

## ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Підвищення ефективності протипожежного захисту металевих конструкцій за допомогою вогнезахисних інтумесцентних покриттів»

**Золкіної Євгенії Сергіївни,**

що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 – Пожежна безпека

Металеві будівельні конструкції широко використовуються в будівництві. Однак через невелику межу вогнестійкості вони потребують додаткового протипожежного захисту. Вогнестійкість забезпечується вогнезахистом конструкцій, застосуванням вогнестійких сталей та застосуванням зовнішніх несучих конструкцій. Кожен із цих методів має як свої переваги так і недоліки. Найбільш перспективним є спосіб вогнезахисту пов'язаний із застосуванням покриттів, що спучуються під впливом високих температур (інтумесцентні покриття).

Представлені на сьогодні в Україні інтумесцентні вогнезахисні покриття (за даними Українського центру сталюого будівництва) забезпечують межу вогнестійкості сталюих конструкцій до 120 хв. з терміном експлуатації 8 – 30 років, однак більшість із використовуваних в Україні 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.

У дисертаційній роботі Золкіної Є.С. присвячена вирішенню важливого науково-практичного завдання у галузі пожежної безпеки – розробці реактивних вогнезахисних покриттів, що спучуються під дією високих температур (інтумесцентних покриттів) для будівельних металевих конструкцій.

Дисертація є закінченим науковим дослідженням, яка виконана особисто здобувачем та представлена у вигляді спеціально підготовленої кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису, містить наукові положення, нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, які мають істотне значення для галузі пожежної безпеки. Дисертаційне дослідження проводились у рамках науково-дослідної роботи № 0118U002016 «Розробка вогнезахисних інтумесцентних покриттів з покращеними властивостями».

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 4 наукових статтях у фахових виданнях України та 2 статті у наукових журналах країн Євросоюзу, що входять до бази даних Scopus., 6 тезах доповідей на

міжнародних та всеукраїнських конференціях, які в достатній мірі висвітлюють результати роботи, що виноситься на захист.

**Статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз:**

1. Золкіна Є.С. Дослідження спучування вогнезахисних епоксидних покриттів, модифікованих металовмісними добавками / О.М. Григоренко, Є.С. Золкіна // Проблемы пожарной безопасности. – 2018. – Вып. 43. – С. 31-37.

2. Золкіна Є.С. Дослідження впливу зміни термомеханічних властивостей на спучування вогнезахисних епоксидних покриттів / О.М. Григоренко, О.П. Михайлюк, Є.С. Золкіна // Проблемы пожарной безопасности. – 2018. – Вып. 44. – С. 15-19.

3. Золкіна Є.С. Дослідження залежності кратності спучення епоксидного полімеру від вмісту поліфосфату амонію, пентаеритриту та інтеркальованого графіту / О.М. Григоренко, Є.С. Золкіна // Проблемы пожарной безопасности. – 2020. – Вып. 48. – С. 30-36.

4. Hryhorenko, O., & Zolkina, Y. (2021). Development and optimization of fire-protective coating composition based on epoxy polymers. *Technology Audit and Production Reserves*, 4(3(60), 18–20.

**Стаття у науковому періодичному виданні інших держав з напрямку, з якого підготовлено дисертацію:**

5. O Hryhorenko, Ye Zolkina, N Saienko, Y Popov and R Bikov. Investigation of adhesive-strength characteristics of fire-retardant epoxy polymers modified with metal-containing additives. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 907, Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020) 21-22 May 2020, Kharkiv, Ukraine.

6. O Hryhorenko, Ye Zolkina, N Saienko, Yu Popov. Investigation of the Effect of Fillers on the Properties of the Expanded Coke Layer of Epoxyamine Compositions. *IOP Conference Series: Problems of Emergency Situations: Materials and Technologies II*, ISSN: 1662-9752, Vol. 1038, pp 539-546.

**Тези доповідей, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

7. Золкіна Є.С. Методи підвищення ефективності протипожежного захисту металевих конструкцій / О.М. Григоренко, Є.С. Золкіна // Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції «Пожежна безпека: проблеми та перспективи», м. Харків, 1-2 березня 2018 р. – Харків, 2018. – С.163-164.

8. Золкіна Є.С. Дослідження впливу природи та вмісту металовмісних добавок на спучування вогнезахисних епоксидних покриттів / О.М. Григоренко, Є.С. Золкіна // Матеріали 20-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку». м. Київ, 9-10 жовтня 2018 року. – Київ, 2018. – С. 144-145.

9. Золкіна Є.С. Дослідження впливу металовмісних добавок на спучування вогнезахисних епоксиполімерів / О.М. Григоренко, Є.С. Золкіна // Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій», м. Черкаси, 18-19 травня 2018 р. – Черкаси, 2018. – С.160-162.

