



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XX Міжнародної науково-практичної
конференції молодих вчених, курсантів та
студентів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Львів – 2025

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова: Василь **ПОПОВИЧ**, проректор з наукової роботи, д.т.н., професор;

Заступники голови: Ярослав **ІЛЬЧИШИН**, начальник науково-дослідного центру, к.пед.н.;

**Члени наукового
комітету:**

Oksana TELAK, MSFS, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences;

Jerzy TELAK, ASE, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences, Professor;

Bogusław KOGUT, Doktor inżynier, Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej;

Вікторія СЕРГІЄНКО, проректор з наукової роботи Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, д.м.н., професор;

Максим СМІЛЕВСЬКИЙ, начальник управління безпеки департаменту міської мобільності та вуличної інфраструктури Львівської міської ради, к.ю.н.;

Олеся ВАЩУК, професор кафедри криміналістики Національного університету «Одеська юридична академія», Голова Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України, д.ю.н. професор;

Дмитро КОБИЛКІН, учений секретар Університету, к.т.н., доцент;

Анастасія СИМАХОВА, професор кафедри бізнес-аналітики та цифрової економіки Національного авіаційного університету, перший заступник Голови Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України, д.е.н. професор;

Ольга БАРАБАШ, професор кафедри історії, теорії та конституційного права ННІ права та правоохоронної діяльності ЛьвівДУВС, Голова Ради молодих вчених, д.ю.н., професор.

Члени оргкомітету: **Сергій ЄМЕЛЬЯНЕНКО**, заступник начальника центру – начальник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру, к.т.н., ст. досл.;

Роман ЯКОВЧУК, начальник факультету цивільного захисту, д.т.н., доцент;

Роман ЛАВРЕЦЬКИЙ, начальник факультету психології та соціального захисту, к.і.н., доцент;

Богдан БОЙЧУК, т.в.о. начальника факультету пожежної та техногенної безпеки, доктор філософії (PhD);

Ярослав КИРИЛІВ, провідний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру, к.т.н., с.н.с.;

Ольга МЕНЬШИКОВА, заступник начальника факультету цивільного захисту, к.ф.-м.н., доцент;

Андрій ДОМІНІК, заступник начальника факультету пожежної та техногенної безпеки, к.т.н., доцент;

Ігор КОВАЛЬ, заступник начальника факультету психології та соціального захисту, к.пед.н., доцент;

Тетяна ВОЙТОВИЧ, начальник відділу науково-редакційної діяльності науково-дослідного центру, доктор філософії (PhD);

Юрій КОПИСТИНСЬКИЙ, начальник докторантури-ад'юнктури, к.т.н.;

Володимир МАРИЧ, доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці, к.т.н., доцент;

Катерина СТЕПОВА, старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру, к.т.н., доцент;

Даниїл БЕГЕН, провідний фахівець відділу міжнародного співробітництва;

Ростислав ГРИНИК, науковий співробітник сектору науково-інноваційної діяльності науково-дослідного центру;

Андрій ГАВРИСЬ, заступник начальника кафедри цивільного захисту, к.т.н., доцент;

Олександр ЛЮБОВЕЦЬКИЙ, старший викладач кафедри цивільного захисту;

Олександра ПЕКАРСЬКА, викладач кафедри цивільного захисту;

Галина РОМАНСЬКА, викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці;

Олег ПАЗЕН, начальник кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики, к.т.н.;

Іван ГРІДАСОВ, старший викладач кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики;

Валерія БАЛАЦЬКА, викладач кафедри управління інформаційною безпекою;

Лідія ВЕРБИЦЬКА, завідувач кафедри українознавства та міжкультурної комунікації, к.філол.н.;

Тетяна КОНІВЦЬКА, доцент кафедри українознавства та міжкультурної комунікації, к.пед.н., доцент;

Катерина КОРОЛЬ, викладач кафедри екологічної безпеки, доктор філософії (PhD);

Володимир-Петро ПАРХОМЕНКО, доцент кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт, к.т.н., доцент;

Назарій БУРАК, начальник кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій, к.т.н., доцент;

Руслана СОДОМА, доцент кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту, к.е.н., доцент;

Олег КОВАЛЬЧУК, викладач кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту, доктор філософії (PhD);

Назар ШТАНГРЕТ, доцент кафедри безпілотних систем та робототехніки, к.т.н.;

Роман ЯРЕМКО, доцент кафедри практичної психології та педагогіки, к.психол.н., доцент;

Василь МАТУХНО, заступник начальника кафедри протимінної діяльності, к.т.н.

**ОРГАНІЗАТОР
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,
комп'ютерна верстка**

Климус М.В.

Друк на різнографі

Петролюк Н.І.

