

ВІДГУК

офіційного опонента ДАНЧЕНКО Юлії Михайлівни,

професора кафедри фундаментальних дисциплін Національної академії

національної гвардії України, доктора технічних наук

на дисертаційну роботу, представлену на здобуття наукового ступеня

доктора філософії за спеціальністю 261 – Пожежна безпека

на тему: «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНОГО

ЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ

ВОГНЕЗАХИСНИХ ІНТУМЕСЦЕНТНИХ ПОКРИТТІВ»,

що виконана ЗОЛКІНОЮ Євгенією Сергіївною.

1. Актуальність теми дисертаційного дослідження.

Металеві будівельні конструкції широко використовуються у будівництві через низку позитивних якостей, таких як відносна легкість, міцність, надійність та технологічність використання. Разом з тим, вони мають і суттєві недоліки одним із яких є низька межа вогнестійкості. Під впливом високих температур, що виникають в умовах пожежі, та механічних навантажень металеві конструкції втрачають несучу здатність протягом 6-24 хвилин, що призводить до руйнування будівель, ускладнення евакуації людей та роботи оперативно-рятувальних підрозділів служби цивільного захисту при ліквідації пожежі. Найбільш перспективним способом забезпечення нормативної межі вогнестійкості будівельних конструкцій з металу є використання покриттів, що спучуються під впливом високих температур (інтумесцентних вогнезахисних покриттів).

Більшість із використовуваних в Україні інтумесцентних вогнезахисних покриттів мають обмежені умови експлуатації. Зокрема у приміщеннях та з вологістю менше 75 %. Підвищена ж вологість часто знижує ефективність протипожежного захисту. Тому дослідження спрямовані на розробку нових інтумесцентних вогнезахисних покриттів з поліпшеними експлуатаційними властивостями є актуальними.

2. Зв'язок роботи з науковими темами.

В основу дисертаційної роботи покладено результати, що виконувались у рамках науково-дослідної роботи в Національному університеті цивільного захисту України «Розробка вогнезахисних інтумесцентних покриттів з покращеними властивостями», державний реєстраційний номер НДР № 0118U002016.



Samsung Dual Camera

Знято на мій Galaxy A40

3. Структура та обсяг дисертації.

Дисертація складається із анотації, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та 1 додатка. Загальний об'єм дисертації складає 157 сторінок і включає 41 рис., 29 табл. та 125 джерел використаної літератури.

4. Мета і задачі дослідження.

Метою дисертаційної роботи є розробка інтумесцентного покриття з покращеними експлуатаційними властивостями.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- аналіз сучасних світових досягнень у сфері розробки та застосування інтумесцентних вогнезахисних покриттів (ІВП) для будівельних конструкцій;
- дослідження залежності експлуатаційних характеристик ІВП від природи плівкоутворювача;
- експериментальні дослідження залежності характеристик та структури спіненого коксового шару від складу інтумесцентної композиції;
- розробка математичних моделей залежності кратності спучення інтумесцентних вогнезахисних покриттів від складу;
- визначення оптимального складу ІВП;
- оцінка ефективності вогнезахисту за допомогою ІВП раціонального складу.

5. Методи дослідження.

Для досягнення мети та вирішення поставлених задач були використані теоретичні та експериментальні стандартні методи досліджень. Умовно використовувані методи поділені на: методи дослідження вогнезахисної ефективності, методи дослідження експлуатаційних властивостей та методи математичної обробки результатів дослідження. Проведення досліджень здійснювалось за допомогою методу математичного планування з побудовою ортогонального композиційного плану другого порядку.

6. Наукова новизна дисертаційної роботи.

Наукова новизна полягає у наступному:

Вперше:

- досліджено залежність кратності спучення (за лінійним коефіцієнтом спучення) епоксиолімерів, наповнених поліфосфатом амонію та бінарними сумішами поліфосфату амонію з гідроксидом алюмінію, десятиводним тетраборатом натрію, оксидом титану (IV), пентаеритритом, аеросилом і терморозширюваним графітом за температур випробування 350°C, 400°C 450°C.
- вперше отримано математичні моделі, що описують залежність лінійного коефіцієнта спучення вогнезахисних покриттів на основі епоксиолімерів наповнених системами поліфосфат амонію: пентаеритрит: терморозширюваний графіт (ПФА: ПЕ: ТГ), поліфосфат амонію: гідроксид алюмінію: терморозширюваний графіт (ПФА: Al(OH)₃: ТГ), поліфосфат

амонію: гідроксид алюмінію: колоїдний діоксид кремнію (ПФА: $\text{Al}(\text{OH})_3$: аеросил).

