

INVESTIGATION OF DYNAMIC CHARACTERISTIC PARASITIC SIGNALS IN MEASURING CONTROL SYSTEMS OF MOVING ELEMENTS MECHANIZED DEVICE MILITARY TECHNIQUES

P. Vankevych

It is account the results of experimental and theoretical investigations of the phenomenon of rise parasite thermo-electromoving forces (EMF), which arise take into difference temperatures between elements of currentaway devices with dry mechanical contact. Is fixed that parasite thermo-electromoving forces is nonstability by time at sign and density of distribution since from manifold factors is dependence. He don't be consideration in view corrections to results of measuring so long as its correlated with informative conversational signal of primary thermotransformations (TT).

Key words: *parasite thermo-electromoving forces, temperature, currentaway devices, dry mechanical friction, thermotransformation, informative conversational signal.*

УДК: 614.833

І.І. Ніконець, М.О. Івасюк, І.М. Мартинюк, О.М. Стаднічук

*Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів***ВОГНЕЗАХИСНЕ ПОКРИТТЯ ДЛЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Пропонується вогнезахисне спучене покриття для металевих конструкцій. Покриття складається з декількох компонентів доступної вартості. Основні з них: смола карбамідна, меланін, ортофосфорна кислота, гліцерин, діамоній фосфат (антипірен). Проста технологія виконання покриття, яка не потребує спеціального обладнання. Воно наноситься на захисну поверхню пензником або пневморозпилювачем. Лабораторні та натурні випробування проводилися на сталевих та алюмінієвих конструкціях. Проведені дослідження свідчать про ефективність покриття ВК-2.

Ключові слова: *вогнестійкість, спучена композиція, скляна вата, покриття, органічні та неорганічні з'єднання.*

Постановка проблеми

Війна, що розгорнулася на Сході України, має катастрофічні наслідки і для населення, і для промисловості. Зруйновані підприємства, різноманітні будівлі та помешкання цивільного населення за рахунок обстрілів, вибухів та пожеж. За матеріалами дистанційного зондування Землі MODIS (NASA) впродовж 2014 року в зоні АТО відбулось близько 3000 пожеж, що в 20 раз більше, ніж в аналогічний період минулого року. Під обстрілами зазнають руйнувань і військова техніка, і захисні споруди.

Металеві конструкції знайшли своє використання в будівництві фортифікаційних та захисних споруд. Висока несуча здатність при порівняно невеликій масі, надійність роботи при різноманітних видах напруженого стану і в агресивних експлуатаційних середовищах, практичність і універсальність – основні якості, які вигідно виділяють їх від бетонних, дерев'яних та ін.

Різного роду металеві конструкції фортифікаційних споруд, пересувні блокові металічні помешкання (укриття), захисні споруди для техніки, які використовують для захисту від обстрілів, потребують додаткового захисту від дії високих температур.

Однак несучі металеві конструкції особливо вразливі до дії високих температур і мають низьку вогнестійкість (REI 15). При нагріванні понад 500 °С, залежно від марки сталі, вони втрачають несучу здатність [1]. Вогнестійкість звичайних металевих конструкцій складає всього 15-20 хв від початку пожежі.

Перспективним способом захисту металевих будівельних конструкцій від пожеж є нанесення на їх поверхню вогнезахисних покриттів, які будуть надійно і впродовж тривалого часу захищати їх від дії високих температур та агресивних середовищ. Досить поширеними є емалеві та склокристалічні покриття, проте вони не можуть забезпечити надійного захисту конструкцій в умовах температур понад 1000 °С.