Відповідальний за друк

Петролюк Н.І.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,
м. Львів, 79007

Контактні телефони:

(032) 233-24-79,
тел/факс 233-00-88

Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності:

Зб. наук. праць XX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2025. – 670 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами XX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів **«Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності»**.

Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:

- Цивільна безпека та протимінна діяльність.
- Пожежна та техногенна безпека.
- Менеджмент та організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності.
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж.
- БПЛА, робототехніка та інформаційні технології у безпеці життєдіяльності.
- Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності.
- Промислова безпека та охорона праці.
- Природничі, біологічні та екологічні аспекти безпеки життєдіяльності.

© ЛДУ БЖД, 2025

Здано в набір 01.04.2025. Підписано до друку
28.04.2025. Формат 60х84/16. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 41,87.

Гарнітура Times New Roman.
Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

Друк: ЛДУ БЖД
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.
ldubzh.lviv@dsns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передруковуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

УДК 614.84

ОСОБЛИВОСТІ ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Остапов Костянтин

Юрій Сенчихін, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет цивільного захисту України

Проведено аналіз вітчизняних і закордонних вогнегасних покриттів та особливостей їх використання, як елементів пасивного та активного протипожежного захисту матеріалами, що можуть спучуватися, дана оцінка доцільності їх нанесення на будівельні конструкції з металевими елементами для використання в практиці підвищення вогнестійкості конструкцій в будівлях і спорудах виробничої галузі.

Ключові слова: вогнестійкість будівель, композиція, вогнезахисне покриття, металеві конструкції, статистичне моделювання, аналіз залежностей.

FEATURES OF FIRE PROTECTION OF METAL BUILDING STRUCTURES

Ostapov Kostiantyn

Senchykhin Yurii, PhD in technical sciences, professor
National University of Civil Defense of Ukraine

An analysis of domestic and foreign fire-extinguishing coatings and the features of their use as elements of passive and active fire protection with intumescent materials was conducted, and an assessment of the feasibility of their application to building structures with metal elements for use in practice to increase the fire resistance of structures in buildings and structures of the industrial sector was given.

Keywords: fire resistance of buildings, composition, fire-retardant coating, metal structures, statistical modeling, dependence analysis.

Будь-яка виробнича або робоча одиниця, що знаходиться в будівлі, більш - менш насичена технічним обладнанням, яке включає металеві та не-металеві конструкції та насичена кабелями та проводами електроживлення. Природно, що тут є повітря, люди, горючі та мастильні матеріали та джерела можливого запалювання. Тобто, існує так званий класичний трикутник пожежі плюс людський фактор.

Час втрати несучої здатності комплексу конструкцій виробничої одиниці при пожежі залежить більш за все від теплофізичних властивостей матеріалу будівельних елементів, їх конструктивних особливостей. Одним з відносно ефективних способів підвищення пожежної стійкості різноманітних будівельних конструкцій є використання покриттів, що надійно адгезують з металом, спучуються при нагріві, ізолюючи від тепла та припиняючи

потрапляння кисню до осередку пожежі – стають на заваді розповсюдженню полум'я. Покриття, без суттєвого збільшення товщини найбільш навантажених елементів конструкцій, без будь-яких змін дизайну будівлі повинні відповідати вимоги пожежної безпеки [1].

На сьогодні для захисту від пожеж дерев'яних і металевих будівельних конструкцій існує багато традиційних і нових вогнезахисних заходів та речовин [2] таких, як: покриття поверхонь складами (композиціями), що спучуються при пожежах (пасивний протипожежний захист). А також – покриття іншими складами речовин типу гелеутворюючих [3], які найбільш ефективні при оперативній роботі пожежних (активний протипожежний захист, під час гасіння).

Так в роботі [4] автори пропонують підвищувати вогнестійкість збірних залізобетонних колон за рахунок посилення армування. За результатами випробувань встановлено, що вогнестійкість з'єднань збірної залізобетонної колони вище, ніж зони, що не об'єднані. Також встановлено, що колони із збірного залізобетону армовані кластерною арматурою, володіють більш високою вогнестійкістю, чим колони, армовані арматурою великого діаметра. За рахунок використання в залізобетонних конструкціях додаткової металеві арматури буде відбуватися збільшення маси цих конструкцій, що в свою чергу буде впливати на обмеження при застосуванні у будівництві.

В [5] розглянуто підвищення вогнестійкості залізобетонних конструкцій з поліпропіленового мікроволокну. Зростання будівництва багатоповерхових, технічно складних будівель і споруд є передумовою широкого використання конструкцій з важкого бетону. Особливий вид руйнування цього типу бетону розглядається при дії вогневого вибуху. Одним із способів захисту є поліпропіленове мікро волокно, метою якого є підвищення вогнестійкості бетонних та залізобетонних конструкцій. Показано, що поліпропіленове мікро-волокно може повністю запобігти вибуховому руйнуванню бетону. Проте, поза увагою дослідників залишилися питання підвищення вогнестійкості залізобетонних конструкцій з використанням вогнезахисних покриттів.

