

УДК 666.762.1:698.9.03

ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

APPROACH TO THE EVALUATION OF DURABILITY OF FIRE PROTECTION COATINGS

Цапко Ю. В., к.т.н., с.н.с., Кравченко А. В., м.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, м. Київ)

Цапко Ю. В., к.т.н., с.н.с., Кравченко А. В., м.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, г. Киев)

Tsapko Yu.V., CFS, Senior Research, Kravchenko A.V., Junior Research, Guzii S.G., CFS, Senior Research (Kyiv National University of Construction and Architecture, V.D. Glukhovsky Scientific Research Institute for Binders and Materials, Kiyv)

Наведено дані про вогнезахисні покриття, що сертифіковані в Україні, та результати аналізу методів визначення довговічності вогнезахисних покриттів. Встановлено необхідність створення прискорених випробувань для оцінки довговічності вогнезахисних покриттів та запропоновано експрес-метод.

Приведены данные о огнезащитные покрытия, сертифицированные в Украине, и результаты анализа методов определения долговечности огнезащитных покрытий. Установлена необходимость создания ускоренных испытаний для оценки долговечности огнезащитных покрытий и предложен экспресс-метод.

Showing data on fire protection coatings, certified in Ukraine and analysis methods for determining the durability of fire protection. Established the need to create accelerated tests to assess the durability of fire protective coatings and rapid method proposed.

Ключові слова:

Довговічність, вогнезахист, покриття, оцінка, методи.

Долговечность, огнезащита, покрытие, оценка, методы.

Durability, fire protection, coating, evaluation, methods.

Вступ. На сьогоднішній день широкого поширення для підвищення вогнестійкості різних споруд набули вогнезахисні покриття, які повинні забезпечувати свої функціональні властивості протягом тривалого часу [1, 2]. У зв'язку з тим, що об'єкти, на яких проведено вогнезахист конструкцій, експлуатуються при різних кліматичних впливах, проблема визначення терміну служби вогнезахисних покриттів стає дуже актуальною.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні вогнезахисна продукція представлена як вітчизняними виробниками, так і закордонними. Безсумнівним лідером в Україні є НВП «Спецматеріали» (м. Донецьк), що випускає засоби вогнезахисту під маркою «Ендотерм», як для захисту металоконструкцій, так і деревини. Іншим вітчизняним виробником є ТОВ «Укрпожхіпром» (м. Київ), що випускає вогнезахисне покриття для металоконструкцій «УкрТерм-М2». Традиційно присутні на українському ринку західні фірми “DuPont Performance Coating GmbH & Co.KG” (Німечина), “Rudolf Hensel GmbH” (Німечина). В Україні фірму “DuPont Performance Coating GmbH & Co.KG” (Німечина) представляє ТОВ «АМВИТ Украина» (м. Київ).

Всі наведені покриття мають показники вогнезахисних властивостей, однак, не на всі покриття є дані, які підтверджують, що покриття було випробувано для визначення гарантійного терміну служби.

Для встановлення довговічності лакофарбових покриттів впроваджено міждержавний стандарт, який передбачає методи прискорених випробувань на стійкість до впливу кліматичних факторів [3]. За методикою прискорених випробувань була дана порівняльна оцінка впливу ступеня агресивності та відповідних значень показника захисних властивостей вогнезахисного покриття "Ендотерм ХТ-150" виробництва НВП "Спецматеріали", але зміну вогнезахисних властивостей при впливі середовища експлуатації не проводили [4].

Постановка мети і задач досліджень. В основі аналізу – обґрунтувати єдиний підхід і методологію визначення термінів служби вогнезахисних покриттів.

Результати досліджень. 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 межа вогнестійкості для металоконструкцій та 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 оцінки 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.

