



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

**Черкаський інститут пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України**



«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»

***Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної
конференції з міжнародною участю***

26 – 27 жовтня 2023 року

Черкаси – 2023

Рекомендовано до друку вченою радою факультету пожежної безпеки
Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України
(протокол № 1 від 12 жовтня 2023 р.)

Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі
експертною комісією інституту з питань таємниці
(протокол № 11 від 13 жовтня 2023 р.)

Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2023. – 240 с.

Редакційна колегія

Віктор ГВОЗДЬ – кандидат технічних наук, професор, начальник ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Петро ВОЛЯНСЬКИЙ – доктор наук з державного управління, професор, начальник Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту;

Олег МИРОШНИК – доктор технічних наук, професор, заступник начальника ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ з навчальної та наукової роботи;

Віталій КОВАЛЕНКО – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, заступник начальника Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту;

Олександр ТИЩЕНКО – доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Валентин МЕЛЬНИК – кандидат технічних наук, доцент, начальник факультету пожежної безпеки ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, **відповідальний секретар конференції**;

Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри безпеки об'єктів будівництва та охорони праці ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, **секретар конференції**;

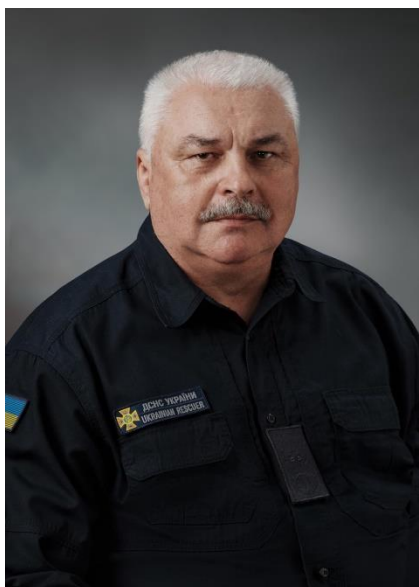
Олена КИРИЧЕНКО – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри пожежно-профілактичної роботи ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Костянтин МИГАЛЕНКО – кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника факультету – начальник кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Сергій КАСЯРУМ – кандидат педагогічних наук, доцент, начальник кафедри вищої математики та інформаційних технологій ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ.

У збірнику подані матеріали доповідей за такими тематичними напрямками: прикладні наукові аспекти прогнозування та запобігання надзвичайним ситуаціям; технології пожежної та техногенної безпеки; інформаційні технології в попередженні та ліквідації надзвичайних ситуацій; теоретичні та практичні аспекти охорони праці в галузі цивільної безпеки.

ШАНОВНІ КОЛЕГИ, ФАХІВЦІ-ПРАКТИКИ, КУРСАНТИ ТА СТУДЕНТИ!



Проведення конференції є важливою платформою для розгляду актуальних питань, пов'язаних з безпековим середовищем в нашій державі, що відкриває перед нами можливість обговорити різноманітні виклики, які виникають у зв'язку з надзвичайними ситуаціями, в результаті природних катастроф, техногенних аварій, військових конфліктів і терористичних загроз. Запобігання надзвичайним ситуаціям для забезпечення безпеки і захисту громадян та інфраструктури в умовах війни в Україні є надзвичайно важливою задачею сьогодення, що вимагає комплексного та багаторівневого підходу, який поєднує в собі військові, цивільні, гуманітарні та наукові аспекти.

Надзвичайно важливо, що розгляд пріоритетних питань у галузі цивільної безпеки відбувається в потужному науково-експертному середовищі, за участю представників відомих наукових шкіл, фахівців-практиків, управлінських та законодавчих структур, професійних асоціацій та громадських об'єднань у рамках міжгалузевого та мультидисциплінарного підходів. Такий комплексний підхід обумовлено складністю і масштабністю наявних проблем у галузі пожежної безпеки та появою нових, невідомих раніше, які потребують консолідації зусиль міжнародної спільноти.

Ми надзвичайно пишаємося тим, що в різні роки активними учасниками цієї конференції були представники з різних куточків України, США, Республіки Польщі, Словацької республіки та ін.

Спільний пошук шляхів протидії масштабним викликам сьогодення забезпечує вдосконалення нормативного підґрунтя у сфері цивільної безпеки, проведення аналізу сучасних військово-політичних загроз з метою визначення оптимальних напрямків розвитку цивільної безпеки, розробку способів захисту матеріальних і культурних цінностей у сучасних соціально-економічних умовах при виникненні надзвичайних ситуацій, наукове обґрунтування структури сил і засобів забезпечення пожежної безпеки, тактики їх застосування, прийомів і способів проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

Впевнений, що висвітлення нових наукових досягнень, конструктивні дискусії та відвертий діалог, партнерський підхід стануть свідченням наших прагнень спільними зусиллями сприяти вирішенню пріоритетних завдань забезпечення безпеки в контексті рекомендованих ДСНС України стратегій із урахуванням сучасних тенденцій та ефективних механізмів протидії загрозам.

Ми віримо, що обмін знаннями та досвідом, представленими на цій конференції, сприятиме розвитку сучасних стратегій управління ризиками, підвищенню нашої готовності до надзвичайних ситуацій та зміцненню безпеки в наших суспільствах

Бажаю учасникам конференції успішної роботи, генерації нових ідей в контексті вирішення актуальних проблем цивільної безпеки!

Начальник
Черкаського інституту пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,
кандидат технічних наук, професор,
Заслужений працівник
цивільного захисту України,
генерал-майор служби цивільного захисту

Віктор ГВОЗДЬ

АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

Анатолій АЛЕКСЄЄВ.....	117	С. ЄРЕМЕНКО.....	69,155
Олена АЛЕКСЄЄВА.....	117	О. ЄРЬОМА	57
Д. БАБЕНКО	29	Олександр ЖИХАРЄВ.....	7
Ярослав БАЛЛО.....	7	Олександр ЗАЗИМКО.....	36
Руслан БАРВІНОК.....	177,184	Наталія ЗАЙКА.....	26,27,202
І. БАШУК.....	168,195	Петро ЗАЙКА.....	26,202
О. БЕДРАТЮК.....	29	Л. ЗАПОЛЬСЬКИЙ.....	29
Вадим БЕНЕДЮК.....	107,109	Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ.....	34,119
О. БИКОВА	69	Микола ЗМАГА.....	32
Артем БИЧЕНКО.....	49,157	Яна ЗМАГА.....	32
К. БІЛОУСОВА	196	Олександр ЗОБЕНКО.....	34
Олександр БЛАЩУК.....	116	Л. ІЛЛАРІОНОВА.....	202
О. БОЙКО.....	111	Павло ІЛЛЮЧЕНКО.....	36
Андрій БОРИСОВ.....	122	Н. ІЛЬІНА.....	29
А. БОРИСОВА.....	144	Н. ІЛЬЧЕНКО	128
Олена БОРСУК.....	9	Віталій КАЙДАШ.....	59
К. БУТЕНКО.....	32	Л. КАЛИНЕНКО.....	204
І. ВАСИЛЬЄВ	198,200	Сергій КАСЯРУМ.....	174
Сергій ВЕДУЛА.....	57	Н. КАСЬОНКІНА	39
Ігор ВЕЛИКИЙ.....	9,186	А. КАТУНІН.....	41
Є. ВЛАСЕНКО.....	170	Євген КИРИЧЕНКО.....	120,126
Марина ВОЛОДЧЕНКО.....	36	Данило КИСЛИЙ.....	175
Віктор ГВОЗДЬ.....	11,34	Р. КЛИМАСЬ.....	43
Даніель ГЕОРГІЄВСЬКИЙ.....	126	В. КОВАЛЕНКО.....	144
Світлана ГОЛІКОВА.....	77	Андрій КОВАЛЬОВ.....	45,75
Сергій ГОЛОВЧЕНКО.....	13	Вікторія КОВБАСА	120,126
І. ГОЛУБЕЦЬ.....	200	Анатолій КОДРИК.....	122
О. ГОМОНОВИЧ.....	216	С. КОЖЕВНІКОВА.....	47
С. ГОНЧАР	113,115	Н. КОЗЯР.....	126
Микола ГОРДЄЄВ.....	36	Денис КОЛЕСНІКОВ.....	157
Н. ГРЕЧКА	207	О. КОЛОМІЙЦЕВ.....	41
Ю. ГУЛИК.....	128	Дмитро КОПИТІН.....	175
Вікторія ДАГІЛЬ	180	О. КОРОЛЬОВА	128
А. ДЕМКІВ	170	Тетяна КОСТЕНКО.....	207
Владислав ДЕНДАРЕНКО.....	172	Олеся КОСТИРКА.....	27
Юрій ДЕНДАРЕНКО.....	15,116	О. КОСТЮК	189
Валентин ДИВЕНЬ.....	15,116	Д. КОСТЮЧУК.....	79
О. ДІБРОВА	113	Р. КОСТЯНИЙ	208
О. ДОБРОСТАН.....	18,137	О. КОТИЧЕНКО.....	80
Дмитро ДОБРЯК.....	20	Наталія КРАВЧЕНКО	20
Ю. ДОЛІШНІЙ	18	Р. КРАВЧЕНКО.....	128
Андрій ДОМІНІК.....	53	Юлія КРАВЧЕНКО.....	36
Олександр ДОЦЕНКО.....	15	Є. КРИВОРУЧКО.....	24
Д. ДУБІНІН.....	22,24	Олександр КРИКУН.....	20
Олександр ДЯДЮШЕНКО.....	126	Д. КРИШТАЛЬ.....	195
Олександр ЄВПАК.....	11	О. КУЛАКОВ	130
Георгій ЄЛАГІН.....	117	Олег КУЛІЦА.....	62,210
В. ЄЛІСЄЄВ.....	200	Кароліна КУРІЛЬЧУК.....	9

М. КУСТОВ	161	А. ПОНОМАРЕНКО	115
А. КУЦЕЛАП	27	Віталій ПРИСЯЖНЮК.....	64
М. ЛАВРІВСЬКИЙ.....	132,150	А. ПРУСЬКИЙ.....	69,155,198
П. ЛЕВЧЕНКО.....	212	Р. ПУРДЕНКО.....	45
В. ЛИСЕНКО.....	141,142	М. ПУСТОВИЙ.....	137,152
Володимир ЛИТОВЧЕНКО.....	177,184	Михайло ПУСТОВІТ	49
Е. ЛОШАНСЬКИЙ	132	А. ПЯСЕЦЬКА.....	66
В. ЛУЦЕНКО.....	170	Д. РАДУЦЬКА.....	34
Артем МАЙБОРОДА.....	71,119	О. РАТУШНИЙ.....	18
Р. МАЙБОРОДА.....	135	Н. РАШКЕВИЧ.....	39,75
Ігор МАЛАДИКА.....	49,152	Д. РЄЗНІК.....	208
Лариса МАЛАДИКА.....	52	Дарина РОМАНЕНКО.....	179
М. МАРТИНОВСЬКИЙ.....	82	Василь РОТАР.....	154
О. МАРЧЕНКО.....	117	І. САВЕЛЬЄВ.....	155
Світлана МАСАН.....	36	Максим САГДІЄВ.....	210
Валентин МЕЛЬНИК.....	11,177,184	Т. САМЧЕНКО.....	18
В. МЕЛЬНИК.....	170	Віталій СВІРСЬКИЙ.....	64
Костянтин МИГАЛЕНКО.....	26	Сергій СЕМИЧАЄВСЬКИЙ	64
Олексій МИГАЛЕНКО	154	Ю. СЕНЧИХІН.....	116
С. МИГАЛЕНКО.....	57	В. СИДОРЕНКО	69,155
О. МИКИТЕНКО.....	73	Олександр СІЗІКОВ.....	77
Г. МІРОШНИЧЕНКО	157	Т. СКОРОБАГАТЬКО.....	155
В. МОГИЛЬНИЙ	190	О. СЛУЦЬКА.....	204
Юрій НАГІРНЯК.....	53	О. СОБОТНІЦЬКА.....	71
Т. НЕГРІЙ	214	В. СОРОКА	217
Валерія НЕКОРА.....	55	Сергій СТАСЬ.....	157
В. НЕСТЕРЕНКО.....	214	Віталій СТЕПАНЕНКО.....	59
Вадим НІЖНИК.....	55	Ігор СТИЛИК.....	109
М. НОВАК.....	139	В. СТРИЛЕЦЬ.....	155
С. НОВАК.....	137,139,152	А. СУЛЕЙМАНОВ.....	117
Аліна НОВГОРОДЧЕНКО.....	179	М. СУШКО.....	73
Ігор НОЖКО.....	141,142	І. ТАРАНЕНКО.....	45,75
Віталій НУЯНЗІН.....	57	А. ТАРНАВСЬКИЙ.....	159
Олександр НУЯНЗІН.....	59	Олексій ТИМОШЕНКО.....	107,109
Б. ОБОЯНСЬКИЙ.....	180	В. ТИЩЕНКО.....	200
Б. ОВЧАРЕНКО.....	144	Євген ТИЩЕНКО	119,207
А. ОДИНЕЦЬ.....	43	Віталій ТОМЕНКО.....	186,187
Андрій ОНИЩУК.....	107,109	Є. ТОНКОВИД.....	191
Максим ОСАДЧУК.....	64,122	Сергій ТРОШКІН.....	62,210
І. ОСАУЛЕНКО.....	183	Роман УХАНСЬКИЙ	7
Костянтин ОСТАПОВ	146,148	А. УШЕНКО.....	218
Юрій ОТРОШ	135	О. ФЕДОРЯКА.....	161
Катерина ПАВЛЕНКО.....	49	Юрій ФЕЩУК.....	55,77
Павло ПАНЧЕНКО.....	210	М. ФІЛОЗОФ.....	187
А. ПАРХОНЮК.....	150	А. ФОМІН	204
Микола ПЕЛИПЕНКО.....	60	Лариса ХАТКОВА.....	47,83
І. ПЕТРЕНКО.....	196	Андрій ХИЖНЯК.....	120
Микола ПІДГОРНИЙ.....	177,184	Г. ХРОМЕНКОВ	128
Сергій ПОЗДЄЄВ.....	55,62	Сергій ЦВІРКУН.....	79,80,82,189,190, 191,192,193,216,217,218
Т. ПОМАЗАНОВА.....	144		

<i>П. ЦИГАНКОВ</i>	83	<i>V. KOSTENKO</i>	226,228
<i>Ігор ЧАСТОКОЛЕНКО</i>	168	<i>Eva KRIDLOVA BURDOVA</i>	91
<i>Олександр ЧЕРНЕНКО</i>	212	<i>M. LAHODZINSKYI</i>	93
<i>О. ЧЕХМЕСТРЕНКО</i>	192	<i>Ihor MATSYK</i>	91
<i>Іван ЧОРНОМАЗ</i>	219	<i>Olga NEKORA</i>	100
<i>С. ШЕВЧЕНКО</i>	222	<i>Alina NOVHORODCHENKO</i>	163,165
<i>Ігор ШКАРАБУРА</i>	73	<i>Serhii PANCHENKO</i>	95
<i>Євген ШКОЛЯР</i>	120	<i>J. PARCHANSKI</i>	228
<i>О. ШУМИГОРА</i>	193	<i>Serhii POZDIEIEV</i>	165
<i>Сергій ЩЕПАК</i>	116	<i>Iryna RUDESHKO</i>	91
<i>Михайло ЯКІМЕНКО</i>	64	<i>R. SAMAN</i>	98
<i>О. ЯЦУХ</i>	224	<i>Stanislav SIDNEI</i>	100
<i>Kamran ALMAZOV</i>	165	<i>Taras SHNAL</i>	163
<i>Chiara BEDON</i>	104	<i>Olexandr TARASENKO</i>	165
<i>Andrii BEREZOVSKYI</i>	88	<i>M. TAVREL</i>	230
<i>О. ВОНОМАЗ</i>	226	<i>Nazarii TUR</i>	163
<i>Artem BYCHENKO</i>	95	<i>Frantisek VRANAY</i>	100
<i>T. CHUBINA</i>	86,93,98,102	<i>Zuzana VRANAYOVA</i>	163
<i>N. DANYLCHENKO</i>	86	<i>Roman YAKOVCHUK</i>	163
<i>Viktor HVOZD</i>	88	<i>O. YEROMA</i>	102
<i>Dusan KATUNSKY</i>	91	<i>Natalia ZAIKA</i>	91
<i>Bohdan KOPYL</i>	88	<i>Martina ZELENKOVA</i>	100
<i>T. KOSTENKO</i>	228	<i>Xihong ZHANG</i>	104

Секція 1. Прикладні наукові аспекти прогнозування та запобігання надзвичайним ситуаціям

УДК 614.841.45

*Ярослав БАЛЛО, кандидат технічних наук,
Роман УХАНСЬКИЙ, кандидат технічних наук, Олександр ЖИХАРЄВ,
Інститут державного управління та наукових досліджень
з цивільного захисту*

ДО ПИТАНЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ СИСТЕМ ДИМОВИДАЛЕННЯ ДЛЯ ПІДЗЕМНИХ ПРИМІЩЕНЬ

Система димовидалення є однією найважливіших систем протипожежного захисту для зниження впливу небезпечних чинників пожежі на людей та пожежно-рятувальні підрозділи. Складність проектування та високовартісні компоненти спонукають виробників та проектувальників шукати альтернативні способи або більш досконалі способи видалення продуктів горіння.

На сьогоднішній день набуває популярності застосування імпульсних систем димовидалення. В роботі [1] відзначається, що перевагою таких систем є значно менша кількість обладнання, відсутність повітропроводів, значно менша кількість автоматики та простота монтажу. Серед недоліків слід відмітити низьку ефективність для приміщень із великою площею та складним плануванням, а також можливість випадкового подавання небезпечних чинників пожежі (НЧП) в зону можливих шляхів евакуації.

Роботи зарубіжних вчених [2-3] свідчать, що імпульсні системи димовидалення можуть бути застосовані лише для частково критих та критих споруд автостоянок (не підземних). При цьому в їх зовнішніх огорожувальних конструкціях мають бути світлові прорізи для подавання повітря. Необхідність вільного припливу повітря ззовні обумовлюється тим, що системи імпульсного димовидалення можуть спричинити підвищення температури в зоні шляхів евакуації та евакуаційних виходів. Згідно досліджень, виключенням можуть бути лише підземні тунелі із шириною до 9,8 м.

Такі висновки обумовлені тим, що в класичній системі димовидалення димо-приймальні пристрої відводять НЧП по каналам видаляючи їх із приміщення. При цьому, димо-приймальні пристрої розміщуються в приміщенні розосереджено для забезпечення найбільш ефективного відведення продуктів горіння при будь якій локації початкового осередку пожежі в приміщенні.

Системи імпульсного димовидалення по факту не видаляють НЧП, а «транспортують їх» до димо-приймальних (отворів) карманів. При цьому існує ймовірність, що осередок пожежі може знаходитися поза зоною роботи імпульсного вентилятору, а тому транспортування НЧП фактично почнеться тільки коли осередок пожежі розшириться до зони роботи імпульсної системи.

Дані аспекти є надзвичайно небезпечними для приміщень, які є підземними, особливо для багатоповерхових підземних будівель. Всі ці дослідження лягли в основу під час розроблення першого стандарту [4] який регулював застосування імпульсних систем димовидалення для паркінгів control systems for covered car parks». На сьогоднішній день даний стандарт діє в редакції від 2013 року, а сфера його застосування поширюється тільки на надземні паркінги. В 2022 році в розвиток серії стандартів 12101 розроблено стандарт [5], вимоги якого поширюються на надземні закриті паркінги та паркінги з частково підземним поверхом.

Фахівці ІДУ НД ЦЗ провели ряд досліджень та моделювання для оцінки ефективності імпульсних систем димовидалення для підземних паркінгів та інших підвальних приміщень будівель. Розрахунки в деяких випадках містили негативні результати функціонування такої системи для приміщень зі складними планувальними рішеннями. Якщо для приміщень коридорного типу система імпульсного димовидалення досить ефективно видаляла НЧП з об'єму приміщень то для класичних прямокутних приміщень (наприклад приміщення торгово-розважальних центрів або складів) з площею більше 1000 м² з перегородками, колонами та стелажми така система була неефективна. На рис. 1 наведено схема влаштування імпульсного вентилятора та FDS модель досліджуваного приміщення коридорного типу.

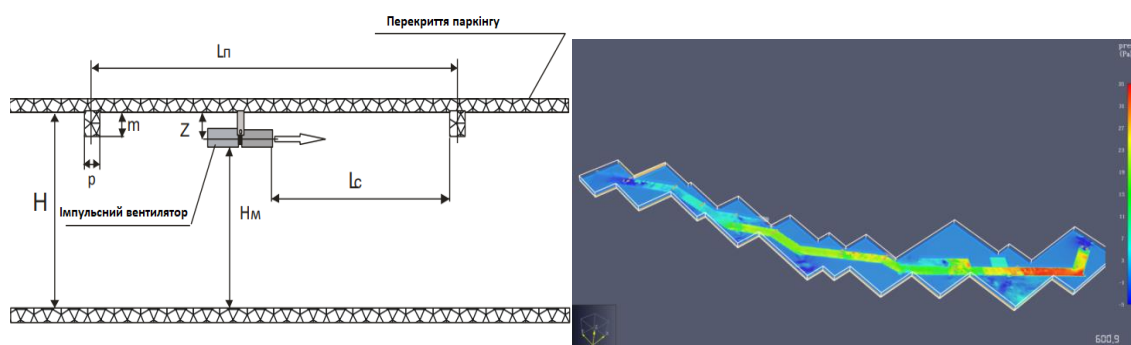


Рис. 1 Схема влаштування імпульсного вентилятора та FDS модель досліджуваного об'єкту.

До того ж, залишаються не вирішені питання сумісності системи імпульсного димовидалення з іншими системами протипожежного захисту. В ряді розрахунків було виявлено, що імпульсний потік зі швидкістю вище 5 м/с негативно впливав на ефективність роботи спринклерної системи пожежогасіння, а також спричиняв критичне підвищення температури в зоні шляхів евакуації та евакуаційних виходів.

Таким чином, на сьогоднішній день застосування імпульсних систем димовидалення в підземних приміщеннях автостоянок потребує всебічного дослідження, зокрема в частині взаємних впливів із іншими системами протипожежного захисту. Окрім цього доцільне всебічне обговорення та належного обґрунтування застосування таких систем навіть для наземних будівель та приміщень для забезпечення нормальних умов евакуації людей та роботи пожежно-рятувальних підрозділів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Viegas, J.C., 2009. The use of impulse ventilation to control pollution in underground car parks. The International Journal of Ventilation 8(1). Available from: <<http://www.atypon-link.com/VEET>>, doi:10.5555/ijov.2009.8.1.57.

2. Noordijk, L., Lemaire, T., 2005. Modelling of fire spread in car parks. HERON 50 (4), 209–218. 2.
3. Jojo, S. et al., 2003. Numerical Studies on Performance Evaluation of Tunnel Ventilation Safety Systems, vol. 18. Elsevier Science Ltd., Tunnelling and Underground Space Technology. pp. 435–452.
4. BS 7346-7, 2006. Components for Smoke and Heat Control Systems–Part 7: Code of Practice on Functional Recommendations and Calculation Methods for Smoke and Heat Control Systems for Covered Car Parks. British Standards Institute, London.
5. SIST-TS CEN/TS 12101-11:2022 - Smoke and heat control systems - Part 11: Horizontal flow powered ventilation systems for enclosed car parks.

УДК 614.841.415

Олена БОРСУК, кандидат технічних наук, Ігор ВЕЛИКИЙ, Кароліна КУРІЛЬЧУК, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

ВИЗНАЧЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ФРАГМЕНТІВ СТАЛЕВОГО ДВОТАВРА З ВОГНЕЗАХИСНИМ МІНЕРАЛОВАТНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ ПРИ ДІЇ СТАНДАРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ

Враховуючи поширеність застосування металевих конструкцій у будівництві у якості несучих конструкцій та їх вразливість до дії високих температур, залишається актуальним питання їх захисту від теплової дії, що виникає при пожежах [1-2]. Одним із основних шляхів вирішення цієї проблеми є застосування ізолюючих вогнезахисних матеріалів, до числа яких відноситься і мінеральна вата [3].

Одними з основних переваг цього матеріалу є негорючість, низькі показники теплопровідності, невелика вага, доступність, екологічність (виробництво з натуральних сировин), високі показники тепло- й звукоізоляції за рахунок пористої структури, паропроникність, можливість застосовувати як самостійно, так і в комплексі інших вогнезахисних систем. Однак поряд з рядом переваг є і недоліки серед яких знама ефективна товщина ізолюючого шару, кліматичні умови використання.

З точки зору вивчення теплофізичних властивостей мінеральної вати як теплоізоляційного матеріалу для металевих конструкцій слід враховувати три основні показники, а саме: теплового розширення, теплоємності та теплопровідності.

Параметр теплового розширення вказує на можливість матеріалу змінювати свій об'єм, форму при зміні температури. Для мінеральної вати показник коефіцієнту теплового розширення незначний, що вказує на відсутність деформації при зміні температури, а цілісність, розміри, форма матеріалу залишаються сталими. До важливих критеріїв для характеристики можливих деформацій належить показник міцності на відрив шарів, що для мінеральної вати густиною у 175 кг/м^3 складає не менше 15 кПа, а міцність при 10 % деформації – не менше 60 кПа [3].

Наступний теплофізичний показник – теплоємність матеріалу вказує на кількість теплоти, яку необхідно надати одиниці маси або об'єму речовини для зміни одиницю значення температури. Це важливий параметр для розрахунків та розробки систем теплоізоляції, оскільки висока теплоємність сприяє зберіганню тепла на протязі тривалого часу. Теплоємність мінеральної вати зазвичай є середньою і залежить від конкретного складу матеріалу та має значення в межах 0,5-0,6 Вт/(м²·К).

Для теплоізоляційних матеріалів одним з основних теплофізичних показників є теплопровідність. Коефіцієнт теплопровідності є показником, що виражає здатність матеріалу товщиною 1 метр пропускати кількість теплоти в Джоулях за 1 секунду при різниці температур на протилежних поверхнях матеріалу 1 градус Кельвіна або Цельсія [4]. Отже, коефіцієнт теплопровідності визначає здатність матеріалу проводити тепло, чим менше значення коефіцієнта теплопровідності, тим кращі теплоізоляційні властивості матеріалу. Мінеральна вата має низький коефіцієнт теплопровідності, близько 0,038-0,044 Вт/(м·°C), що робить її ефективним матеріалом для теплоізоляції.

При застосуванні мінеральної вати як вогнезахисного облицювання сталевих несучих конструкцій до основних показників, що впливають на забезпечення несучої здатності таких конструкцій при дії високо температурного впливу пожежі є: коефіцієнт поперечного перерізу сталевий конструкції, коефіцієнт теплопровідності мінеральної вати, теплоємність та товщина вогнезахисного ізолюючого покриття. Врахування зміни цих головних показників забезпечується шляхом розв'язання диференційного рівняння теплопровідності та полягає у розрахунку приросту температури за проміжок часу і визначається за (1)[5].

$$\Delta\theta_{a,t} = \frac{\lambda_p A_p}{V d_p c_a \rho_a} \cdot \frac{(\theta_{g,t} - \theta_{a,t})}{(1 + \phi/3)} \cdot \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \cdot \Delta\theta_{g,t} \quad (1)$$

($\Delta\theta_{a,t} \geq 0$ при $\Delta\theta_{g,t} > 0$),

де $\phi = \frac{c_p \rho_p}{c_a \rho_a} \cdot d_p A_p / V$,

A_p / V – коефіцієнт перерізу для сталевих конструкцій, ізольованих вогнезахисним матеріалом;

c_a – питома теплоємність сталі, що залежить від температури (Дж/(кг·°C));

c_p – питома теплоємність матеріалу, що не залежить від температури (Дж/(кг·°C));

d_p – товщина вогнезахисного матеріалу (м);

$\Delta t \leq 30$ – інтервал (проміжок) часу (с), для обчислення за значення Δt більше як 30 с приймають значення рівне 30 с;

$\theta_{a,t}$ – температура сталі в момент часу t (°C);

$\theta_{g,t}$ – температура навколишнього газу в момент часу t (°C);

$\Delta\theta_{g,t}$ – збільшення температури навколишнього газу за проміжок часу Δt (°C);

$\lambda_p = 0,2$ – коефіцієнт теплопровідності вогнезахисної системи (Вт/(м·°C));

$\rho_a = 7850$ – густина сталі (кг/м³);

$\rho_p = 1355$ – густина вогнезахисного матеріалу (кг/м³).

Відповідно за температурними показниками прогрівання сталевих конструкцій із вогнезахисним облицюванням з мінеральної вати розрахованих за (1) для умов стандартного температурного режиму пожежі, визначають температурну залежність досягнення критичних значень конструкціями у залежності від зміни параметру товщини вогнезахисного облицювання та установлюють залежність між цими значеннями та їх вогнезахисною ефективністю.

Розрахунок температурних показників прогрівання сталевих конструкцій із вогнезахисним облицюванням з мінеральної вати у залежності від товщини цього вогнезахисного покриття є важливим показником ефективності підвищення вогнестійкості сталевих конструкцій з метою запобігання надзвичайним ситуаціям.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В. 1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва».
2. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 20.12.2006 р. № 1764.
3. Осипенко В. І., Поздєєв С. В., Тищенко І. Ю. Будівельні матеріали та їх поведінка при дії високих температур: Навч. посіб. Черкаси: 2012. 202 с.
4. Лозинський Р.Я.Теплофізика пожежна безпека. Частина І. Термодинаміка.-Львів, 2019. -96с.
5. Розрахункова оцінка вогнестійкості вогнезахисних сталевих балок: монографія / О. В. Борсук, С. В. Поздєєв, О. М. Нуянзін, О. В. Некора, В. М. Гвоздь, О. М. Тищенко, Н. П. Заїка – Черкаси: Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. – 119 с.

УДК 614.8

*Віктор ГВОЗДЬ, кандидат технічних наук, професор, начальник
Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,
Олександр ЄВПАК, т. в. о. начальника
Головного управління ДСНС України у Черкаській області,
Валентин МЕЛЬНИК, кандидат технічних наук, доцент,
начальник факультету пожежної безпеки
Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

АНАЛІЗ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ВІРОГІДНИХ РИЗИКІВ У СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Складний процес адаптації механізмів управління безпековим простором в Україні вимагає поглиблення теоретичних і практичних підходів щодо вірогідних ризиків у галузі освіти. На сьогодні в Державній службі України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України), відсутня ефективна комплексна система оцінки та класифікації ризиків у галузі освіти – системи підготовки фахівців цивільного захисту, що зумовлено практичними аспектами галузевої специфіки.