- вперше для системи поліфосфат амонію: гідроксид алюмінію: терморзширюваний графіт встановлений раціональний вміст компонентів, що дозволяє отримати інтумесцентне вогнезахисне покриття з високим показником кратності спучення ($K_{\text{л}} = 64$), зниженим рівнем горючості ($KI = 33 \%$) та покращеними у порівнянні з сертифікованими в Україні вогнезахисними покриттями експлуатаційними властивостями.

Отримало подальший розвиток:

- експериментальні дослідження спрямовані на розробку інтумесцентних вогнезахисних покриттів на основі епоксиполімерів.

7. Практичне значення отриманих результатів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

- отримані математичні моделі дозволяють прогнозувати кратність спучення покриттів на основі епоксиполімерів в залежності від співвідношення між компонентами систем: поліфосфат амонію: пентаеритрит: терморзширюваний графіт (ПФА: ПЕ: ТГ), поліфосфат амонію: гідроксид алюмінію: терморзширюваний графіт (ПФА: $\text{Al}(\text{OH})_3$: ТГ), поліфосфат амонію: гідроксид алюмінію: колоїдний діоксид кремнію (ПФА: $\text{Al}(\text{OH})_3$: аеросил);

- розроблене інтумесцентне вогнезахисне покриття ПАГ-2 за ефективністю вогнезахисту металу у 1,3 рази вище за відомі аналоги та в 1,6 разів вище за ІВП на водній основі та має покращені експлуатаційні властивості – адгезійну міцність до сталі марки Ст.3 ($\sigma_{\text{відр.}} = 6,7 \text{ МПа}$), водостійкість ($\Delta m_{\text{в}} = 4,1 \%$), стійкість до дії 10%-го розчину H_2SO_4 ($\Delta m_{\text{к}} = 4,7 \%$) та стійкість до дії 10%-го розчину NaOH ($\Delta m_{\text{л}} = 4,4 \%$), – що в 16,7, 2, 2,8 та 2,5 рази більше за такі ж показники відповідно для сертифікованої вогнезахисної фарби на водній основі;

- результати роботи впроваджено на підприємстві ТОВ «ІВІ «Біонік Хаус» (м. Київ) та у навчальному процесі Національного університету цивільного захисту України при вивченні дисципліни «Стійкість будівель і споруд при пожежі» (тема 1.3. «Нормування вогнестійкості будівельних конструкцій») циклу професійної підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти галузі знань 26 «Цивільна безпека», спеціальність – 261 «Пожежна безпека» за освітньо-професійними програмами: «Пожежна безпека», «Аудит пожежної та техногенної безпеки», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи».

8. Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 4 наукових статтях у фахових виданнях України та у 2 статтях, які надруковані у

наукових журналах країн Євросоюзу, що входять до бази даних Scopus. Результати роботи представлені у доповідях на 6 міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференцій.

9. Аналіз змісту дисертації.

У вступі подано загальну характеристику дисертаційної роботи.

Обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульовано мету роботи та основні задачі дослідження, показано зв'язок роботи з науковими програмами. Наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію роботи та публікації.

У першому розділі проведений аналіз зарубіжної та вітчизняної наукової і патентної літератури з питань застосування інтумесцентних покриттів для вогнезахисту металевих будівельних конструкцій. Визначені найбільш перспективні складові інтумесцентних систем, що використовуються в сучасних вітчизняних та європейських реактивних покриттях. Проаналізовані недоліки експлуатаційних властивостей існуючих ІВП. Виконано аналітичний огляд сучасного стану проблеми розробок ІВП на основі різних плівкоутворювачів, зокрема, на основі епоксиполімерів.

