

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**



**МАТЕРІАЛИ  
Міжнародної науково-практичної конференції  
«Проблеми пожежної безпеки 2022»  
(«Fire Safety Issues 2022»)**



**ХАРКІВ 2022**

***Шановні колеги та колежанки!***



Маю за честь вітати учасників Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми пожежної безпеки 2022», напрямки якої є актуальними щодо вирішення проблемних питань сучасності у сфері пожежної безпеки та забезпечення протипожежного захисту.

Сьогодні, незважаючи на військову агресію з боку Росії, наш університет, як і весь народ України, продовжує свою діяльність у всіх сферах, зокрема, і в науковій. Потужний науковий потенціал провідного закладу вищої освіти Державної служби України з надзвичайних ситуацій у сфері цивільного захисту складає 50 докторів наук, 200 кандидатів наук, 30 професорів, 180 доцентів та старших дослідників і наразі охоплює велику кількість наукових напрямів у міжнародному науково-освітньому просторі. Одним із результатів діяльності наших науковців є сьогоднішня конференція.

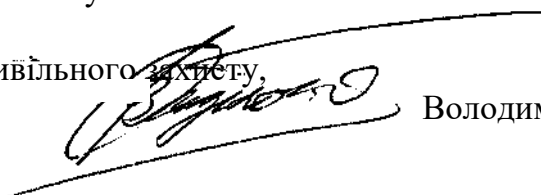
Слід зазначити, що учасниками наукового форуму є численні фахівці вищів не тільки з різних регіонів України, а й інших країн таких, як Ізраїль, Польща, Канада, Азербайджанська Республіка, Словаччина, Угорщина, Португалія та Бразилія.

Метою конференції є обговорення питань, пов'язаних із проблемами та перспективами впровадження новітніх розробок, спрямованих на попередження виникнення пожеж та мінімізацію їх наслідків. Забезпечення інноваційних напрямів розвитку системи протипожежного захисту, передові ідеї вчених, активне використання сучасних технологій з урахуванням можливостей міжнародного співробітництва сприятимуть досягненню загального результату.

Сподіваюсь, що отримані наукові результати, об'єднані в збірнику Конференції, будуть корисними для всіх учасників та знайдуть своє впровадження в практичній діяльності і в подальшій науково-дослідницькій роботі.

Бажаю всім учасникам невичерпної енергії на шляху до нових наукових звершень, придбання партнерських і дружніх контактів, результативних рішень, творчої наснаги та успіхів у професійній діяльності, миру та більш тісної співпраці у післявоєнний період!

Ректор Національного університету  
цивільного захисту України  
генерал-лейтенант служби цивільного захисту,  
доктор наук, професор



Володимир САДКОВИЙ

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми пожежної безпеки 2022» («Fire Safety Issues 2022»). – Х.: НУЦЗ України, 2022. – 410 с.

**Організаційний комітет:**

**Голова оргкомітету**

***Садковий Володимир*** – ректор НУЦЗ України, доктор наук з державного управління, професор, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

**Заступник голови комітету**

***Андронов Володимир*** – проректор НУЦЗ України з наукової роботи - начальник науково-дослідного центру, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

**Члени комітету**

***Ключка Юрій*** – проректор НУЦЗ України з навчальної та методичної роботи, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

***Ромін Андрій*** – начальник факультету пожежної безпеки НУЦЗ України, доктор наук з державного управління, професор, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

***Удянський Микола*** – начальник факультету цивільного захисту, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

***Пономаренко Роман*** – начальник факультету оперативно-рятувальних сил, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

***Метельов Олександр*** – начальник факультету техногенно-екологічної безпеки, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

***Tünde Anna Kovács*** – доцент, Факультет інженерії механіки та техніки безпеки, PhD, Університет Обуда (м. Будапешт).

***Zoltán Nyíkes*** – доцент, PhD, Університет Мілтона Фрідмана (м. Будапешт).

***Гасанов Халід Шариф огли*** – начальник кафедри безпеки життєдіяльності, кандидат технічних наук, доцент, Академія МНС Азербайджанської Республіки (м. Баку).