У процесі своєї діяльності заклади освіти ДСНС України стикаються з сукупністю різних видів ризиків, які відрізняються між собою щодо місця та часу виникнення, сукупності зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на їх рівень. Складність класифікації ризиків полягає в їхньому різноманітті, існують певні види ризиків, дії яких піддані усі без винятку навчальному закладу, але

поряд із загальними є специфічні види ризику, які зв'язані зі специфікою діяльності навчального закладу та його підпорядкуванню.

Ефективне виконання завдань, покладених на ДСНС України у сучасних умовах, вимагає підвищення якості підготовки фахівців у сфері державної системи цивільного захисту: захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та запобігання їх виникненню; проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій; навчання населення щодо поведінки та дій у разі виникнення надзвичайної ситуації; прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій; ліквідація наслідків воєнних дій у населених пунктах та на територіях; вжиття заходів для відновлення об'єктів критичної інфраструктури; проведення гуманітарного розмінування та очищення територій при ліквідації наслідків ведення воєнних дій тощо та об'єктивно передбачує безліч критеріїв і видів ризиків.

На основі методів експертного оцінювання вірогідних ризиків у галузі освіти ДСНС України та за сферою діяльності визначено наступні груп вірогідних ризиків, а саме: політико-правові, фінансово-економічні, організаційно-технічні, кадрові, управлінські, інформаційно-комунікаційні, соціокультурні, навчально-методичні.

Розглянемо детально декілька основних ризиків. Під політико-правовими ризиками розуміємо все, що пов'язано зі змінами у політиці та нормативно-правовому законодавстві в освіті і зумовлено можливими змінами курсу, пріоритетів на урядовому, регіональному та місцевому рівнях.

Політичний ризик розглядаємо як нестабільність внутрішньополітичної ситуації у державі, яка здійснює вплив на результати діяльності навчальних закладів ДСНС України, у зв'язку з чим збільшується фінансовий ризик. Нестабільність політичної ситуації у певному регіоні, яка впливає на результати діяльності навчального закладу цивільного захисту (як приклад: переміщення Національного університету цивільного захисту України (НУЦЗ) з міста Харкова до міста Черкаси та розміщення на базі Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля), зокрема через військові дії у даному регіоні відбиватиметься на діяльності цих двох навчальних закладів.

Правовий ризик пов'язаний з недостатньою правовою захищеністю установи або з правовими помилками, яких припускається установа під час діяльності (у тому числі пов'язаний з людським фактором), передбачає відсутність правового регулювання або зміну положень законів та/або інших нормативно-правових актів, що спричинять ризик або виникнення збитків. Як приклад: відповідно до проекту Закону України «Про внесення змін до деяких законів України (щодо створення передумов для модернізації мережі закладів вищої освіти)» стаття 33 «територіально відокремлені структурні підрозділи закладів вищої освіти усіх форм власності не здійснюють освітньої діяльності у сфері вищої або фахової передвищої освіти» тому набуття правового ризику на сьогодні вимагає та передбачає необхідність окремого функціонування Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля.

Наступною групою є фінансово-економічні ризики навчальних закладів ДСНС України. Економічний ризик орієнтований на одержання значимих результатів неординарними новими способами в умовах невизначеності (зміна місця дислокації) та в ситуації неминучого вибору дає можливість переборювати консерватизм, психологічні бар'єри, що перешкоджають впровадженню нових перспективних видів діяльності (впровадження трьохступеневої освіти в регіональних закладах цивільного захисту). Під фінансово-економічними

ризиками розуміємо: формування грошових ресурсів та їх розподіл між структурними підрозділами, що визначають життєдіяльність організації; оцінку фінансового потенціалу; ризик недостатнього бюджетного фінансування (робота закладів освіти в умовах війни); ризик недосконалості механізмів залучення коштів партнерів (гранти, спонсорські внески тощо). Запровадження системи заходів щодо суворої економії коштів передбачає розробку адекватної системи ефективного контролю за видатками усіма закладами освіти ДСНС України. Ризик недостатнього бюджетного фінансування можливо компенсувати за рахунок механізмів залучення коштів партнерів, надання різного роду платних послуг (забезпечення інформацією, проведення семінарів, тренінгів)) та виконання договірних робіт (експертиза, обстеження, проведення досліджень) та ін.; по-друге, за рахунок отримання фінансової підтримки від зовнішніх джерел (гранти, кошти з місцевого бюджету, участь у державних (або регіональних) цільових програмах, спонсорство та ін.).

Враховуючи аналіз та класифікацію вірогідних ризиків у системі підготовки фахівців цивільного захисту вбачається необхідність проведення досліджень у детальному розгляді та аналізі груп вірогідних ризиків у навчальних закладах ДСНС України (функціонування в умовах війни).

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України (№ 5403-VI, від 2 жовтня 2012 року).
2. Закон України «Про вищу освіту», від 01.07. 2014 року № 1556-VII.
3. Закон України «Про професійну (професійно-технічну) освіту» від 10.02.1998 № 103/98-ВР .
4. Постанова КМУ «Положення про порядок проходження служби цивільного захисту особами рядового і начальницького складу», від 11.07.2013 р. № 593.

УДК 574

*Сергій ГОЛОВЧЕНКО, кандидат економічних наук,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЯКІ УТВОРЮЮТЬСЯ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ

Кожна пожежа супроводжується виділенням великої кількості продуктів горіння. Продуктами згорання називають газоподібні, рідкі та тверді речовини, які утворюються під час з'єднання горючої речовини з киснем в процесі горіння. Кількість і склад продуктів згорання залежить від хімічного складу горючої речовини, речовини, які знаходяться в осередку пожежі та умов горіння горючої речовини.

В умовах пожежі горять різні речовини, основну долю яких складають органічні речовини (деревина, тканини, нафтопродукти, гума та інші). До складу органічних речовин входять такі хімічні елементи, як вуглець, водень, кисень, галогени, сірка, азот та інші.

При горінні органічних речовин утворюються переважно газоподібні речовини та пари води.

У випадку коли під час пожежі горять неорганічні речовини, такі як сірка, фосфор, натрій, калій, алюміній утворюються тверді речовини, такі як P_2O_5 , Na_2O , CaO , MgO . Утворюються вони у дисперсному стані, тому піднімаються в повітря у вигляді щільного диму. Основна небезпека цього диму полягає:

- ⇒ підвищенні оптичної щільності;
- ⇒ витисненні кисню;
- ⇒ отруйному впливу на живі організми;

Оптична щільність підвищується, головним чином, за рахунок присутності в диму сажі, продуктів неповного згорання, оксидів сірки і азоту. Підвищене задимлення зменшує ефективність гасіння пожежі: важко оцінити масштаби і розвиток пожежі, складно виявити основний напрямок гасіння пожежі, розподілити сили при гасінні, ускладнює роботу пожежних, збільшує ризик травмування чи загибелі особового складу. При підвищенні оптичної щільності на 10 %, ризик травмування зростає у два рази.

Оцінка впливу продуктів горіння на навколишнє середовище і людину та масштабу забруднення місцевості потрібна для вибору засобів захисту. Для оцінки впливу продуктів горіння визначається їх кількість за формулою виразів:

- для теоретичного об'єму азоту: $V_N = 0,79 \cdot M + 0,008 \cdot N$;
- для об'єму триатомних газів: $V_{RO_2} = 0,01866 \cdot (C + 0,375 \cdot S)$;
- для об'єму водяної пари: $V_{H_2O} = 0,0161 \cdot M + \frac{8,94 \cdot H + W}{80,04}$;
- для загального об'єму димових газів: $V = V_N + V_{RO_2} + V_{H_2O}$;

де M – кількість повітря, необхідного для згорання речовини (кг);

C, H, S, O – частка хімічних елементів вуглецю, водню, сірки, кисню, які входять до складу горючої речовини.

Склад токсичних речовин, які утворюються при горінні органічних сполук представлений таблицею 1.

Таблиця 1. Склад токсичних речовин, які утворюються при горінні органічних сполук

Органічна сполука	Склад токсичних речовин, які утворюються при горінні.
ДЕРЕВИНА	Формальдегід, ацетальдегід, складні ефіри, кетони, феноли, аміни, піридин оксиди вуглецю.
ПЛАСТМАСИ	Фенол, аміак, ацетон, стирол, оксиди вуглецю й азоту, формальдегіди
КАУЧУК	Ізопрен, ненасичені вуглеводні
БЕНЗОЛ	Дифеніл
СПИРТИ	Оксиди вуглецю, формальдегіди, метан, ацетилен, ацетальдегіди.

Короткотривалий вплив на організм людини навіть невеликої кількості оксидів сірки (0,05 %), оксидів азоту (0,025%), синільної кислоти (0,002%) веде до смерті людини.[1]

Токсичні речовини, які утворюються під час пожеж, мають різкий ступінь небезпеки для людини та навколишнього середовища. Гранично допустимі концентрації небезпечних речовин представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Гранично допустимі концентрації небезпечних речовин у повітрі

Речовина	Смертельно впродовж 5 - 10 хв.		Смертельно впродовж 0,5 - 1 години	
	%	мг/л	%	мг/л
COCL ₂	0,05	0,2	0,0025	0,1
HCN	0,02	0,2	0,01	0,1
Cl ₂	0,025	0,7	0,0025	0,07
H ₂ S	0,08	1,1	0,04	0,6
CS ₂	0,2	6	0,1	3
SO ₂	0,3	8	0,04	1,1

Добре шкідливий вплив продуктів горіння можна спостерігати на рослинності. Продукти горіння сприяють процесам листопадиння, зміни забарвлення зеленої частини рослинності й їхньої загибелі (некроз). [1]

Задача особового складу служби цивільного захисту вчасно виявити шкідливий вплив небезпечних речовин і забезпечити безпеку своєму життю і життю населення, що піддається ураженню. При цьому майбутній фахівець повинен уміти користуватися не тільки приладами – газоаналізаторами, але і природними показниками підвищеної загазованості, знання реакції рослин – індикаторів, поведінку тварин під час забруднення повітря і зміну ґрунтового покриву.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Головченко С. І. Розрахункові методи визначення кількості шкідливих газів, які виникають під час надзвичайних ситуацій / С.І. Головченко // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «MODERN PROBLEMS OF SCIENCE, EDUCATION AND SOCIETY» (26-28 березня 2023 року) – Київ: SPC, 2023 – С. 257-263.

¹Валентин ДИВЕНЬ, кандидат історичних наук, доцент,

¹Юрій ДЕНДАРЕНКО, кандидат технічних наук, доцент, ²Олександр ДОЦЕНКО,

¹Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України,

²Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИНИКНЕННЯ І РОЗВИТКУ ПОЖЕЖ НА ВІДКРИТИХ СТОЯНКАХ АВТОТРАНСПОРТУ

Розвиток автомобільного транспорту займає важливе місце у економіці будь якої держави. В розвинених країнах на автомобільні перевезення припадає до 50% від загальної кількості вантажних перевезень. Автомобільний парк постійно поповнюється новим якісним рухомим складом закордонного виробництва.

Виробнича – технічна база будь якого автотранспортного підприємства складається із цілого ряду об'єктів, які призначені для обслуговування, ремонту і зберігання автомобілів. Для зберігання автомобілів використовують, як правило, відкриті території підприємства. Стоянки автомобілів являють собою скупчення автомобілів, які дуже часто розташовані хаотично. Статистичні дані пожеж вказують, що пожежі транспортних засобів знаходяться в першій п'ятірці пожеж.

Під час виникнення пожежі на автомобільній стоянці майже неможливо визначити напрямок і швидкість її розвитку. На відкритих автостоянках процес горіння автомобілів ускладнюється залежністю пожежі від випадкових факторів, пов'язаних з природними умовами, силою і напрямком вітру, значною пожежною навантагою (автомобілі), конструктивними особливостями і рельєфу місця зберігання автомобілів.

На сьогоднішній день відсутня єдина модель і теорія, що описують розвиток пожежі на відкритих територіях з розподіленою пожежною навантагою. Діючі нормативні документи по протипожежним відстаням не розповсюджуються на відкриті автостоянки.



Рис.1 Фактори, що впливають на виникнення і розвиток пожежі на об'єктах зберігання автотранспорту

Проведений аналіз пожеж на об'єктах відкритого зберігання автомобілів вказує на те, що основний хід їх розвитку має схожі сценарії і залежить від ряду факторів які повторюються. Пожежі транспортних засобів можна умовно розділити на три групи:

- пожежі, що пов'язані з технічними несправностями і аварійними ситуаціями в місцях зберігання транспорту;
- пожежі, що пов'язані з підпалами;
- пожежі від ворожих обстрілів і влучань у місця зберігання транспортних засобів.

Перші виникають по причині аварійних режимів в електричній мережі автомобіля або його сервісних приладів, або по причині витоку моторного палива чи інших горючих рідин із подальшим їх займанням при контакті з нагрітими поверхнями автомобіля [2].

Підпали вважають найбільш розповсюдженими причинами пожеж легкових автомобілів в багатьох країнах.

Пожежі від ворожих обстрілів і влучань у місця зберігання транспортних засобів стали частими під час бойових дій на територіях, які межують з місцями окупації.

Така систематизація факторів, що впливають на розвиток пожежі, дає змогу спів ставити виділені групи із основними методологічними підходами для існуючих оцінок ризиків виникнення надзвичайних ситуацій на відкритих автомобільних стоянках [1].

Оцінка факторів, які впливають на виникнення і розвиток пожежі на відкритих стоянках автомобілів дає можливість отримати критерії, що впливають на виникнення і розвиток пожежі на відкритих стоянках, що дає можливість оцінити якість окремих технічних рішень при забезпеченні пожежної безпеки як об'єктів, що будуються так і модернізації існуючих.

За допомогою математичних моделей можливо розробити моделювання реальних пожеж з використанням детермінованих методів аналізу розвитку пожеж на відкритих автостоянках [3].

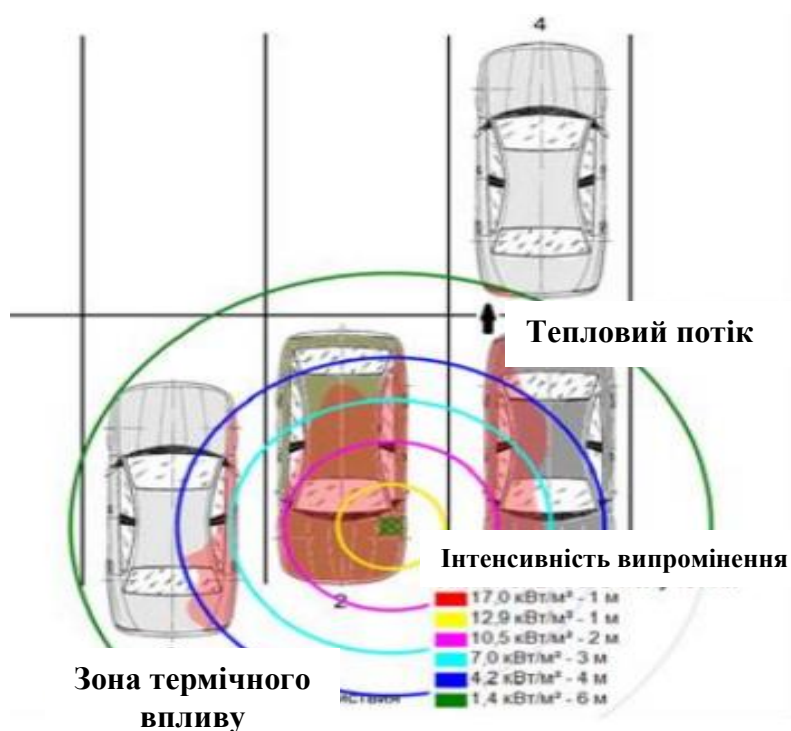


Рис. 2. Моделювання пожежі на автостоянці

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 88.28:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».
2. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»
3. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

*О. ДОБРОСТАН, кандидат технічних наук,
Т. САМЧЕНКО, доктор філософії, О. РАТУШНИЙ, Ю. ДОЛІШНИЙ,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

ВЕРИФІКАЦІЯ ТА ВАЛІДАЦІЯ РОЗРАХУНКОВОГО МЕТОДУ

Верифікація та валідація розрахункового методу – це процеси визначення міри, якою розрахунковий метод являє собою точне відображення реальної ситуації з точки зору видів передбачуваного призначення розрахункового методу (валідація), та міри точності, якою реалізація розрахункового методу відображає концептуальний опис та розв'язання розрахункового методу, складені його розробником (верифікація). Верифікація – це процес визначення того, чи вірно розв'язуються рівняння, виходячи з припущення про те, що користуються вірними рівняннями. Метою валідації є гарантування того, що результати відповідають тому, що прогнозують у дійсності.

На рисунку 1 подано в узагальненому вигляді етапи моделювання та імітації, а також роль верифікації та валідації у цих процесах у разі їх застосування до комп'ютерних моделей пожежі.

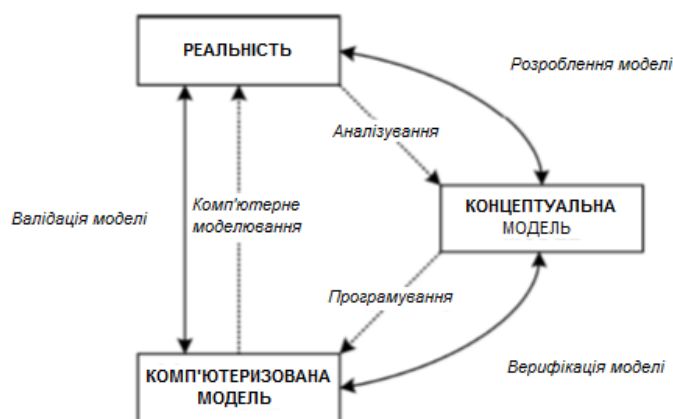


Рисунок 1 – Приклад: Етапи розроблення комп'ютерних моделей

Концептуальну модель будують аналізуванням реальної ситуації (іноді фізичної системи) і вона складається з результатів математичного моделювання та рівнянь, які описують фізичну систему (рівняння Нав'є – Стокса, збереженості енергії та маси, а також додаткові фізичні моделі, такі як моделі турбулентності, аспекти людської поведінки, поведінки будівельних конструкцій, ризик тощо). Верифікація стосується взаємозв'язку між концептуальною моделлю і комп'ютеризованою моделлю, у той час як валідація стосується зв'язку між комп'ютеризованою моделлю і реальністю.

На рисунку 2 подано інформацію у формі блок-схеми для загального користування, ілюструючи можливе застосування алгебраїчних формул у випадках, коли це вважають за доцільне.

Процедура розпочинається з випробувань та експериментів або досліджень з метою описання подій, які відбуваються в дійсності. Усвідомлюючи реальні події, розробляють концептуальну модель у вигляді докладного (словесного) опису процесу(ів), який(і) розглядається(ються), з якого пізніше формують

систему математичних рівнянь. З них можна отримати розв'язок (або розв'язки), який(і), розбиваючи ці рівняння одне за одним з рівня високої складності до рівня нижчої складності, а також застосовуючи наближення такою мірою, щоб задачу можна було розв'язати із забезпеченням як достатньої точності, так і з застосуванням прийнятних зусиль (наприклад, вчасно і з використанням можливостей комп'ютерної техніки).

Теоретичне підґрунтя розрахункового методу комп'ютерної моделі слід надавати на перевірку одному або більшій кількості експертів, які мають всебічні знання базової науки про явища, пов'язані з пожежею, і комп'ютерними технологіями, але не мають стосунку до розроблення цієї моделі. Ця перевірка має передбачати оцінювання повноти документації, зокрема, в частині чисельних наближень. Перевірка має надавати можливість прийняття рішення стосовно наявності достатньої кількості наукових підтверджень у відкритій науковій літературі, які виправдовували б реалізовані підходи.

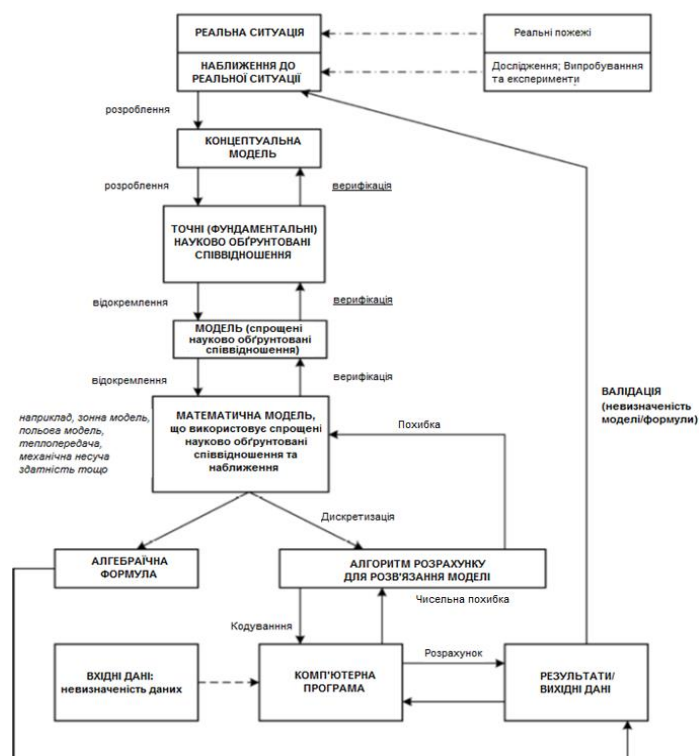


Рисунок 2 – Подання валідації та верифікації моделі у вигляді блок-схеми

Методологія не є такою, застосовність якої обмежено винятково поширюванням пожежі та іншими подібними задачами, її потрібно застосовувати також до валідації та верифікації розрахункових методів поведінки та переміщення людей, поведінки будівельних конструкцій, а також оцінювання ризику (ризик = ймовірність виникнення × наслідки, див. ДСТУ ISO 16732-1).

ЛІТЕРАТУРА

1. ISO 16730-1:2015 Fire safety engineering – Procedures and requirements for verification and validation of calculation methods – Part 1: General.
2. ДСТУ ISO 16732-1:2018 Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного ризику. Частина 1. Загальні положення (ISO 16732-1:2012, IDT).

*Дмитро ДОБРЯК, Олександр КРИКУН, Наталія КРАВЧЕНКО,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ РОЗКРИТТЯ ЛЕГКОСКИДНИХ КОНСТРУКЦІЙ У ВИБУХОПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Вибухонебезпечні приміщення категорій А та Б слід передбачати зовнішні легкоскидні конструкції (ЛСК) [1].

Основними параметрами ЛСК є тиск спрацювання ЛСК, площа ЛСК, конструктивний розмір ЛСК [2].

Умову вибухопожежобезпеки приміщень та будинків за рахунок ЛСК можна записати у вигляді нерівностей

$$\begin{aligned} K_1 \cdot P_{\text{спр}} &\leq P_{\text{доп}} \\ K_1 \cdot S_{\text{ЛСК}} &\leq S_{\text{фЛСК}} \\ p_k &\geq p_{\text{min}} K_2 \end{aligned} \quad (1)$$

де $P_{\text{спр}}$ — тиск спрацювання ЛСК, кПа;

$P_{\text{доп}}$ — допустимий тиск вибуху;

$S_{\text{фЛСК}}$ — фактична площа ЛСК, м²;

$S_{\text{ЛСК}}$ — площа ЛСК, м²;

p_k — конструктивний розмір секції ЛСК;

p_{min} — мінімальний конструктивний розмір секції ЛСК;

$K_1; K_2$ — коефіцієнти безпеки (приймають рівним $K_1=1,2; K_2=0,7$).

Тиск спрацювання ЛСК $P_{\text{спр}}$ залежить від розмірів легкоскидних елементів, їх маси та місця улаштування ЛСК (стіни, покриття).

Тиск спрацювання ЛСК відповідного типу $P_{\text{спр}}$ встановлюють за результатами випробування

Допустимий тиск вибуху $P_{\text{доп}}$ визначають розрахунком. Допустимо приймати $P_{\text{доп}}$ рівним 5 кПа [2,3].

Надлишковий тиск у приміщенні при горінні вибухонебезпечної суміші $P_{\text{доп}}$ слід приймати рівним 5 кПа. Для повільно палаючих середовищ (швидкість поширення полум'я U_p 0,15 м/с) $P_{\text{доп}}$ приймається рівним 3 кПа. Нижнє значення надлишкового тиску 3 кПа відповідає будинкам, конструкції яких не розраховані на вплив аварійного вибуху [4].

Розрахункове навантаження від маси ЛСК покриття, повинно становити не більше 0,7 кПа (70 кгс/м²). Для розрахунків візьмемо допустимий тиск у приміщенні 5 кПа, тоді $P_{\text{доп}}$ складе 4,3 кПа. У випадку проведення випробування тиск спрацювання ЛСК складе 5 кПа.

Утворення надлишкового тиску вибуху в середині приміщення до 6 кПа [5] призводить до часткового руйнування будівельних конструкцій та обладнання. спрацювання ЛСК, повного руйнування скління, перекидання цегляних стін, легких перегородок. Руйнування повітропроводів, вентиляційних коробів. Експлуатація пошкодженої будівлі можлива після відновлювальних робіт.

Ефективність використання ЛСК залежить від швидкості розповсюдження полум'я під час вибухового горіння горючої суміші. Чим менша швидкість

поширення полум'я, тим більший ефект досягається при застосуванні ЛСК. При швидкості розповсюдження полум'я більше 65 м/с утворюється досить сильна хвиля стиснення та використання ЛСК для зниження надлишкового тиску, що виникає в приміщенні при вибуховому горінні горючої суміші, стає неефективним.

Якщо розрахункова видима швидкість поширення полум'я U_p перевищує 65 м/с, слід проводити розрахунок конструкції будівлі на стійкість до дії вибухових хвиль, що виникають при поширенні полум'я.

Для більшості горючих речовин, що обертаються у промисловості, здатних утворити вибухонебезпечні суміші, застосування ЛСК є ефективним способом захисту від аварійних вибухів, оскільки вищенаведені вимоги здебільшого задовольняються. Винятком є приміщення в яких лінійні розміри ширини, довжини і висоти відрізняються один від одної більше ніж в 10 разів[6].

Враховуючи вищевказане можна зробити наступні висновки:

1. Допустимий надлишковий тиск у приміщенні при горінні вибухонебезпечної суміші $P_{доп}$ приймається рівним 5 кПа.
2. Надлишковий тиск залежить від швидкості поширення полум'я у випадку коли U_p перевищує 65 м/с застосування ЛСК є не ефективним.
3. Розрахункове навантаження від маси легкоскридних конструкцій покриття повинно становити не більше 0,7 кПа (70 кгс/м²).
4. Тиск спрацювання ЛСК відповідного типу $P_{спр}$ встановлюють за результатами випробування згідно із експериментальним методом [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. СНиП 2.09.02—85* Производственные здания.
2. ДСТУ 9176:2022 Пожежна безпека. Методи визначення параметрів легкоскридних конструкцій для приміщень та будинків. Основні положення.
3. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
4. Пилюгин Л.П. Обеспечение взрывоустойчивости зданий с помощью предохранительных конструкций. М.:Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2000. 224 с.
5. В. В. Ніжник, Д. О. Добряк, С. В. Поздєєв, А. В. Швиденко, О. В. Некора, О. В. Савченко. Сучасний стан досліджень щодо оцінювання віконних легкоскридних конструкцій. Збірник наукових праць Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України. Надзвичайні ситуації: безпека та захист. Том 4 № 1 (2020). Черкаси, 2020. с. 62-70.
6. Расчет параметров легкобрасываемых конструкций для взрывоопасных помещений промышленных объектов. Рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2015.– 48 с.

*Д. ДУБІНІН, кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет цивільного захисту України*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ВИМІРЮВАННЯ ГЛИБИНИ ОБВУГЛЕННЯ (DEPTH OF CHAR) ВИРОБІВ З ДЕРЕВИНИ

В роботах [1-3] зазначено, що при термічному розкладанні деревини утворюються дерев'яне вугілля, рідкі та газоподібні продукти. Рідкі продукти виходять з гарячої зони частково в краплинній фазі, частково в парах, утворюючи разом з газами, що не конденсуються, парогазову суміш. При цьому слід зазначити, що на склад та властивості продуктів піролізу впливають насамперед порода (вид) та якість деревини, розміри частинок сировини та початкова її вологість, швидкість нагрівання, тривалість перебування сировини при тій чи іншій температурі, кінцева температура нагрівання, швидкість циркуляції газового потоку через шар деревини та інші фактори.

Обвуглений матеріал може бути виявлений під час внутрішніх пожеж [4]. На твердому горючому матеріалі (деревині), який обвуглився з'являються тріщини і пухири. Для проведення досліджень із розвитку пожеж в даному напрямку, використовується методика [5] принцип якої засновано на визначенні глибини обвуглення твердих горючих матеріалів (рис. 2 [5]).

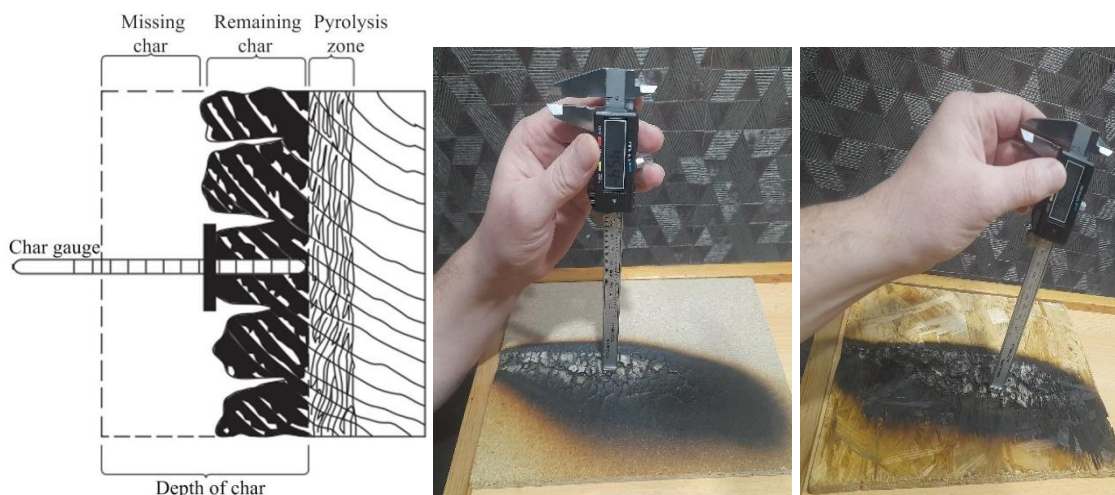


Рис. 1. Вимірювання глибини обвуглення (Depth of Char) твердих горючих матеріалів [5, 6]

За експериментальними дослідженнями проведеними в роботі [6] проведено дослідження термічного розкладання виробів з деревини (ОСБ та ДСП), що використовуються під час будівництва та виготовлені меблів.