Аналіз існуючих методів прогнозування терміну служби лакофарбових покриттів і будівельних матеріалів показує, що вони засновані на випробуванні зразків, розміри яких значно менше розмірів реальних конструкцій. Тому авторами [1] для оцінки ефективності вогнезахисного покриття для металу пропонується розглянути можливість використання стандартних методів оцінки вогнезахисних властивостей покриттів [5]. Ця методика дозволяє використовувати невеликі за розміром зразки (сталеві пластини розміром 140 мм × 80 мм, товщиною до 1,0 мм). Випробувальна установка має конструктивну можливість програмувати теплові режими, а тому можна точно відтворювати умови випробувань.

Мінімальні розміри одного зразка визначають за умов забезпечення надійної оцінки зміни контрольованого параметра. При досягненні граничного значення технічних параметрів встановлюють тривалість періоду експлуатації покриття в умовах, що відповідають режиму штучного старіння.

Для отримання досить достовірного результату про тривалість експлуатації та зниженні достовірності появи похибки при прогнозуванні терміну служби вогнезахисних покриттів доцільно використовувати необхідну кількість зразків з урахуванням того, що вогнезахисне покриття є системою з неоднорідними показниками. Крім того, слід мінімізувати випадкові явища, які не характерні для того або іншого покриття.

Від кількості зразків буде залежати надійність остаточних результатів. Проблема встановлення кількості зразків для випробувань надзвичайно важлива. Існують два принципово різних варіанти випробувань за оцінкою

довговічності вогнезахисних покриттів. Тому перед початком випробувань на довговічність необхідно зробити припущення про тривалість терміну експлуатації вогнезахисного покриття. Згідно з одним із можливих варіантів проведення випробувань необхідно отримати підтвердження допущеного терміну експлуатації.

Для визначення ефективності вогнезахисного покриття проводять оцінку адгезії за методом 2 відповідно ГОСТ 15140 [6], коли під час підготовки та проведення випробувань визначається адгезія комплексного покриття (з урахуванням нанесення ґрунту, захисного покриття від впливу атмосфери), нанесеного на металеву пластину шаром до 200 мкм. Таким методом була оцінена адгезія вогнезахисного покриття "Unitherm 38091", нанесеного по ґрунтах "ЕП-0199" та "ЕП-0259" [1]. Але і в цьому випадку існує можливість отримати показник адгезії, відмінний від того, який буде в реальній системі покриття, нанесеного товщиною більше 200 мкм в залежності від захищеної конструкції.

У Німеччині натурні кліматичні випробування проводяться Центром випробувань матеріалів для будівництва Інституту будівельних матеріалів, капітального будівництва та протипожежного захисту при Технічному університеті (м. Брауншвейг). Наприклад, після зберігання в умовах екстремальної промислової атмосфери у м. Берлін та м. Дуйсбург були проведені вогневі випробування згідно DIN 4102-8-2003 [7] і DIN 4102-2-1977 [8] сталевих пластин розміром 500 мм×500 мм×5 мм, оброблених системою покриття "Unitherm ESA". Критерій оцінки вогнезахисної ефективності випробуваного покриття – час досягнення сталеву пластину температурою 500 °С був визначений при проведенні "нульового експерименту" (після обробки пластин вогнезахисним покриттям), після 2-х з половиною років, після 6-ти років і 9-ти місяців, а також після 11-ти з половиною років зберігання зразків пластин. В результаті досліджень характеристик старіння системи покриття "Unitherm ESA" був зроблений висновок, що умови промислової атмосфери протягом 11-ти з половиною років не впливають негативно на вогнезахисну ефективність покриття. Дані, отримані після 11-ти з половиною років, порівнянні з даними "нульового експерименту", а також з даними, отриманими після 2-х з половиною років, 6-ти років 9-ти місяців зберігання зразків з покриттям [4].

У НДІВМ ім. В.Д. Глуховського для визначення ефективності вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій розроблена методика, яка передбачає оцінювання за показниками: зовнішній вигляд, адгезійна міцність та міцність покриття при ударі, коефіцієнт спучення та вогнезахисна ефективність.

Оцінку зовнішнього вигляду (комплексну оцінку декоративних і захисних властивостей покриття) проводять відповідно до вимог ГОСТ 9.407-84 [9].