Найбільш ефективним є спучене захисне покриття, яке при нагріванні багаторазово збільшується в об'ємі, утворюючи дрібнопористий вугільний шар, який чинить перепони подальшому нагріванню захищеної конструкції. Такі покриття багатоконпонентні. В якості зв'язуючого матеріалу в них використовують латекси, амінокислоти, каучуки, епоксидні смоли та інші. Функцію піноутворювача виконують органічні сполуки, які мають низьку температуру плавлення, а

стабілізатором спученого шару є скловолокно і, меншою мірою, азбест. Тому отримання вогнезахисних покриттів з високою механічною та корозійною міцністю, ударною в'язкістю та експериментальна перевірка цих якостей є актуальним завданням для підвищення і прогнозування довговічності під час експлуатації будівель, споруджених на їх основі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сучасному етапі розвитку будівельного ринку та новітніх технологій необхідно підвищувати функціональні характеристики будівельних конструкцій, зокрема їх термомеханічні властивості. З такими характеристиками будівельні конструкції можуть бути використані для зведення будівель та споруд різного призначення або для створення конструкцій, стійких до впливу високих температур [2, 3].

Для вогнезахисту металевих конструкцій використовують наступні методи:

1. Конструктивний (нанесення додаткового шару бетону чи штукатурки, обкладання цеглою тощо).
2. Личкування листовими і плитковими матеріалами.
3. Нанесення безпосередньо на поверхню конструкції високотемпературних захисних покриттів (напилення, фарбування, обмазування та ін.).
4. Комбінований спосіб, який поєднує в собі різні способи.

Спосіб вогнезахисту конструкції залежить від необхідної межі вогнестійкості, типу конструкції, умов експлуатації конструкції, агресивності навколишнього середовища і т.д.

Кожен зі способів вогнезахисту має свої недоліки і переваги. Найдешевшими є бетонування, нанесення штукатурки або обкладання цеглою, але при цьому значно збільшуються навантаження на конструкцію, складність ремонту та трудомісткість.

Вогнезахист за допомогою облицювань та екранів із листових і плиткових матеріалів має захисні і декоративні властивості, проте велика товщина покриття призводить до значної втрати матеріалів та складності монтажу.

Досить перспективним є використання пінобетону як вогнезахисного матеріалу, який має також і теплоізоляційні властивості. Однак, відсутні дані про товщину вогнезахисного шару пінобетону, залежно від необхідного часу вогнезахисту конструкцій [3].

Серед високотемпературних і вогнезахисних покриттів на основі мінеральних в'язучих виділяються покриття, які спучуються. Їх використовують для елементів з приведеною товщиною не менше 10 мм. Більшість інтумесцентних покриттів розроблено на основі рідкого скла: «ОЗС-МВ», «Фойрекс-400», «ОВП-1», «ОВК-2» та ін. Зокрема, покриття «ОВК-2» складається з ортофосфатної кислоти, карбамідоформальдегідної смоли, аміаку, метинолу, меланіну,

формальдегіду, карбаміду, фосфорного ангідриду, фосфорного амонію, гліцерину, борного ангідриду, скловолокна та перлітового піску. Відомі покриття на основі поліалюмосилоксантів з різними наповнювачами. Так, під час нагрівання вихідних композицій на основі наповненого Al_2O_3 , ZiO_2 , каоліном, та каоліновим волокном поліалюмосилоксану у складі покриття утворюються температуро- і вогнестійкі мулітосиліманітова та цирконова фази. Введення до складу покриття 1-3% TiO_2 сприяє синтезу зазначених фаз та знижує температуру їх утворення на 50-60 °. Розроблені композиції з різним вмістом відповідного наповнювача можна використовувати як вогнезахисні покриття для металевих конструкцій. Однак, межа вогнестійкості для конструкцій із різних типів сталі збільшується лише в 1,5-3 рази [4, 5].

Найбільш поширеними вітчизняними покриттями, що активно застосовуються в Україні, є покриття типу ВПМ-ВПД [6], які складаються з карбаміду, діанідаміду, аміносмол, діамоній фосфату, меланіноформальдегідних і метілополімерних смол з введенням ортофосфату. Межа вогнестійкості сталевих колон підвищується до 60 хв, однак велика кількість компонентів ускладнює технологію її виготовлення. Окрім того, це покриття піддається старінню.