Під час проведення досліджень отримані результати вимірювання Depth of Char. Результати, що наведені в табл.1 отримані відповідно до методики [5]. Вимірювання Missing Char та Remaining Char здійснювалося по три рази в різних місцях з метою отримання достовірних результатів. Потім визначали Depth of Char, як суму значень Missing Char та Remaining Char. Отримані результати досліджень оброблені за методом найменших квадратів і наведені в табл. 1.

Так середньоквадратична Depth of Char для ДСП склала $5,24 \pm 0,102_{0,9}$ мм, а для ОСБ – $5,78 \pm 0,342_{0,9}$ мм. Якщо аналізувати результати вимірювання Missing Char, то

для ДСП мінімальне значення склало 0,76 мм, а максимальне – 1,21 мм, стосовно ОСБ то тут мінімальне значення склало 2,84 мм, а максимальне – 3,47 мм. Проаналізуємо результати, що отримані під час вимірювання Remaining Char, то для ДСП мінімальне значення склало 3,96 мм, а максимальне – 4,53 мм, стосовно ОСБ то тут мінімальне значення склало 2,47 мм, а максимальне – 2,71 мм.

Таблиця 1. Результати обчислення глибин обвуглення (Char) виробів з деревини [6].

Вид виробів з деревини	Missing Char, мм	Remaining Char, мм	Depth of Char, мм	Середньоквадратична Depth of Char, мм
ДСП	0,76	4,53	5,29	5,24±0,102 _{0.9}
	1,09	4,16	5,25	
	1,21	3,96	5,17	
ОСБ	2,84	2,71	5,55	5,78±0,342 _{0.9}
	3,22	2,63	5,85	
	3,47	2,47	5,94	

Порівнюючи результати вимірювань слід зазначити, що для ОСБ значення Missing Char та Remaining Char практично однакові на відміну від ДСП так значення Missing Char є набагато менше від значень Remaining Char. Але порівнюючи значення Depth of Char для ОСБ і ДСП значення різняться лише на 0,5 мм. Отримані результати дослідження стануть підґрунтям для розробки сучасних засобів пожежогасіння [7, 8] в рамках даних досліджень та дозволять підвищити безпеку перебування людей в приміщеннях з наявністю конструкцій будівлі, меблів, тощо виготовлених з виробів з деревини.

ЛІТЕРАТУРА

1. D. Dubinin 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, 1066, (2022) 191–198. DOI: 10.4028/p-8258ob.
2. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 34. С. 110–121.
3. D. Dubinin et al., Research and justification of the time for conducting operational actions by fire and rescue units to rescue people in a fire | Istraživanje i opravdanje vremena izvođenja operativnih akcija vatrogasno-spasilačkih postrojbi za spašavanje ljudi u požaru, Sigurnost, 64 (1), (2022) 35– 46. DOI: 10.31306/s.64.1.5.
4. D. Dubinin et al., Investigation of the effect of carbon monoxide on people in case of fire in a building | Ispitivanje djelovanja ugljičnog monoksida na ljude u slučaju požara u zgradi, Sigurnost, 62 (4), (2020) 347– 357. DOI: 10.31306/s.62.4.2.
5. NFPA 921. Guide for Fire and Explosion Investigations. Massachusetts, 2017 [USA].
6. Dubinin, D. et al, Experimental Investigation of the Flammable Properties and Factors of Wooden Products Exposed to the Fire Impact. In Key Engineering Materials, Trans Tech Publications, Ltd, 952, (2023) 83–93. DOI: 10.4028/p-4f8ed8.
7. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження водяного аерозолу, що створюється установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії. Проблеми пожежної безпеки. 2020. № 47. С. 29–34.
8. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 47–53.

*Д. ДУБІНІН, кандидат технічних наук, доцент, Є. КРИВОРУЧКО,
Національний університет цивільного захисту України*

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОДРІБНЕННЯ ВОДИ У СТВОЛІ УСТАНОВКИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Розглянемо процеси, що відбуваються у задачі подрібнення води у стволі установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії [1-4]. Під час подавання води через отвір в ствол, що заповнений повітрям, вода перебуває у зрідженому стані. Під дією ударної хвилі, що розповсюджується по стволу, відбувається подрібнення води. Таким чином, маємо справу з нестационарними газодинамічними процесами в двофазному середовищі (рідина/газ). При цьому, газ є середовищем, що стискається, а вода відноситься до середовища, що не стискається. Під час подавання води у трубу поверхня рідини має чітку межу фазового розділу з повітрям, а під час дії ударної хвилі на струмінь води та воду, що розтікалась по поверхні ствола, виникають дискретні краплі води, що рухаються у потоці повітря. Звідси маємо режим течії потоку з вільною поверхнею та режим течії дискретних крапель води у потоці газу.

Програмне середовище ANSYS дозволяє провести розрахунок течії у двофазних середовищах за розглянутих умов. Ця модель базується на методі відстежування поверхні, що застосовується до фіксованої ейлерової сітки. Згідно [5], у VOF моделі єдиний набір рівнянь імпульсу використовується для рідин, а об'ємна частка кожної рідини в кожній обчислювальній комірці відстежується по всій області. Область застосування моделі VOF включає, в тому числі, заповнення рідиною газового середовища та прогнозування розпаду струменя рідини у газовому середовищі.

Рівняння нерозривності для об'ємної фракції кожної фази (газ/рідина) набуває вигляду [5]:

$$\frac{1}{\rho_q} \left[\frac{\partial}{\partial t} (\alpha_q \rho_q) + \nabla \cdot (\alpha_q \rho_q \vec{v}_q) = S_{\alpha_q} + \sum_{p=1}^n (\dot{m}_{pq} - \dot{m}_{qp}) \right] \quad (1)$$

де \dot{m}_{pq} – передача маси від фази q до фази p ; \dot{m}_{qp} – передача маси від фази p до фази q ; α_q – об'ємна фракція q -ї фази; ρ_q – густина q -ї фази; t – час; S_{α_q} – джерельний член маси; \vec{v}_q – швидкість q -ї фази.

Об'ємна частка первинної фази обчислювалась на основі наступного обмеження [5]:

$$\sum_{q=1}^n \alpha_q = 1 \quad (2)$$

Об'ємна частка фази визначалась за неявною схемою дискретизації часу за рівнянням [5]:

$$\frac{\alpha_q^{n+1} \rho_q^{n+1} - \alpha_q^n \rho_q^n}{\Delta t} V + \sum_f (\rho_q^{n+1} U_f^{n+1} \alpha_{q,f}^{n+1}) = \left[S_{\alpha_q} + \sum_{p=1}^n (\dot{m}_{pq} - \dot{m}_{qp}) \right] V \quad (3)$$

де n – індекс для попереднього кроку за часом; $n + 1$ – індекс для наступного кроку за часом; $\alpha_{q,f}$ – поверхнева величина об'ємної фракції q -ї фази; V – об'єм розрахункової комірки; U_f – об'ємний потік через поверхню за нормаллю швидкості.

Осереднена густина рідини визначалась за рівнянням [5]:

$$\rho = \sum \alpha_q \rho_q \quad (4)$$

Рівняння кількості руху має вигляд [5]:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho \vec{v}) + \nabla \cdot (\rho \vec{v} \vec{v}) = -\nabla p + \nabla \cdot \left[\mu (\nabla \vec{v} + \nabla \vec{v}^T) \right] + \rho \vec{g} + \vec{F} \quad (5)$$

де p – тиск; μ – молярна маса; g – прискорення вільного падіння; \vec{F} – джерельний член імпульсу;

Рівняння енергії має вигляд [5]

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho E) + \nabla \cdot (\vec{v} (\rho E + p)) = \nabla \cdot (k_{\text{eff}} \nabla T) + S_h \quad (6)$$

де E – осереднене значення енергії; T – осереднена температура; S_h – джерельний член енергії; k_{eff} – коефіцієнт ефективною теплопровідності.

ЛІТЕРАТУРА

9. Dubinin, D., Korytchenko, K., Lisnyak, A., Hrytsyna, I., & Trigub, V. (2018). Improving the installation for fire extinguishing with finely-dispersed water. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(10 (92)), 38–43.
10. Korytchenko, K.V. et al., (2023). Comparing of the characteristics of thermal spray coating technologies: air-fuel detonation aluminum spraying onto steel with other technologies. *Functional Materials*, 30(1), 65–73.
11. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження водяного аерозолю, що створюється установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії. *Проблеми пожежної безпеки*. 2020. № 47. С. 29–34.
12. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. *Проблеми пожежної безпеки*. 2019. № 46. С. 47–53.
13. *Ansys_Fluent_Theory_Guide*.

*Наталія ЗАЙКА, Петро ЗАЙКА, кандидат технічних наук, доцент,
Костянтин МИГАЛЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ОСНОВНІ ВІДМІННОСТІ ВИБУХОВИХ І УДАРНИХ ВПЛИВІВ ВІД ЗВИЧАЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ЯКІ ВРАХОВУЮТЬСЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БУДІВЕЛЬ

Вибухові навантаження і навантаження від ударної хвилі мають досить складний перехідний характер і враховуються, як правило, у динамічній постановці у вигляді короткочасного впливу повітряної хвилі, або у вигляді контактних впливів, а також вібрації при передачі енергії. Це перехідне навантаження додається виключно протягом конкретного і зазвичай дуже стислого періоду часу, як-от у разі навантаження від ударної хвилі час її дії не перевищує однієї десятої частки секунди. Останнє означає, що додатковий набір динамічних конструктивних властивостей, які зазвичай не беруться до уваги, таких, зокрема, як властивості матеріалу й інерційні ефекти, залежні від швидкості впливів, слід неодмінно враховувати.

Розрахунок на протидію вибуху, удару або інших особливих видів навантажень часто повинен проводитись у контексті безпеки експлуатації, а не у плані зручності експлуатації або життєвого циклу споруди. Критерії експлуатаційних якостей окремих особливо відповідальних об'єктів можуть відігравати важливу роль при визначенні зручності експлуатації і повторного використання, проте більшість громадських підприємств і інженерних споруд не потребують забезпечення такого рівня безпеки. Споруди, запроєктовані для протидії підривному і ударним впливам, допускають об'єднання всіх своїх можливостей опірності як за лінійними, так і за нелінійними параметрами (пружними і непружними) місцевому сприйняттю ушкоджень із таким розрахунком, щоб не порушувалась цілісність усїєї конструкції. Втім, руйнування місцевого характеру не тільки можуть, а й повинні враховуватися у проектуванні в зв'язку з істотною невизначеністю, властивою таким екстраординарним навантаженням.

Цілком зрозуміло, що вибухова хвиля значно відрізняється від усіх інших видів навантажень, спричинених надзвичайними природними явищами, такими як землетруси або ураганні вітри. Вказані види навантажень призводять до пошкодження, яке сприймається лише небагатьма конструктивними механізмами, тим не менш впливають вони «глобально», так що вся конструктивна система працює на протидію таким навантаженням. На відміну від зазначеного, вибухова хвиля запускає безліч конструктивних механізмів, що реагують на навантаження, з огляду на особливі просторові й часові зміни по силі й тривалості впливу. У цьому сенсі особливо важливим є те, що основною метою протидії вибуху є захист людей. І саме через це потрібно мати уявлення про звичайні механізми, які проявляються в умовах вибуху, задля підготовки такого проекту об'єкта, який зможе мінімізувати вплив згаданих механізмів. Також необхідно брати до уваги важливість виходу живих і евакуації поранених після вибуху.

Звичайно, неможливо повністю запобігти нещасним випадкам в умовах вибуху, проте можна багато чого зробити задля мінімізації пошкоджень і

руйнувань. Причому цю мінімізацію значно легше реалізувати, якщо мати на увазі, що нещасні випадки під час вибуху відбуваються, як правило, внаслідок:

- потрапляння в людей уламків, що розлітаються, зовнішніх і внутрішніх стін, віконного скла і т.ін.;

- безпосереднього впливу вибухової хвилі на людей, наслідком чого є падіння чи натикання людей з різною швидкістю на тверді поверхні, закріплені й незакріплені предмети або інших людей (для прикладу – удар людини головою об тверду поверхню зі швидкістю близько 7 м/с призводить до фатального результату);

- удару людини об поверхню землі, якщо вона викинута з нижніх і особливо з верхніх поверхів будівлі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Збірник наукових праць «Будівельні конструкції. Теорія і практика». Випуск 10. Головний редактор О.Д.Журавський. К.:КНУБА, 2022.

2. Обстеження, випробування та експлуатація будівель і споруд : навчальний посібник / М. М. Корзаченко, І. О. Прибитько, Т. Р. Ганєєв, М. Г. Болотов. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2021.

3. Будівництво.Будівельні конструкції: анотований рекомендаційний покажчик / уклад.: С. О. Виноградна, Т. А. Сіденко. – Чернігів : Наукова бібліотека ЧНТУ, 2016.

УДК 614.841.332

*Наталія ЗАЙКА, Олеся КОСТИРКА, кандидат технічних наук, доцент, А. КУЦЕЛАП,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ПОВЕДІНКА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ВИБУХАХ

Добре відомо, що традиційна система будівельного проектування за наявності змінних навантажень була розроблена на основі ретельного вивчення повторюваних явищ (приміром, навантажень, які виникають через регулярні проміжки часу, починаючи з помірною і закінчуючи сильним ступенем інтенсивності), які можна передбачити за допомогою статистичного підходу. На відміну від цього, випадки вибухів або нанесення навмисного удару надзвичайної сили при терористичних нападах характеризуються як навантаження з дуже низьким ступенем ймовірності, хоча саме вони призводять до найкатастрофічніших наслідків.

Вибух – це процес швидкого виділення великої кількості енергії, викликаного раптовим фізичним або хімічним перетворення речовини або суміші. Він може бути викликаний детонацією або фізичним розкладом речовин, а також під час хімічних перетворень, при швидкому згорянні газо-, паро- або пилоповітряних сумішей. Основною ознакою вибуху є миттєва зміна тиску, який залежить від температури та об'єму продуктів горіння.

В залежності від величини тиску розрізняють 4 ступеня руйнування будівель.

1. Слабка ступінь руйнування – руйнування скла, легких перегородок, відкриття легкоскридних конструкцій (ЛСК), дверей, воріт відбувається при

надмірному тиску ударної хвилі від 5 до 20 кПа. Основні будівельні конструкції не руйнуються. Ступінь пошкодження – 10...30 %. Усунення наслідків – за допомогою малого або середнього ремонту.

2. Середня ступінь руйнування – руйнування плит покриття, перекриття, стін із цегли завтовшки 51 см, бетонних стін завтовшки 26 см починається при надмірному тиску ударної хвилі від 20 до 30 кПа. Ступінь пошкодження – 30...60 %. Усунення наслідків – за допомогою капітального ремонту.

3. Сильна ступінь руйнування – руйнування будівель із сталевим каркасом, стін із цегли завтовшки 64 см, бетонних стін завтовшки 36 см починається при надмірному тиску ударної хвилі від 30 до 50 кПа. Ступінь пошкодження – 50...90 %. Доцільність капітального ремонту сумнівна.

4. Повне руйнування – Відбувається при надмірному тиску ударної хвилі більш 50 кПа. Ступінь пошкодження – 90...100 %. Доцільне розбирання завалів та очищення території.

Питанням запобігання вибухів приділяється багато уваги. Це регулювання параметрів технологічних процесів, влаштування автоматичних сигналізаторів довибухової концентрації речовин, застосування об'ємно-планувальних та конструктивних рішень.

Вибухобезпечність об'єктів в будівництві повинна забезпечуватися:

- системою інженерно-технічних заходів;
- системою запобігання вибуху (вибухопередження);
- системою противибухового захисту (вибухозахист) тощо;
- системою організаційних заходів.

Противибуховий захист – комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних факторів вибуху. Тобто, вибухозахист – це заходи, що забезпечують захист обслуговуючого персоналу, технологічного устаткування, а також будівель і споруд від небезпечних і шкідливих дій вибуху, основними з яких є:

- максимальний надмірний тиск ΔP_{ϕ} ;
- зруйновані конструкції будівель, устаткування, комунікацій і їх частини, що розлітаються;
- небезпечні чинники пожежі (відкритий вогонь і іскри, токсичні продукти горіння, дим і т.д.).

До будівельних заходів щодо вибухопередження і вибухозахисту відносяться:

- раціональне планування території підприємства;
- розташування на ній технологічних установок, будівель і споруд, що забезпечує ефективне провітрювання і виключає утворення зон можливого скупчення вибухонебезпечних парів і газів;
- розміщення будівель адміністративного, господарчо-побутового призначення поза зоною небезпечної інтенсивності дії вибухової хвилі;
- раціональне взаємне розміщення технологічних установок і виробничих будівель з урахуванням дії на них вибухової хвилі, що виключає можливість послідовного розвитку аварії;
- влаштування захищених пунктів управління технологічними процесами у вибухонебезпечних будівлях (операторні);
- використання запобіжних (легкоскидних) конструкцій (стекло глухого скління, стулок віконних палітурок, дверей, воріт, легкоскидних стінних панелей і покриттів, що відкриваються назовні);

- обмеження розливу рідини при можливих аваріях (пристрій обвалування, піддонів і т.д.);
- обґрунтований вибір матеріалів і влаштування поверхонь (твердих покриттів), що знижують швидкість тепловіддачі, кількість рідини, що випарувалася і т.д.;
- розміщення технологічного устаткування на відкритих етажерках і майданчиках і т.д.

ЛІТЕРАТУРА

1. Основи теорії надійності будівель і споруд. Навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання / В.А Пашинський: – Кіровоград: КНТУ, 2016.

2. Будівельні конструкції та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій: Навчальний посібник / О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський, О.В. Миргород, О.А. Стельмах. – Харків: ХНАДУ, 2015.

УДК 614.84; 355.58.001

*Л. ЗАПОЛЬСЬКИЙ, доктор технічних наук, старший науковий співробітник,
О. БЕДРАТЮК, Д. БАБЕНКО, Н. ІЛЬІНА,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

АКТУАЛЬНІ НАУКОВІ ПРОБЛЕМИ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В УКРАЇНІ

Безпека людини, її життя і здоров'я Конституцією України [1] визнано найвищою соціальною цінністю. Кожний громадянин України має конституційне право на безпечне для життя і здоров'я довкілля. Ці невід'ємні конституційні права і свободи людини та суспільства загалом є об'єктами національної безпеки України.

Глобальний розвиток людської цивілізації, крім позитивних надбань, зумовив численні загрози життєво важливим інтересам людини і громадянина, суспільства та держави. Значне місце серед цих загроз займають небезпеки від пожеж та надзвичайних ситуацій. Багато з них тією чи іншою мірою притаманні й Україні [2].

Відповідно до характеру і масштабу природно-техногенних загроз рівень національної безпеки України може бути достатнім, якщо на державному рівні буде вирішено завдання захисту населення, об'єктів економіки, національного надбання від надзвичайних ситуацій техногенного, природного або іншого характеру [2]. Розуміння цього факту зумовлює вжиття з боку держави адекватних заходів, суть яких полягає у створенні цілісної системи захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та проведення виваженої державної політики з цих питань, в тому числі й на міжнародному рівні.

З урахуванням введення в державі воєнного стану актуальними є питання щодо пошуку нових підходів для підвищення ефективності функціонування та взаємодії всіх ланок системи забезпечення цивільного захисту в Україні, невід'ємними складовими якої є пожежна безпека та пожежно-рятувальна справа.

Аналіз статистичних даних дозволяє зробити висновок про те, що пожежі та надзвичайні ситуації є однією з найбільш розповсюджених небезпек для людини. Зокрема, упродовж останніх десяти років спостерігається стала тенденція щодо збільшення кількості пожеж. Разом з тим попри постійне скорочення населення України, відносні показники кількості загиблих людей на 100 тис. населення залишаються високими і перевищують такий же показник у провідних країнах світу в 2–10 разів. Вирішити цю проблему та покращити цю ситуацію можливо лише за умови поєднання комплексу профілактичних заходів (на стадії запобігання виникненню пожеж) з високоефективним функціонуванням практичних пожежно-рятувальних підрозділів (на стадії ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій).

Важливе місце у вирішенні зазначених питань займає комплекс заходів з провадження наукової і науково-технічної діяльності у ДСНС.

У 2022 році оновлено підходи до провадження наукової і науково-технічної діяльності, що визначено, зокрема, у наказі МВС України від 30.08.2022 № 536 «Про внесення змін до Положення про організацію наукової і науково-технічної діяльності в Державні службі України з надзвичайних ситуацій» [3]. У зазначеному документі чітко окреслено питання щодо впровадження результатів наукових досліджень у практику та навчальний процес. Впровадження результатів наукових робіт передбачено здійснювати шляхом: затвердження стандартів та інших нормативних актів; видання технічної, навчально-методичної, аналітичної, інформаційної та іншої літератури; створення електронних (програмних) ресурсів; розроблення наукової (науково-технічної) продукції для її застосування і поставлення на виробництво, використання результатів досліджень для вдосконалення або модернізації продукції, що існує; видання техніко-економічного обґрунтування на створення нової наукової (науково-технічної) продукції, розроблення технічного завдання на дослідно-конструкторську роботу; продовження досліджень шляхом виконання нових наукових робіт, якщо під час виконання наукових досліджень визначилися нові наукові проблеми, які потребують окремого вирішення з огляду на поставлені завдання; затвердження розроблених програм і методик випробувань нових (модернізованих) зразків продукції; прийняття рішень щодо докорінної зміни напрямів окремих наукових робіт.

На теперішній час Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (далі – Інститут) щорічно проводить понад 92% науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (далі - НДР (ДКР) у сфері цивільного захисту. В Інституті процес виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт умовно розподілено на три етапи:

1 етап – постановка НДР (ДКР). На цьому етапі визначається - актуальності роботи; об'єкт досліджень, предмет досліджень, терміни виконання та очікуваний результат. Потрібно зазначити, що у європейських країнах на оцінювання актуальності досліджень витрачається приблизно 10 % відсотків вартості роботи;

2 етап стосується безпосереднього виконання етапів НДР (НДР). Оцінювання отриманих результатів здійснюється на засіданнях дорадчих органів;

3 етап – впровадження результатів НДР (ДКР) у практику та навчальний процес.

Нині в Інституті визначено перелік перспективних напрямів наукових досліджень у сфері цивільного захисту, а саме:

- проведення моніторингу чинного законодавства з метою оперативного прийняття відповідних управлінських рішень та розробки заходів по їх реалізації;
- удосконалення національної законодавчої та нормативно-правової бази діяльності ДСНС, вдосконалення системи національних стандартів у сфері

цивільного захисту, їх гармонізація з відповідними міжнародними правовими актами;

- удосконалення нормативної бази у сфері будівництва з урахуванням введення в державі воєнного стану;

- проведення робіт за напрямком вдосконалення системи управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій та безпекою об'єктів підвищеної небезпеки;

- моделювання процесів можливого розвитку надзвичайних ситуацій (пожеж, аварій, катастроф);

- розробка і впровадження у виробництво та практичну діяльність пожежно-рятувальних підрозділів нових ефективних екологічно безпечних засобів для пожежогасіння, аварійно-рятувальних робіт і ліквідації надзвичайних ситуацій, а також засобів рятування людей та індивідуального захисту;

- подальший розвиток технічної та методичної (лабораторної та полігонної) бази, модернізація існуючого та створення нового експериментального обладнання для проведення всебічних досліджень та випробувань;

- створення відповідної навчально-методичної бази з метою підвищення професійного рівня практичних працівників, а також для вдосконалення системи навчання населення правилам поведінки і діям при виникненні пожеж та надзвичайних ситуацій;

- зміцнення наукового кадрового потенціалу, орієнтація тематики наукових досліджень і дисертаційних робіт на рішення найбільш актуальних проблем у сфері попередження, ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій, а також на практичні потреби пожежно-рятувальних підрозділів тощо.



Рисунок 1 – Схема процесу виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт

ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України : офіц. текст. Київ : КМ, 2013. 96 с.
2. Про Концепцію захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій : Указ Президента України від 26.03.1999 р. № 284/99. Офіційний вісник України. 1999. 16 квіт. (13). С. 10.
3. Про внесення змін до Положення про організацію наукової і науково-

технічної діяльності в Державній службі України з надзвичайних ситуацій : наказ МВС України від 30.08.2022 р. № 536. Офіційний вісник України, № 84 від 01.11.2022.

УДК 8.14

*Микола ЗМАГА, доктор філософії,
Яна ЗМАГА, кандидат технічних наук, доцент, К. БУТЕНКО,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ ЩОДО ДІЙ ПРИ НС

Всі існуючі види надзвичайних ситуацій відбуваються та поширюються через дії людей або їх бездіяльності, тому вирішення проблеми компетентності з питань пожежної безпеки та цивільного захисту станом на сьогодні закріплено як у Кодексі цивільного захисту України та інших законодавчих актах. Тому одним з важливих способів попередження тяжких наслідків надзвичайних ситуацій є навчання та тренування громадян способів захисту та алгоритмів дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Одним з векторів роботи державної служби з надзвичайних ситуацій є створення умов для реалізації в інтересах громадян України правової норми в якому встановлений механізм навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях.

Згідно з ДСТД 5058:2008 «Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях» встановлено основні положення щодо організації та проведення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, порядок розподілення населення на групи навчання для подальшої системи цивільного захисту населення та територій. Дане положення регламентує проведення навчання для органів виконавчої влади та місцевого самоврядування, підприємствах, установах, організаціях, навчальних закладів незалежно від форми власності, які навчаються населення діям у НС за місцем роботи та проживанням [1, 2].

Залежно від участі населення у виконанні завдань цивільного захисту населення для навчання діям у НС має бути розподілено по групам:

- Група А – особи керівного складу цивільного захисту та інші управлінські кадри і фахівці, на яких поширюється дія законів України у сфері цивільного захисту;

- Група Б – працівники підприємств, установ і організацій;

- Група В – студенти, учні та вихованці дошкільних навчальних закладів;

- Група Г – особи, не зайняті у сфері виробництва й обслуговування.

До групи В належать:

- студенти вищих навчальних закладів I-IV рівнів акредитації;

- учні, що навчаються у професійно-технічних навчальних закладах;

- учні загальноосвітніх навчальних закладів;

- вихованці старших груп дошкільних навчальних закладів.

До групи Г належать:

- особи працездатного віку, не зайняті у сфері виробництва та обслуговування або зайняті індивідуальною трудовою діяльністю;

- пенсіонери, які не працюють та безробітні.

Метою навчання населення діям у НС групи А є: - набуття навичок створювати, приймати і реалізовувати управлінські рішення в межах посадових обов'язків щодо запобігання виникненню, локалізації та ліквідації НС та управління силами і засобами цивільного захисту.

Метою навчання населення діям у НС групи Б є: - практичне відпрацювання способів захисту і дій у НС відповідно до спланованих режимів функціонування єдиної державної системи цивільного захисту; - підготування особового складу позаштатних служб та невоєнізованих формувань практичним діям під час виконання рятувальних та інших невідкладних робіт у зоні НС або осередку ураження.

Метою та основними завданнями навчання населення діям у НС груп В і Г є: - вивчення правил поведінки й основних способів захисту в умовах НС; - формування практичних навичок щодо індивідуальних і колективних дій в умовах НС; - засвоєння правил користування колективними та індивідуальними засобами захисту і їх практичне використання; - набуття практичних навичок надання першої медичної допомоги постраждалим.

Навчання населення діям у НС групи В Навчання студентів, учнів та вихованців дошкільних закладів здійснюють відповідно до вимог функціональної освітньої підсистеми "Навчання з питань безпеки життєдіяльності" єдиної державної системи цивільного захисту. Під час розроблення програм навчання населення діям у НС для кожного освітнього та освітньо-кваліфікаційного рівня органами освіти обов'язково має передбачено необхідний мінімум: - для студентів - щодо управління цивільним захистом на основі професійних задач, що вирішуються керівниками та фахівцями підприємств, установ, організацій відповідно до галузевого напрямку; - для учнів і вихованців дошкільних закладів - щодо правил користування засобами захисту, безпечного перебування в навколишньому середовищі та засвоєння ними елементарних, доступних віку норм поведінки у НС.

Навчання населення діям у НС групи Г Просвітницьку роботу з населенням за місцем проживання мають організовувати житлово-експлуатаційні органи, селищні та сільські ради, адміністрації об'єктів підвищеної небезпеки за сприяння органів виконавчої влади, до компетенції яких віднесено питання цивільного захисту. Консультаційні пункти мають бути створені при житлово-експлуатаційних органах, селищних і сільських радах для отримання населенням інформації про стан безпеки з урахуванням ризику виникнення НС, а також про проведення заходів щодо захисту населення у НС: - способів інформування і оповіщення населення щодо НС; - сигналів оповіщення населення щодо НС; - порядку укриття його в захисних спорудах; - забезпечення населення засобами індивідуального захисту; - діям під час проведення евакуації населення. Населення, яке проживає в зонах впливу об'єктів підвищеної небезпеки має отримувати інформацію про заходи захисту та правила поведінки у разі аварій через: - локальні системи оповіщення об'єктів підвищеної небезпеки; - пам'ятки; - участь у відпрацюванні практичних навичок під час проведення на об'єктах підвищеної небезпеки навчально-тренувальних занять. Для задоволення потреб самостійного вивчення змісту загальної програми навчання діям у НС групам осіб, які не зайняті у сфері виробництва та обслуговування і пенсіонерам, видають посібники, з якими розповсюджують пам'ятки та інший друкований навчально-інформаційний матеріал, а також створюють відео- та електронну програмну продукцію.