***Linda Makovičká Osvaldová*** – доцент, кафедра протипожежної інженерії, PhD, Жилінський університет, (м. Жиліна).

***Саєнко Наталія*** – доцент кафедри будівельних композиційних матеріалів і технологій, кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет будівництва та архітектури (м. Харків).

***Пруський Андрій*** – начальник кафедри профілактики пожеж та безпеки життєдіяльності, доктор технічних наук, доцент, Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (м. Київ).

***Кіріченко Оксана*** – завідувач кафедри пожежно-профілактичної роботи, доктор технічних наук, професор, Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (м. Черкаси).

***Олійник Володимир*** – начальник кафедри пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

**Відповідальний секретар**

***Афанасенко Костянтин*** – заступник начальника кафедри пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (м. Харків).

**Укладачі не несуть відповідальності за зміст опублікованих матеріалів**

Розглянуто на засіданні Вченої ради факультету пожежної безпеки (Протокол №1 від 19.09.2022 р.)

*Д.П. Дубінін, канд. техн. наук, доцент, НУЦЗ України*

*А.А. Лісняк, канд. техн. наук, доцент, НУЦЗ України*

*Ю.І. Гапоненко, НУЦЗ України*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ УТВОРЕННЯ ПРОДУКТІВ ПРОЛІЗУ ПІД ЧАС РОЗВИТКУ ВНУТРІШНЬОЇ ПОЖЕЖИ**

В Україні у приміщеннях житлових будівель та споруд щороку виникає біля 30 тис. пожеж, внаслідок яких гине близько 1800 людей [1, 2]. Кожна пожежа характеризується наявністю небезпечних чинників пожежі. До яких відноситься підвищена температура, задимлення, погіршення складу газового середовища [3].

На матеріал під час розвитку пожежі, впливає теплова енергія (під час теплового випромінювання чи конвекції) нагрівається, тобто збільшує свою температуру – спершу на поверхні, а далі у результаті теплопровідності відбувається прогрівання у глибину. Залежно від своїх властивостей, кожен матеріал поглине різну кількість тепла для того, щоб температура одиниці маси даного матеріалу піднялась на 1 градус. Тому нагрівання різних матеріалів є специфічною властивістю – одні нагріваються швидше, інші повільніше. Не всі речовини також можуть зайнятися: наприклад метал поглинає тепло відносно легко, але його майже неможливо запалити (вимагає надзвичайно інтенсивного нагрівання) [4].

Після досягнення певної температури, енергія накопичена у частинках твердого тіла починає розривати зв'язки між атомами. Виникає незворотний термічний хімічний розклад внаслідок впливу тепла – або інакше термічний розклад. Утворюються продукти розпаду у газоподібному агрегатному стані. Якщо цей процес відбувається без участі кисню, що є можливим, цей процес називаємо піролізом. Піроліз часто виникає у внутрішніх пожежах, оскільки доступ кисню там буває ускладненим. Для більшості твердих тіл, процес піролізу відбувається при температурах від 150 °С до 300 °С [4]. Для гасіння внутрішніх пожеж використовують засоби пожежогасіння дрібнорозпиленою водою [5, 6].

Термічне розкладання включає незворотні зміни хімічної структури матеріалу через вплив тепла (піроліз). Продукти піролізу – це вивільнені і нагріті вуглеводні, які у подальшому накопичують теплову енергію і готові до процесу горіння.

Хімічний склад деревини  $6C_{10}H_{15}O_7$ . При дії тепла вона перетворюється на деревне вугілля  $C_{50}H_{10}O$  та газоподібну речовину  $10CH_2O$ , відому як формальдегід [7]:



Після того, як леткі гази досягають 260 °С, формальдегід вступає у наступну реакцію під назвою газифікація – відбувається при наявності кисню у атмосфері з утворенням води, вуглекислого газу та інших речовин. Ця реакція виділяє велику кількість теплової енергії (екзотермічна), яка провокує подальші хімічні реакції, тому вогонь – це самопоглинаюча реакція, допоки присутнє паливо та кисень [7].



