

*С.Я. Вовк, канд. техн. наук
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ВПЛИВ ОРГАНОСИЛКАТНОГО ПОКРИТТЯ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

В статті розглянуто методи та способи одержання вогнезахисних покриттів шляхом коригування співвідношення зв'язки та наповнювача, а також температуро- і вогнестійких фаз для підвищення вогнестійкості, атмосферостійкості, довговічності та надійності дерев'яних будівельних конструкцій. Застосування органосилікатних матеріалів, може бути тим засобом, що дасть змогу виготовляти вітчизняні вогнезахисні покриття, які будуть відповідати вимогам сучасності. Експериментально встановлений вплив складу покриття на вогнезахисні та атмосферостійкі властивості деревини. Проведено випробування із визначення групи їх вогнезахисної ефективності.

Ключові слова: вогнезахист, композиція, покриття, зв'язка, деревина, вогнезахисна ефективність, горючість.

С.Я. Вовк

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОСИЛИКАТНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В статье рассмотрены методы и способы получения огнезащитных покрытий путем корректировки соотношения связующего и наполнителя, а также температуро- и огнестойких фаз для повышения огнестойкости, атмосферостойкости, долговечности и надежности деревянных строительных конструкций. Применение органосиликатных материалов может быть тем средством, которое позволит использовать отечественные огнезащитные покрытия, которые будут отвечать требованиям современности. Экспериментально установлено влияние состава покрытия на огнезащитные и атмосферостойкие свойства древесины. Проведены испытания по определению группы их огнезащитной эффективности.

Ключевые слова: огнезащита, композиция, покрытия, связи, древесина, огнезащитная эффективность, горючесть.

S.Ya. Vovk

INFLUENCE OF ORGANIC SILICATE COATINGS ON FIRE RESISTANCE OF WOODEN CONSTRUCTIONS

In the article the methods and means of obtaining fire protective coatings by adjusting the ratio of connections, filler and thermal and fireproof phase to improve fire resistance, weather resistance, durability and reliability of structures are studied. The application of organic silicates is the tool that uses our native fire-retardant coatings that meet the requirements of today. The regularities of the coating composition on the protective properties of materials are explored. The tests of the definition of their fireproof performance are held.

Keywords: fire protection, composition, coating, bunch, wood, fireproof performance.

Вступ. Одним з найбільш поширених будівельних матеріалів є деревина та вироби з неї. Проте дерев'яні будівельні конструкції горючі і легкозаймисті. Тому вогнезахист таких конструкцій має велике значення. Обробка деревини вогнезахисними покриттями є одним із найбільш ефективних методів вогнезахисту. Існує багато видів вогнезахисних покриттів але всі вони мають певні недоліки, наприклад: покриття на основі рідкого скла та деяких інших компонентів при хімічній взаємодії з агресивними газами, що містяться в повітрі, можуть покриватися плямами і тріщинами, що погіршує їх властивості. Тому на сьогодні існує потреба у покращенні якості захисту будівельних конструкцій від високих температур, що можна досягнути внаслідок модифікування їх поверхонь вогнезахисними покриттями з покращеними захисними властивостями. Зокрема такими, що мають термо- і вогнезахисні, атмосферостійкі властивості, є надійними та довговічними в експлуатації і в той же час не дуже дорогими. Застосування органосилікатів дасть змогу виготовляти вітчизняні покриття, які будуть відповідати переліченим вимогам. Згідно з вимогами Правил пожежної безпеки в Україні, дерев'яні конструкції в будівлях усіх ступенів вогнестійкості, крім V, повинні піддаватися вогнезахисній обробці.

Аналіз останніх наукових досліджень. Застосування органосилікатних матеріалів для збільшення вогнестійкості та експлуатаційної надійності будівельних конструкцій з деревини та отримання економічного ефекту від їх застосування є актуальним завданням.

Створення нового обладнання і нових форм обробних матеріалів, та стабільних емульсій для ефективної обробки та контролю їх якості потребує значних матеріальних витрат, але у промислово розвинутих країнах пріоритетним напрямом є впровадження наукомістких технологій (hi-tech), які дають змогу виробляти матеріали нового покоління. Активно проводяться дослідження у США та країнах Євросоюзу на долю яких припадає відповідно 36 і 23% світових інвестицій [1-2].