Формулювання мети статті (постановка завдання)

Основне завдання вогнезахисту металевих конструкцій полягає у створенні на їх поверхні теплоізолюючого шару з низькою температуропровідністю, який здатний витримувати високі температури та ізолювати поверхню матеріалу від прямої дії небезпечних факторів пожежі.

Перспективним у розробці певних складів є підвищення стійкості покриттів до дії атмосферних і агресивних середовищ, підвищення робочого діапазону температур, виключення із складу токсичних речовин і покращення їх фізико-механічних властивостей.

Основне завдання – експериментальна оцінка розробленого вогнезахисного покриття ВК-2.

Виклад основного матеріалу

Вогнестійкість конструкції – це її здатність зберігати несучі або огорожувальні функції за умов пожежі (ДСТУ 2272:2006). Показником вогнестійкості є межа вогнестійкості, що встановлюється згідно з нормативними документами та визначається випробуванням конструкцій за державним стандартом [7].

Граничним станом за ознакою втрати несучої здатності є обвалення зразка або виникнення граничних деформацій. Для металевих конструкцій з вогнезахисним покриттям, що випробовуються без навантаження, ознакою втрати несучої здатності є перевищення середньої температури металевого елемента конструкції над його початковою температурою.

Найпростіші високотемпературні і вогнезахистні засоби на основі неорганічних в'язучих матеріалів, як один з компонентів містять зв'язану воду, яка при нагріванні випаровується і блокує перенос тепла до поверхні, яку необхідно захистити.

Як зв'язку використовують натрієве рідке скло, портландцемент, глиноземистий цемент, фосфатні алюмосилікатні в'язучі [3-5]. Роль термостійких наповнювачів для захисних покриттів виконують спучений перліт, вермикуліт, керамзит та кварцові волокна.

Підвищення вогнезахисного ефекту можна досягнути шляхом введення до складу покриття додатків, які утворюють склоподібну фазу у зоні контакту «покриття – підкладка». Крім того, якість покриття та забезпечення захисного ефекту залежить від сили адгезії покриття до металевої поверхні, яка є кількісною та якісною оцінкою цих процесів. Довговічність та захисна здатність в умовах експлуатації залежить також від величини та стабільності адгезійної міцності [5].

Було розроблено вогнезахисну спучену композицію ВК-2, яку можна використовувати для підвищення вогнестійкості металевих конструкцій [8]. Відповідні компоненти розробленого покриття наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Склад вогнезахисного спученого покриття ВК-2

№ з/п	Назва компонентів	Склад, %
1	Смола карбамідна	47,1
2	Карбамід (сечовина)	2,6
3	Меланін	13,2
4	Пісок перлітовий спучений	0,5
5	Нитка скляна рублена	1,1
6	Діамоній фосфат	9,5
7	Кислота ортофосфатна	6,3
8	Ангідрид борний	2,1
9	Гліцерин	11,1
10	Вода	6,1

Дослідження проводилися як для сталі, так і для алюмінію. Конструкція зі сталі втрачає несучу здатність під навантаженням за критичної температури 480 °С, а з алюмінієвих сплавів – за температури 230 °С. Незахищені сталеві конструкції досягають критичної температури при пожежі через 15 хв, а з алюмінієвих сплавів – через 7 [1,2].

Основним в'язучим компонентом у розробленому покритті є карбамідна смола КФ-Ж (ГОСТ 14231-78) – найбільш дешевий і доступний вид синтетичних смол. Для затвердіння матеріалу на основі карбамідної смоли необхідно створити кислу реакцію середовища (рН 3...4), де роль затверджувача виконує фосфорна кислота. При нагріванні смола плавиться, утворюючи рідку фазу, яка сприяє активному піноутворенню. Впродовж тривалого зберігання зростає її кислотність і в'язкість. Недоліком карбамідних смол є наявність у них близько 30 - 40% вільної води, зв'язування якої є необхідною умовою отримання міцного конструктивного матеріалу.