Адгезійну міцність покриття до металу визначають за силою рівномірного відриву [6]. Суть методу полягає у вимірюванні сили, необхідної для відриву

покриття від захищеної металевої поверхні, в напрямку, перпендикулярному площі покриття за допомогою приклеєної металевої пластини. При відриві від металу величина адгезійної міцності (R), кПа, визначається за формулою:

$$R = \frac{F}{A \cdot 1000} \quad (1)$$

де F – значення сили, при якій відбувається відрив, Н;

A – площа відриву, 0,0009 м².

Міцність при ударі покриття визначають відповідно до [11]. Метод заснований на визначенні максимальної висоти, при падінні, з яким вантаж визначеної маси (1000,0 г) не викликає видимих механічних пошкоджень на поверхні металевої пластини з покриттям. Міцність покриття при ударі висловлюють числовим значенням максимальної висоти в сантиметрах, при падінні з якою вантаж не завдає механічних пошкоджень покриттю.

Коефіцієнт спучування (Кв) розраховують за формулою:

$$Kv = \frac{L_1}{L_2} \quad (2)$$

де L_1 – товщина спученого шару, мм;

L_2 – товщина покриття, мм.

Необхідно відзначити, що існуюча випробувальна база не дозволяє провести прискорені кліматичні випробування контролю вогнестійкості конструкції, тому для визначення довговічності вогнезахисного покриття проводять натурні кліматичні випробування з урахуванням умов їх експлуатації.

Вогневі випробування з оцінки вогнезахисної ефективності металевої конструкції з покриттям проводять за даним методом [12]. Критерієм збереження цієї здатності є відповідність значення показника вогнезахисної ефективності покриття, отриманого тільки після закінчення всіх циклів випробувань, які передбачені методикою [8], значенням, отриманому на першому циклі випробувань ("нульовий експеримент"), за умови збереження захисних властивостей покриття при натурному зберіганні за певні періоди часу (3 місяці, 6 місяців, 1 рік і т.д.).

Розроблена методика, дозволяє визначати здатність вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій зберігати свої вогнезахисні і захисні властивості під впливом атмосфери протягом строку експлуатації.

На наш погляд, ця методика є найзручнішою і найточнішою для оцінювання довговічності вогнезахисного покриття, але потребує дослідження протягом довготривалого зберігання в натурних мовах. Крім зазначених в методиці властивостей визначали також коефіцієнт спучування, як один з важливих показників для вогнезахисних покриттів [13, 14].

Для отримання терміну зберігання ефективності вогнезахисту деревини протягом певного проміжку часу розроблено методику визначення строку експлуатування захищеної деревини, що увійшла до ДСТУ 4479 [13], 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 модифікаторів, і періодичній перевірці оціночних показників просочувального засобу. За зразками встановлюється регулярний візуальний нагляд: перші два тижня – щоденно, а далі 2–3 рази на місяць. Візуально проводиться оцінка зовнішнього виду покриття деревини: розтріскування, вивітрювання, висоловання.

Вищенаведені методи потребують досить тривалого терміну випробування, тому для визначення терміну експлуатації вогнезахисних покриттів, як для деревини, так і металевих конструкцій запропоновано експрес-методику, суть якої полягає у моделюванні впливу факторів зовнішнього середовища, що імітує дані кліматичні умови штучним шляхом та визначенні зміни оціночних показників до і після “штучного старіння”.

Статистичні характеристики кліматичних факторів, необхідних для встановлення режимів випробувань, які імітують умови експлуатації в неопалювальному приміщенні встановлюють відповідно до ГОСТ 16350 [14], згідно з яким, в середній смузі Східної Європи кількість переходів температури через 0°C протягом 1 року становить 7 разів, тобто 4 рази температура має додатні значення і 4 рази - від’ємні.

Враховуючи умови експлуатації будівельних конструкцій (зміна вологості та температури), випробування проводяться на фоні створення циклічних умов шляхом їх витримування за перемінних значень температури та вологості (4 цикли прирівнюють до одного умовного року застосування покриття за умов реальної експлуатації).

