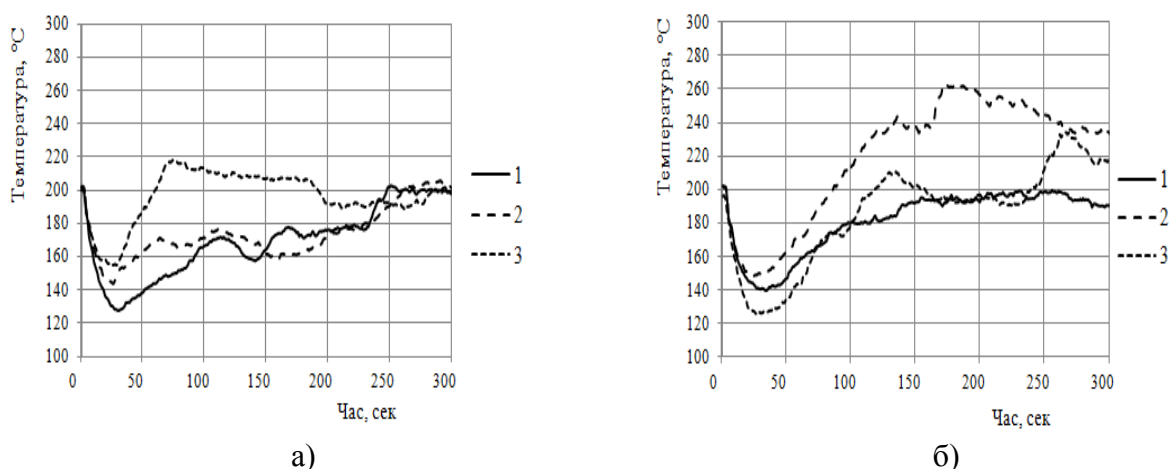


Рис. 6. Динаміка наростання температури димових газів при випробуваннях вогнезахищеної деревини: а – контрольних, б – після кліматичних випробувань; 1 – геоцементом, 2 – геоцементом з додаванням 1 % “Силол”, 3 – геоцементом з додаванням 2 % “Силол”

Таким чином, досліджувана композиція забезпечує ефективність вогнезахисту відповідно для об'єктів I–V класів, але для об'єктів VI–X класів, де джерелами зволоження є водяний конденсат і атмосферні опади, застосування її обмежено здатністю до розтріскування та потребує додаткових технологічних і технічних рішень [7].

Для підвищення атмосферостійкості геоцементного покриття запропоновано увести до його складу від 10 до 40% карбамідоформальдегідної смоли (КФС). Проведеними дослідженнями за методикою експрес випробувань [8] встановлено, що після 7 циклів випробувань у зразках з КФС відсутні тріщиноутворення та незначне висолоутворення (рис. 7).



Рис. 7. Вигляд зразків після 7 циклів випробувань за експрес-методом з вмістом КФС у геоцементному покритті 1, 4 – 10%; 2, 5 – 20%; 3, 6 – 40%

Для встановлення вогнестійких властивостей проведені відповідні випробування за [6], та встановлено, що зразки деревини з геоцементним покриттям з вмістом КФС відносяться до важкогорючих матеріалів (рис. 8).

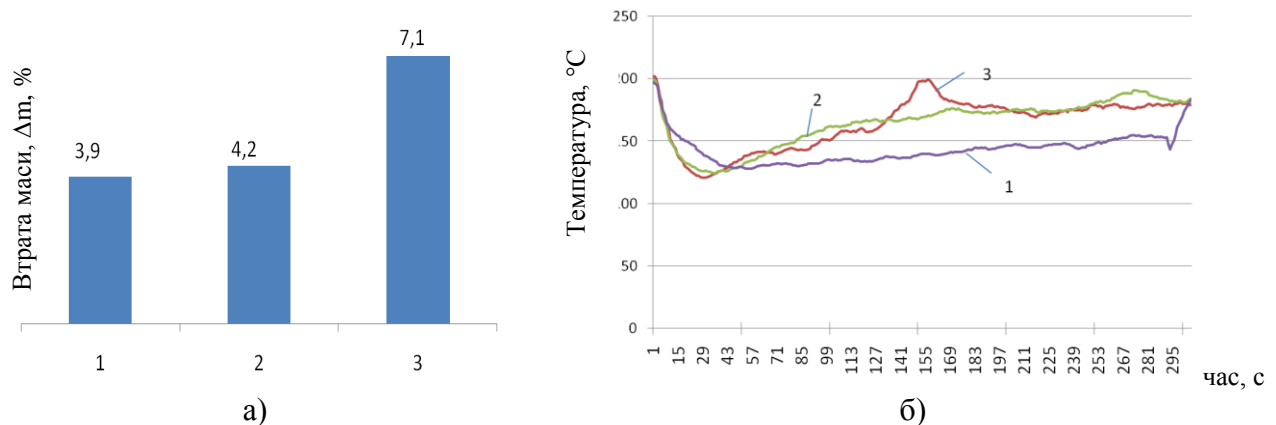


Рис. 8. Результати втрати маси зразків (а) та температури димових газів (б) для деревини обробленої покриттям з вмістом КФС: 1 – 10%; 2 – 20%; 3 – 40%

Висновки. Додавання карбомідоформальдегідної смоли у геоцементне покриття в значній мірі підвищує атмосферостійкість та дозволяє розширити сферу застосування, а саме для об'єктів, яку експлуатуються під дією кліматичного впливу навколишнього середовища.

Література

1. Собурь С.В. Огнезащита материалов и конструкций: Справочник / С.В. Собурь. – 2-е изд., доп. (с изм.). – М.: Спецтехника, 2003. – 240 с.
2. Кравченко А.В. Определение огнестойких свойств древесины, защищенной покрытиями на основе геоцемента / А.В. Кравченко, С.Г. Гузій. – Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – № 1/5 (73). – 2015. – 38-41 с.
3. Guzii S. Heat-reflecting Geocement Based Coatings Containing Perlite for Fire Protection of Timber / S. Guzii, A. Kravchenko, P. Kryvenko, Yu Tsapko, K. Sotiriadis. – Advanced Materials Research. – Vol. 1122. – 2015. – 11-14 pp.
4. Романенков И.Г. Огнезащита строительных конструкций / И.Г. Романенков, Ф.А. Левитес. – М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.
5. ДСТУ 4479:2005. Речовини вогнезахисні водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. – К. Держспоживстандарт України, 2006. – 17 с.
6. ГОСТ 12.1.044–1989 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 143 с.
7. ГОСТ 20022.2-80 Защита древесины. Классификация. – М.: Из-во стандартов, 1986. – 22 с.
8. Цапко Ю.В. Підхід до оцінювання довговічності вогнезахисних покриттів / Ю.В. Цапко, А.В. Кравченко, С.Г. Гузій. – Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Випуск 30. – 2015. – 524-530 с.