Попередніми дослідженнями [3] встановлено, що наповненні оксидними та силікатними волокнами (базальтовими, каоліновими та вуглецевими) поліорганосилоксанові композиції можна використовувати як захисні покриття целюлозомістких матеріалів і виробів завдяки високим показникам гідрофобності та вогнестійкості.

Мета роботи полягає у встановленні загальних закономірностей синтезу захисних покриттів для підвищення вогнестійкості та атмосферостійкості, дерев'яних будівельних конструкцій.

Експериментальна частина. Вихідні композиції для захисних покриттів обиралися із умови максимального вмісту температуростійких силікатів алюмінію і цинку. Вихідні склади композицій для отримання вогнезахисних та атмосферостійких покриттів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Склади вихідних композицій для вогнезахисних покриттів

№ з/п	Вміст КО-08, мас % за сухим залишком	Наповнювач, мас %		
		Al ₂ O ₃	ZnO	Базальтове волокно
1	20	53	20	7
2	30	50	15	5
3	40	57	10	3

Суміщення оксидних наповнювачів із поліорганосилоксанами найбільш повно відбувається при механохімічному диспергуванні в кульових млинах і характеризується руйнуванням кристалічної ґратки оксидів і хімічним прививанням полімеру. Час диспергування залежить як від типу зв'язки, так і від властивостей наповнювача. Кількісне співвідношення та форми частинок визначають ступінь дисперсності.

Седиментаційна стійкість суттєво залежить від наявності полімерів, зокрема силіційорганічнихсполук, але не залежить від виду полімеру. Стабілізації вихідної композиції для захисного покриття, із розміром дисперсних частинок менше 1 мкм, сприяє підвищення концентрації полімеру.

При цьому макромолекула силіційорганічної сполуки контактує безпосередньо з поверхнею твердої (оксидної) фази та внаслідок дифузії адсорбційні шари проникають один в інший. І як наслідок зменшується число ступенів свободи та вільна енергія системи. Крім того в системі розвиваються сили відштовхування між частинками які протидіють взаємопроникненню. Тому для створення захисних багатшарових покриттів, перспективним є застосування наповнених оксидними та силікатними компонентами поліорганосилоксанів, які дають змогу регулювати товщину захисних покриттів [3].

Експериментально доведено, що такі системи в процесі їх створення або зберігання здатні до коагуляції, що залежить від їх ступеня дисперсності та однорідності у всьому об'ємі матеріалу. Однак такі системи, незалежно від терміну зберігання вихідних композицій, є термодинамічно нестійкими. Термодинамічна нестійкість суттєво впливає на агрегативну стійкість, тобто здатність системи зберігати первинний ступінь дисперсності [3].

В запропонованих композиціях (табл. 1) агрегативна та седиментаційна стійкість суттєво залежать від дисперсності мінерального наповнювача. Утворення в системі достатньо великих частинок, призводить до втрати седиментаційної стійкості з можливим утворенням агрегованих частинок. Подолати потенціальний бар'єр можуть лише частинки з достатньо великою кінетичною енергією, а низький потенціальний бар'єр долається кінетичною енергією додатків, що знаходяться на відстанях, які відповідають потенціальному мінімуму. На поверхні контакту утворюються тонкі прошарки полімеру товщиною декілька мікрометрів без домішок твердих дисперсних частинок.

Виникнення просторового каркаса із двофазовим складом, особливо при затвердненні покриття, зумовлене посиленням взаємодії між компонентами покриття. Такі системи є стійкими завдяки високій міцності каркаса, руйнування можливе лише внаслідок виникнення великих внутрішніх напружень [4].

Відомо, що зменшення розмірів частинок змінює поверхневу та хімічну активність, та теплофізичні характеристики. Ефективне модифікування можливе активними наповнювачами (різноманітними видами алюмосилікатів), що відкриває великі можливості їх потенційного використання. Застосування таких матеріалів у вогнезахисних композиціях дає змогу використовувати в якості наповнювача – алюмосилікати, а саме монтморилоніт та каолін, які при диспергуванні утворюють пластичну структуру. Проте значні труднощі при одержанні вогнезахисних композицій викликає необхідність регулювання та контролю дисперсності для запобігання агрегації частинок. Вирішення цієї проблеми пов'язане з використанням функціональних силіційорганічних модифікаторів [3-4].