10. Григоренко О.М., Золкіна Є.С. Дослідження взаємозалежності кратності спучування та термомеханічних властивостей вогнезахисних епоксиамінних покриттів. Запобігання надзвичайним ситуаціям і їх ліквідація: матеріали наук.-практ. семінару, 21 лют. 2019 р. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2019. С. 46–48.

11. Сасенко Н.В., Попов Ю.В., Биков Р.О., Григоренко О.М., Золкіна Є.С. Дослідження адгезійно-міцнісних характеристик вогнезахисних епоксиполімерів модифікованих металовмісними добавками. Інноваційні технології в архітектурі і дизайні: тези доповідей ІV міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2020 р. Харків: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2020. С. 173–175.

12. Золкіна Є.С. Дослідження впливу наповнювачів на властивості спученого коксового шару епоксиамінних композицій /О.М. Григоренко, Є.С. Золкіна, Ю.В. Попов, Н.В. Сасенко // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій». м. Харків , 20 травня 2021 року – Харків, 2021 – С. 28-30.

#### **Особистий внесок здобувача.**

Автору належать наукові ідеї роботи, постановка мети та завдань досліджень, вибір об'єктів та методів досліджень, а також проведення експериментальної частини роботи. Автор безпосередньо брав участь у інтерпретації отриманих у результаті експерименту даних, формулюванні та доведенні наукових положень, впровадженні результатів роботи. Аналіз та проведення включених до дисертації досліджень виконано у творчій співпраці з колегами за безпосередньої участі автора на всіх етапах роботи.

#### **Наукова новизна отриманих результатів.**

Досліджено залежність кратності спучення (за лінійним коефіцієнтом спучення) епоксиполімерів, 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 епоксиполімерів наповнених системами поліфосфат амонію: пентаеритрит: терморозширюваний графіт (ПФА: ПЕ: ТГ), поліфосфат амонію: гідроксид алюмінію:

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

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

Подальшого розвитку отримали експериментальні дослідження спрямовані на розробку інтумесцентних вогнезахисних покриттів на основі епоксиполімерів.

#### **Практичне значення одержаних результатів:**

- отримані математичні моделі дозволяють прогнозувати кратність спучення покриттів на основі епоксиполімерів в залежності від співвідношення між компонентами систем: поліфосфат амонію: пентаеритрит: терморозширюваний графіт (ПФА: ПЕ: ТГ), поліфосфат амонію: гідроксид алюмінію: терморозширюваний 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 ( $\sigma_{\text{відр.}} = 6,7$  МПа), водостійкість ( $\Delta m_{\text{в}} = 4,1\%$ ), стійкість до дії 10%-го розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\Delta m_{\text{к}} = 4,7\%$ ) та стійкість до дії 10%-го розчину  $\text{NaOH}$  ( $\Delta m_{\text{л}} = 4,4\%$ ), – 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 «НВП «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 галузь знань 26 «Цивільна безпека», спеціальність – 261 «Пожежна безпека» за освітньо-професійними програмами: «Пожежна безпека», «Аудит пожежної та техногенної безпеки», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи».

#### **Апробація матеріалів дисертації.**

Основні наукові результати дисертаційного дослідження доповідалися на: Всеукраїнській науково-практичній конференції «Пожежна безпека: проблеми та перспективи» (м. Харків, 2018 р.), 20-й Всеукраїнській науково-практичній

конференції «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку» (м. Київ, 2018 р.), IX Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» (м. Черкаси, 2018 р.), науково-практичному семінарі «Запобігання надзвичайним ситуаціям і їх ліквідація» (м. Харків, 2019 р.), IV міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології в архітектурі і дизайні» (м. Харків, 2020 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій» (м. Харків, 2021 р.).

**Висновок:** дисертаційна робота характеризується логічністю у викладенні основних положень, актуальністю теми, має високий рівень теоретичних та експериментальних досліджень, наукову новизну та практичну цінність, наукові публікації за темою роботи в достатній мірі висвітлюють результати роботи. Констатуємо відповідність дисертації Золкіної Є.С. вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження вимог оформлення дисертацій» (зі змінами) та п. 10 Постанова Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 №167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (зі змінами).

Рецензенти:

Професор кафедри  
спеціальної хімії та хімічної  
технології НУЦЗ України  
доктор технічних наук, доцент

Олександр КІРСЄВ

Доцент кафедри  
пожежної та рятувальної підготовки  
факультету оперативно-рятувальних сил  
НУЦЗ України  
кандидат технічних наук

Антон ЧЕРНУХА



*Підписи: Олександра Кірсєва та Антона Чернуха*  
ЗАСВІДОЧУЮ  
УМОВИ СЕКРЕТАР КАНДИДАТ ПСИХОЛОГІЧНИХ  
НАУК, СТУДІЙНИ НАУКОВИЙ СПІВРОБІТНИК  
АНДРІЙ ПОБІДАШ