До початку повномасштабного вторгнення в різних групах проводилися відповідні заходи, але сьогодні диктує нові вимоги, перш за все підвищився рівень мінної небезпеки, радіаційної та хімічної небезпеки. Тому необхідність пропрацювати всі можливі алгоритми дій враховуючи і вікову категорію, соціальну сферу та в швидких часових інтервалах навчити як найбільшу кількість людей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МОН № 974 від 15.08.2016 р. Про затвердження Правил пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України.

2. Репозиторій циркулярів генерального директора департаменту держави Ізраїлю. Надзвичайні процедури в системі освіти. 3.01.2019 року № 0155 https://apps.education.gov.il/Mankal/horaa.aspx?siduri=218#_Toc256000243

УДК 004.312.2:004.94

*Олександр ЗОБЕНКО, Віктор ГВОЗДЬ, кандидат технічних наук, професор,
Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, доктор технічних наук, доцент,
Д. РАДУЦЬКА,*

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В МІСЦЯХ ПІДВИЩЕНИХ ПЕРЕХІДНИХ ОПОРІВ

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів [1]. До таких факторів належать: полум'я та іскри; підвищена температура навколишнього середовища; токсичні продукти горіння й термічного розкладу матеріалів, речовин; дим; знижена концентрація кисню. Вторинними проявами небезпечних факторів пожежі вважаються: уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, викинуті із зруйнованих апаратів та установок; електричний струм, пов'язаний з переходом напруги на струмопровідні елементи будівельних конструкцій, апаратів, внаслідок пошкодження ізоляції під дією високих температур; небезпечні фактори вибухів, пов'язаних з пожежами; вогнегасні речовини [2]. Відповідно до чинних норм пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно-технічних заходів.

Серед причин виникнення пожеж основними є:

- порушення техніки безпеки (пристрій і обслуговування систем опалення, вентиляції; правила збереження і використання пожежонебезпечних речовин і матеріалів;
- невиконання протипожежних норм і заходів; паління);
- неправильне поводження з вогнем (смолоскипи, паяльні лампи, свічки, паління).

На сьогодні виникнення аварійних ситуацій через великі значення перехідного опору є одним із найскладніших питань. Оскільки наявність великого

перехідного опору в місці комутації призводить до надмірного локального нагрівання, крім цього не відбувається значних змін контрольованих характеристик електричного струму в колі, через які б спрацьовували апарати захисту.

Одним із місць де через наявність великих значень перехідного опору можуть виникати загорання є електричні розетки. Виникнення пожеж може відбуватися через ослаблення контакту між розеткою та штепселем, внаслідок чого починає горіти ізоляція електричного проводу, горючі деталі штепселя та розетки, а далі шпалери та інші горючі матеріали будівельних конструкцій та оздоблення.

Попередження пожеж від електричних розеток можна досягти за рахунок розмикання електричного кола при нагріванні контактної з'єднання вище певного граничного значення. Поставлену задачу пропонується вирішити шляхом використання теплових запобіжників або реле, які необхідно розмістити в корпусі розетки таким чином, щоб вони дотикалися до струмопровідних пластин розетки безпосередньо або через теплопровідні матеріали. При цьому тепловий запобіжник або реле необхідно приєднати в електричне коло послідовно між проводом електричної мережі та контактними пластинами розетки.

Основні параметри, які у повній мірі дозволяють визначити майбутні характеристики елемента системи протипожежного захисту електричних мереж в місцях комутації надмірних споживчих потужностей можливо поділити на змінні, до яких слід віднести силу струму (I) та значення перехідного опору (R) електричного з'єднання; та не змінні, а саме температуру нагрівання місця комутації надмірних споживчих потужностей (T_k) та найменше стійкого, з огляду пожежної безпеки, матеріалу елемента системи протипожежного захисту (T_F) та доповнити останні показником часу спрацювання елемента протипожежного захисту (t_E).

$$\Psi_{nz}(T_k, T_F, t_E) = f_n(I, R, t); \quad (1)$$

З метою визначення оптимальних характеристик елемента системи протипожежного захисту необхідно визначити допустимі температури для самого елемента та матеріалів з яких виготовлені його елементи корпусу та оздоблення.

Максимально допустима температура нагрівання $T_{ш \max}$ з'єднувальних штирів визначена в діючих нормативних документах повинна бути не вище 70 °C для звичайних умов.

Найбільш близьким фізичним аналогом є електрична розетка з тепловим захистом. Електрична розетка з тепловим захистом складається зі супорту кріплення до монтажної коробки, теплового запобіжника, який розміщено на основі розетки, гвинтових затискачів для дротів, розпірного механізму, гніздового контакту, теплопровідного наповнювача та струмопровідних дротів. Спрацювання теплового запобіжника відбуватиметься за умови нагрівання до певної граничної температури за рахунок тепла, що виділятиметься від гніздового контакту, внаслідок чого електричне коло розмикається та припиняється проходження електричного струму.

Таким чином, запропонований підхід формування фізичної моделі елемента протипожежного захисту електричних мереж в місцях надмірних споживчих потужностей дозволяє врахувати та згодом попередити аварійну ситуацію внаслідок перегрівання електричних мереж в місцях надмірних споживчих потужностей. Також з метою однозначного спрацювання елемента

протипожежного захисту пропонується перевірка працездатності пристрою, що приєднують до електричної мережі та самої мережі.

Найбільш ефективним впровадженням розроблених моделей протипожежного захисту електричних мереж в місцях комутації надмірних споживчих потужностей є сучасна електрична розетка з температурними запобіжниками, які спрацьовуватимуть при перевищенні допустимої температури з'єднання і припинять подальше нагрівання шляхом розмикання електричного кола.

ЛІТЕРАТУРА

1. Khan Muhammad, J Ahmad, Mehmood, Seungmin, Sung Wook Baik, "Convolutional neural networks based fire detection in surveillance videos," IEEE Access, vol.6, no., pp. 18174 – 18183, 2018.

2. Khan Muhammad, J Ahmad, and S.W. Baik, "Early Fire Detection using Convolutional Neural Networks during Surveillance for Effective Disaster Management," Neurocomputing, 2017/12/29/ 2017.

УДК 614.841.45

*Павло ІЛЛЮЧЕНКО, Микола ГОРДЕЄВ, Олександр ЗАЗИМКО, Юлія КРАВЧЕНКО,
Світлана МАСАН, Марина ВОЛОДЧЕНКО,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

ПРО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИПРОБУВАНЬ КАБЕЛІВ НА ДИМОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ

Димоутворювальна здатність ізольованих проводів та кабелів (далі – кабелів) при полуменовому горінні – один з показників пожежної небезпеки, визначення якого може бути затребуване при оцінюванні пожежонебезпечних властивостей кабельної продукції, адже дим відноситься до основних небезпечних факторів пожежі, який може спричинити втрату видимості та/або дезорієнтацію, що уповільнюватиме евакуацію з будівлі або гасіння пожежі [1].

Вимоги до димоутворювальної здатності кабелів при полуменовому горінні висунуті в низці нормативних документів, застосованих для різних галузей господарювання [2-5]. Вітчизняна класифікація кабелів за цим показником наведена в ДСТУ 4809 [6], а європейська класифікація, що застосовна до галузі будівництва, визначена стандартами ДСТУ EN 13501-6 [7] та ДСТУ EN 50575 [8], призначених для реалізації Закону України [9].

Для визначення показника димоутворювальної здатності кабелів під час полуменового горіння застосовують метод випробувань, що розроблений Міжнародною електротехнічною комісією (IEC), прийнятий в Європейському Союзі та реалізований в Україні в серії стандартів ДСТУ EN 61034 [10, 11], розробником якого був Технічний комітет стандартизації «Пожежна безпека та протипожежна техніка» (ТК 25), секретаріат якого знаходиться в ІДУ НД ЦЗ.

Сутність цього методу полягає в вимірюванні густини диму, який виділяється від зразка кабелю (пучка кабелів) довжиною 1 м під впливом стандартного джерела полум'я (1 дм³ суміші етилового спирту 90%, метилового спирту 4%, води 6%) в закритій випробувальній металевій камері об'ємом 27 м³

(3 м × 3 м × 3 м). Густина диму визначають за допомогою фотометричної системи, що забезпечує подавання білого світла (джерелом якого є 12-вольтова галогенна лампа потужністю 100 Вт зі стандартизованими параметрами щодо колірної температури та сили світла), яке проходить крізь камеру в горизонтальному напрямку на висоті 2,15 м. З протилежної сторони камери приймальний фотодетектор (фотоелемент селенового чи кремнієвого типу) безперервно подає сигнал зниження інтенсивності світла (за рахунок накопичення диму в камері) на реєструючий пристрій. Випробування вважають закінченим, якщо не спостерігається зменшення світлового потоку протягом 5 хв. після того, як згасло джерело полум'я, або через 40 хв. після початку випробування.

Результатом випробувань є отримання мінімального значення коефіцієнту світлопропускання I_t (%), що розраховується за формулою (1):

$$I_t = I_t / I_0 \quad (1)$$

де I_t – інтенсивність переданого світла;

I_0 – інтенсивність падаючого світла;

I_t – відношення, що виражається в відсотках.

У випадку відсутності нормованих вимог для випробуваного кабелю, за критерієм відповідності є мінімальне значення коефіцієнта світлопропускання - 60 %.

Наприкінці 2022 року Наказом ДП «УкрНДНЦ» № 285 від 28 грудня 2022 р. для стандартів [10, 11] прийняті зміни [12, 13], в яких:

- у розділі 2 «Нормативні посилання» Змін [12, 13] вилучений рік набуття чинності стандарту IEC Guide 104 [14]. Це дозволить використання останнього видання цього нормативного документу;

- у п. 5.1 Зміни [12] дано уточнення розміщення елементів фотометричної системи стосовно випробувальної камери з посиланням на рисунки 1 та 2;

- у примітці 1 п. 5.4 Зміни [12] замість позначення параметру «А», розрахунок якого вимагається під час атестаційного випробування, для уникнення невірної трактування інших положень стандарту [10] указане позначення « A_m ». Також уточнено підрозділ стандарту [10], де указані правила визначення цього розрахункового параметру (п. 10.5);

- у р. 6 Зміни [12] уточнені назви сторін піддона для спалювання рідинного джерела запалювання;

- у п. 10.2 Зміни [12] встановлено посилання на відповідний розділ стандарту [10], за з яким здійснюють процедуру доведення температури випробувальної камери до встановленого значення;

- у п. 10.3 Зміни [12] додано примітку, де пояснено різницю в результатах визначення стандартного параметру A_c в залежності від матеріалу піддону (оцинкована чи нержавіюча сталь) для спалювання рідинного джерела запалювання;

- у п. 5.2.2 Зміни [13] замість рекомендації, що була наведена в [11], указана необхідність застосування способу стягування дротом відрізків зразка пучка кабелів для уникнення явища руйнації випробного зразка в ході випробування;

- розділ 7 Зміни [13] викладено в новій редакції, де визначено, що для кабелів зовнішнім діаметром до 20 мм включно отримане мінімальне значення коефіцієнту світлопропускання приймають за оціночне для даного кабелю (до прийняття Зміни [13] такі правила оцінювання за [11] стосувалися кабелів діаметром до 80 мм включно. Окрім цього, Зміною [13] встановлено, що отримане значення мінімального коефіцієнту світлопропускання I_t/I_0 для кабелів

діаметром більше ніж 20 мм має бути «нормалізоване» за формулою 2:

$$(I_t/I_0)_{norm} = [I_t/I_0]^{40 mm/ND} \quad (2)$$

де

I_0 – сила світла, що падає;

I_t – сила пропущеного світла;

I_t/I_0 – коефіцієнт пропускання;

$(I_t/I_0)_{norm}$ – нормалізований коефіцієнт пропускання

N – кількість зразків для випробування згідно з таблицею 1;

D – зовнішній діаметр кабелю в мм.

Отримане «нормалізоване» значення приймають за оціночне для даного кабелю. Також, в розділі 7 Зміни [13] наведено приклад такого розрахунку.

Відповідно до вищенаведеного наказу ДП УкрНДНЦ Зміни [12, 13] набудуть чинності 31 грудня 2023 року, а випробувальні лабораторії за потреби мають час до адаптації удосконаленого методу випробувань.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДСТУ EN 60695-6-1:2022 (EN 60695-6-1:2005, IDT; IEC 60695-6-1:2005, IDT) Випробування на небезпеку пожежі. Частина 6-1. Покриття димом. Загальні настанови зі Зміною № 1:2022
2. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення
3. ДСТУ HD 604 S1:2018 Кабелі силові на напругу 0,6/1,0 кВ та 1,9/3,3 кВ зі спеціальними показниками пожежної небезпеки для використання на електричних станціях (HD 604 S1:1994; A1:1997; A2:2002; A3:2005, IDT)
4. ДСТУ EN 45545-2:2017 Залізничний транспорт. Протипожежний захист рухомого складу. Частина 2. Вимоги щодо вогневої поведінки матеріалів та компонентів (EN 45545-2:2013 + A1:2015, IDT)
5. IEC 60092-376:2017 Electrical installations in ships - Part 376: Cables for control and instrumentation circuits 150/250 V (300 V)
6. ДСТУ 4809:2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування
7. ДСТУ EN 13501-6:2023 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 6. Класифікація за результатами випробувань силових кабелів, кабелів керування і кабелів зв'язку щодо реакції на вогонь (EN 13501-6:2018, IDT)
8. ДСТУ EN 50575:2018 Кабелі силові, контрольні та зв'язку. Кабелі для загального використання в будівельних спорудах згідно з вимогами щодо реакції на вогонь (EN 50575:2014; A1:2016, IDT)
9. Закон України № 850-IX від 02 вересня 2020 року «Про надання будівельної продукції на ринку»
10. ДСТУ EN 61034-1:2015 Вимірювання густини диму, що утворюється під час згоряння кабелів у певних умовах. Частина 1. Випробувальне устаткування (EN 61034-1:2005, EN 61034-1:2005/A1:2014, IDT)
11. ДСТУ EN 61034-2:2015 Вимірювання густини диму, що утворюється під час згоряння кабелів у певних умовах. Частина 2. Метод випробування та вимоги (EN 61034-2:2005, EN 61034-2:2005/A1:2013, IDT)
12. ДСТУ EN 61034-1:2015 Вимірювання густини диму, що утворюється під час згоряння кабелів у певних умовах. Частина 1. Випробувальне устаткування (EN 61034-1:2005; EN 61034-1:2005/A1:2014, IDT)/Зміна № 2:2022 (EN 61034-1:2005/A2:2020, IDT; IEC 61034-1:2005/A2:2019, IDT)

13. ДСТУ EN 61034-2:2015 Вимірювання густини диму, що утворюється під час згоряння кабелів у певних умовах. Частина 2. Метод випробування та вимоги (EN 61034-2:2005; EN 61034-2:2005/A1:2013, IDT)/Зміна № 2:2022 (EN 61034-2:2005/A2:2020, IDT; IEC 61034-2:2005/A2:2019, IDT)

14. IEC Guide 104:1997 The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications

УДК 614.843

*Н. КАСЬОНКІНА, Н. РАШКЕВИЧ, PhD,
Національний університет цивільного захисту України*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТИ ЕНЕРГЕТИКИ

Лісові пожежі представляють собою унікальний комплекс проблем, що можуть перерости в надзвичайну ситуацію, яку важко спрогнозувати та попередити поширення. Наслідками пожежі може бути як руйнування життєво важливих для економіки об'єктів енергетики, так й порушення умов життя та діяльності людини. Дим від лісових пожеж може обмежити доступ суспільства до сонячної енергії, що впливає на рівень економіки та умови життєдіяльності [1]. Тверді частки та гази, що утворюються при горінні, викликають проблеми з диханням у груп високого ризику, таких як немовлята та люди похилого віку [2]. Однак потрібно враховувати, з одного боку, енергетичний сектор може бути сприятливим до впливу пожеж, а з іншого – викликати лісові пожежі [3].

Значна кількість науковців досліджують вплив високих температур на об'єкти енергетики. В якості високих температур розглядають кліматичні зміни, що негативно впливають на виробництво електроенергії [4].

Таким чином, основними наслідками впливу лісових пожеж є:

– пошкодження енергетичних ліній. Вогонь може пошкодити лінії передачі та розподілу електроенергії, що призведе до відключення електропостачання для населених пунктів та промислових підприємств.

– спалення трансформаторів та підстанцій. Вогонь може досягти електричних підстанцій та трансформаторів, спричиняючи їхнє знищення або пошкодження. Це вплине на постачання електроенергії в регіоні.

– забруднення повітря. Пожежі спричиняють викиди шкідливих газів та диму. Це призведе до забруднення повітря та вплинути на якість отриманої енергії, особливо у місцях, де розташовані електростанції.

– зниження виробництва електроенергії. Якщо електростанції, особливо ті, що працюють на вугіллі або газі, зазнають впливу великого обсягу диму, це може призвести до зниження їхньої продуктивності та зниження виробництва електроенергії.

– вплив на забезпечення паливом. Лісові пожежі можуть вплинути на забезпечення паливом для енергетичних станцій, зокрема, якщо пожежі перешкоджають виконанню лісгосподарських робіт або транспортуванню палива.

Існує значна кількість факторів, які визначають поведінки лісових пожеж – їх площу, характер запалювання, швидкість розповсюдження, інтенсивність горіння.

Одним із факторів є характеристики горючої речовини, такі як теплотворна здатність, вологість та хімічний склад. Різні види горючого матеріалу мають свою характерну теплотворну здатність, а на вологість їх впливають вологість повітря та погодні умови. Ще одним фактором, що впливає на пожежі, є погода. Тривала посуха викликає великі лісові пожежі. Топографія – полум'я наближається до горючої речовини на підйомі та швидко нагріває її, що призводить до швидшого займання.

В останні роки кількість лісових пожеж різко збільшилась [6]. Основними причинами є сільськогосподарські підпали в пожежонебезпечний сезон, посушлива спекотна погода, рекордне сонячне випромінювання. Таким чином, збільшується ризик небезпеки для поруч розташованих об'єктів енергетики.

Складність досліджень впливу високих температур при лісових пожеж на гідроелектростанції, теплоелектростанції, електростанції, лінії електропередач полягає у багатофакторності завдання, а також у невизначеності вихідних даних щодо теплофізичних та хімічних властивостей лісових горючих матеріалів – видів деревини, кущів, трави тощо.

Заходи з попередження небезпечного впливу лісових пожеж повинні базуватись на пірологічних та метеорологічних характеристиках.

Таким чином, актуальними є наукові задачі:

- проведення аналізу сучасного стану забезпечення пожежної безпеки об'єктів енергетики від впливу лісових пожеж;
- удосконалення математичної моделі розрахунку лісових пожеж;
- проведення експериментальних досліджень горіння деревини (сухої трави);
- розробка рекомендацій щодо забезпечення пожежної безпеки об'єктів енергетики від впливу чинників лісових пожеж.

ЛІТЕРАТУРА

1. California wildfire smoke dimmed solar energy in 2020. NCAR & UCAR News. <https://news.ucar.edu/132875/california-wildfire-smoke-dimmed-solar-energy-2020>
2. J. Smolka, K. Kempna. (2019). Impact of forest fires on human health. (Vliv lesních požárů na lidské zdraví). Conference: Global Problems of Public Health. At: Ostrava. 93 p.
3. PG&E failed to properly inspect tower that caused Camp Fire: CPUC safety investigators. Utility Dive <https://www.utilitydive.com/news/pge-failed-to-properly-inspect-tower-that-caused-camp-fire-cpuc-safety-in/568407/https://www.levinsimes.com/electrical-power-3rd-most-common-cause-of-wil...>
4. I. Tobin, W. Greuell, S. Jerez, F. Ludwig, R. Vautard, MTH van Vliet and F-M. Bréon. (2018). Vulnerabilities and resilience of European power generation to 1.5 °C, 2 °C and 3 °C warming. Environmental Research Letters. Vol. 13. № 4. 044024.
5. L. Goparaju, R.C.P. Prasad, K.V. Babu Suresh, H.B. Tecimen (2023). Editorial: Forest fire emissions and their impact on global climate change. Front. For. Glob. Change 6:1188632. doi: 10.3389/ffgc.2023.1188632
6. J. San-Miguel-Ayanz, T. Durrant, R. Boca, P. Maianti et al. (2022). Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2021, EUR 31269 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-58616-6, doi:10.2760/058256, JRC130846.

¹А. КАТУНІН, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

²О. КОЛОМІЙЦЕВ, доктор технічних наук, професор,

¹Національний університет цивільного захисту України,

²Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОГО СКЛАДУ ДЖЕРЕЛ ЗАГОРЯНЬ В ПРОЦЕСІ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ

На цей час відомо багато способів виявлення загорянь, які успішно реалізовано або знаходяться в процесі реалізації. Так відомий спосіб, в якому здійснюється виявлення димових часток в оптичній камері із встановленими оптично ізольованими джерелом і приймачем інфрачервоного випромінювання [1]. При потраплянні в контрольовану зону оптичної камери димових часток, що відбивають інфрачервоне випромінювання, утворюється зв'язок між джерелом і передавачем інфрачервоного випромінювання та формується сигнал про виявлення загорянь. Також реалізовано лінійний спосіб виявлення загорянь, в якому реєструється зниження інтенсивності інфрачервоного випромінювання на трасі при виникненні загорянь [1]. В ньому інфрачервоне випромінювання генерується лазерним випромінювачем та розповсюджується по лінійній трасі, наприкінці траси воно відбивається від світлоповертального покриття та спрямовується на фотоприймач, який суміщено із лазерним випромінювачем, для аналізу прийнятого сигналу.

При виникненні загорянь випромінювання ослаблюється внаслідок процесів поглинання та розсіювання, що призводить до зниження інтенсивності інфрачервоного випромінювання. При зниженні інтенсивності випромінювання до визначеного рівня видається сигнал про виявлення загорянь. Окрім перелічених способів використовуються і інші.

Загальним недоліком способів, що застосовуються, є неможливість визначення можливого складу джерел загорянь для формування переліку необхідних операцій та прогнозування необхідного часу ліквідації пожежі.

Визначення можливого складу джерел загорянь можливо здійснити шляхом введення в склад відповідного сповіщувача лазерного лідару диференціального поглинання і розсіяння. Наприклад, в лінійному лазерному сповіщувачі цей лазерний лідар доцільно використовувати замість лазера с однією довжиною хвилі.

При виявленні джерел загорянь лазерний лідар генерує два лазерних пучка на різних довжинах хвиль, які послідовно або одночасно надсилаються уздовж однієї і тієї ж траси [2]. Застосування лазерного лідару диференціального поглинання і розсіяння, який генерує два лазерних пучка на різних довжинах хвиль, дозволяє здійснювати виявлення наявності домішок і частинок в різних концентраціях на трасі розповсюдження лазерного випромінювання на основі явища резонансного поглинання лазерного випромінювання в межах контуру лінії поглинання речовини. Перша довжина хвилі $\lambda_{\text{оп}}$ розташована в центрі лінії поглинання речовини, а друга ($\lambda_{\text{оф}}$) – на її крилі.

Один лазерний пучок поглинається молекулами речовини сильніше іншого. Спектральна відстань між двома пучками лазерного випромінювання незначна, тому перетин аерозольного розсіювання вважається однаковим для обох випадків.

Відмінність в інтенсивності (або енергії, або потужності) зареєстрованих лідаром сигналів обумовлено різницею в поглинанні зазначених довжин хвиль лазерного випромінювання молекулами речовини:

$$\frac{P(\lambda_{on}, z)}{P(\lambda_{off}, z)} = \frac{P_{on} \cdot K_{1on} \cdot \rho_{on}}{P_{off} \cdot K_{1off} \cdot \rho_{off}} \cdot \exp\left\{-2 \int_0^z [k(\lambda_{on}, z) - k(\lambda_{off}, z)] dz\right\},$$

де $P(\lambda_{on}, z)$, $P(\lambda_{off}, z)$ – значення потужностей сигналу зворотного розсіювання на фотоприймачі, що приходить з відстані z на довжинах хвиль λ_{on} та λ_{off} ;

P_{on} , P_{off} – значення потужностей лазера на довжинах хвиль λ_{on} та λ_{off} ;

K_{1on} , K_{1off} – постійна лідара на довжинах хвиль λ_{on} та λ_{off} ;

ρ_{on} , ρ_{off} – коефіцієнти відбиття топографічної мішені або сумарний коефіцієнт пружного розсіювання Мі і молекулярного розсіювання Релея на довжинах хвиль λ_{on} та λ_{off} ;

$k(\lambda_{on}, z)$, $k(\lambda_{off}, z)$ – значення коефіцієнту ослаблення на довжинах хвиль λ_{on} та λ_{off} .

Для кожного роду домішок і частинок можливо задати відповідну пару хвиль лідару диференціального поглинання і розсіяння та отримати інформацію про їх наявність та концентрацію.

Таким чином, застосування лазерного лідару диференціального поглинання і розсіяння в складі сповіщувача дозволяє здійснювати виявлення наявності домішок і частинок в різних концентраціях на трасі розповсюдження лазерного випромінювання, а на підставі даної інформації визначати склад джерел загорянь.

На основі визначеного складу джерел загорянь можливо здійснити формування переліку необхідних операцій та прогнозування необхідного часу ліквідації пожежі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патент на корисну модель UA, №103075, МПК G01F 23/292 G01B 11/02 B65D 79/02. Спосіб виявлення та визначення напрямку загорянь / А.М. Катунін, О.В. Кулаков, А.С. Кирилук. – заяв. 04.05.2016; опубл. 12.12;2016; Бюл. №23 – 4 с.

2. Usage of Lidar Systems for Detection of Hazardous Substances in Various Weather Conditions / O. Kulakov, A. Katunin, Ya. Kozhushko, S. Herasymov, O. Roianov, T. Gorbach // IEEE 6th International Symposium on Microwaves, Radar and Remote Sensing (MRRS). – 2020. – PP. 360-363.

Р. КЛИМАСЬ, А. ОДИНЕЦЬ,

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

УДОСКОНАЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ В ЧАСТИНІ ВСТАНОВЛЕННЯ ЄДИНОЇ МЕТОДОЛОГІЇ ДО ЗБИРАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПРО ПОЖЕЖІ

Державна служба України з надзвичайних ситуацій відповідно до ст. 131 Кодексу цивільного захисту України [1], Порядку обліку пожеж та їх наслідків [2] і покладених на неї функцій з метою проведення аналізу причин та умов виникнення пожеж, оцінки стану пожежної безпеки населених пунктів та об'єктів, прогнозування ситуації та розроблення запобіжних заходів для забезпечення безпеки людей, збереження матеріальних цінностей і створення умов для гасіння пожеж, забезпечує ведення єдиного обліку пожеж.

Статистика пожеж певною мірою є відбитком стану економіки держави, соціальних і демографічних процесів, що постійно відбуваються в суспільстві.

В контексті управління соціальними процесами формування об'єктивної системи моніторингу, що дає змогу своєчасно та всебічно оцінювати стан із пожежами в Україні та приймати ефективні рішення щодо його покращення, – є необхідним компонентом управлінської діяльності [3].

Первинними джерелами інформації про пожежі є національні статистики пожеж країн світу, оглядово викладені в технічному звіті ISO/TR 17755 [4].

Проблематику наявного дисонансу статистичних даних, отриманих із різних країн і джерел всесвітньої статистики пожеж, було висвітлено фахівцями Центру пожежної статистики Міжнародної асоціації пожежно-рятувальних служб (СТІФ) ще 20 років тому, зокрема ними зазначалося, що показники, наведені у щорічному звіті однієї країни, можуть не визначатися в інших, що ускладнює проведення об'єктивного порівняльного аналізу. У підсумковому звіті [5] групи фахівців із 9 організацій, діяльність яких стосується сфери пожежної безпеки, виконаним на замовлення Європейської комісії, запропоновано загальну методологію збирання даних у кожній країні-члені ЄС з метою отримання змістовних наборів статистичних даних на основі єдиних стандартизованих термінів.

Одним із дієвих засобів щодо забезпечення сумісності, типізації, відповідності, уніфікації та досягнення оптимального ступеня впорядкованості в певній сфері діяльності – є стандартизація.

З метою вирішення проблеми приведення національної нормативної бази щодо збирання статистичних даних про пожежі в Україні до міжнародних вимог у 2021 році задля встановлення уніфікованого підходу до термінів і визначень понять щодо збирання статистичних даних про пожежі розроблено методом перекладу зі ступенем відповідності «ідентичний» національний стандарт ДСТУ ISO/TS 17755-2 [6], що набув чинності з 01 січня 2023 року.

У 2022 році задля встановлення уніфікованого підходу до збирання статистичних даних про пожежі на загальнодержавному рівні розроблено національний стандарт ДСТУ 9238 [7], що набуває чинності з 01 квітня 2024 року.

Дослідження, проведені в рамках виконання науково-дослідної роботи [8], виявили перспективи подальших розвідок, направлених на вирішення проблеми приведення національної нормативної бази щодо статистичних спостережень за станом із пожежами в Україні до міжнародних вимог, зокрема з обґрунтування

методології та способів організації практичної діяльності щодо збирання статистичних даних про пожежі в Україні шляхом розроблення відповідного проекту національного стандарту.

Метою даної роботи є висвітлення результатів досліджень, направлених на розроблення проекту національного стандарту, що визначатиме методологію збирання статистичних даних про пожежі в Україні,

За результатами проведених досліджень авторами цієї роботи розроблено проект національного стандарту *ДСТУ XXXX:202X Пожежна безпека. Збирання статистичних даних. Методологія*.

Цей стандарт установлює загальні вимоги до організації практичної діяльності щодо збирання статистичних даних про пожежі та їхні наслідки в Україні; він поширюється на державні органи, які проводять статистичні спостереження, та утворені ними територіальні органи. Його положення викладено у таких структурних елементах: сфера застосування; нормативні посилання; терміни та визначення понять; позначки та скорочення; загальна методологія збирання статистичних даних; правила та процедури збирання, опрацювання й аналізування даних про пожежі.

Прийняття національного стандарту, датою набуття чинності якого, передбачено 01 січня 2025 року, має створити передумови для належного провадження практичної діяльності щодо збирання статистичних даних про пожежі та їхні наслідки, що виникають у населених пунктах і на об'єктах в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02 жовтня 2012 р. № 5403-VI. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 2013, № 34-35, ст. 458.