Термічне розкладання твердого горючого матеріалу найчастіше призводить до утворення газів. Деревина розкладається з утворенням вугілля та газів, деякі з яких легко спалахують. Встановлено, що при термічному розкладанні відбувається виділення газоподібних продуктів, таких як, діоксид вуглецю, монооксид вуглецю, метан, етилен, водень [7]. Склад газів, що утворюються під час термічного розкладання деревини можна поділити на два види в залежності від впливу на організм людини, перший вид – токсичні ( $CO$  та  $CO_2$ ), другий вид – горючі ( $CH_4$ ,  $C_2H_4$ ,  $H_2$ ). Вміст газоподібних продуктів піролізу при горінні деревини з обмеженим доступом кисню наведено в табл. 1 [7].

**Таблиця – 1. Вміст газоподібних продуктів піролізу при горінні деревини [7].**

Найменування деревини	Вміст газоподібних продуктів піролізу, [%]				
	CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>
Береза	49,0	28,4	1,4	1,4	3,0
Сосна	49,5	28,5	1,0	1,0	3,0
Ялинка	48,0	28,0	1,0	1,0	4,0

В табл. 2 наведено вміст продуктів термічного розкладання при горінні деревини з обмеженим доступом кисню [7].

**Таблиця – 2. Вміст продуктів термічного розкладання при горінні деревини [7].**

Найменування деревини	Вміст продуктів термічного розкладання, [%]				
	вугілля	смоли	легколеткі компоненти	гази	вода
Береза	33,6	14,3	12,3	17,0	22,8
Сосна	38,0	16,7	6,2	17,7	21,4
Ялинка	37,9	15,3	6,3	18,2	22,3

Продукти піролізу становлять величезну небезпеку. Ці гази часто недооцінені, у зв'язку із їхнім зазвичай світлим кольором, який є подібним до водяної пари. Якщо тверді тіла, які підлягають нагріванню є синтетичного походження, вони будуть мати тенденцію плавлення і випаровування, а не обуглення, як у випадку органічних тіл.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 34. С. 110–121.
2. Dubinin D. et al. Research and justification of the time for conducting operational actions by fire and rescue units to rescue people in a fire //Sigurnost. – 2022. – Т. 64. – №. 1. – С. 35-46.
3. Dubinin D. et al. Dubinin D. et al. Investigation of the effect of carbon monoxide on people in case of fire in a building //Sigurnost. – 2020. – Т. 62. – №. 4..
4. Посібник «Вентилятори і вентиляція у пожежній охороні / Шимон Кокот-Ґура; переклад з пол. Володимира Дубасюка. – Львів: «SUPRON1», 2020 – 72 с.
5. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 47–53.
6. Дубінін Д. П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 33. С. 15–29.
7. Dubinin D. et al. Experimental Investigations of the Thermal Decomposition of Wood at the Time of the Fire in the Premises of Domestic Buildings //Materials Science Forum. – Trans Tech Publications Ltd, 2022. – Т. 1066. – С. 191-198.

*A. Lisniak, PhD, Associate Professor, National University of Civil Protection of Ukraine*

*D. Dubinin, PhD, Associate Professor, National University of Civil Protection of Ukraine*

*Yu. Gaponenko, National University of Civil Protection of Ukraine*

#### **STUDY OF THE DANGER OF THE FORMATION OF PYROLYSIS PRODUCTS DURING THE DEVELOPMENT OF AN INTERNAL FIRE**

Conducted studies on the development of fires in the premises of residential buildings. Considered conditions and certain danger during the thermal decomposition of wood (pyrolysis) during the development of an internal fire.