Досліджено властивості вихідних композицій залежно від виду і складу як зв'язки, так і наповнювача. Робоча в'язкість становить 22-28с, за ВЗ-4. Сухий залишок залежить тільки від складу зв'язки і становить 75...85 мас.%. Мінімальна покривна здатність—близько 460 г/м². Покриття наносили на поверхню зразків пензлем. Товщина захисного шару покриття залежить від структури підкладки та становить 400-600 мкм. Експериментально встановлено, що механічне диспергування та формування оптимальної структури дає змогу спрямовано вести розробку складів вогнезахисних композицій. Основним компонентом вогнезахисних покриттів є алюмінію та цинку оксиди, які збільшують вогнестійкість та атмосферостійкість. Волокнисті силікати – покращують механічні властивості та термостійкість і збільшують термін експлуатації вихідних композицій. Максимальні крайові кути змочування (93-97 градусів) підтверджують високі гідрофобні властивості, чому сприяє збільшення у складі покриття вмісту алюмінію оксиду.

Визначено адгезію, яка для всіх покриттів становить 3,8-4,2 МПа.

Стійкість захисних покриттів до дії вологи визначали випробуваннями в ексикаторі протягом 72 год при вологості (80-95%) за приростом маси зразка та змінами шорховатості поверхні покриття, що підтверджують корозійні процеси, які відбуваються у поверхневому шарі покриття. Максимальне збільшення шорховатості та приріст маси спостерігалися в зразках, оброблених покриттям складу №3, а мінімальна шорсткість у покриття складу №2. Стійкість захисних покриттів до дії води вказує про доцільність вибору оксидних наповнювачів.

Експериментально встановлено, що оброблені запропонованими вогнезахисними покриттями прямокутні зразки виготовлені із сосни, яка є найпоширенішим будівельним матеріалом, розміром 150?60?30 мм, щільністю 400?450 кг/м³ та вологістю 7,6 %, мають достатньо високі вогнезахисні властивості. Суть методу випробувань полягала у впливі полум'я палника з заданими параметрами (температура газоподібних продуктів горіння на виході з керамічної труби становила 200±5 °С) на зразок деревини з вогнезахисним покриттям, що розташований в керамічній трубі установки ОТМ в умовах, що сприяють акумуляції тепла. В результаті вогневих випробувань визначено втрату маси цих зразків та групу вогнезахисної ефективності деревини [5]. Результати експерименту наведені в таблиці 2 та на рисунку 1.

Таблиця 2

Результати випробувань вогнезахисної ефективності

№ покриття	Температура в камері до введення зразка, °С	Тривалість дії полум'я, с	Маса зразка, г		
			До оброблення	Після оброблення	Втрата маси зразка після випробувань, г / %
1	200	120	130,5	138,6	8,4 / 6,1
2	200	120	130	137,5	7,7 / 5,6
3	200	120	131	138,4	9,3 / 6,7