2. Про затвердження Порядку обліку пожеж та їх наслідків: Постанова Кабінету Міністрів України від 26 грудня 2003 р. № 2030. *Офіційний вісник України*, 2003, № 52, ст. 2802.

3. Климась Р.В. Статистичні аспекти формування моніторингу стану з пожежами в контексті управління соціальними процесами. *Problems of Emergency Situations*: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2020. С. 217-219.

4. ISO/TR 17755:2014 Fire safety – Overview of national fire statistics practices. Document Published on 2014-04-15, Geneva: ISO, First edition, 2014. 148 p.

5. EU FireStat – Closing data gaps and paving the way for pan-European fire safety efforts. *European Commission. Directorate General For Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs*: Final report. Progress report 1. Date: 17 March 2021, 409 p.

6. Національний стандарт України ДСТУ ISO/TS 17755-2:2022 (ISO/TS 17755-2:2020, IDT) Пожежна безпека. Збирання статистичних даних. Частина 2. Словник термінів. Чинний від 2023-01-01. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2023. 18 с.

7. Національний стандарт України ДСТУ 9238:2023 Пожежна безпека. Збирання статистичних даних. Національна практика. Чинний від 2024-04-01. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2023.

8. Проведення досліджень із адаптації моніторингу стану з пожежами та їх наслідками в Україні до міжнародних вимог / ДСНС, ІДУ НД ЦЗ; керівник: Климась Руслан Володимирович; відповідальний виконавець: Одинець А.В.; виконавці: Середа Д.В., Савченко О.В., Несенюк Л.П. Олійник О.М. К., 2022. 627 с. ДР 0122U002234. Інв. № 0223U001274.

¹Андрій КОВАЛЬОВ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
²Р. ПУРДЕНКО, ³І. ТАРАНЕНКО,
¹Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,
²Приватне підприємство «ПроектБудСтар»,
³Національний університет цивільного захисту України

ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ БУДІВЛІ ІЗ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Метою роботи було розкриття особливостей впливу високих температур та механічного навантаження на стійкість будівлі паркінгу для автомобілів із незахищених і вогнезахисних залізобетонних конструкцій за допомогою розробленої комп'ютерної моделі в програмному комплексі ЛІРА-САПР (Україна).

Для досягнення поставленої мети потребували вирішення наступні завдання:

– побудувати скінчено-елементну модель напружено-деформованого стану будівлі паркінгу для автомобілів із залізобетонних конструкцій та скінчено-елементної моделі елемента конструкції (колони) для визначення теплового навантаження;

– оцінити вогнестійкість вогнезахисних будівельних конструкцій за допомогою розробленої моделі;

– запропонувати заходи з підвищення меж вогнестійкості конструкцій за допомогою вогнезахисних покриттів з науково обґрунтованими параметрами.

Результати розрахунків теплового та напружено-деформованого станів вогнезахисних залізобетонних (перекрыттів, колон) будівельних конструкцій [1-3] використано при оцінюванні вогнестійкості залізобетонних конструкцій на прикладі паркінгу із вогнезахисних конструкцій. Для цього було обрано 3-ох поверховий паркінг, що являє собою монолітно-каркасну будівлю, виконану із монолітного залізобетону (рис. 1).

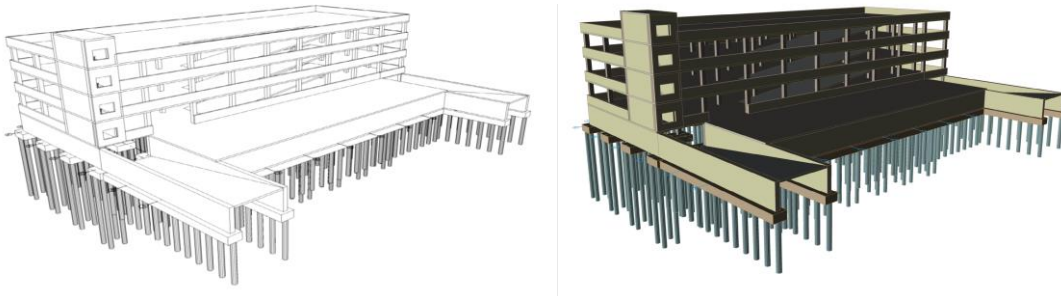


Рис. 1 Загальний вигляд трьохповерхового паркінгу, побудованого в програмному комплексі ЛІРА-САПР

Модель складається з 49105 елементів та 40070 вузлів. Навантаження на плиту прийняті: постійне – 0,55 т/м², тимчасове – 0,96т/м², із них довготривале – 0,6т/м², короткочасне 0,36т/м². Змодельованим елементам скінчено-елементної моделі було призначено типи жорсткості.

На рис. 2 показано створену в програмному комплексі ЛІРА-САПР скінчено-елементну модель трьохповерхового паркінгу, задані навантаження на конструкції паркінгу.

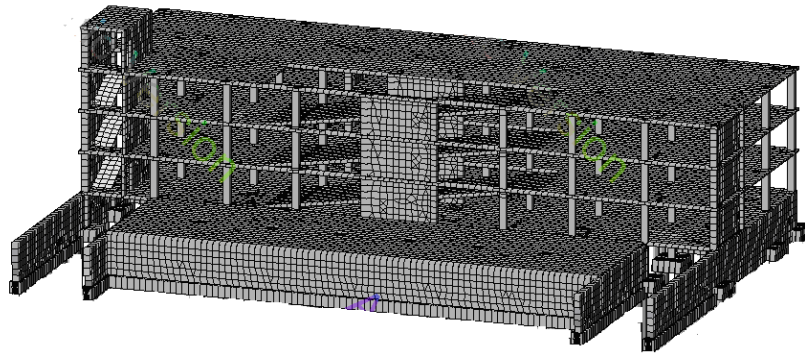


Рис. 2 Скінчено-елементна 3D модель трьохповерхового паркінгу

Було змодельовано варіанти пожеж для дослідження вогнестійкості (стійкості) будівлі в залежності від місця виникнення та пожежного навантаження на вогнезахиснені залізобетонні конструкції будівлі паркінгу.

В результаті чисельного моделювання було встановлено місце виникнення пожежі, наслідки від якої призведуть до найбільших значень зусиль та навантажень в конструкціях, що призведуть до втрати несучої здатності конструкцій, і, як наслідок, до втрати загальної стійкості будівлі паркінгу.

В програмі ЛІРА-САПР реалізовані підходи, засновані на тому, що якщо необхідно підвищити межу вогнестійкості залізобетонної колони до нормованих значень, то це досягається проектуванням додаткової арматури. У випадку якщо необхідно підвищити межу вогнестійкості колони з 150 до 180 хвилин площа армування збільшується в 10 разів. Так при забезпеченні межі вогнестійкості 150 хв. залізобетонної колони квадратного перерізу, розмірами $0,5 \times 0,5 \times 3$ м максимальна площа армування складає $5,55 \text{ см}^2$. При забезпеченні межі вогнестійкості 180 хв. така сама колона потребує збільшення максимальної площі армування до $58,7 \text{ см}^2$. Такі підходи мають місце при проектуванні будівель та споруд, проте взагалі не прийнятні при експлуатації вже побудованих будівель та при необхідності підвищення меж вогнестійкості залізобетонних конструкцій до нормованих значень. Цього можливо досягнути використанням вогнезахисних покриттів з науково обґрунтованими параметрами: товщиною, видом покриття (реактивне, пасивне), теплофізичними характеристиками (коефіцієнт теплопровідності, теплоємність).

ЛІТЕРАТУРА

1. Kovalov, A., Purdenko, R., Otrosh, Y., Tomenko, V., Rashkevich, N., Shcholokov, E., Pidhornyy, M., Zolotova, N., Suprun, O. (2022). Assessment of fire resistance of fireproof reinforced concrete structures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (119)), 53–61. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266219>.

2. Отрош Ю.А., Ковальов А.І., Пурденко Р.Р., Рашкевич Н.В., Майборода Р.І. Дослідження вогнестійкості вогнезахиснених залізобетонних конструкцій для підвищення рівня пожежної безпеки. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. Х.: НУЦЗУ. 2022. № 2(36). С.102-122.

3. Ковальов А.І., Пурденко Р.Р., Отрош Ю.А., Томенко В.І., Рашкевич Н.В., Юрченко С.П. Моделювання нестационарного прогріву вогнезахиснених залізобетонних колон. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. Київ: ІДУтаНДЦЗ. 2022. № 2(14). С.87-98.

*С. КОЖЕВНИКОВА, Лариса ХАТКОВА, кандидат педагогічних наук, доцент,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ОСНОВНІ ЧИННИКИ РИЗИКУ НА СТАДІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РЕЗЕРВУАРІВ ДЛЯ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ

Життєвий цикл резервуара для нафти нафтопродуктів починається з проектування, потім йдуть етапи виготовлення та монтажу. Із закінченням цих етапів вважається, що резервуар готовий і придатний до експлуатації. З початку введення в експлуатацію і до першого обстеження та діагностування рівень його надійності зазвичай не високий у силу накопичених при виготовленні та монтажі дефектів. За результатами діагностування робиться висновок щодо його потокового стану, зниження ефективності обладнання, приймається рішення про необхідні заходи для усунення недоліків. Такий цикл експлуатації повторюється кількість разів (тобто кількість циклів) доти, доки за результатами діагностики резервуар визнають таким, що виробив свій ресурс і, оцінивши період безпечної експлуатації, не буде визначено термін демонтажу та виведення його з експлуатації.

З теорії надійності відомо, що інтенсивність відмов практично будь-якого промислового устаткування та його елементів у різні періоди експлуатації підпорядковується різним закономірностям [108].

Період встановленої експлуатації є основним найбільш тривалим етапом. Тривалість цього періоду (10-15 років) можна порівняти з терміном служби основних елементів резервуара, тоді як період пуску та зупинки відносно невеликий (два-три роки, що становить не більше 10% від загального терміну служби).

У період посиленого зносу та старіння інтенсивність відмов зростає. У цей час необхідно особливо посилити контроль за станом устаткування.

Розглянемо основні чинники ризику на стадії експлуатації резервуарів для нафти та нафтопродуктів.

На стадії експлуатації найбільш небезпечними подіями є розгерметизація та пожежа на резервуарі. Розглянемо окремих випадок аварії – пожежа. У літературі описані такі основні сценарії пожеж резервуарів з плаваючою покрівлею на стадії експлуатації:

1. Пожежа в кільцевому зазорі - може виникнути внаслідок втрати цілісності герметизуючого затвора між стінкою резервуара і плаваючим дахом і подальшого займання парів нафтопродукту, що надходять в навколишній простір.

2. Пожежа проливу на поверхні плаваючої покрівлі може виникнути при наступних подіях:

- розгерметизація поверхні плаваючого даху, утворення та займання проливу на її поверхні;

- часткове затоплення поверхні даху з наступним займанням нафти над її поверхнею;

- запалення парів нафти, що надходять через арматуру плаваючого даху.

3. Пожежа на повній поверхні резервуара - може виникнути при повному або частковому затопленні даху, що плаває.

4. Пожежа в обвалуванні – під час розгерметизації трубопроводів подачі чи видачі нафти.

5. Вибух у понтоні або іншому замкнутому просторі – може статися при попаданні парів нафти у відсіки понтону та їх займанні, а також при переведенні плаваючого даху в нижнє положення (установці на опори) та проникненні повітря у паровий простір під дахом.

При зливно-наливних операціях найчастіше причиною виникнення пожеж у резервуарах є розряди статичної електрики у вигляді іскор, що є неприпустимим у вибухо- та пожежонебезпечних умовах.

При сороженні нафтопродуктів - несправність дихальної арматури резервуарів або перевищення швидкості зливу, що допускається, призводять до утворення вакууму. У таких умовах у верхніх поясах корпусу утворюються значні напруження і з'являються вм'ятини. Поява цих дефектів супроводжується зміною форми резервуарів. При багаторазовій деформації в місцях розташування вм'ятин погіршуються властивості міцності металу. При цьому можливий розрив корпусу резервуара з подальшим витіканням продукту, і як наслідок збільшується ризик вибуху та пожежі.

При експлуатації резервуарів, особливо при низьких температурах, можливе виникнення вертикальних крихких тріщин, їх нестабільне поширення. Тріщини виникають у стиках поясів і в стику стінки корпусу резервуара з днищем як результат неякісного зварювання та режиму експлуатації. Для наземних резервуарів у літній час характерне збільшення тиску, стріли опуклості корпусів витягуються і тонколистова оболонка набуває більшої форми.

До аварійних ситуацій при зберіганні нафтопродуктів нерідко призводить просідання фундаментів резервуарів. Просідання фундаменту в основному відбувається не рівномірно, найбільше біля стін резервуару і найменше - в центрі.

Як показує практика, руйнація резервуарів відбувається найчастіше не за першого гідравлічного випробування, а після кілька років експлуатації.

Характер руйнування залежить багатьох чинників: якості монтажу, умов, експлуатації резервуарів.

Основними джерелами запалювання на нормально працюючих резервуарах є: прояви атмосферної електрики, самозаймання пірофорних відкладень, розряди статичної електрики, механічні удари при відборі проб та вимірювання рівня, іскри електроустановок, технологічні вогневі пристрої.

Пожежі від самозаймання пірофорів, як правило, відбувалися на промислових та нафтозаводських резервуарах з високосірчистими нафтами та отриманими з них світлими нафтопродуктами.

Отже, наведемо основні чинники ризику на стадії експлуатації резервуарів для нафти та нафтопродуктів:

- конструкційного середовища - дефекти, що з'явилися в резервуарі в процесі експлуатації (експлуатаційні). До цієї категорії відноситься порушення геометричної форми конструктивних елементів резервуарів: місцева втрата стійкості, хлопуни стінки, днища і покрівлі, кутові переміщення або вигин країв, просідання резервуару, рівномірне осадження (за площею основи, по периметру основи), нерівномірне просідання (крен, по площі основи, по периметру основи); корозійні ушкодження: корозія зварних швів, корозія металоконструкцій, суцільна поверхнева корозія, наскрізна корозія.

- технологічного середовища – порушення операцій зливу/наливу внаслідок відмови окремих вузлів обладнання;

- антропогенного середовища – порушення правил експлуатації резервуара, зокрема. операторські помилки, порушення графіків огляду та технічного обслуговування, порушення термінів очищення від пірофорних відкладень;

- довкілля – вплив кліматичних умов, зокрема. критично низькі температури (тендітні тріщини), високі температури («роздуття» корпусу резервуара) тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила пожежної безпеки для об'єктів зберігання, транспортування та реалізації нафтопродуктів, які затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 24.12.2008 р. № 658.
2. Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 р. №
3. ВБН В.2.2-58.1-94 «Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа».
4. Пожежна безпека об'єктів підвищеної небезпеки : Навч. посібник / О.П. Михайлюк, В.В. Олійник, І.Я. Кріса та ін. – Х. : НУЦЗУ, 2010 . – 249 с.

УДК 629.7.02

*Ігор МАЛАДИКА, кандидат технічних наук, доцент,
Артем БИЧЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,
Михайло ПУСТОВІТ, Катерина ПАВЛЕНКО*

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА РІЗНИХ ТИПІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ У СФЕРІ КОМПЕТЕНЦІЇ ДСНС УКРАЇНИ

Протягом останніх десятиліть безпілотні літальні апарати (БПЛА) широко використовуються як у військових, так і в побутових цілях, таких як спостереження, розвідка, моніторинг і аерофотозйомка. Ці БПЛА в основному поділяються на два типи: БПЛА з фіксованим крилом і БПЛА роторного типу, і кожен тип має свої переваги і недоліки. Що стосується БПЛА з фіксованим крилом, то вони мають кілька переваг, таких як висока крейсерська швидкість і висота, висока ефективність польоту, що означає, що вони можуть виконувати багато завдань, які вимагають від апарату значного корисного навантаження або досягнення великої тривалості і дальності польоту. Однак БПЛА з фіксованим крилом мають свої обмеження - потребують злітно-посадкової смуги або катапульт для зльоту і посадки, що накладає обмеження на його застосування. З іншого боку, БПЛА роторного типу можуть злітати і приземлятися вертикально, що робить ці апарати придатними для використання в найрізноманітніших умовах. Але вони не мають великої тривалості чи дальності польоту [1]. Розробка малогабаритного БПЛА, здатного досягти великої тривалості і дальності польоту, і в той же час злітати і приземлятися вертикально, все ще залишається складним завданням. Гібридні БПЛА вертикального зльоту і посадки (VTOL) є підходящим рішенням для цієї проблеми; вони поєднують концепції БПЛА літакового і мультироторного типів в одній платформі, таким чином успадковуючи переваги обох.



Рис. 1 - Концепція польоту гібридного VTOL

Спектр застосувань БПЛА безперервно розширюється і можна очікувати, що ця тенденція збережеться і в майбутньому. Для прикладу, можна виділити такі напрямки застосування БПЛА при виконанні завдань за призначенням у сфері компетенції ДСНС України [2]:

- прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій з точним визначенням меж територій і координат об'єктів, рельєфу місцевості;

- проведення розвідки зони надзвичайної ситуації, оцінка масштабів і динаміки розвитку надзвичайних подій, моніторингу та обстеження під час організації реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та інші небезпечні події, отримання в режимі реального часу необхідних даних з місця надзвичайної ситуації для забезпечення організації заходів та ліквідації надзвичайної ситуації;

- обстеження будівель та інфраструктурних споруд, що зазнали руйнування внаслідок надзвичайної події, перевірка потенційно небезпечних об'єктів, інспектування фонду захисних споруд;

- проведення пошуково-рятувальних робіт у гірській, лісистій місцевості, обстеження акваторій і берегових смуг на предмет виявлення і встановлення координат маломірних суден і людей, що терплять лихо на воді, виявлення можливих маршрутів евакуації цивільного населення з зони виникнення надзвичайної ситуації;

- доставка вантажів в зону надзвичайної ситуації або потерпілим, скидання спеціалізованого обладнання з подальшим використанням;

- оповіщення населення про безпеку надзвичайних ситуацій

- ретрансляції аудіо-, відеосигналу в зонах невидимості

- дистанційне вимірювання показників повітря, ґрунтів та поверхневих вод (відбір проб)

- санітарна обробка територій та об'єктів

- проведення обстеження території на наявність вибухонебезпечних предметів (небезпечних їх залишків) з побудовою ортофотопланів територій та визначення точних координат вибухонебезпечних предметів та меж полігонів для подальшого проведення робіт з розмінування.

Для кожного з вище представлених напрямків ефективність застосування БПЛА різних типів буде різною, зважаючи на корисне навантаження безпілотного літального апарату (табл. 1).

Таблиця 1 - Порівняння ефективності застосування БпЛА різних типів для виконання завдань у сфері компетенції ДСНС України

Напрямок застосування	Ефективність (+/-)		
	Мульти-ротор	Літаковий тип	VTOL
Прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій з точним визначенням меж територій і координат об'єктів, рельєфу місцевості	-	+/-	+
Проведення розвідки зони надзвичайної ситуації, моніторингу та обстеження під час організації реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та інші небезпечні події	-	+/-	+
Обстеження будівель та інфраструктурних споруд, що зазнали руйнування внаслідок надзвичайної події	+	-	+/-
Проведення пошуково-рятувальних робіт	-	+	+
Доставка вантажів в зону надзвичайної ситуації або потерпілим	+	-	+
Оповіщення населення про небезпеку надзвичайних ситуацій	+	-	-
Ретрансляції аудіо-, відеосигналу в зонах невидимості	-	+	+
Дистанційне вимірювання показників повітря, ґрунтів та поверхневих вод (відбір проб)	+	-	+
Санітарна обробка територій та об'єктів	+	-	+/-
Проведення обстеження території на наявність вибухонебезпечних предметів (небезпечних їх залишків)	+	+	+

Таким чином найбільш ефективними за сукупною кількістю ефективно виконуваних завдань у сфері компетенції ДСНС України є БпЛА літакового типу з можливістю вертикального зльоту (VTOL). Проте, характерні експлуатаційні недоліки, притаманні БпЛА як літакового типу, так і VTOL, зокрема більший час розгортання комплексу, більші габаритні розміри, складність доставки до місця застосування в порівнянні з БпЛА мультироторного типу, можуть компенсувати їх переваги на користь останніх.

Питання врахування багатьох факторів при застосуванні БпЛА різних типів для виконання завдань у сфері компетенції ДСНС України є напрямком подальших досліджень, результати яких повинні позитивно вплинути на ефективність діяльності підрозділів ДСНС України.

ЛІТЕРАТУРА:

1. І.Г. Маладика, А.О. Биченко, М.О. Пустовіт; М.Ю. Удовенко. Перспективні напрями використання безпілотних літальних апаратів в діяльності оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. // Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій», 2020. Черкаси, ЧІПБ. с. 95-96.

2. Методичні рекомендації використання безпілотних літальних апаратів підрозділами ДСНС Лист ДСНС України №05-10826/09 від 04.11.2022.

ДО ПИТАННЯ ПРОВЕДЕННЯ АУДИТУ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

Аудит пожежної та техногенної безпеки - це аналіз стану діяльності суб'єкта господарювання або іншої юридичної особи, що проводиться за його заявою, з метою виявлення, запобігання та усунення порушень вимог законодавства у сфері пожежної та техногенної безпеки[1].

Пожежна безпека - стан об'єкта, за якого ймовірність виникнення і розвитку пожежі та ймовірність впливу небезпечних чинників пожежі не перевищують унормованих допустимих значень[2]. Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її можливих наслідків [3]. Незалежна оцінка пожежного ризику, що проводиться підрядною організацією, допомагає знизити ймовірність виникнення пожежі.

Важливим етапом вдосконалення національного законодавства стосовно проведення аудиту пожежної та техногенної безпеки стало прийняття постанови Кабінету Міністрів України від 02 травня 2023 р. №436, якою зокрема визначено механізм його організації та проведення [4].

Аудит пожежної та техногенної безпеки передбачає перевірку відповідності вимогам законодавства у сфері пожежної та техногенної безпеки будинків, споруд, у тому числі об'єктів будівництва, їх комплексів та частин будь-якого призначення та форми власності, територій, систем протипожежного захисту, автоматизованих систем раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення та інших систем, які не входять до їх складу, але з ними функціонально пов'язані, зовнішнього та внутрішнього протипожежного водопостачання, вогнезахисту та блискавкозахисту [4]. Слід зазначити, що аудит не вимагає застосування санкцій або інших заходів реагування.

Аудит проводять організації незалежно від форми власності, які внесено до відповідного реєстру. Критерії, яким повинні відповідати організації, затверджені наказом МВС від 05.04.2023 № 277 [5]. Зокрема, організація повинна мати атестат про акредитацію Національного агентства з акредитації. Поряд з цим організації залучають експертів у сфері пожежної та техногенної безпеки, які пройшли професійну атестацію та внесені до відповідного реєстру, визначеного законом. За результатами аудиту організація, що його проводить, складає відповідний акт та надає рекомендації щодо першочерговості, методів та засобів усунення виявлених порушень.

Незалежний аудит пожежної безпеки проводиться з єдиною метою – досягти високого рівня пожежної безпеки на об'єкті. Аудит дозволяє виявити всі порушення пожежної безпеки і усунути їх до чергової перевірки. Проведення аудиту пожежної та техногенної безпеки передбачає вирішення та реалізацію наступних завдань:

- аналіз наявних організаційно-розпорядчих, проєктних та технічних документів із питань пожежної та техногенної безпеки;
- оцінка ризику виникнення пожежі на об'єкті;
- виявлення найбільш пожежонебезпечних ділянок на об'єкті;
- виявлення факторів, які можуть призвести до пожежі, дослідження імовірних шляхів розповсюдження вогню;

— аналіз забезпечення протипожежного захисту об'єкта тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України.
2. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.
3. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 02 травня 2023 р. №436 «Про затвердження Порядку проведення аудиту пожежної та техногенної безпеки».
5. Наказ МВС від 05.04.2023 № 277 Про затвердження Критеріїв, яким повинні відповідати організації, що проводять аудит пожежної та техногенної безпеки.

УДК 614.841.48

*Юрій НАГІРНЯК, Андрій ДОМІНІК, кандидат технічних наук, доцент,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВИХ ПРОЯВІВ ПОЖЕЖІ НА ПРОТИПОЖЕЖНУ ТЕХНІКУ

Розвиток суспільства в особливості технічного та промислового процесу у період сьогодення вимагає оновленого погляду на процес забезпечення безпеки у різних галузях. Не виключенням залишається забезпечення захисту матеріальних цінностей та людей у навколишньому середовищі.

З початком вторгнення на території України, збільшилась кількість пожеж, як в екосистемах, так і на промислових об'єктах, що містять значні запаси нафтопродуктів (нафтобази, електростанції, силові станції залізниці тощо). Горіння нафтопродуктів на таких об'єктах супроводжується великим тепловим випромінюванням, яке стає довготривалим та створює небезпеку на особового складу оперативно-рятувального підрозділу. Стосовно дії теплового випромінювання проведено чимало досліджень, як і стосовно небезпечного впливу на людину чи як додаткового чинника поширення пожежі [1, 5], так і зі сторони дослідження самого факту випромінювання [4]. Однак науковцями недостатньо звертається увага на вплив тепла на пожежно-рятувальну техніку, яка дозволяє виконувати функції підрозділу за призначення, перебуваючи у справному експлуатаційному стані.

Якщо слідувати визначенням Настанови з експлуатації транспортних засобів в органах та підрозділах ДСНС України, справний стан техніки забезпечується правильною експлуатацією транспортного засобу, що являє собою технічно правильне використання, а також діагностику, технічне обслуговування, ремонт, зберігання, транспортування. На основі цього, можна стверджувати, що безпеки експлуатації водії повинні дотримуватись і під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

При дослідженні та моделюванні масштабних пожеж з великим викидом теплового випромінювання, науковці приходять висновку, що розрахунок теплового навантаження на опромінювані об'єкти можна записати за допомогою формулою Стефана-Больцмана [4]:

$$q = \varepsilon_{np} \cdot 5,67 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot \varphi_{1-2}, \quad (1),$$



Рисунок 1. – Наслідки негативного впливу теплових проявів на протипожежну техніку

Відповідно найбільшого опромінення зазнають поверхні транспортного засобу: колеса та кузов з сторони пожежі. Розглядаючи умови роботи автомобіля, небезпеки піддається і його основний агрегат – двигун та допоміжні системи такі як електрообладнання чи системи безпеки (у сучасних зразках техніки усі елементи оснащені електронними блоками управління). Враховуючи фактор забезпечення справності під час експлуатації пожежно-рятувальної техніки, а в особливості під час виконання обов'язків за призначенням, виникає важлива проблематика захисту від негативного впливу теплового випромінювання.

Так, одним із основних методів захисту можна виділити забезпечення безпечної відстані розташування пожежного автомобіля, проте дані величини визначаються на розсуд водія та керівника гасіння пожежі з врахуванням оптимальності виконання бойового завдання [3]. Іншим методом, що вимагає більше трудомістких та матеріальних затрат, являється створення захисної водяної завіси поряд з автомобілем. Проте даний спосіб не завжди можливий. Незважаючи на превентивні заходи забезпечення безпеки пожежного автомобіля, негативний вплив теплового випромінювання може завдати шкоди в неочікуваний момент пошкодивши ключові системи сучасного авто.

Проводячи теоретичні дослідження можливості зменшення теплового впливу на ключові елементи автомобіля, що дозволяють забезпечувати його функціонування, можна звернути увагу на заміну лакофарбового покриття кузовних елементів з відповідними властивостями. Що дозволить зменшити негативний вплив зокрема на електрообладнання автомобіля, в особливості на кабелі електричної проводки.

Отже, підсумовуючи вищесказане можна прийти до висновку, що захист пожежної техніки від впливу теплових проявів пожежі потребує великої уваги у питанні його вивчення. Адже збільшення кількості масштабних пожеж у період сьогодення, безпосередньо збільшує відсоток небезпеки як для оточуючого суспільства, так і особового складу пожежно-рятувальних підрозділів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Костенко Т. В. Прогнозування теплового навантаження на рятувальників під час гасіння пожеж у резервуарах з нафтопродуктами / Т. В. Костенко, А. І. Березовський, О. В. Костирка / Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2017. – №. 30. – С. 91-98.

2. Нагірняк Ю. М. Дослідження зміни теплового потоку в залежності від відстані розміщення аварійно-рятувального автомобіля до осередку пожежі / Ю. М. Нагірняк, А. М. Домінік. – Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення: Зб. наук. праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Львів: ЛДУ БЖД, 2022. – С. 316-318.

3. Нагірняк Ю. М. Тепловий потік як фактор небезпечного впливу під час експлуатації аварійно-рятувальної техніки / Ю. М. Нагірняк. – Енергоефективність, екологічність та безпечність автомобіля: Зб. наук. праць II Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Львів: ЛДУ БЖД, 2022. – С. 105-108.

4. Семерак М. М. Математичне моделювання та дослідження величини теплового потоку факела пожежі / М. М. Семерак, А. М. Домінік, К. І. Мигаленко, Д. В. Руденко / Вісник ЛДУБЖД: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2013. – №. 7. – С. 225-230.

5. Семерак М. М. Вплив швидкості вітру на процеси теплообміну між вертикальними сталевими резервуарами (на прикладі пожежі на нафтобазі «БРСМ Нафта») / М. М. Семерак, М. Р. Михайлишин / Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2017. – №. 30. – С. 137-147.

УДК 614.841

Валерія НЕКОРА, Вадим НИЖНИК, доктор технічних наук, професор,

Сергій ПОЗДЄЄВ доктор технічних наук, професор,

Юрій ФЕЩУК, кандидат технічних наук,

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

ЩОДО МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ СКЛІННЯМ В УМОВАХ ТЕПЛООВОГО ВПЛИВУ ВОГНЮ

Важливим фактором, що визначає можливість використання світлопрозорих конструкцій (СПК) у будівництві, є їх здатність протистояти руйнуванню при вогневому впливі, що впливає на інтенсивність розвитку пожежі та її ліквідацію. Зумовлено це тим, що при руйнуванні СПК у зоні горіння відзначається різке збільшення припливу повітря, у якому відбувається швидке вигорання приміщення. Значно уповільнити інтенсивність пожежі та підвищити безпеку людей у будівлях дозволить підвищення пожежостійкості СПК.