Підвищенню стабільності смоли сприяє додавання до неї сечовини (карбаміду) і меланіну, які нейтралізують підвищену кислотність. Крім того, сечовина плавиться за температури 133 °С, а меланін – за температури – 354 °С і, як карбамідна смола, бере участь у піноутворенні.

До складу покриття входить класичний антипірен – діамонійфосфат. Результати експериментальних досліджень вказують, що вміст фосфатів амонію в складі вогнезахисного покриття є основним чинником приросту товщини спучення. При цьому спостерігається оптимальний вміст, перевищення якого призводить до обсіпання спученого шару, і, як наслідок, зниження вогнезахисних властивостей засобу (рис. 1). Використання цього антипірену дозволяє зробити припущення про можливість використання даної композиції також і для обробки дерев'яних конструкцій.

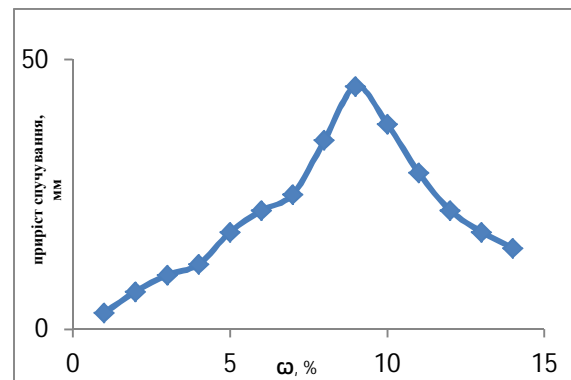


Рис. 1. Залежність приросту товщини спучування від масової частки діамоній фосфату

Стабілізатором спученого шару в розробленому покритті є скловолокно, перліт та борний ангідрид, який розчиняють у гліцерині при температурі 60 °С.

Подвійну роль відіграє ортофосфорна кислота. Вона є каталізатором твердіння вогнезахисної композиції, а при нагріванні вище 150 °С починає втрачати зв'язану воду, переходячи поступово в пірофосфорну і метафосфорну кислоти і, нарешті, в фосфор (V) оксид. Останній, розплавлюючись, утворює рідку фазу і бере активну участь в утворенні спученого шару.

Покриття технологічне у виробництві, а його виготовлення не потребує спеціального обладнання. Одержана суміш наноситься на захисну поверхню пензликом або пневморозпилювачем, товщиною 0,8-3,8 мм, що є достатнім для захисту металевої поверхні. Час твердіння покриття за температури 10-30 °С складає 7-10 діб, а за температури 60 °С – до 2-х діб (залежно від товщини покриття).

Спучення покриття починається з його поверхневого шару за температури 130-140 °С. При подальшому нагріванні прогриваються глибинні шари покриття і, досягаючи зазначеної температури, також спучуються, що призводить до збільшення товщини теплоізолювального шару. Товщина покриття під час спучення збільшується в 10-15 разів, а теплопровідність і густина

зменшуються в декілька разів. Це призводить до зменшення інтенсивності нагрівання сталевих конструкцій. Після спучення теплофізичні характеристики і геометричні розміри покриття змінюються, внаслідок чого межа вогнестійкості конструкції збільшується.

Розроблене покриття ВК-2 в результаті спучення набуває високих теплоізоляційних властивостей. Адгезійна міцність запропонованого складу захисного покриття з поверхнею металу для досліджуваних зразків зі сталі та алюмінію є достатньою, оскільки руйнування покриттів не виявлено.

Зразки сталі, захищені покриттям ВК-2, досягають критичної температури (480 °С) через 76 хв, а алюмінієві (280 °С) – через 51 хв.

Висновок

Використання вогнезахисних покриттів, що спучуються, є одним з ефективних методів вогнезахисту металевих конструкцій. Даний метод застосовують, коли необхідно просто, швидко та економічно вигідно підвищити межу вогнестійкості конструкції до 90 хв.

Межа вогнестійкості металевих конструкцій, оброблених вогнезахисним покриттям ВК-2, збільшується у 5 раз для сталевих конструкцій та у 7 разів – для алюмінієвих.