В роботі [6] пропонується підвищувати вогнестійкість залізобетонних конструкцій за рахунок їхньої ізоляції полімерними композитами армованих волокном (FRP). За результатами проведених випробувань встановлено, що теплові властивості протипожежної ізоляції залізобетонних конструкцій FRP підвищують вогнестійкість. А в роботі [7] автори провели випробування щодо підвищення вогнестійкості та міцності бетону за рахунок використання неорганічних композитів на основі фосфатного цементу, армованих волокном (FRiP), а також порівняльну оцінку застосування FRiP з FRP. Та отримані результати порівняли з результатами використання ізоляції на основі. За результатами випробувань встановлено, що композити FRiP забезпечують відмінне зчеплення з бетонною основою та значно підвищують вогнестійкість в порів-

нянні з композитами FRP. Однак створення ізоляції залізобетонних конструкцій з FRiP та FPR потребує проведення додаткових витрат.

В роботі [8] наведені сучасні покриттів, що спучуються. Вони з успіхом використовуються для захисту силових кабелів великих напруг в енергетичному секторі. Але їх вартість досить велика, особливо західного виробництва. Крім цього покривати ними великі по площі поверхні будівельних конструкції дуже дорого. Більш того, доцільність їх використання на підприємствах в загально-технічних умовах, на наш погляд нераціонально. Дійсно, оболонки електричної ізоляції кабелів різних напруг струму в основному виготовлені з важко горючих твердих полімерних матеріалів на основі полівінілхлориду різних марок або гуми. При займанні ізоляцій шкідливих продуктів в концентраціях небезпечних для людського організму, не виділяється. Однак, при температурі понад 170 °C і при пожежах, коли температура значно перевищує 250 °C (температура, при якій спучуються зазначені покриття) утворюються шкідливі речовини у вигляді хлориду водню, вуглеводних гомогенно-похідних та інших продуктів розкладання.

В роботі [9] визначено, що гелеутворюючі вогнезахисні системи з амонійними каталізаторами гелеутворення створюють менш міцні шари гелю, з невисокою адгезією до твердих поверхонь. При нагріванні вони значно розтріскуються та можуть зсіпатися, як порошок. При термічній дії, для них характерно розшарування деяких фрагментів покриття та їх звалювання, хоча й після розшарування на поверхні, вона достатньо довго не спалахує.

На сьогодні є ряд вогнестійких покриттів протипожежного захисту, які займають провідне місце при застосуванні в практиці пасивного захисту елементів будівель. В роботі [9] ті, які найбільш розповсюджені, докладно описані, як покриття для поверхонь будівельних конструкції таких, як: стійки, балки, ригелі та ін. Таким чином, дослідження, що присвячено поповненню цього ряду покриттів, що адгезують з металом можна вважати актуальним.

Список літератури

1. V. Sadkovyi, V. Andronov, O. Semkiv et al. Fire resistance of reinforced concrete and steel structures. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER. 180. 2021. DOI: 10.15587/978-617-7319-43-5
2. D. Dubinin, A. Lisniak, S. Shevchenko, I. Krivoruchko, Yu. Gaponenko Eksperymental'ne doslidzhennja rozvytku pozhezhi v budivli. Problemy nadzvychajnyh situacij, 34, 110–121. 2021. DOI: 10.52363/2524-0226-2021-34-8 2
3. K. Ostapov et al., Improvement of the installation with an extended barrel of cranked type used for fire extinguishing by gel-forming compositions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 100, 2019. 30–36. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.174592.

4. H. Xu et al., Experimental study on fire resistance of precast concrete columns with efficient reinforcement, *Engineering Structures*, 204, 2020. 109947. DOI: 10.1016/j.engstruct.2019.109947
5. Q. Xu, C. Han, Y.C. Wang, X. Li, L. Chen, Q. Liu Experimental and numerical investigations of fire resistance of continuous high strength steel reinforced concrete Tbeams. *Fire Safety Journal*. 78. .2015. 142–154. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2015.09.001>
6. V.K.R. Kodur, P.P. Bhatt, M.Z. Naser, High temperature properties of fiber reinforced polymers and fire insulation for fire resistance modeling of strengthened concrete structures, *Composites Part B: Engineering*, 175, 2019. 107104. DOI: 10.1016/j.compositesb.2019.107104.
7. Z. Ding et al., Strengthening concrete using phosphate cement-based fiber-reinforced inorganic composites for improved fire resistance, *Construction and Building Materials*, 212, 2019. 755–764. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2019.04.038.
8. Zhenlin Tang, et al., Biomimetic construction of green, fire-proof and super-hydrophobic multifunctionality-integrated coatings via one-step spraying method for steel structures, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering* 683, 2024. 133056 DOI: 10.1016/j.colsurfa.2023.133056
9. K. Ostapov et al., Improving the Quenching of the Undercarriage Space Due to the Adhesive Properties of Gel-Forming Compositions. *Key Engineering Materials*, vol. 927, Trans Tech Publications, Ltd., 29 July 2022, pp. 53–62. Crossref, DOI:10.4028/p-1su80t.