Для досягнення вказаної мети потрібне вивчення поведінки СПК в умовах пожежі та розробка методики оцінки її вогнестійкості.

Актуальними є дослідження, спрямовані на розвиток теоретичних основ та отримання нових експериментальних даних щодо поведінки світлопрозорих будівельних конструкцій під час пожежі. Існує розвинута система норм та рекомендацій для розрахункової оцінки вогнестійкості всіх типів будівельних конструкцій. Водночас не вистачає системних рекомендацій для оцінки вогнестійкості СПК. Розрахункові методики розроблені недостатньо і потребують теоретичного обґрунтування [1-2]. Оскільки дані методики є узагальненням широкого експериментального досвіду удосконалення експериментальної бази дослідження у цьому напрямку є актуальними.

Сутність методу експериментальних досліджень полягає у створенні стандартного температурного режиму пожежі на модельні зразки скляних елементів огорожувальних будівельних конструкцій за допомогою дослідної установки на основі вогневої печі, паливна система якої забезпечує створення стандартного температурного режиму пожежі. За допомогою вимірювальної та реєструючої апаратури фіксуються температурні показники у просторі печі та у зразках, а також настання граничних станів втрати цілісності та теплоізолювальної здатності [3].

Всі випробування пропонується виконувати у установці, що складається з малогабаритної вогневої печі. В даній печі пропонується випробувати зменшені фрагменти огорожувальних будівельних конструкцій із склінням.

Піч призначена для проведення випробувань на вогнестійкість фрагментів будівельних конструкцій, кабельних проходок та випробувань по перевірці вогнезахисної здатності покриттів будівельних металевих конструкцій при стандартному температурному режимі відповідно до [4].

Для досліджень використовується чотири типи зразків для перевірки та отримання додаткових даних щодо теплофізичних властивостей скла та інших матеріалів та речовин, що можуть використовуватися у огорожуючих будівельних конструкціях : перший тип - має багат шарову конструкцію і складається з трьох листів звичайного силікатного скла товщиною 4÷6 мм, другий тип – складається із двох листів скла із заповненням термоізоляційним гелем, третій тип – представляє собою склопакет, четвертий тип – шар гартованого скла товщиною 4÷6. Умови розташування зразків із скляними елементами у вогневій печі показані на рисунку 1.

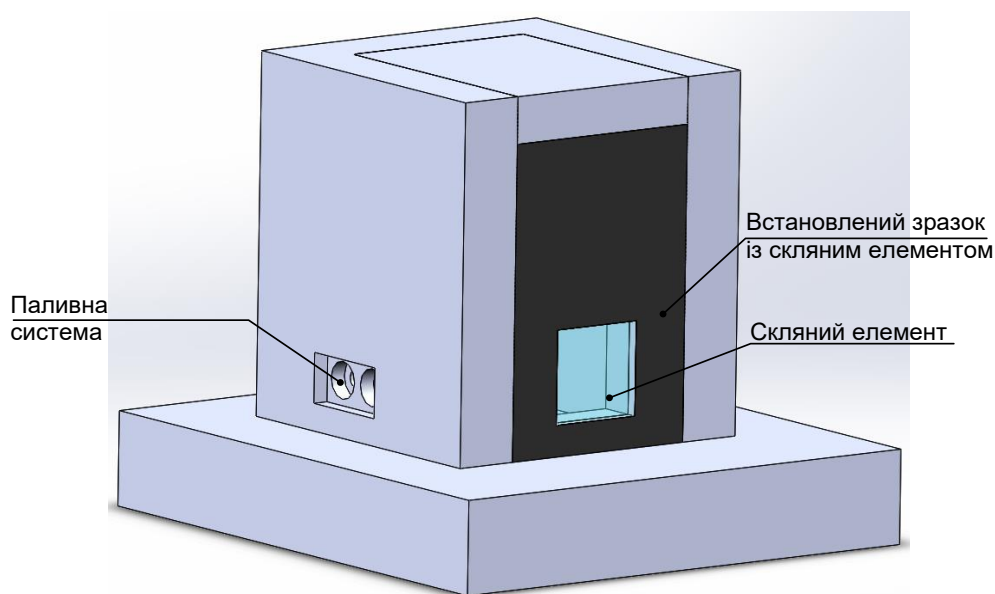


Рис. 1. Умови розташування зразків із скляними елементами у вогневій печі.

Результати роботи стануть передумовою для подальших досліджень в частині обґрунтування конструктивних параметрів скляних елементів огорожуючих будівельних конструкцій на їх прогнозовані межі вогнестійкості та граничні стани з вогнестійкості за умов теплового впливу стандартного температурного режиму пожежі. Основні результати досліджень полягають в перевірці та отриманні додаткових даних щодо теплофізичних властивостей скла, перевірці та отриманні додаткових даних щодо теплообміну у повітряних

порожнинам між склінням, а також перевірці математичних моделей напружено-деформованого стану скляних елементів огорожувальних конструкцій в умовах теплового впливу стандартного температурного режиму пожежі.

ЛІТЕРАТУРА

1. EN 1991-1-2:2002 Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire Part 1-2: General rules - Structural fire design, Brussels, 2002.
2. EN 15998:2020. Glass in building – Safety in case of fire, fire resistance – Glass testing methodology for the purpose of classification.
3. ДБН В.1.1.7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.
4. ДСТУ Б В.1.1-4-98 Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги.
5. Best Practice Guidelines for Structural Fire Resistance Design of Concrete and Steel Buildings. Long T. Phan, Therese P. McAllister, John L. Gross, Morgan J. Hurley. NIST Technical Note 1681, 2010 – 217 p.
6. The behavior of fire resistant glass under fire. K. Machalická, M. Charvátová, M. Eliášová, P. Kuklík. Czech Technical University in Prague.
7. A Guide to Best Practice in the Specification and Use of Fire-Resistant Glazed Systems. Glass and Glazing Federation in UK.

УДК 614.842.664

*Віталій НУЯНЗІН, кандидат технічних наук, доцент, Сергій ВЕДУЛА,
С. МИГАЛЕНКО, О. ЄРЬОМА,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВПЛИВУ НА ФОРМУ ПОЛУМ'Я ЗВУКОВИМИ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ХВИЛЯМИ

В роботі розглянуто спосіб впливу на вогонь, який ще не знайов практичного застосування, але в майбутньому можуть стати ефективними у пожежогасінні.

У 2008 році американське Агентство оборонних ініціатив спільно з міністерством енергетики оголосили про початок фінансування дослідницького проекту IFS (Instant Fire Suppression, "Швидке придушення вогню"), в рамках якого розглядалися два основні підходи до управління вогнем - електромагнітний та акустичне вплив [1-2].

Вплив електромагнітних хвиль на вогонь досліджувався в експериментах, проведених групою вчених хімічного факультету Гарвардського університету, де метанова пальник поміщався між двома електродами, екранованими скляною ізоляцією. На електроди подавалася електрична напруга, що створювала у просторі електричне поле напруженістю 75 кВ/м.

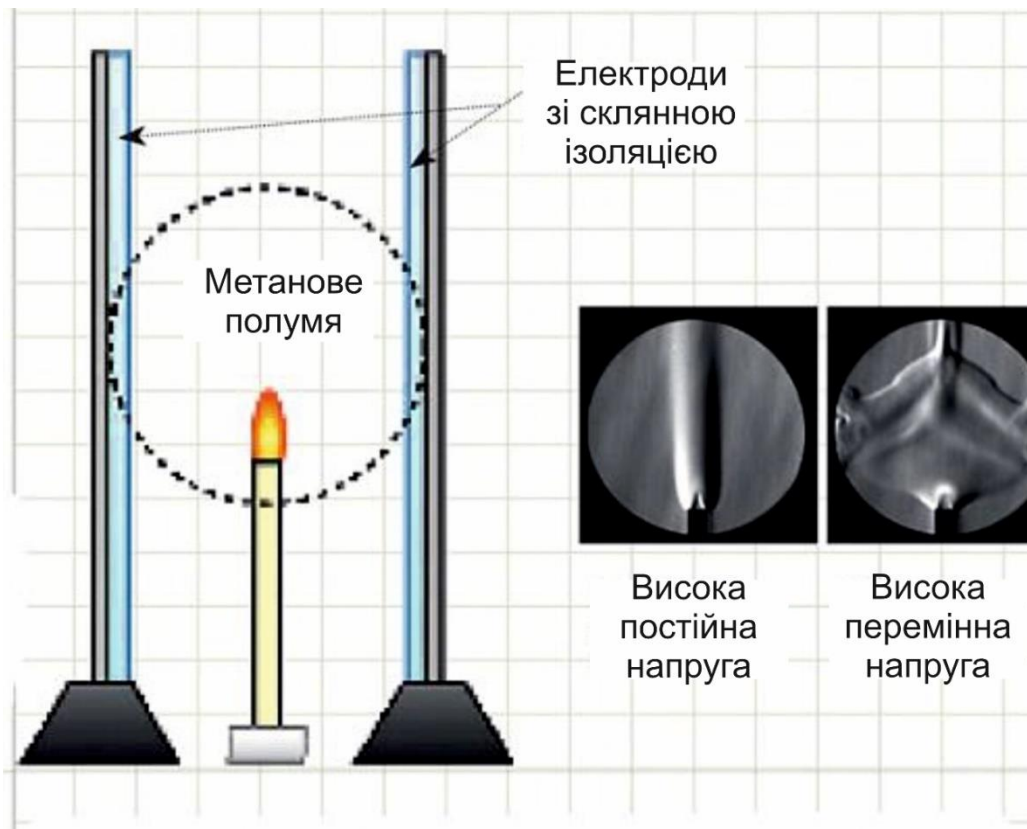


Рис. 1 - Вплив електромагнітних хвиль на полум'я

На лівій частині рисунку показано поведінку полум'я, зняте за допомогою шлірен-фотографії (метод візуалізації фазових спотворень у прозорих середовищах) при подачі постійної напруги на електроди. На правій – полум'я під впливом змінної напруги (800 Гц): «іонний» вітер розриває полум'я, здуваючи його з матеріалів, що горять.

Причина в тому, що полум'я – це плазма, тобто іонізований газ, що містить заряджені частинки, такі як сажа, що зумовлює його реакцію на електричне поле.

Спосіб гасіння пожежі звуковими хвилями полягає у наступному. Посудина з палаючим гептаном в експериментальній установці була поміщена між двома динаміками. Акустичний вплив загасив полум'я за лічені секунди. Інженери розповіли, що акустичні хвилі, з одного боку, збільшують швидкість випаровування пального, впливаючи на його поверхню, а, з іншого боку, стоншують зону згорання. У комплексі це знижує температуру вогню без збільшення швидкості згорання, внаслідок чого пожежа згасає.

Ці дослідження показали очевидний вплив електромагнітних та звукових хвиль на вогонь, це свідчить про перспективи подальших досліджень в цій галузі та актуальність даного наукового напрямку.

ЛІТЕРАТУРА:

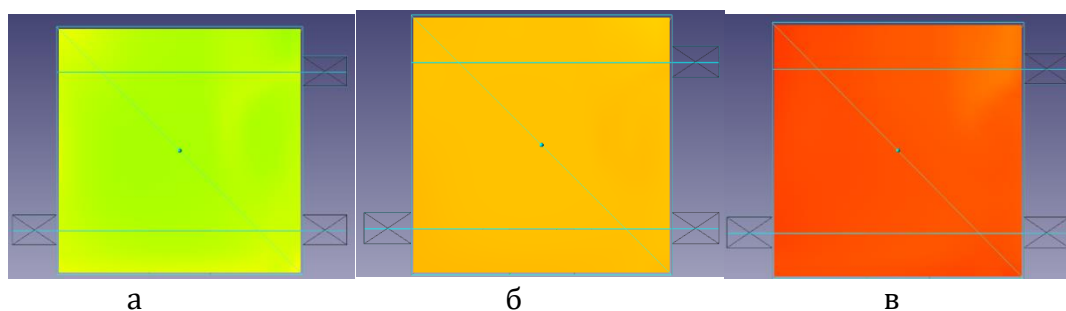
1. Balanyuk, V. (2019). ЯВИЩА ТА ПРОЦЕСИ, ЩО ВИНΙΚАЮТЬ ЩД ДІЄЮ ЗВУКОВОЇ ХВИЛІ В АЕРОЗОЛІ. *Пожезна безпека*, 16, 129-136. Retrieved із <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/1131>
2. Kopystynskyy, Y., Balanyuk, V., & Lavrenyuk, O. (2019). ВПЛИВ ЗВУКОВИХ УДАРНИХ ХВИЛЬ НА ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ. *Пожезна безпека*, 17, 180-183. Retrieved із <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/1035>

Олександр НУЯНЗІН, кандидат технічних наук, доцент, Віталій СТЕПАНЕНКО,
Віталій КАЙДАШ,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОМІРНОСТІ ПРОГРІВУ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ У МАЛОГАБАРИТНІЙ ВОГНЕВІЙ УСТАНОВЦІ

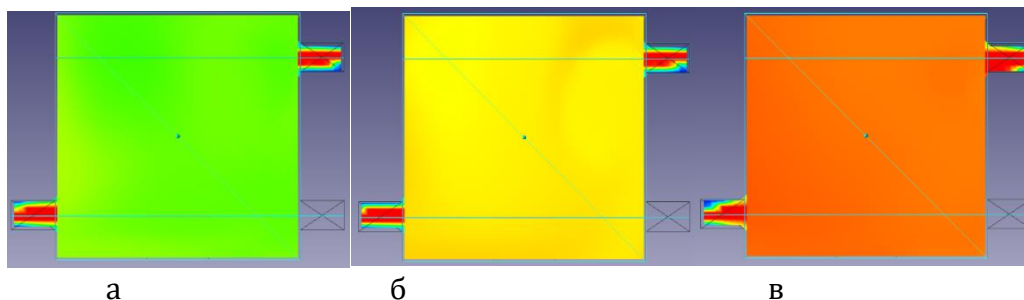
У даній роботі обґрунтовано, що можливо створити вогневу установку з параметрами, які забезпечать вищу екологічність проведення випробувань у порівнянні з великогабаритними печами. При цьому її конфігурація буде універсальною, компактною та спроможною до високої відтворюваності результатів експериментів [1]. Методом комп'ютерного моделювання перевірено адекватність роботи запроєктованої установки. У якості палива було застосовано природній газ. На основі отриманих даних створено ескіз установки для проведення експериментальної частини оцінювання вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій під впливом стандартного температурного режиму пожежі, що здатна забезпечити високий ступінь відтворюваності результатів випробувань.

Після проведення комп'ютерного моделювання було отримано результати. На рис. 1 – 4 зображено розподіл температур по поверхні елементів залізобетонних будівельних конструкцій при нагріванні за стандартним температурним режимом пожежі.



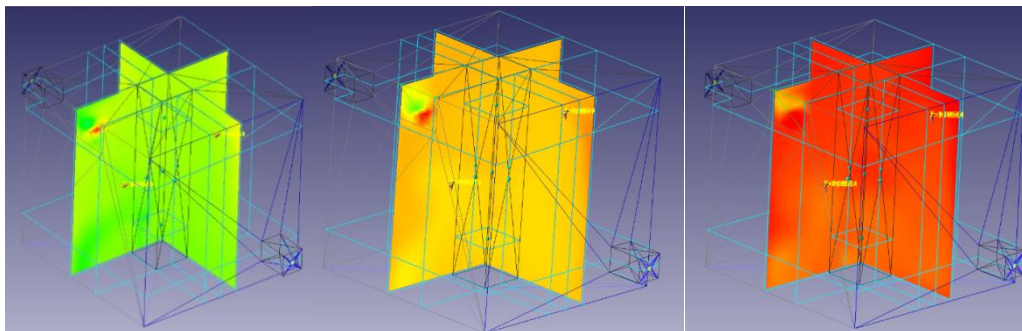
а – 10 хвилина, б – 30 хвилина, в – 60 хвилина

Рисунок 1 – Розподіл температур по обігрівальній поверхні стіни під час нагрівання за стандартним температурним режимом пожежі



а – 10 хвилина, б – 30 хвилина, в – 60 хвилина

Рисунок 2 – Розподіл температур по обігрівальній поверхні плити під час нагрівання за стандартним температурним режимом пожежі



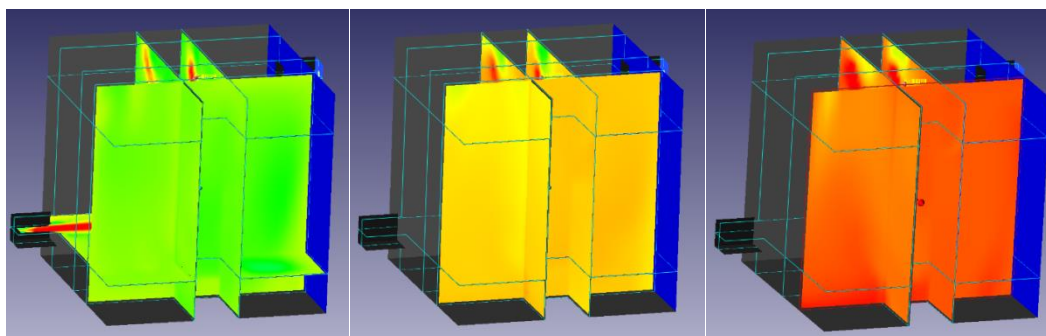
а

б

в

а – 10 хвилина, б – 30 хвилина, в – 60 хвилина

Рисунок 3 – Розподіл температур по обігрівальній поверхні балки під час нагрівання за стандартним температурним режимом пожежі



а

б

в

а – 10 хвилина, б – 30 хвилина, в – 60 хвилина

Рисунок 4 – Розподіл температур по обігрівальній поверхні балки під час нагрівання за стандартним температурним режимом пожежі

Аналіз результатів розрахунків представлених на рис. 1 – 4 спонукає до висновку про те, що універсальна установка забезпечує рівномірність прогріву та можливість відтворення стандартного температурного режиму пожежі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги (ISO 834:1975): ДСТУ Б В.1.1-4-98. – [Чинний від 1998-10-28]. - К.: Укрархбудинформ, 1999. – 21с. – (Державний стандарт України).

УДК 614.841.42

*Микола ПЕЛИПЕНКО, кандидат педагогічних наук,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

МАСШТАБИ ТА НАСЛІДКИ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Величезне значення лісів та лісового господарства для суспільства сьогодні є загально визнаним і не викликає жодних сумнівів. Продовольча і сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй (FAO) наголошує на особливому значенні лісів у забезпеченні засобів існування та задоволення

соціально-економічних потреб для місцевого населення. Зокрема, відзначається велике значення лісів для забезпечення харчами, енергією та житлом; для захисту від ерозії ґрунту. Очевидно, що за умови правильного управління ліси можуть сприяти сталому розвитку та забезпечити більш «зелену» економіку [1].

З цих причин питання збереження лісів, їх захисту від різноманітних шкідливих чинників як природнього, так і антропогенного характеру є важливим, складним і масштабним. Чільне місце у висвітленій проблемі займає питання захисту лісів від пожеж.

Масштабні дослідження багаторічної динаміки лісових пожеж засвідчили постійне збільшення їх кількості. У новітній історії виключенням можна вважати період бурхливого розвитку пожежних та рятувальних служб у першій половині ХХ століття, коли сумарна площа пожеж у світі знижувалася. Втім, на початку ХХІ століття кількість затяжних значних лісових пожеж, які призводили до людських жертв і матеріальних збитків, продовжила зростати [3].

Вчені вказують на взаємозв'язок між пожежею та зміною клімату, який може затьмарити вплив глобального потепління на поширення та міграцію рослин та мати значні наслідки для лісів, лісогосподарської діяльності, захисту людей і економіки. Науковці називають пожежі основним фактором відновлення лісових насаджень, що значно впливає на структуру та функції лісу [3].

До прикладу, у 2018 році через довготривале накопичення великого масиву сухих дерев у лісах та спеку сталися масштабні лісові пожежі у штаті Каліфорнія, США, унаслідок яких загинуло щонайменше 86 осіб, зникло безвісти більше 500 осіб, зруйновано понад 7,2 тисячі будівель. Внаслідок нещадної вирубки регулярними є пожежі «легень планети» – тропічних лісів Амазонії. У 2019 році загасити вогонь не вдавалося протягом 10 місяців, вигоріло 900 тис. га лісу. У 2019-2020 роках в Австралії під час так званого «Чорного Літа» – лісових пожеж внаслідок сезонних високих температур та посухи – було знищено близько 18 мільйонів гектарів лісу, загинуло більше 30 людей [4].

Загальна площа лісових ділянок, що належать до лісового фонду України, становить 10,4 млн га, в тому числі вкриті лісовою рослинністю 9,6 млн га. Лісистість України становить 15,9%. Але, незважаючи на досить невелику лісистість території, Україна займає 9-те місце у Європі за площею лісів та 7-те місце за запасами деревини. Умови для лісовирощування в Україні україн неоднорідні, тому ліси поширені територією держави нерівномірно [5].

До щорічного зростання пожежної небезпеки в лісах, зумовленого глобальним потеплінням, у 2022 році додалися пожежі в лісових масивах, викликані бойовими діями, обстрілами, а також наявність замінованих територій що унеможливорює своєчасне виявлення та оперативне реагування.

За 2022 рік в лісах галузі ліквідовано 1009 пожеж на площі 15,5 тис. га, що у 1,5 рази більше від кількості та у 53 рази від площі загорянь за 2021 рік. Середня площа однієї пожежі зросла у 35 разів та становила 15,4 га, а збитки склали 438,9 млн грн. У 27% випадків до гасіння пожеж залучалися сили та засоби ДСНС. У 2022 випадках площа загоряння перевищила 5 га [5].

Вітчизняні науковці, спостерігаючи чітку тенденцію до зростання площ великих лісових пожеж, звертають увагу на високу горимість лісів в Україні, ключовими факторами якої вважають брак фінансування лісопожежних служб, недостатньо ефективну підготовку та взаємодію з оперативно-рятувальними підрозділами їх працівників, а також невиконання чинних законодавчих вимог щодо запобігання виникненню пожеж та їх недосконалість [2].

Негативні наслідки пожеж в лісових екосистемах впливають із важливого значення лісів для суспільства і залежно від масштабу розповсюдження включають в себе, окрім економічних та політичних збитків та загострення соціальних проблем, виникнення екологічних проблем, а саме: виділення шкідливих продуктів горіння, здебільшого у вигляді аерозолів, що можуть переноситись на значні відстані, забруднення атмосферного повітря вуглекислим газом, збіднення біологічного різноманіття, погіршення умов природнього відновлення лісів, скорочення кормової бази та утруднення міграції видів, підвищення вразливості лісів перед шкідниками та хворобами, зміни ландшафтної структури і ерозія ґрунтів тощо.

Таким чином, проблему лісових пожеж сміливо можна вважати глобальною, оскільки від них потерпають усі країни, які мають значні площі лісів, до яких, як ми зазначали, відноситься і Україна. Вирішення цієї проблеми є безумовно однією із актуальних і головних задач сучасної пожежної науки.

ЛІТЕРАТУРА

1. State of the World's Forests 2014. Enhancing the socioeconomic benefits from forests : information and analytical material [Electronic resource] / Food and agriculture organization of the united nations. – Rome, Italy: FAO, 2014. – 133 p. – Access mode: <https://www.fao.org/3/i3710e/i3710e.pdf>

2. Зібцев С. В. Багаторічна динаміка лісових пожеж в Україні / С. В. Зібцев, О. М. Сошенський, В. В. Гуменюк, В. А. Корень // Український журнал лісівництва та деревинознавства. – Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, ТОВ «КОМПРИНТ», 2019. – Том 10 № 3. – С. 27-40.

3. Flannigan, M. D., Amiro, B. D., Logan, K. A., Stocks, B. J., & Wotton, B. M. (2006). Forest fires and climate change in the 21st century. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11, 847–859. <https://doi:10.1007/S11027-005-9020-7>

4. Найбільші лісові пожежі в Чорнобилі та у світі за останні 20 років [Електронний ресурс] / ГО «Система народного контролю Слово і Діло». – К., 2020. – Режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2020/04/15/infografika/suspilstvo/najbilshi-lisovi-pozhezhi-chornobyli-ta-sviti-ostanni-20-rokiv>

5. Публічний звіт голови Державного агентства лісових ресурсів України за 2022 рік [Електронний ресурс] / Державне агентство лісових ресурсів України. – Режим доступу: https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/public_zvit/publicnii-zvit-za-2022.pdf

УДК 614.841.45

*Сергій ПОЗДЄЄВ, доктор технічних наук, професор,
Олег КУЛІЦА, кандидат технічних наук, доцент, Сергій ТРОШКІН,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ У КАБЕЛЬНИХ ТУНЕЛЯХ АЕС ПРИ ПОЖЕЖІ

На чотирьох атомних електричних станціях України експлуатуються 15 енергоблоків із загальною встановленою потужністю 13 835 МВт, що складає 55,2 % від сумарної встановленої потужності всіх електростанцій країни. На

атомних електростанціях знаходиться велика кількість спеціальних приміщень, коридорів та камер з різними температурними режимами та тиском. Це передбачено для необхідності прокладки кабельних ліній. Кабельні лінії розташовані як в каналах, кабельних напівповерхів, подвійних полах, шахтах, відкрито розташованих коробах так і у вертикальних кабельних тунелях. Останні знаходяться в облаштуванні реакторного відділення та з'єднують важливі комунікаційні елементи реакторного управління з контайментом по всій його висоті. Кабельний тунель розділений на протипожежні відсіки висотою не більше ніж 6 метрів, протяжність кабельного тунелю становить 25 метрів починаючи з відмітки +20,000 метрів реакторного відділення блоку водо-водяного енергетичного реактору (рис. 1).

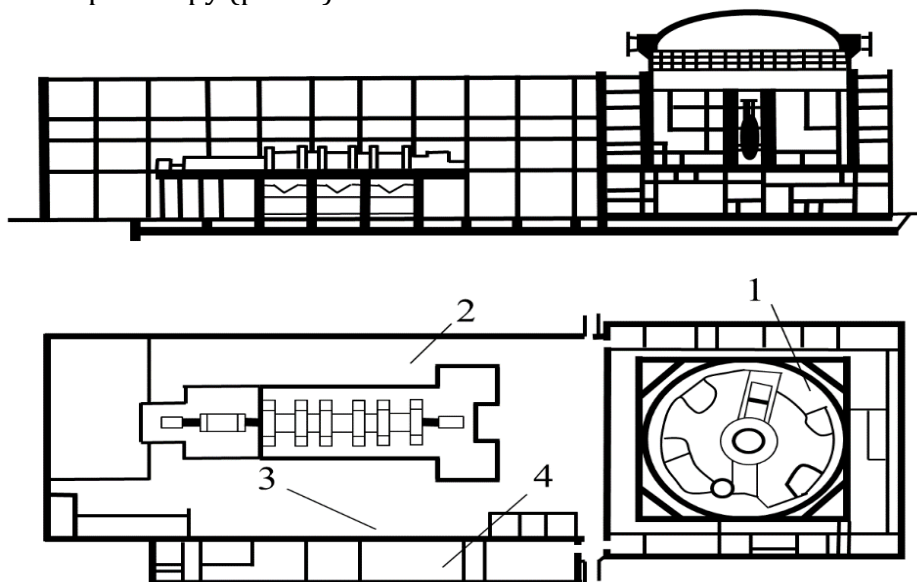


Рис. 1. Водно-водяний енергетичний реактор: 1 – контаймент; 2 – турбінне відділення; 3 – діаераторне відділення; 4 – етажерка електротехнічних приладів

Дослідження температурного режиму пожежі є актуальним питанням, так як вертикальні кабельні тунелі відрізняються геометричною конфігурацією, видом кабелів, що прокладені у них, пожежним навантаженням та аеродинамічними характеристиками. Це може привести до того, що температурний режим пожежі у таких тунелях може відрізнитись як від стандартного температурного режиму пожежі так і між собою.

Враховуючи вищезазначене не можна гарантувати відповідність меж вогнестійкості випробовуваних конструкцій чинним нормативам ГБН В.2.2-34620942-002:2015 «Лінійно-кабельні споруди телекомунікацій. Проектування», НАПБ 03.005-2002 «Протипожежні норми проектування атомних електростанцій з водо-водяними енергетичними реакторами», ДСТУ Б В.1.1-18:2007 «Споруди та фрагменти будівель. Метод натурних вогневих випробувань. Загальні вимоги», ДСТУ Б В.1.1-4-98 «Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги» та [1–3]. У цьому випадку може істотно знизиться безпека людей і матеріальних цінностей під час пожеж у вертикальних кабельних тунелях атомних електростанцій. Тому дослідження, присвячені вдосконаленню меж вогнестійкості конструкцій вертикальних кабельних тунелів атомних електростанцій, є актуальними та встановлюють

оптимальні параметри конструкцій, які забезпечують максимальну вогнестійкість та ефективність в умовах пожеж. Також дослідження, можуть допомогти розробити нові матеріали та технології, які забезпечать підвищену вогнестійкість огорожувальних конструкцій вертикальних кабельних тунелів атомних електростанцій.

Проведеним дослідженням натурального вогневого випробування у вертикальному кабельному тунелі атомних електростанцій та створенням математичної моделі процесу тепломасопереносу у внутрішньому просторі тунелю встановлено механізм процесів моделювання тепломасопереносу у внутрішньому просторі тунелю. Визначена динаміка зміни температури з відомими геометричними параметрами і пожежним навантаженням та досліджено адекватність математичних моделей побудованих у програмному забезпеченні Fire Dynamics Simulator та проведення обчислювальних експериментів. Доведено, що вони полягають у визначенні температурного режиму у вертикальному кабельному тунелі атомної електростанції із відомими технічними та геометричними параметрами. Завдяки цьому стане можливим визначення вогнестійкості будівельних конструкцій вертикальних кабельних тунелів атомних електростанцій з обранням найжорсткішого температурного режиму відповідно до проведеного натурального випробування. Подальше дослідження температурного режиму пожежі забезпечить можливість проведення повного факторного експерименту за допомогою створених математичних моделей. Натурним вогневим випробуванням підтверджено, що максимальна температура у внутрішньому просторі тунелю досягається на 4 хвилині, що розходиться з даними стандартного температурного режиму, температура пожежі досягається не раніше ніж через 40 хвилин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Серия норм МАГАТЭ по безопасности. Пожарная безопасность при эксплуатации атомных электростанций. № NS-G-2.1;
2. EN 1991-1-2:2010 Eurocode 1: Actions on structures – Part 1–2: General actions -Actions on structures exposed to fire;
3. EN 1992-1-2:2005 Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1–2: General rules – Structural fire design, Brussels, 2004;

УДК 614.841

*Віталій ПРИСЯЖНЮК, Сергій СЕМИЧАЄВСЬКИЙ,
Михайло ЯКІМЕНКО, Максим ОСАДЧУК, Віталій СВІРСЬКИЙ,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

ПРО РОЗРОБЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО СТАНДАРТУ УКРАЇНИ ЩОДО ГОЛОВОК З'ЄДНУВАЛЬНИХ ТИПУ «STORZ»

На сьогоднішній день в пожежно-рятувальних підрозділах ДСНС України використовуються з'єднувальні головки типу «Богданова», що призначені для з'єднання напірних, всмоктувальних та напірно-всмоктувальних пожежних рукавів між собою та з пожежним обладнанням. Основні технічні вимоги до цих

з'єднувальних головок та методи контролю їх якості викладені в національному стандарті України ДСТУ 3950-2000 [1].