## ЗМІСТ

**СЕКЦІЯ 1. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ**

<i>Artem Bychenko, Vitalii Nuianzin, Maksym Udovenko, Mykhailo Pustovit</i> Information technologies in the state emergency service of Ukraine	4
<i>Афанасенко К.А., Гасанов Халід</i> Захист резервуарних парків та складів нафти та нафтопродуктів від осколкової дії боєприпасів	6
<i>Васильченко О.В., Максимов Д.В.</i> Оцінка можливості зберігання вогнестійкості металевого каркаса при вибухуфтопродуктів від осколкової дії боєприпасів	8
<i>Гарбуз С.В.</i> Протипожежна безпека на підприємствах в Україні	11
<i>Дендаренко В.Ю., Гончар С.В., Куртєв Е.К.</i> Методи перевірки резервуарів для зберігання рідин і газів на збитковий тиск	13
<i>Зімін С.І., Афанасенко К.А.</i> Вимірювання теплового випромінювання факельних пристроїв для спалювання газових сумішей різного складу	15
<i>Зобенко О.О., Землянський О.М.</i> Математична модель протипожежного захисту електричних мереж і місцях комутації під час локального перегріву	18
<i>Катунін А.М., Роянов О.М.</i> Аналіз особливостей теплового старіння ізоляції кабельних виробів	20
<i>Кириченко Є.П., Ковалишин В.В.</i> Запобігання вибухонебезпечних руйнувань піротехнічних виробів на основі сумішей з металевих палив при зовнішніх термічних впливах	22
<i>Ковбаса В.О., Кириченко О.В.</i> Закономірності впливу широкого класу добавок речовин на швидкість горіння піротехнічних сумішей	25
<i>Коломійцев О.В., Любченко О.В., Рибальченко А.О., Рудаков І.С.</i> Аналіз можливостей апаратно-програмного спряження апаратури передачі даних спеціального призначення з персональною електронно-обчислювальною машиною	27
<i>Кулешов М.М.</i> Науково-практичні аспекти функціонування системи забезпечення пожежної безпеки	29

## СЕКЦІЯ 3. СИЛИ, ЗАСОБИ ТА ТАКТИКА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

<i>Kristián Slastan, Jozef Svetlík</i> Alternate water sources assessment for the needs of fire brigades	146
<i>Rudolf Rečlo</i> Specific dangers for rescue unit responding to emergencies involving battery electric vehicles	149
<i>Agoston Restas</i> Drone applications supporting firefighters in case of rural fires	152
<i>Белюченко Д.Ю., Льовін Д.А., Стрілець В.М.</i> Особливості методики скорочення часу оперативного розгортання першим аварійно-рятувальним підрозділом	155
<i>Бородич П.Ю., Дягілев К.А.</i> Багатофакторний експеримент для оцінки ефективності процесу рятування постраждалого з третього поверху	158
<i>Бородич П.Ю., Лілюхін М.О.</i> Вдосконалення підготовки рятувальників до проведення робіт по рятуванні постраждалого з колектору	160
<i>Бригада О.В., Михайлова А.О., Рихлик К.В.</i> Визначення фітоксичного ефекту піноутворювачів для гасіння пожеж	163
<i>Грищенко Д.В., Виноградов С.А.</i> Визначення найбільш ефективного статичного змішувача для утворення компресійної піни для гасіння пожеж	166
<i>Дубінін Д.П., Лісняк А.А., Гапоненко Ю.І.</i> Дослідження небезпеки утворення продуктів піролізу під час розвитку внутрішньої пожежі	167
<i>Закора О.В., Фещенко А.Б.</i> Подання напівпрозорих перепон у моделі робочої зони локальної RTLS-си стеми району надзвичайної ситуації	169
<i>Іщук В.М.</i> Задачі і утримання спеціальної фізичної підготовки в ДПРЧ	172
<i>Калиновський А.Я., Поліванов О.Г., Шахов С.М.</i> Дослідження розвитку пожеж у багатоповерхових будівлях у містах України	174
<i>Калиновський А.Я., Шахов С.М.</i> Дослідження впливу параметрів системи генерування та подавання компресійної піни	177