Проведені лабораторні випробування покриття ВК-2 дозволяють рекомендувати його для використання як ефективний спосіб підвищення вогнестійкості конструкцій.

Подальші дослідження слід спрямувати на визначення мінімальної товщини вогнезахисних покриттів для металічних конструкцій, які мають забезпечувати нормовані значення їх межі вогнестійкості. Крім того, актуальними на сьогоднішній день є не лише металеві конструкції, а й ті, що виготовлені з деревини, бетону,

залізобетону тощо. Тому подальші дослідження необхідно спрямувати на можливість використання вогнезахисного покриття ВК-2 саме на ці конструкції.

Список літератури

1. ДСТУ Б В.1.1-17:2007. Вогнезахисні покриття для будівельних несучих металевих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності (ENV 13381-4:2002, NEQ).
2. Клименко Ф.Є. Металеві конструкції. – Львів, 1998. – 253 с.
3. Полифункциональные элементоорганические покрытия // Под общ. ред. А.А. Пащенко. – К.: Вища школа, 1987. – 198с.
4. Артеменко В.В. Экспериментальні дослідження вогнезахисних покриттів металевих конструкцій на основі наповнених поліалюмосилоксантів / В.В. Артеменко // Збірник наукових праць ЛДУ БЖД. Пожежна безпека. – № 25. – 2013. – С.6-11.
5. Гивлюд М.М. Високотемпературостійкі захисні покриття поверхонь металів на основі наповнених поліалюмосилоксантів/ М.М. Гивлюд, В.В. Артеменко// Збірник наукових праць. – Л., 2009. – № 15. – С. 46-50.
6. Березовський А.І. Захист металевих конструкцій від впливу високих температур вогнезахисними покриттями, що спучуються // А.І. Березовський, І.Г. Маладика, Р.А. Яковлева // Вісник ЧДТУ. – 2010. – № 2. – С. 127-131.
7. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги : ДСТУ Б.В.1.1-4-98* – Київ : Держбуд України, 2005. – 22 с.
8. Добрянський І.М. Вогнезахисне покриття для будівельних конструкцій/ І.М. Добрянський, І.І. Ніконець, Р.А. Шмиг // Будівництво України. – 2012. – № 2. – С. 37-38.

Рецензент: д.т.н., проф. Х.С. Соболев кафедра автомобільних шляхів Інституту будівництва та інженерії докільця Національного університету «Львівська Політехніка», Львів.

ОГНЕСТОЙКОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

И.И. Никонец, М.А. Ивасюк, И.Н. Мартынюк, Е.Н. Стадничук

Предлагается огнезащитное вспучивающее покрытие для металлических конструкций. Покрытие состоит из нескольких компонентов доступной стоимости. К ним относятся: смола карбамидоформальдегидная, меланин, ортофосфорная кислота, глицерин, диаммонийфосфат (антитирен). Технология покрытия несложна в исполнении, не требует специального оборудования. Оно наносится на поверхность металла кисточкой или пневмораспылителем. Лабораторные и натурные испытания проводили на стальных и алюминиевых конструкциях. Проведенные исследования свидетельствуют о эффективности покрытия ВК-2.

Ключевые слова: огнестойкость, вспученная композиция, стекловата, покрытие, органические и неорганические соединения.

FIRE-PROOFNESS COATINGS FOR METAL STRUCTURES

I. Nikonets, M.Ivasjuk, I. Martyniuk, O. Stadnichuk

The distendable fire-retardant cover for metal construction is offered. The cover consists of several components of moderate price. To primary components belong: urea-formaldehyde, melanin, phosphoric acid, glycerol, diammonium phosphate. The cover is made with a help of simple technology, which does not require any special equipment. The cover is laid on the surface of metal construction with a help of a brush or an airbrush. Laboratory and field researches were carried out on steel and aluminum constructions. The carried out researches indicate the efficiency of the cover VK-2.

Key words: Fire-proofness, bloating composition, coating, organic and non-organic compounds, mineral wool