Прискорене визначення довговічності вогнезахисного покриття включає наступні етапи:

- *перший етап*: зразки матеріалу, які вогнезахиснені покриттям, поміщують в камеру вологості і витримують при температурі $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря $(97\pm 3)\%$ протягом 6 годин, вимикають нагрів і витримують протягом 2 годин;

- *другий етап*: із камери вологості зразки переносять в камеру холоду і витримують при температурі мінус $(17\pm 3)^{\circ}\text{C}$ протягом 3 годин;

- *третій етап*: із камери холоду зразки переносять в термокамеру і витримують при температурі $(60\pm 2)^{\circ}\text{C}$ протягом 6 годин;

- *четвертий етап*: зразки виймають із термокамери і витримують на повітрі при температурі $15-30^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря не більше 80 % протягом 15 годин.

Після закінчення чотирьох циклів визначають властивості вогнезахисного покриття: зовнішній вигляд, адгезійну міцність та міцність покриття при

ударі, коефіцієнт спучення, в тому числі і вогнезахисну ефективність, яка для металевих конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.1.1-4-98* [11], а для дерев'яних - згідно з ГОСТ 16363 [12].

Висновки

Наведено результати аналізу методів визначення довговічності вогнезахисних покриттів та встановлено необхідність створення прискорених випробувань для оцінки довговічності вогнезахисних покриттів.

Запропоновано експрес-метод моделювання впливу факторів зовнішнього середовища, що імітує кліматичні умови штучним шляхом та визначенні зміни оціночних показників до і після "штучного старіння".

Надалі будуть проведені дослідження на реальних будівельних об'єктах.

1. Баженов С.В. Определение срока службы огнезащитных покрытий по результатам натуральных и ускоренных климатических испытаний / С.В. Баженов, Ю.В. Наумов // Пожарная безопасность. – 2006. – № 3. – С. 34-39. 2. Гайковая О.М. Оценка долговечности огнезащитных покрытий для металлических конструкций, применяемых в условиях морского климата / О.Н. Гайковая // Сборник научных трудов "Строительство и техногенная безопасность", № 22. – Симферополь: Национальная академия природоохранного и курортного строительства. – С. 22-25. 3. ГОСТ 9.401-91 ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов. 4. Гайковая О.Н. Методы определения долговечности огнезащитных покрытий / О.Н. Гайковая, Ю.В. Цапо // 36. наук. пр. Севастопольського військово-морського інституту ім. П.С. Нахімова.- Севастополь: СВМІ.- 2009. - Вип. 1(16). – С. 42-46. 5. Баженов С.В. Определение теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий по металлу: Методика / С.В. Баженов, Ю.В. Наумов, Л.В. Могина // М.: ВНИИПО, 1998. – 19 с. 6. ГОСТ 15140-78. Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии. 7. DIN 4102-8-2003. Огнестойкость строительных материалов и конструкций. Часть 8. Малогабаритный испытательный стенд для определения изменений характеристик при горении. 8. DIN 4102-2-1977. Огнестойкость строительных материалов и конструкций. Технические требования и методы испытаний строительных конструкций. 9. ГОСТ 9.407-84 ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида. 10. ГОСТ 4765-73. Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе. 11. ДСТУ Б В.1.1-4-98*. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. 12. ГОСТ 16363. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. 13. Гузий С.Г. Способность огнезащитных геоцементных покрытий к вспучиванию после искусственного старения / С.Г. Гузий // «Стройпрофиль» №2 (80). – С.48-50. 14. Гузий С.Г. Способность огнезащитных геоцементных покрытий к вспучиванию после искусственного старения (продолжение) / С.Г. Гузий // «Стройпрофиль» №3(81). – С. 37-40. 15. ДСТУ 4479:2005. Речовини вогнезахисні водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. – К. Держспоживстандарт України, 2006. – 17 с. 16. ГОСТ 16350-80. Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей - К., 1980. – 21 с.