У другому розділі визначено матеріали та методи для проведення наукових досліджень спрямованих на розробку ІВП з покращеними експлуатаційними властивостями. У якості критерію вогнезахисної ефективності обрано лінійний коефіцієнт спучення K_L , що вимірювався згідно методики ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010. Для порівняльної оцінки вогнезахисної ефективності використовувався час прогрівання до критичної температури (500°C) зразка металевої пластини, що захищена досліджуваним ІВП. Експлуатаційні характеристики ІВП визначались за стандартними методиками.

У третьому розділі на основі експериментальних досліджень здійснено порівняння експлуатаційних характеристик ІВП, що відрізняються природою плівкоутворювача.

Проведено експериментальні дослідження характеристик та структури спіненого коксового шару в залежності від якісного та кількісного складу ІВП. Визначено ряд компонентів, які забезпечують стійкість пінококсового шару, інтумесцентну здатність та залежності кратності спучення, втрати маси від вмісту компонентів інтумесцентної системи від температури випробувань. За сукупністю показників встановлено, що найкращими характеристиками відрізняються ІВП на основі епоксиполімерів.

Побудовано розширену матрицю планування експерименту для реалізації ортогонального центрального композиційного плану другого порядку. На основі результатів експерименту отримані рівняння регресії, які описують залежність лінійного коефіцієнту спучення K_L від вмісту компонентів ІВП на основі епоксидного олігомеру для систем із різними наповнювачами. За рівняннями регресії побудовані поверхні відгуку, що описують залежність лінійного коефіцієнта спучення K_L ІВП з різними системами – поліфосфат амонію: пентаеритрит: терморозширюваний графіт

(ПФА: ПЕ: ТГ) (композиція ППГ), поліфосфат амонію: гідроксид алюмінію: терморзширюваний графіт (ПФА: $\text{Al}(\text{OH})_3$: ТГ) (композиція ПАГ), поліфосфат амонію: гідроксид алюмінію: колоїдний діоксид кремнію (ПФА: $\text{Al}(\text{OH})_3$: аеросил) (композиція ПАА).

У четвертому розділі проведено оптимізацію вогнезахисних складів систем ППГ, ПАГ та ПАА за лінійним коефіцієнтом спучення. Визначено оптимальний вміст компонентів у композиціях.

За лінійним коефіцієнтом спучення визначено раціональний вміст компонентів ПФА, $\text{Al}(\text{OH})_3$ та ТГ у композиції ПАГ, що дозволяє отримати інтумесцентне вогнезахисне покриття ПАГ-2 з високим показником кратності спучення ($K_{\text{л}} = 64$), зниженим рівнем горючості ($KI = 33\%$) та покращеними експлуатаційними властивостями – адгезійною міцністю до сталі марки Ст.3 ($\sigma_{\text{відр.}} = 6,7$ МПа), водостійкістю ($\Delta m_{\text{в}} = 4,1\%$), стійкістю до дії 10%-го розчину H_2SO_4 ($\Delta m_{\text{к}} = 4,7\%$) та стійкістю до дії 10%-го розчину NaOH ($\Delta m_{\text{л}} = 4,4\%$), – що у 16,7, 2, 2,8 та 2,5 рази більше за такі ж показники для сертифікованої вогнезахисної фарби на водній основі.

Експериментально показано, що використання з метою вогнезахисту ПАГ-2 дозволяє забезпечити захист від прогрівання металевої пластини до температури 500°C впродовж 36,4 хвилин. Ефективність вогнезахисту металу ПАГ-2 у 1,3 рази вище за відомі аналоги на основі епоксиполімерів та в 1,6 разів вище за ІВП на водній основі.

Розроблено принципову технологічну схему виробництва інтумесцентного вогнезахисного покриття ПАГ-2. Проведено розрахунок собівартості виготовлення 1 т покриття. Встановлено, що покриття ПАГ-2 має на 8,5% меншу роздрібну вартість у порівнянні із закордонним аналогом.

За результатами оцінки тексту дисертаційної роботи можна стверджувати, що основні результати, висновки, що виносяться на захист, сумнівів не викликають.

Здобувач під час виконання наукової роботи над дисертацією отримав вогнезахисне покриття інтумесцентного типу із поліпшеними експлуатаційними властивостями та характеризується високим показником кратності спучення в порівнянні з сертифікованими для використання в Україні. Результати наукових досліджень у подальшому можуть бути використані для удосконалення рецептур інтумесцентних вогнезахисних покриттів.