Під час комунікації із практичними пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС України було встановлено, що майже в кожен територіальний підрозділ у вигляді гуманітарної допомоги була передана пожежно-рятувальна техніка від різних країн, яка укомплектована пожежними рукавами з різними з'єднувальними головками. Відповідні конструкції з'єднувальних головок суттєво відрізняються та як правило виготовляються виключно під певні діаметри пожежних рукавів, які характерні до застосування країною. Ці з'єднувальні головки та пожежні рукави за технічними характеристиками і конструкцією відрізняються від тих, що експлуатуються пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС України та не відповідають вимогам діючих в Україні національних стандартів.

Також з'ясовано, що найбільша кількість пожежно-рятувальної техніки, яку отримали в якості гуманітарної допомоги пожежно-рятувальні підрозділи ДСНС України, укомплектована пожежними рукавами із з'єднувальними головками для пожежного обладнання типу «Storz», що використовуються принаймні десятьма країнами світу, а саме Польщею, Німеччиною, Францією, Швейцарією, Швецією, Нідерландами, Італією, Великобританією, США та Австралією.

Попередній аналіз показав, що на теперішній час відсутній єдиний Європейський стандарт на з'єднувальні головки та пожежні рукави. Кожна країна використовує той або інший тип з'єднувальних головок та відповідних пожежних рукавів і має свій національний стандарт.

Враховуючи вищенаведене, набуває актуальності питання удосконалення нормативної бази, яка стосується пожежних з'єднувальних головок, а саме розроблення в Україні сучасного нормативного документу, який стосується головок з'єднувальних для пожежного обладнання типу «Storz».

Для сприяння у вирішенні зазначеної проблеми, в Інституті державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту за замовленням ДСНС України виконується науково-дослідна робота за темою: «Дослідження технічних та експлуатаційних характеристик та методів випробувань з'єднувальних головок та пожежних рукавів» («Характеристики – пожежно-технічне оснащення»).

В ході виконання науково-дослідної роботи було вивчено літературні джерела, зокрема [2-8].

В рамках зазначеної НДР на теперішній час розроблено проєкт національного стандарту України ДСТУ XXXX:202X *Противопожесна техника. Головки з'єднувальні типу «Storz». Загальні технічні вимоги та методи випробувань*, в якому передбачено такі розділи:

- Передмова;
- Зміст;
- Сфера застосування;
- Нормативні посилання;
- Позначки та скорочення;
- Терміни та визначення понять;
- Класифікація, основні параметри і розміри;
- Загальні технічні вимоги;
- Вимоги щодо безпеки;
- Правила приймання;
- Методи випробування;
- Транспортування та зберігання;

- Вказівки щодо експлуатації;
- Гарантії виробника.

Таким чином, розроблення та впровадження в Україні нового нормативного документу, який стосується головок з'єднувальних для пожежного обладнання типу «Storz» нормативно врегулює використання даного виду головок пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС України та сприятиме вдосконаленню нормативної бази, яка встановлюватиме вимоги до конструкції, технічних вимог, а також порядку випробування в Україні з'єднувальних головок.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3950-2000. Техніка пожежна. Головки з'єднувальні для пожежного обладнання. Загальні технічні умови. – Введ. 2001-01-01. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2001. – 33 с.
2. Провести пошукові дослідження та визначити шляхи удосконалення технічного рівня, ефективності застосування протипожежної, аварійно-рятувальної та іншої спеціальної техніки і обладнання: звіт про НДР (заключний). / кер. О.П. Борис. Київ: УкрНДІЦЗ, 2016. 784 с.
3. DIN 14334:2020-12 Solid couplings Storz System PN 16 for delivery and suction. Document published on: 2020-12-01 – Berlin: German Institute for Standardization, 2022 – 19 p.
4. DIN 14335-2022 – 12 Blank cap couplings Storz System PN 16 for delivery and suction. Document published on: 2022-12-01 – Berlin: German Institute for Standardization, 2022 – 21 p.
5. PN-M-51024:2015-07 Sprzęt pożarniczy – Pokrywy nasad. Dokument zostaje opublikowany: 2015-07-24 – Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny, 2022 – 9 s.
6. PN-M-51031:2015-07 Sprzęt pożarniczy – Łączniki do węży pożarniczych. Dokument zostaje opublikowany: 2015-07-27 – Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny, 2022 – 20 s.
7. PN-M-51038:2015-08 Sprzęt pożarniczy – Nasady. Dokument zostaje opublikowany: 2015-08-19 – Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny, 2022 – 18 s.
8. PN-M-51042:2015-07 Sprzęt pożarniczy – Przełączniki. Dokument zostaje opublikowany: 2015-07-27 – Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny, 2015 – 18 s.

*А. ПЯСЕЦЬКА, магістр, експерт проекту,
«Вогнеборці. Вдосконалення цивільного захисту в Україні на місцевому рівні»*

ОЦІНКА РИЗИКУ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ МІСЦЕВОЮ БЕЗПЕКОЮ НА РІВНІ БАЗОВОЇ ОДИНИЦІ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО САМОВРЯДУВАННЯ

Вступ. Трансформація політичної системи та реформи, які були розпочаті після розпаду Радянського Союзу, повільно перетворили систему цивільного захисту з військової структури на щось схоже на захист населення, який властивий західним країнам і базується на цивільних структурах. Відразу після розпаду Радянського Союзу активісти та наукове співтовариство розпочали боротьбу за більшу самостійність територіального самоврядування та перенесення прийняття рішень найближче до місцевої громади мешканців. Ці зміни набули особливої активності після Революції Гідності, разом з завершенням реформи територіального самоврядування.

В даний час місцева влада має відповідальність за захист населення серед своїх власних повноважень. Ці повноваження повторюються в Кодексі захисту населення та в Законі про місцеве самоврядування. Місцева влада несе відповідальність за організацію та забезпечення служб захисту населення, включаючи протипожежний захист, забезпечення пожежної і технологічної безпеки, а також запобігання виникненню надзвичайних ситуацій.

Більшість існуючих правил, проте, зосереджені на реагуванні на події, які вже відбулися. Запобігання відведено на другий план і сфокусовано на об'єктах, а не на території. Таким чином, організм, який об'єднує населення та ресурси на своїй території та відповідає за численні процеси, пов'язані із ліквідацією таких небезпечних ситуацій, не включений в докладні методології. Організації та експерти, які намагаються внести відповідальність за управління на основі оцінки ризику, також звертають увагу на низький рівень обізнаності представників місцевого самоврядування щодо цих питань.

Міжнародні зобов'язання м'яко спонукають Україну розробити національну стратегію запобігання стихійним лихам і надзвичайним ситуаціям та впровадити управління на основі ризику в урядових та самоврядних структурах. Це впливає із приєднання України до Угоди, яка була результатом Конференції в Сендаї¹, спрямованої на зменшення ризику.

Використовувані по всьому світу методології, що стосуються цих питань, найчастіше базуються на стандартах ISO 9001:2015 та ISO 31000.

Проте до цього часу єдиним документом, який в Україні враховував ризик з точки зору території, є паспорт ризиків², який розроблявся на рівні району, але з реформою почав розроблятися також громадами.

Паспорт ризиків представляє собою синтез інформації про територію та ресурси, а також описує можливі загрози. Як документ, який може бути використаний для управління, він залишається поза увагою через відсутність частини, що стосується аналізу та оцінки зібраної інформації в цьому документі. Для того, щоб відповідати за запобігання надзвичайним ситуаціям та небезпечним подіям, потрібно прийняти певний підхід та методологію³.

Україна здійснила кілька спроб створити таку методологію. Однією з них був пілотний проект ПРООН разом з консорціумом українських партнерів, який намагався запропонувати методологію на основі ризикових зон в залежності від географічних та соціальних умов⁴.

¹ Sendai Framework for Disaster Risk Reduction <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030> 9.10.2023

² наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 24.09.2007 року № 659 «Про удосконалення паспортизації територій щодо ризиків виникнення надзвичайних ситуацій»

³ «БІЛА КНИГА: Управління ризиками надзвичайних ситуацій та системи цивільного захисту в контексті пріоритетів Сендайської рамкової програми зменшення ризиків надзвичайних ситуацій» в рамках ЗР Консорціум (ACTED, IMPACT Initiatives, Право на захист, Данський Червоний Хрест, Австрійський Червоний Хрест, Товариство Червоного Хреста України). https://archive.r2p.org.ua/wp-content/uploads/2020/10/white_book_risks_3p-consortium.pdf 9.10.2023

⁴ Зональна оцінка ризиків торецька міська рада донецька область, східна україна липень 2020 https://assessments.hpc.tools/attachments/48e8c537-328a-4fda-ac0c-c5354498cf92/IMPACT_UKR_Toretsk_ABRA_July2020_ukr.pdf 9.10.2023

Недоліком всіх запропонованих рішень є навантаження на представників територіальних громад роботою, за яку, однак, не йде фінансовий стимул та очевидні та негайні користі. Крім того, з багаторічної практики консультування авторка цієї роботи вбачає, що територіальна громада вчинити лише те, що прямо передбачене законом і чітко пояснене на різних тренінгах і зустрічах. До цих пір їй не доводилося розробляти документів, пов'язаних із ефективним запобіганням катастрофам і надзвичайними подіями, тому цими питаннями не займалася. Ця проблема була помічена, і останні зміни до Кодексу захисту населення передбачають відповідальність місцевої влади за розробку методики оцінки ризику⁵.

Методологія оцінки ризику. Місцеве управління слід розглядати з точки зору цих двох критеріїв:

- Безперервність функціонування та надання базового пакету гарантованих публічних послуг.

- Раціональне матеріально-економічне використання людських і фінансових ресурсів.

Управління пропоноване ризиками складається з наступних етапів:

1. Виявлення факторів ризику згідно критеріїв тривалості наслідків і фінансових критеріїв.

2. Рішення прийняти чи не прийняти ризик (визнати ризик таким, настання якого є допустимим для місцевого самоврядування).

3. Розподіл сил і ресурсів для **реагування** на можливий прийнятний ризик.

4. Створення планів і політик для **пом'якшення та запобігання** неприйнятних ризиків.

Детальніше:

Крок 1

Збір інформації відповідно до матриці ризикового паспорту на підставі розпорядження від 2007 року.

Крок 2

Збір історичних даних про небезпечні події, природні катастрофи та інші ситуації, що виходили громаду із звичайного функціонування протягом останніх 5 років.

Крок 3

Розрахунок особистих, матеріальних і фінансових збитків, понесених як комунальними підприємствами, так і приватними компаніями, збитків внаслідок пожеж і повеней в об'ємі забудови та екосистеми, а також обчислення так званих втрат недоотриманих доходів.

Методологія обчислень міститься у трьох вже існуючих документах:

- Постанові КМУ № 2030 «Про затвердження Порядку обліку пожеж та їх наслідків»⁶

- Методиці оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру⁷

⁵ Документ 3063-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3063-20#Text> 9.10.2023

⁶ Постанова КМУ від 26 грудня 2003 р. № 2030 «Про затвердження Порядку обліку пожеж та їх наслідків» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2030-2003-п#Text> 9.10.2023

⁷ Постанова КМУ від 15 лютого 2002 р. N 175 «Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/175-2002-п#Text> 9.10.2023

- Постанові КМУ № 326 «Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації»⁸

Зрозумівши збитки як у кількості постраждалих, потерпілих, так і фінансових розмірах, можна поділити події за такими категоріями:

- Тривалість наслідків у часі.
- Фінансові та матеріальні збитки або втрати доходу.
- Потреба в силах для реагування та ліквідації наслідків.

Ті події, які в результаті аналізу покажуть, що для їх ліквідації потрібні значні, не тільки місцеві, ресурси, спричинили серйозні фінансові та матеріальні збитки, а також призвели до подовгих наслідків у часі, вимагають пріоритетного розроблення політики запобігання разом із інвестиційним планом, який можна включити до місцевої програми захисту населення.

Крок 4

Аналіз причин

Прикладом такої події можуть бути масові опади, які призвели до зсуву схилу разом з будинками. Найчастіше причиною цього є забудова на територіях з надто великим нахилом та геологічними умовами, які підвищують ризик зсуву. В рамках запобігання варто впровадити картування геологічних умов території та обмежити забудову там, де ризик є надто великим. Також необхідно утримувати ліси та деревостани на пагорбах і схилах.

Підсумок. Фінансовий фактор і існуючі прості алгоритми, здається, є гарним рекомендованим рішенням, яке може бути використане навіть у пілотному режимі, що в даний час тестується авторкою в рамках проекту.

*В. СИДОРЕНКО, доктор технічних наук, професор,
А. ПРУСЬКИЙ, доктор технічних наук, професор,
С. ЄРЕМЕНКО, доктор технічних наук, професор,
О. БИКОВА, кандидат педагогічних наук, доцент,*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

МАТЕМАТИЧНА ФОРМАЛІЗАЦІЯ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Сучасний апарат прикладної математики дозволяє по-різному підходити до задачі моделювання виробничих процесів і пов'язаних з ними питань безпеки об'єктів критичної інфраструктури (далі – ОКІ). Як правило, платою за універсальність математичного опису є зниження якості (точності, достовірності) рішень, що формуються на його основі.

Для моніторингу та діагностики процесів застосовується широкий спектр математичних методів, що визначають класи діагностичних моделей (далі – ДМ). ДМ, на відміну від звичайних моделей, пов'язують причини позаштатних ситуацій (аномальних станів об'єктів, порушень, відмов і т.п.) з їх контрольованими проявами (симптомами). Існує кілька класифікацій ДМ. У класифікації виділяють

⁸ Постанова КМУ № 326 «Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-п#Text> 9.10.2023

три види ДМ: 1) засновані на математичних описах контрольованих об'єктів (детерміновані або регресивні моделі, моделі стану, фільтри-спостерігачі та ін.); 2) що використовують якісні зв'язку причина-симптом (наприклад, дерева відмов, граfi причинно-наслідкових зв'язків тощо); 3) побудовані з використанням даних з процесу (наприклад, експертні системи, методи головних компонент і дискримінантного аналізу, нейронні мережі). Мабуть, кожен з цих методів має право на існування у рамках властивих їм обмежень і конкретизованих додатків, тому часто використовують відразу декілька методів.

Відповідно до методичних рекомендацій, проблема оцінки ризиків не є однозначною і в кожному конкретному випадку вимагає додаткового обґрунтування щодо вибору того чи іншого методичного апарату. В якості методологічної платформи обрані теорія динамічних систем і калмановської концепції простору стану. Указаний підхід дозволяє представити динаміку стану об'єкта дослідження у вигляді траєкторії руху точки багатовимірного фазового простору. Припустимо, що поточний стан контрольованого об'єкта (технологічного процесу або групи пов'язаних технологічних процесів) описується фазовим вектором (або вектором стану) $x_k, k=1, \dots, N$. В цьому разі сам вектор x_k у кожний момент часу утворюється набором m параметрів, тобто $x_k=(x_1, x_2, \dots, x_m)k^T$. Як правило, параметри вектору стану є взаємопов'язаними, тобто:

$$x_k = \begin{bmatrix} x_1 = \Phi_1(x_2, x_3, \dots, x_m) \\ x_2 = \Phi_2(x_1, x_3, \dots, x_m) \\ \dots \\ x_m = \Phi_m(x_1, x_2, \dots, x_{m-1}) \end{bmatrix}_k.$$

У деяких випадках з метою отримання конструктивних аналітичних результатів цими зв'язками нехтують, вважаючи кореляційну матрицю параметрів P_x діагональною, тобто $P_x = \text{diag}(\sigma_{21}^2, \sigma_{22}^2, \dots, \sigma_{2m}^2)$, де $\sigma_{2i}, i=1, \dots, m$ – дисперсія i -го параметра стану.

Суворе відновлення усереднених уявлень $i=1, \dots, m$ за сукупністю статистичних спостережень $\{Z_k=(Z_1, Z_2, \dots, Z_n)k^T, k=1, \dots, N\}$ передбачає вирішення відповідного регресійного завдання. Зауважимо, що, як правило, процес еволюції стану для більшості ОКІ є безперервним у часі, тобто $x=x(t)$. Дискретизація даних зазвичай виникає у процесі проведення цифрового моніторингу. У зв'язку з цим під час вирішення практичних завдань найбільшого поширення знайшла дискретна лінеаризована модель стану виду $x_{k+1}=\Phi_{k+1/k}x_k+w_{k+1}$, де $\Phi_{k+1/k}$ – перехідна матриця; w -адитивні шуми системи. Зазвичай передбачається, що шуми системи підпорядковані гауссовому розподілу з параметрами $(0, QW)$ (або $w \in N(0, QW)$). Тут QW – коваріаційна матриця шумів системи. Як правило, нормальне функціонування технічної системи характеризується невеликими випадковими переміщеннями фазового вектора x_k в межах деякої m -мірної області нормального стану V_0 . Розміри V_0 визначаються технологічними регламентами, технічними паспортами та іншими нормативними документами.

Моніторинг стану ОКІ дозволяє отримати сукупність вимірювань $\{z_k, k=1, \dots, k_0\}$, використовуваних для оцінювання і прогнозу фазового вектору (вектору стану). В цьому разі передбачається, що зазначені значення вектору стану пов'язані з вимірами відомою моделлю спостережень. Прикладом такого зв'язку може служити стохастична модель з адитивними шумами v_k виду $z_k=F(x_k)+v_k, k=1, \dots, k_0$. В цьому разі передбачається існування зворотного невідродженого оператора F^{-1} , що дозволяє відновлювати значення векторів станів за

результатами моніторингу. Найбільш часто використовується лінеаризована модель спостереження виду $z_k = H_k x_k + v_k$, $k=1, \dots, 0$, де H_k – градієнтна матриця; $v_k \in N(0, R_k)$; R_k – коваріаційна матриця шумів вимірювань.

У загальному випадку ця задача оцінювання є багатозначною. У зв'язку з цим вводять додаткові умови, звичайно виступають одночасно у ролі вимог щодо оптимізації. Зокрема, у багатьох задачах в якості критерію оптимізації виступає умова мінімізації дисперсії похибки σ_2 формованих оцінок стану, тобто $\sigma_2(x_k) = \min$ у класі всіх допустимих оцінок $\{x_k\}$. Допустимість оцінок визначається додатковими обмеженнями (наприклад, умовою незсуненості оцінки $E\{x_k\} = x$, де $E\{x_k\}$ – символ математичного очікування). Під час використання послідовної схеми спостереження наведені умови призводять до оптимального алгоритму фільтрації, заснованому на фільтрі Калмана:

$$\hat{x}_{k+1} = \Phi_{k+1/k} x_k + B_{k+1} \left[z_{k+1} - H_{k+1} \Phi_{k+1/k} \hat{x}_k \right], \quad B_{k+1} = P_{k+1} H_{k+1}^T R_{k+1}^{-1},$$

$$P_{k+1} = \left[P_{k+1/k}^{-1} + H_{k+1}^T R_{k+1}^{-1} H_{k+1} \right]^{-1} = P_{k+1} - P_{k+1/k} H_{k+1}^T \left[H_{k+1} P_{k+1/k} H_{k+1}^T + R_{k+1} \right]^{-1} H_{k+1} P_{k+1/k},$$

$$P_{k+1/k} = \Phi_{k+1/k} P_k \Phi_{k+1/k}^T + Q,$$

де P_k – коваріаційна матриця похибок оцінювання, $P_{k+1/k}$ – коваріаційна матриця прогнозованих значень. Під час виникнення проблеми динамічної стійкості замість фільтра Калмана використовують його субоптимальні стійкі версії, а з огляду на те, що більшість технологічних процесів нелінійні – розширені (EKF) або ансамбльні (UKF) версії фільтра.

ЛІТЕРАТУРА

1. Захист критичної інфраструктури в умовах надзвичайних ситуацій: монографія / С.І. Азаров, В.Л. Сидоренко, С.А. Єременко, А.В. Пруський, А.М. Демків; за заг. ред. П.Б. Волянського. Київ, 2021. 375 с.

УДК 614.841

*О. СОБОТНИЦЬКА, Артем МАЙБОРОДА, кандидат педагогічних наук, доцент,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ВИВЧЕННЯ ЗАКОРДОННОГО ДОСВІДУ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У ПОЖЕЖНІЙ СПРАВІ

Метод визначення складу речовин за характером світіння полум'я та кольором диму відомий як спектральний аналіз полум'я і диму. Цей метод базується на спостереженні спектральних ліній або кольору полум'я та диму, які виникають при горінні різних речовин.

Спектральний аналіз дозволяє визначити, які конкретні хімічні елементи або сполуки містяться у горючій речовині. Колір світіння полум'я та характер спектральних ліній можуть вказати на наявність певних речовин у паливі. Наприклад, натрій може надавати жовтий колір полум'я, а лінії спектрального аналізу можуть підтвердити його присутність.

Однак слід зазначити, що цей метод вимагає спеціалізованого обладнання та фахівців у сфері аналітики. Він застосовується, наприклад, у пожежній техніці для визначення складу газових сумішей або для аналізу горючих речовин в лабораторних умовах [1].

Спектральний аналіз у пожежній справі використовується для визначення складу газової фази та ідентифікації різних речовин, які можуть бути присутніми в димовому або газовому вмісті пожежі. Цей аналітичний метод допомагає пожежникам та слідчим зрозуміти, які види речовин горіли або виділялись під час пожежі. Основні застосування спектрального аналізу в пожежній справі включають:

1. Визначення виділених газів: Пожежі можуть виділяти різні гази, такі як оксиди вуглецю, оксиди азоту, середовища дихання тощо. Спектральний аналіз дозволяє виявити та виміряти концентрацію цих газів у димовому вмісті.

2. Виявлення небезпечних речовин: Пожежі можуть вивільнювати небезпечні речовини, такі як хімічні токсини або радіоактивні матеріали. Спектральний аналіз може виявити присутність таких речовин і визначити їх концентрацію.

3. Ідентифікація палива: Спектральний аналіз може вказати на вид палива, яке було використано у пожежі. Різні види палива можуть виділяти різні характеристичні спектри.

4. Визначення теплового випромінювання: Аналіз інфрачервоного спектра може бути використаний для вимірювання температури і інтенсивності теплового випромінювання, що допомагає оцінити інтенсивність пожежі.

5. Діагностика продуктів горіння: Спектральний аналіз дозволяє аналізувати продукти горіння та їх склад. Це може бути корисним при визначенні причини пожежі або вивченні впливу пожежі на навколишнє середовище.

6. Для проведення спектрального аналізу в пожежній справі використовують спеціалізовані прилади, такі як спектрофотометри або спектральні аналізатори. Ці прилади дозволяють зчитувати спектри речовин, які поглинають або випромінюють світло на різних довжинах хвиль. Зібрані дані можуть бути використані для аналізу та ідентифікації речовин у димовому або газовому вмісті пожежі [2].

Розглянемо, що таке спектрофотометр. Це прилад, який вимірює кількість фотонів (інтенсивність світла), що поглинаються після проходження через досліджуваний розчин чи предмет. За допомогою спектрофотометра можна також визначити кількість відомої хімічної речовини (концентрацію) елементів, вимірюючи інтенсивність виявленого світла. Спектрофотометр - це пристрій для вимірювання кольору, який використовується для захоплення та оцінки кольору. У рамках програми контролю кольору, зокрема в глобальному та розподіленому середовищі, де компоненти виробляються в різних місцях і об'єднуються як єдине ціле під час складання, власники брендів, дизайнери, постачальники та виробники використовують спектрофотометри для визначення та передачі кольору, а також виробники використовують їх для контролю точності кольору протягом усього виробництва. Кожен фізичний зразок має власний коефіцієнт відбиття, або кількість світла, яке він відбиває, і пропускну здатність, або кількість світла, яке він поглинає. Спектрофотометр відбиття освітлює промінь світла та вимірює кількість світла, відбитого від різних довжин хвиль видимого спектру, тоді як спектрофотометр пропускання вимірює, скільки світла проходить через зразок. Спектрофотометри можуть вимірювати та проводити кількісний аналіз майже будь-чого, включаючи рідини, пластмаси, папір, метал, тканину та пофарбовані зразки, щоб перевірити, чи колір залишається постійним від задуму до доставки. Сферофотометри бувають різних розмірів: портативних та настільних. Вони також поділяються за принципом дії, функціональністю, програмою. Але є лише 3 основні групи. Найпоширеніший спектрофотометр, цей прилад вимірює довжину хвилі світла, відбитого під

фіксованим кутом до зразка, зазвичай 45°. Перше число позначає кут освітлення, а друге – кут виявлення. У спектрофотометрі 45:0 джерело світла світить під кутом 45° від перпендикуляра зразка, а детектор отримує відбите світло під кутом 0° або перпендикулярно до поверхні об'єкта. Сферичний – можуть вимірювати світло, відбите під усіма кутами, щоб обчислити вимірювання кольору, які точно відповідають тому, що бачить людське око. Коли світловий промінь потрапляє на точку на поверхні кулі, більше 99% світла відбивається. Багатокутовий – бачить колір зразка так, ніби його рухають вперед і назад, так само, як ви крутите зразок, щоб побачити колір під різними кутами. Останнє покоління багатокутових спектрофотометрів має до 12 кутів вимірювання для повної характеристики [3]. Як і будь-який прилад спектрофотометр має ряд переваг та недоліків. Спектрофотометр дозволить аналізувати спектри поглинання цих газів і визначати їх кількість. Це може бути корисним для встановлення початкового складу газів під час пожежі, оцінки ризику для здоров'я та безпеки людей, а також для контролю якості повітря після пожежі. Знаючи цю інформацію процес пожежогасіння буде проходити набагато якісніше .

ЛІТЕРАТУРА

1. Fernández-Guisuraga, J.M., Calvo, L., Quintano, C., Fernández-Manso, A., & Fernandes, P.M. (2023). Fractional vegetation cover ratio estimated from radiative transfer modeling outperforms spectral indices to assess fire severity in several Mediterranean plant communities. *Remote Sensing of Environment*, 290, 113542
2. <https://www.xrite.com/learning-color-education/other-resources/what-is-a-spectrophotometer>
3. <https://www.hunterlab.com/blog/what-is-spectrophotometer>

УДК 614.841.45

*М. СУШКО, О. МИКИТЕНКО, Ігор ШКАРАБУРА, доктор філософії,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ, ПРИЙНЯТИХ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА ЩОДО ВІДПОВІДНОСТІ ВИМОГАМ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

Проаналізовано сучасний стан питання щодо сталевих конструкцій, окреслено сферу їх застосування й особливості роботи під дією різних впливів; виокремлено напрями та завдання досліджень.

З'ясовано, що пожежне навантаження на конструкції та будівлі в цілому можливе за будь-яких умов експлуатації. Схарактеризовано різні засоби забезпечення вогнестійкості сталевих конструкцій (вогнезахисні покриття; облицювання з негорючих матеріалів; підвісні стелі тощо), виявлено позитивні й негативні якості захисних заходів. Наголошено, що нині недостатньо вивчений характер впливу показників здатності до зчеплення вогнезахисних матеріалів різних типів на результати оцінювання вогнестійкості сталевих конструкцій уточненим експериментальним способом.

Досліджено зміни характеристик міцності сталі під час і після пожежі. Урахування змін характеристик міцності й деформативності сталі за високотемпературних впливів можливе в разі використання деформаційних

моделей. У цьому напрямі в різних країнах світу проводять низку досліджень. На сьогодні систематизовано вагомий теоретичний та експериментальний матеріал, що вможливує виконання розрахунків конструкцій за різних чинників впливу.

Виявлено, що в чинному ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [8] регламентовано настанови стосовно розрахунку та проведення заходів для забезпечення вогнестійкості конструкцій, але не представлено вимог до з'ясування технічного стану сталевих конструкцій будівель і споруд, не вмотивовано необхідності його регулювання після впливу високих температур під час пожежі. Відсутні пропозиції щодо визначення залишкової несучої здатності після початку фізичного руйнування конструкцій.

Наявні методи оцінювання вогнестійкості захищених сталевих конструкцій дають змогу окреслювати сталі значення мінімальної товщини системи вогнезахисту для широких діапазонів зведеної товщини сталевого профілю й критичної температури, за яких забезпечено нормовані класи вогнестійкості сталевих конструкцій. Однак практична реалізація таких методів вимагає великих матеріальних витрат, пов'язаних, зокрема, із необхідністю застосування спеціальних вогневих печей, обладнання для навантажування зразків сталевих конструкцій, а також зі створенням численної кількості стандартизованих зразків (сталевих колон і балок, облицьованих вогнезахисними матеріалами), на які має бути встановлено більше ніж 200 термопар. У ході оцінювання вогнестійкості сталевих конструкцій на етапі експлуатації будівель і споруд застосування таких методів не завжди прийнятне.

Пропоновані нині методики розрахунку сталевих конструкцій не дають змоги визначити залишкову несучу здатність експлуатованих конструкцій, особливо тих, що зазнали руйнування внаслідок пожежі. Для визначення НДС, залишкової несучої здатності та вогнестійкості сталевих конструкцій, з огляду на різні чинники впливу, а також опису передісторії навантаження, необхідно розробити методику, ґрунтовану на методі розрахунку конструкцій за граничними станами.