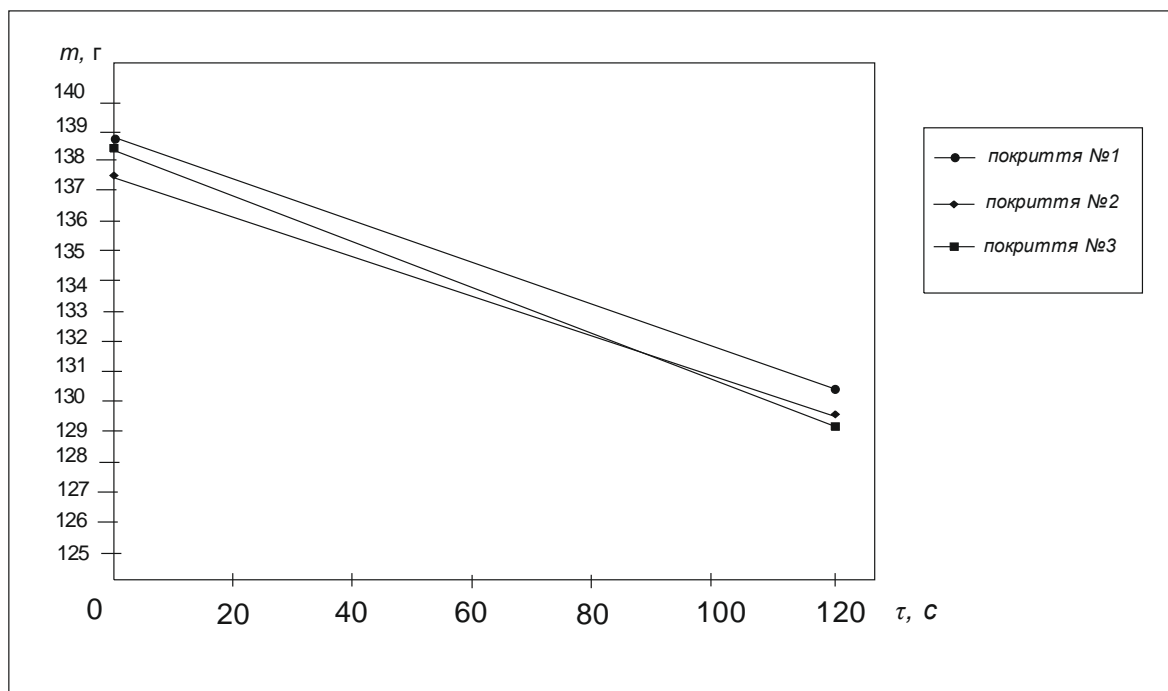


Рисунок 1 – Втрата маси зразків покритих запропонованими вогнезахисними покриттями №1, 2, 3

Як видно з рис.1, середнє значення втрати маси зразка, покритого вогнезахисним покриттям №2, товщиною 0,6 мм з витратою 460 г/м², становить 5,6% від загальної маси, що підтверджує важкозаймистість деревини та першу групу вогнезахисної ефективності, згідно з ГОСТ 16363-98.

Висновок. Експериментально встановлено, що матеріали на основі силіційорганічних сполук, наповнених алюмінію та цинку оксидами, можуть використовуватися як вогнезахисні покриття з атмосферостійкими властивостями для дерев'яних будівельних конструкцій, зберігаючи I групу вогнезахисної ефективності, для якої допускається втрата маси зразка до 9 %. Силіційорганічний компонент у складі покриття підвищує його атмосферостійкість та механічну міцність при експлуатації в природних умовах та вогнестійкість – в умовах дій вогню та високих температур. Отже, запропоновані покриття дають змогу перевести деревину з категорії «горючої» до «помірно горючої».

Список літератури:

1. Нижник В. В. Фізична хімія дисперсних систем та полімерів / В. В. Нижник, В. А. Волошинець, І. О. Усков. – Київ: Фітосоціоцентр, 2009. – 248 с.
2. Романовский Б. В. Наноккомпозиты как функциональные материалы / Б. В. Романовский, Е. В. Макшина. // Соросовский образовательный журнал. – 2004. – №2 – С. 50–55.
3. Захисні силікатні покриття для деревини на основі наповненого карборансилоксану / М. М. Гивлюд, І. В. Ємченко, О. З. Микитин, В. В. Артеменко. // зб. наук. праць ВАТ «УкрНДІ вогнетривів». – Харків, 2010. – №110 – С. 399–405.
4. Гивлюд М.М. Дослідження впливу фазового складу на термо- і жаростійкість наповнених силіційелементорганічних захисних покриттів / М.М. Гивлюд, І.В. Ємченко // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2007. – №4(56). – С.115-120.
5. ГОСТ 13363-98 «Средства защиты для древесины. Методы определения огнезащитных свойств».

Reference:

1. V.V. Nizhnik, Physical chemistry of disperse systems and polymers / V.V. Nizhnik, V.A. Voloshinets, I.O. Uskov Textbook. – Kiev, 2009. – Fitosotsiotcentr. – 248p.
2. Romanovskiy B.V., Nanocomposites as functional materials / Romanovskiy B.V., Makshina E.V. // Sorosovsky obrazovatelniy journal. – №2. – p.50-55.
3. Silicate protective filled carboransiloxane-based coatings for wood / M.M.Hyvlyud, I.V.Yemchenko, O.Z.Mykytyn, V.V.Artemenko // zb.nauk.prats JSC "Ukrainian Research Institute of Refractories. – Kharkiv, 2010, – №110. – p.399–405.
4. Givlyud M.M. The influence of phase composition on thermal and heat resistance silicon-filled protective coating elementorganic // M.M.Givlyud, I.V. Emchenko // Naukovi visti NTUU "KPI" . – 2007. – №4 (56) . – p.115-120.
5. GOST 13363-98 "Protection means for wood. Methods for fire-retardant properties determining".