10. Зауваження до дисертації:

- сформульовані у вступі мета, задачі, об'єкт і предмет дослідження дисертаційної роботи охоплюють дуже широку область і неповній мірі надають уявлення про природу, склад та властивості досліджуваних вогнезахисних матеріалів; враховуючи, що мета, задачі, об'єкт та предмет досліджень формуються після аналітичного літературних джерел, ці компоненти повинні містити певну конкретизацію;

- один із пунктів наукової новизни (перший за порядком), що починається зі слова «досліджено...» не може трактуватись як новий науковий результат; більш вдалим початком цього пункту вважаю словосполучення «встановлені закономірності...», тим більше, що таке формулювання в повній мірі можна використати для першого пункту наукової новизни;

- представлені у вигляді графіків результати дослідження впливу вмісту наповнювачів різної природи на вогнезахисні властивості епоксиполімерних композицій (рис. 3.2-3.15) не містять інформації щодо похибки вимірювань, адже, в деяких випадках врахування похибок могло б вплинути на висновки щодо отриманих ефектів;

- у роботі недостатньо приділена увага дослідженню впливу наповнювачів та добавок різної природи на технологічні властивості епоксиполімерних композицій, а саме, в'язкість, особливості процесів склування та твердіння;

- для більш повного уявлення про формування вогнезахисних та інших експлуатаційних властивостей, доцільно було б дослідити вплив технологічних параметрів – режимів твердіння, послідовності додавання компонентів, тривалості змішування композиції, на структурні особливості затверділих покриттів;

- доцільно було б проведення дослідження щодо довговічності, термінів та умов експлуатації розробленого покриття, що є важливим при використанні у реальних умовах;

- в роботі не приділено уваги щодо уявлення про механізми взаємодії компонентів в інтумісцентній системі під час нагрівання, а також не досліджена роль кожного компоненту в утворенні спученого вуглецевого шару;

- враховуючи, що всі використовувані компоненти для розробки ІВП є технічними продуктами, бажано було б у другому розділі привести відомості щодо виробників цих матеріалів.

Загалом вказані недоліки дисертаційної роботи не зменшують цінності отриманих результатів та висновків.

11. Загальна оцінка дисертаційної роботи.

Дисертація Золкіної Євгенії Сергіївни «Підвищення ефективності протипожежного захисту металевих конструкцій за допомогою вогнезахисних інтумесцентних покриттів» є актуальною, структурованою, цілісною, завершеною науково-дослідною роботою, а отримані в результаті її виконання висновки та положення можуть бути використані для удосконалення рецептур інтумісцентних вогнезахисних покриттів для підвищення ефективності вогнезахисту.

Дисертаційна робота виконана і оформлена у відповідності з вимогами наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», «Тимчасового порядку присудження ступеня

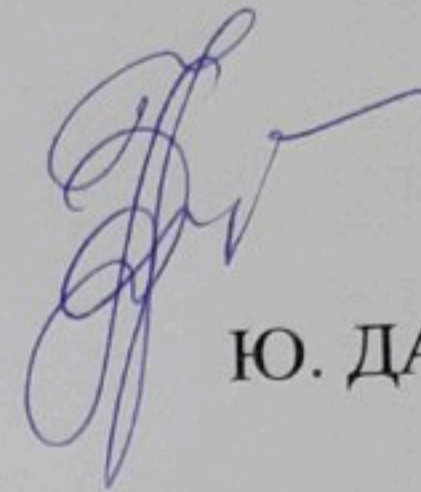


доктора філософії» затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 09.06.2021 №608.

Зважаючи на відповідний рівень виконання дисертаційної роботи Золкіна Євгенія Сергійовича заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 – Пожежна безпека.

Офіційний опонент:

Професор кафедри фундаментальних дисциплін
Національної академії національної гвардії України,
доктор технічних наук, професор



Ю. ДАНЧЕНКО

*Лідник професора
кафедри фундаментальних
дисциплін НАНГУ Данченко Ю.М.
завіряю*



Samsung Dual Camera

Знято на мій Galaxy A40