References

1. V. Sadkovyi, V. Andronov, O. Semkiv et al. Fire resistance of reinforced concrete and steel structures. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER. 180. 2021. DOI: 10.15587/978-617-7319-43-5
2. D. Dubinin, A. Lisniak, S. Shevchenko, I. Krivoruchko, Yu. Gaponenko Eksperymental'ne doslidzhennja rozvytku pozhezhi v budivli. *Problemy nadzvychajnyh situacij*, 34, 110–121. 2021. DOI: 10.52363/2524-0226-2021-34-8 2
3. K. Ostapov et al., Improvement of the installation with an extended barrel of cranked type used for fire extinguishing by gel-forming compositions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 100, 2019. 30–36. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.174592
4. H. Xu et al., Experimental study on fire resistance of precast concrete columns with efficient reinforcement, *Engineering Structures*, 204, 2020. 109947. DOI: 10.1016/j.engstruct.2019.109947
5. Q. Xu, C. Han, Y.C. Wang, X. Li, L. Chen, Q. Liu Experimental and numerical investigations of fire resistance of continuous high strength steel reinforced concrete Tbeams. *Fire Safety Journal*. 78. .2015. 142–154. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2015.09.001>

6. V.K.R. Kodur, P.P. Bhatt, M.Z. Naser, High temperature properties of fiber reinforced polymers and fire insulation for fire resistance modeling of strengthened concrete structures, *Composites Part B: Engineering*, 175, 2019. 107104. DOI: 10.1016/j.compositesb.2019.107104.

7. Z. Ding et al., Strengthening concrete using phosphate cement-based fiber-reinforced inorganic composites for improved fire resistance, *Construction and Building Materials*, 212, 2019. 755–764. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2019.04.038.

8. Zhenlin Tang, et al., Biomimetic construction of green, fire-proof and super-hydrophobic multifunctionality-integrated coatings via one-step spraying method for steel structures, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering* 683, 2024. 133056 DOI: 10.1016/j.colsurfa.2023.133056

9. K. Ostapov et al., Improving the Quenching of the Undercarriage Space Due to the Adhesive Properties of Gel-Forming Compositions. *Key Engineering Materials*, vol. 927, Trans Tech Publications, Ltd., 29 July 2022, pp. 53–62. Crossref, DOI:10.4028/p-1su80t.

Лобода Дмитро ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ
АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОШУКОВО-
РЯТУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ В ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ.....403

Остапов Костянтин, Юрій Сенчихін, ОСОБЛИВОСТІ
ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....406

Чигир А.О., Луц В.І., ОБГРУНТУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ЛАНКИ ГДЗС
ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ
РОБІТ У НЕПРИДАТНОМУ ДЛЯ ДИХАННЯ СЕРЕДОВИЩІ.....411

Юлія Голубець, Дмитро Войтович, ІМПАКТ ФАКТОР ЗАСТОСУВАН-
НЯ ПОЖЕЖНИХ РОБОТІВ ЩОДО ДІЙ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ ПОЖЕЖ-
НО-РЯТУВАЛЬНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ ДСНС УКРАЇНИ.....414

Секція 5 /Section 5

БПЛА, РОБОТОТЕХНІКА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БЕЗПЕЦІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Андрій Ратушний, Лілія Коваль, Тригуба А.М., АВТОМАТИЗОВАНА
КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ПОШКОДЖЕНЬ ДОРІГ ДЛЯ РУХУ ПОЖЕЖНО-
РЯТУВАЛЬНИХ ФОРМУВАНЬ НА ЗАДАНІЙ ТЕРИТОРІЇ
У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД.....418

Артем Іщенко, Олена Горіна, ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
СИСТЕМИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ В БЕЗПЛОТНИХ
ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ.....423

Богдан Дмитрук, Наталія Степанчук
Володимир Марич, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У СИСТЕМІ БЕЗПЕКИ:
МОЖЛИВОСТІ ТА ЗАГРОЗИ.....426

Богдан Ліщук, Коваль Анна, ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОСОБИСТОЇ БЕЗПЕКИ І
ГАРАНТУВАННЯ БЕЗПЕКИ ГРОМАДЯН ПІД ЧАС ВИЇЗДУ
ПОЛІЦЕЙСЬКИХ НА МІСЦЕ РАКЕТНИХ УДАРІВ ТА БЕЗПЛОТНИХ
ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ: РЕАЛІЇ СЬОГОДЕННЯ.....429