Сформульовані висновки аргументовано доводять доцільність таких завдань дослідження:

- узагальнити результати досліджень у сфері визначення вогнестійкості сталевих конструкцій, НДС конструкцій після силових і високотемпературних впливів, обґрунтувати необхідність проведення досліджень;
- з'ясувати характер впливу показників здатності до зчеплення вогнезахисних матеріалів різних типів на результати оцінювання вогнестійкості сталевих конструкцій стандартизованим методом, який регламентований у ДСТУ Б В.1.1-17 [26], що послугує підґрунтям для розроблення спрощеного методу оцінювання вогнестійкості сталевих конструкцій;
- визначити складники й процедури спрощеного методу оцінювання вогнестійкості сталевих конструкцій, згідно з яким застосовують зменшену кількість зразків (порівняно зі стандартизованим методом) і не використовують навантажених зразків для випробувань, а також обґрунтувати параметри зразків для випробувань і граничні значення критичної температури сталі в межах спрощеного методу;
- провести валідацію спрощеного методу оцінювання вогнестійкості сталевих конструкцій із застосуванням систем вогнезахисту й вогнезахисних матеріалів різних типів;
- удосконалити методику оцінювання технічного стану та вогнестійкості сталевих конструкцій на етапі експлуатації будівель і споруд;

– упровадити отримані результати досліджень для виконання практичних завдань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Gordiuk M., Semynoh M., Holodnov O., Tkachuk I. Determination of the technical state of buildings and constructions after force and temperature influences. Technology audit and production reserves. 2019. № 4/1 (48). P. 4–10.

2. Отрош Ю., Іванов А., Голоднов О. Комплекс взаємозв'язаних заходів щодо визначення параметрів напружено-деформованого і технічного стану конструкцій при різних впливах. Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського. 2011. № 8. С. 98–109.

3. СОУ ЖКГ 75.11–35077234.0015:2009. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків. Київ: ЖКГ України, 2010. 49 с.

УДК 614.841

¹І. ТАРАНЕНКО, ¹Н. РАШКЕВИЧ, PhD,

²Андрій КОВАЛЬОВ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

¹Національний університет цивільного захисту України

²Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

Сучасною інфраструктурою населених пунктів є будівлі та споруди, які складаються з різних за матеріалом будівельних конструкцій. Під час обстрілів, через які можуть виникати пожежі, будівельні конструкції піддаються впливу температур – фаз нагріву та охолодження. Внаслідок цих процесів змінюються механічні властивості [1]. Як наслідок, втрата цілісності або несучої спроможності будівельних конструкцій, в цілому об'єктів інфраструктури.

Питанням підвищення вогнестійкості займається багато науковців, як в Україні, так і за кордоном. Більшість дослідників дотримуються розрахунків що наведені в Європейських кодексах (Єврокодах) з використанням спрощених або розширених розрахункових методів та табличних даних. Єврокоди представляють собою комплект гармонізованих європейських стандартів для розрахунку несучих конструкцій будівельних споруд і захисту їх від дії вогню.

В роботі [2] проаналізовані наукові основи забезпечення вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій в умовах сучасних екстремальних впливів, в тому числі і пожеж. Показано, що причиною катастрофічних наслідків і руйнувань є недотримання фактичної межі вогнестійкості. Авторами розроблено фізичні та математичні моделі теплових процесів, що протікають у вогнезахисних залізобетонних конструкціях. На основі запропонованих моделей розроблено ефективний розрахунково-експериментальний метод оцінювання вогнестійкості таких конструкцій.

В роботі [3] розглянуті питання механічних властивостей залізобетонних матеріалів при дії високих температур, а також процес руйнування бетону та подальше його відновлення.

Дослідниками [4], використовуючи модифікований метаевристичний алгоритм, отримано оптимальні перерізи та параметри бетонного покриття залізобетонної колони для різної тривалості пожежі.

Додатково враховуються природні явища, такі як землетрус [5].

В науковій роботі [6] показано результати моделювання випробувань на вогнестійкість бетонних та залізобетонних конструкцій. Авторами наведено сучасний експериментальний підхід з вивчення вогнестійкості різних компонентів конструкцій, використовуючи чисельне моделювання полів температури та теплового потоку. Проте, не визначено, як даний підхід можна застосовувати для вогнезахисених залізобетонних конструкцій та будівель із конструкцій з урахуванням їх напружено-деформованого стану.

Вплив фази охолодження на конструкції після дії високих температур досліджений для залізобетонних колон [7], каркасів [8], балок [9]. Однак в умовах сьогодення, актуальним питанням залишається дослідження впливу високих температур.

За результатами моделювання вогнезахисту залізобетонної колони, використовуючи теплофізичні характеристики покриття, встановлено, що для підвищення межі вогнестійкості залізобетонної колони розмірами 500×500 мм до 180 хвилин необхідно запроектувати вогнезахист у вигляді вогнезахисного покриття з заданими параметрами арматури і бетону. При цьому, товщина вогнезахисного покриття повинна складати 11 мм на основі розв'язання прямих задач теплопровідності у програмному комплексі FRIEND.

В результаті чисельного моделювання були отримані розподіли температур у вогнезахисеній залізобетонній колоні на 180 хвилині вогневого впливу за стандартним температурним режимом пожежі при обігріві колони з чотирьох сторін (див. рис. 1).

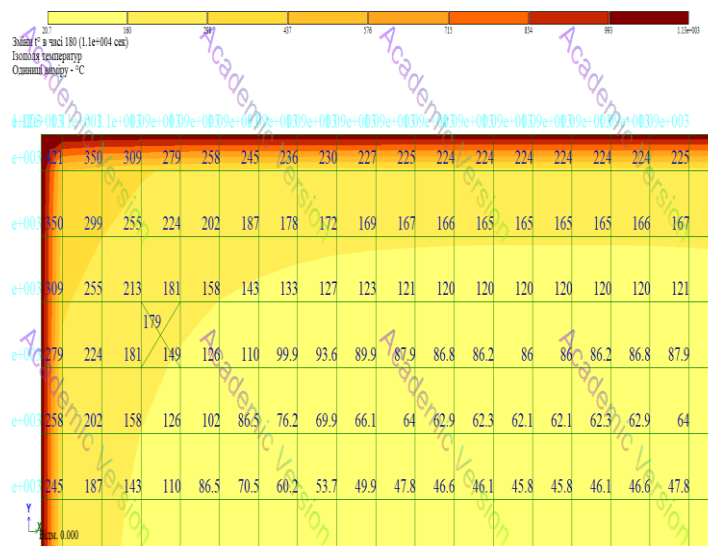


Рис. 1. Розподіл температур в вогнезахисеній залізобетонній колоні на 180 хвилині випробування

Як видно із рис. 1, товщина пасивного вогнезахисного покриття з науково обґрунтованими параметрами дозволяє знизити температуру на кутових арматурних стрижнях в 4 рази. Вказане створює умови для ефективного підвищення меж вогнестійкості залізобетонних конструкцій без проектування додаткового армування.

Таким чином, актуальною науково-практичною задачею є підвищення рівня вогнестійкості будівельних конструкцій за допомогою вогнезахисних покриттів з науково обґрунтованими параметрами.

ЛІТЕРАТУРА

1. T. Gernay, J.M. Franssen. (2015). A plastic-damage model for concrete in fire: applications in structural fire engineering. *Fire Safety Journal*. P. 268–278. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2014.11.028>
2. V. Sadkovyi, V. Andronov, O. Semkiv, A. Kovalov, E. Rybka, Yu. Otrosh. (2021). Fire resistance of reinforced concrete and steel structures. PC Technology center. 180 p.
3. W. Zheng, X. Hou, Y. Wang. (2016). Progress and prospect of fire resistance of reinforced concrete and prestressed concrete structures. *Journal of Harbin Institute of Technology*. 48(12):1. DOI:10.11918/j.issn.0367-6234.2016.12.001
4. U. Günay, S. Ulusoy, G. Bekdas, S.M. Nigdeli. (2023). Optimum Design of Reinforced Concrete Columns in Case of Fire. In book: *Hybrid Metaheuristics in Structural Engineering*. P. 35–48. DOI:10.1007/978-3-031-34728-3_3
5. B. Behnam. (2019). Effects of Thermal Spalling on the Fire Resistance of Earthquake-Damaged Reinforced Concrete Structures. *European Journal of Environmental and Civil engineering*. 24(1):1–29. DOI:10.1080/19648189.2019.1679670.
6. A. Tamrazyan, A.G. Mineev, M.S. Urasheva. (2020). Fire Resistance of Reinforced Concrete Corrosion-Damaged Columns of the "Standard" Fire. In *Key Engineering Materials*. 828, 163–169. DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.828.163
7. T. Gernay, A. Gamba. (2018). Progressive collapse triggered by fire induced column loss: detrimental effect of thermal forces. *Engineering Structures*. 17:483–496. DOI:10.1016/j.engstruct.2018.06.060
8. L. Li, J. Purkiss. (2005). Stress–strain constitutive equations of concrete material at elevated temperatures. *Fire Safety Journal*. 40(7):669–686. DOI:10.1016/j.firesaf.2005.06.003
9. R.K.S. Al Hamd, M. Gillie, H. Warren, G. Torelli, T. Stratford, Y. Wang. (2018). The effect of load-induced thermal strain on flat slab behaviour at elevated temperatures. *Fire Safety Journal*. P. 12–18. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2018.02.004>

УДК 614.84

Юрій ФЕЩУК, кандидат технічних наук,
Олександр СІЗІКОВ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
Світлана ГОЛІКОВА,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

ОБґРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СУТТЄВИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ОСНОВНОЮ ВИМОГОЮ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

З 01.01.2023 набув чинності Закон України від 02.09.2020 № 850-IX «Про надання будівельної продукції на ринку» [1], яким введено поняття «суттєві експлуатаційні характеристики», що виражається в рівнях, класах, або в описі.

Реалізація Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку», який є технічним регламентом і визначає правові та організаційні засади введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку, передбачає декларування показників будівельної продукції їх виробниками, а також визначення їх технічної прийнятності призначеними органами з оцінки відповідності, що обумовлює, зокрема необхідність встановлення та обґрунтування суттєвих експлуатаційних характеристик будівельної продукції, пов'язаних з основною вимогою щодо забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд.

Разом з цим, нова редакція ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека» [2], що набула чинності з 01.09.2022 не розкрила поняття «суттєві експлуатаційні характеристики» до таких складових основної вимоги із забезпечення пожежної безпеки будівель та споруд: обмеження виникнення та поширення вогню і диму всередині будівлі або споруди; обмеження поширення вогню на сусідні будівлі і споруди; забезпечення можливості евакуації людей або їх порятунку в інший спосіб; врахування безпеки пожежно-рятувальних підрозділів.

Відповідно до частини 2 статті 7¹ Закону України від 05.11.2009 № 1704-VI «Про будівельні норми» [3] зі зміною, внесеною згідно із Законом України від 03.10.2019 № 156-IX встановлено, що пріоритетним методом нормування в будівництві є параметричний метод.

Враховуючи вище зазначене, для можливості визначення технічної прийнятності будівельної продукції на ринку України, а також для реалізації параметричного методу нормування у будівництві виникає необхідність у встановленні в ДБН В.1.2-7:2021 суттєвих експлуатаційних характеристик та пов'язаних з ними рівнів показників будівельної продукції щодо складових основної вимоги із забезпечення пожежної безпеки будівель та споруд зазначених вище.

У зв'язку з вище зазначеним, виникла необхідність у постановці науково-дослідної роботи з наступною метою: обґрунтувати показники суттєвих експлуатаційних характеристик будівельної продукції, які пов'язані з основною вимогою щодо забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд та виразити їх в рівнях або класах, або описах.

Суттєвими експлуатаційними характеристиками будівельної продукції відносно основної вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки є пожежні характеристики.

Попередньо-зроблений аналітичний огляд джерел інформації, зокрема [4 – 6] дозволив встановити, що основними пожежними характеристиками будівельної продукції є:

- вогнестійкість;
- реакція на вогонь;
- стійкість до зовнішнього вогневого впливу.

Висновки. 1. Визначено передумови щодо необхідності обґрунтування суттєвих експлуатаційних показників будівельної продукції відносно основної вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки.

2. Запропоновано поняття «пожежні характеристики».

3. Попередньо встановлено основні пожежні характеристики будівельної продукції.

4. На основі європейської нормативної бази та проведених наукових досліджень пропонується встановлення рівнів, класів, або описів до пожежних

характеристик будівельної продукції як складових основної вимоги із забезпечення пожежної безпеки будівель та споруд.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України від 02.09.2020 № 850-IX «Про надання будівельної продукції на ринку».
2. ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека».
3. Закон України від 05.11.2009 № 1704-VI «Про будівельні норми».
4. COMMISSION DECISION of 3 May 2000 implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the resistance to fire performance of construction products, construction works and parts thereof (notified under document number C(2000) 1001) (Text with EEA relevance) (2000/367/EC).
5. COMMISSION DECISION of 21 August 2001 implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the external fire performance of roofs and roof coverings (notified under document number C(2001) 2474) (Text with EEA relevance) (2001/671/EC).
6. COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2016/364 of 1 July 2015 on the classification of the reaction to fire performance of construction products pursuant to Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council (Text with EEA relevance).

УДК 351.862.

*Сергій ЦВІРКУН, кандидат технічних наук, доцент, Д. КОСТЮЧУК,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ НАСЛІДКІВ ПРИ АВАРІЇ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРУ АЕС

Управління важкими аваріями передбачає виконання різних дій та стратегій для запобігання виникнення самопідтримуючої ланцюгової реакції ділення та управління наслідками аварії. Це особливо важливо, зважаючи на те, що важкі аварії можуть мати серйозні наслідки. Як приклади важких аварій можуть бути аварії на АЕС Фукусіма-1, Чорнобильській АЕС та АЕС Три-Майл-Айленд. На основі досвіду цих аварій, можна вивчати процеси, що відбуваються під час аварій та розробляти стратегії управління важкими аваріями.

Однією з основних стратегій є запобігання виникнення самопідтримуючої ланцюгової реакції ділення. Крім цього, дії, направлені на зменшення тиску в першому контурі, відведення теплоти від пошкодженого палива, зменшення викиду продуктів ділення (радіоактивних матеріалів) у навколишнє середовище, управління концентрацією водню та охолодження атмосфери гермооболонки також важливі для успішного управління важкою аварією.

Метою роботи є аналіз критичності розплаву активної зони реактора в умовах важкої аварії.

Основними задачами є:

- огляд існуючих підходів до аналізу критичності;
- огляд коду для розрахунку та моделювання;
- аналіз критичності.

В роботі були проаналізовані питання щодо можливості виникнення критичності в розплавленому паливі під час розвитку важких аварій, проаналізовані питання щодо можливості виникнення критичності в розплавленому паливі під час розвитку важких аварій, також представлено опис МСНР.

Був виконаний аналіз впливу зменшення температури внаслідок охолодження розплаву та величини пористості на рівень підкритичності гомогенної, гетерогенної двошарової та гетерогенної тришарової моделей. Згідно з отриманими результатами, зменшення температури призводить до зменшення підкритичності. Додатково, встановлено, що у гомогенній моделі значення підкритичності критичності більші, ніж у гетерогенних моделях. Найконсервативнішою моделлю при оцінці впливу температури на рівень підкритичності є гетерогенна двошарова модель.

ЛІТЕРАТУРА

1. АНАЛІЗ КРИТИЧНОСТІ РОЗПЛАВУ ПІД ЧАС ВАЖКИХ АВАРІЙ У КОРПУСІ РЕАКТОРА Ю.П.Ковбасенко, Є.І.Білодід Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки» (ДНТЦ ЯРБ) Україна, 03142 Київ, вул. В.Стуса, 35-37.

2. УДК 621.039.586:621.039.542 І. Bilodid, J. Duspiva 1 State Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety, Kyiv, Ukraine 2 ÚJV Řež a. s., Husinec, Czech Republic Analysis of Fuel Criticality during Severe Accidents.

3. Наказ ДІЯРУ № 162 від 19.11.2007 Про затвердження Загальних положень безпеки атомних станцій.

УДК 351.862

*Сергій ЦВІРКУН, кандидат технічних наук, доцент, О. КОТИЧЕНКО,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ В УМОВАХ НЕСТАЧІ ГІДРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Особливо важливим є завдання прогнозування в гідроенергетиці. Оскільки її головним та єдиним енергоресурсом є потенційна енергія мас води, якій, в свою чергу, притаманний значний вплив природних явищ. Таким чином, гідрологічні прогнози відіграють істотну роль у провадженні господарської діяльності гідроенергетики. У період експлуатації ГЕС прогнози використовуються з метою оптимізації режимів регулювання стоку річок, планування вироблення електроенергії та вжиття заходів щодо пропуску паводків через гідровузли. При керуванні річковим стоком не можна обмежуватися лише інтересами електроенергетики та економічною вигодою від додаткового вироблення електроенергії. Слід враховувати також і потреби інших споживачів гідроресурсів, які зазвичай вступають у суперечність із запитами енергетики.

Метою роботи є прогнозування припливу води у водосховищі в умовах нестачі гідрологічної інформації з використанням нейронної мережі.

Для досягнення мети поставлені такі завдання:

1. Огляд методів прогнозування припливу води у водосховищі.

2. Провести аналіз чинників, що впливають на рівень води у водосховищі.
3. Виконати прогнозування припливу води у водосховищі в умовах нестачі гідрологічної інформації з використанням нейронної мережі.

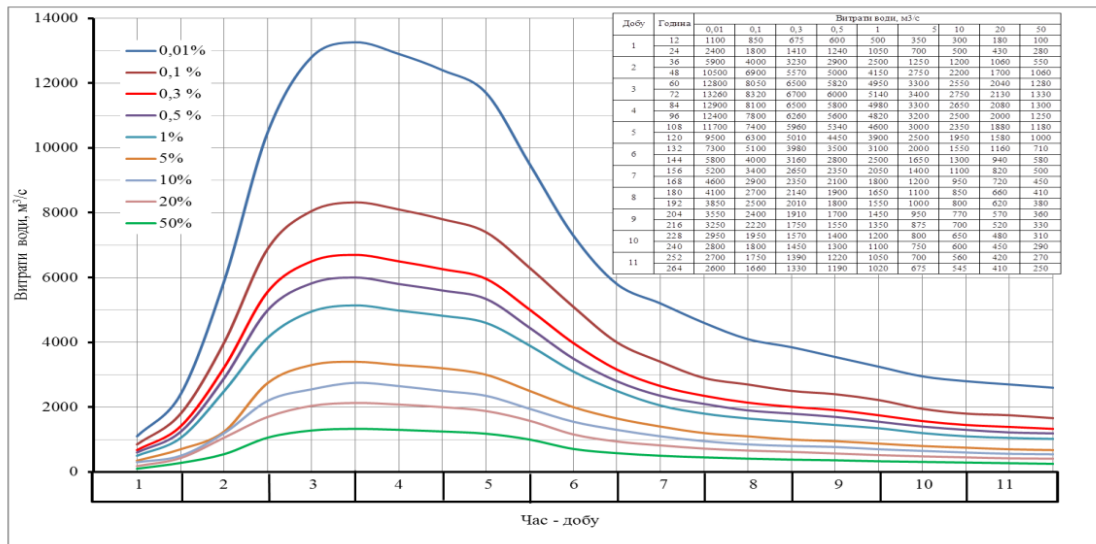


Рис. 1. Розрахункові гідрографи дощових паводків р. Дністер.

Було виконано прогнозування притоку до створу Дністровської ГЕС на підставі гідрологічних даних за 3 роки. Результати представлені нижче:

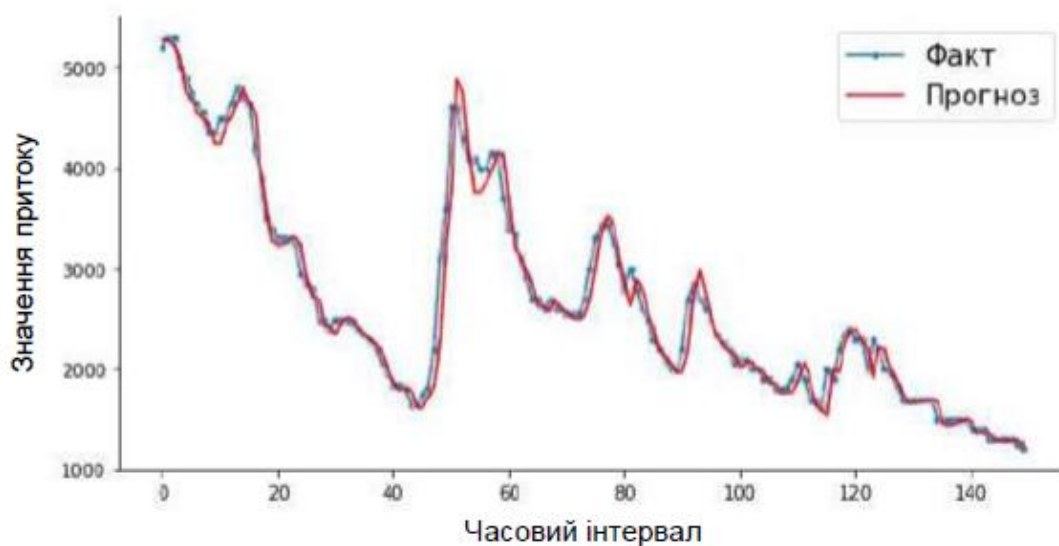


Рис. 2. Порівняння фактичного значення притоку з прогнозованим з урахуванням трирічних значень притоку.

Запропонована методика дозволяє отримати прогноз припливу води ГЕС з урахуванням чинників, що впливають на рівень води у водосховищі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стеблюк М.І. Моніторинг і прогнозування надзвичайних ситуацій / М.І.Стеблюк // Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. – К.: Знання, 2010. – 487 с.

2. Запорожець О.І. Загальні засади моніторингу НС та порядок його здійснення. Моніторинг небезпек життєвого середовища людини в Україні / О.І. Запорожець // Безпека життєдіяльності. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 448 с.

3. Довідково-інформаційна система як складова частина системи обробки даних / Ю.А. Полярус, О.О. Лясковський, П.М. Сінченко // Науковий збірник Інституту державного управління у сфері цивільного захисту / під заг. ред. Болотських М.В. – К.: ЗАТ "Українська технологічна група", 2013 – № 1. С. 49-56.

УДК 351.862.

*Сергій ЦВІРКУН, кандидат технічних наук, доцент, М. МАРТИНОВСЬКИЙ,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕНЬ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

Бойові дії є одним із неминучих факторів, які можуть призвести до того, що країни страждатимуть від порушення продовольчої безпеки через зниження продуктивності сільського господарства, зростання цін на продукти харчування та погіршення стану сільськогосподарських угідь та інфраструктури. Зокрема, війна є серйозним антропогенним лихом із величезним побічним впливом на соціальну та економічну структуру людських націй. Сільськогосподарські угіддя можуть стати занедбаними та покинутими внаслідок скорочення інвестицій у ведення сільського господарства, спричиненого військовими конфліктами. Продовольча безпека тісно пов'язана з розвитком економіки, соціальною стабільністю та виживанням людини. Для швидкої оцінки впливу конфліктів на сільськогосподарські угіддя та продовольчу безпеку необхідно використовувати ефективні та здійсненні методи регулярного моніторингу стану управління сільським господарством. Однак із загостренням війни національна продовольча безпека та навколишнє середовище зіткнулися з серйозною загрозою на тлі попередньої глобальної пандемії COVID-19.

Зменшення посівів і залишення сільськогосподарських земель є потенційними наслідками збройних конфліктів, коли виробництво на придатних для обробки землях припиняється через небезпеку нападів. Однак залишені сільськогосподарські поля важко нанести на карту через брак достовірної інформації для подальшого проведення гуманітарного розмінування.

У порівнянні з польовими обстеженнями, які займають багато часу та мають обмежену здатність фіксувати просторові та часові закономірності змін сільськогосподарських земель, дистанційне зондування є перспективною технологією, яка дозволяє швидко, динамічно та економічно ефективно контролювати використання сільськогосподарських земель у великих масштабах.

Тому виникає задача у наданні своєчасної та деталізованої ідентифікації пошкоджень на сільськогосподарських полях із розробкою власних методів ідентифікації вирв від обстрілів на даних високого просторового розрізнення.

Мета дослідження полягала у проведенні аналізу існуючих методів геопросторового аналізу та розробка методів пошуку пошкоджених полів із

застосуванням даних дистанційного зондування Землі. В якості вхідних даних використано відкриті дані програми COPERNICUS.

Для досягнення поставленої мети було:

– проаналізовано існуючі методи геопросторового аналізу та ідентифікації пошкоджених полів.

– розроблено метод класифікації земного покриву для території України на основі моделі багатозарового перцептронну та метод спектрального розподілу на основі використання відносної різниці NDVI.

– розроблені методи автоматизовано в хмарній платформі GEE.

Основним результатом роботи є розробка автоматичного методу пошуку пошкоджених полів реалізований на основі хмарної платформи Google Earth Engine. Метод пошуку пошкоджених полів не потребує додаткових обчислювальних ресурсів, оскільки хмарна платформа GEE надає всі можливості для роботи, тобто супутникові знімки не потрібно попередньо завантажувати локально, та обробляти їх, оскільки всі інструменти для обробки супутникових даних реалізовані в хмарній платформі GEE.

ЛІТЕРАТУРА

1. Валідація карт деградації земель на основі геопросторових даних / Б. Яйлимов, А. Шелестов, М. Ємельянов, О. Пархомчук // Проблеми керування та інформатики. — 2022. — Т. 1. — С. 112—125

2. JECAM [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.jecam.org/JECAM_Guidelines_for_Field_Data_Collection_v1_0.pdf

УДК 355.73

*П. ЦИГАНКОВ, Лариса ХАТКОВА, кандидат педагогічних наук, доцент,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЖЕЖНО-ПРОФІЛАКТИЧНОЇ РОБОТИ НА АРСЕНАЛАХ, БАЗАХ ТА СКЛАДАХ БОЄПРИПАСІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Живучість та вибухопожежобезпека потенційно небезпечних об'єктів Збройних Сил (ЗС) України та інших силових структур в останній час набуває великого значення. У зв'язку з цим для ЗС України дуже актуально стоїть задача вести попереджувальну роботу щодо недопущення надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Ця задача полягає в постійному контролі за станом живучості та вибухопожежобезпеки на таких потенційно небезпечних об'єктах.

Одним із практичних шляхів покращення стану живучості та вибухопожежобезпеки на потенційно небезпечних об'єктах є проведення всебічних перевірок і забезпечення відповідного типового порядку їхнього оцінювання. Існуюча система оцінки потенційно небезпечних об'єктів не може об'єктивно оцінити стан живучості та вибухопожежобезпеки

Відсутність єдиної, типової методики оцінки стану живучості та вибухопожежобезпеки арсеналів та інших військових потенційно небезпечних об'єктів ускладнює роботу органів управління, командирів та начальників усіх рівнів під час здійснення інспекційних перевірок фактичного стану живучості АБС (арсеналах, базах) зберігання ракет і боєприпасів, не дозволяє кількісно та

об'єктивно оцінити стан живучості та зробити обґрунтовані висновки про ефективність функціонування системи живучості та вибухопожежобезпеки.

До основних завдань оцінки системи живучості та вибухопожежобезпеки АБС зберігання озброєння, ракет і боєприпасів та вибухових речовин (військових потенційно небезпечних об'єктів – ПНО) відносяться наступні складові:

1. Встановлення відповідності живучості та вибухопожежобезпеки ПНО вимогам законодавчих актів України та військово-методологічного апарату контролю за ПНО.

2. Встановлення здатності виконувати завдання за призначенням, забезпечити безпеку населення та об'єктів національної економіки в разі виникнення аварійних ситуацій.

3. Перевірка виконання посадовими особами основних вимог керівних документів та функціональних обов'язків із питань живучості та вибухопожежобезпеки

4. Визначення стану захищеності населення, особового складу, озброєння та військової техніки, ракет і боєприпасів, будівель та споруд від можливих наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.

Аналізуючи систему живучості, нами були вибрані й згруповані за певними ознаками 16 найбільш важливих показників і відповідні критерії, що характеризують рівень функціонування системи живучості та вибухопожежобезпеки АБС.

Зокрема, наступні:

1. Розроблення плану локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій. 2. Забезпеченість блискавкозахисними спорудами.

3. Забезпеченість нормативними запасами води.

4. Стан обвалування.

5. Забезпеченість засобами пожежогасіння.

6. Оснащеність технічними засобами охорони.

7. Оснащеність автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації.

8. Технічний стан сховищ, майданчиків відкритого зберігання, навісів.

9. Стан укриття пожежної техніки.

10. Боєготовність пожежного підрозділу.

11. Стан обробки горючих матеріалів (дерев'яних конструкцій) вогнезахисними сумішами.

12. Стан інфраструктури.

13. Стан тари.

14. Наявність систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій.

15. Стан резервуарів для зберігання компонентів ракетного палива та пально-мастильних матеріалів (для відповідних об'єктів зберігання).

16. Забезпеченість об'єктів кислотостійким спецодягом (для об'єктів зберігання компонентів ракетного палива) та ін.

Результати перевірки цих показників оцінюються по 3 бальній системі: «добре», «задовільно», «незадовільно».

З метою підвищення зручності в використанні, оперативності оцінки живучості та вибухопожежобезпеки потенційно небезпечних об'єктів ЗС України в складі даної методики повинні бути в додатках - допоміжні довідково-інформаційні матеріали та типові формалізовані документи, якими необхідно керуватися під час проведення перевірок (зокрема оціночна картка та довідковий конспект-пам'ятка).

З метою забезпечення повноти та якості проведення перевірок є можливість розробити комп'ютерну програму оцінки живучості та вибухопожежобезпеки потенційно небезпечних об'єктів за, що дозволить забезпечити збір, обробку, передачу, зберігання й видачу в зручному вигляді для сприймання посадовими особами інформації, яку необхідно мати для відпрацювання й прийняття відповідних рішень.

Алгоритм оцінки стану живучості та вибухопожежобезпеки АБС та інших військових потенційно небезпечних об'єктів: введення вихідних даних, узагальнення стану живучості та вибухопожежобезпеки, надання методичних рекомендацій.

У разі практичного використання програми відповідно до алгоритму, який розроблено, здійснюється покрокове введення даних після проведення практичної перевірки кожного з 16 показників, що визначено методикою. Комп'ютерна програма відповідно до логічних вимог методики автоматично визначає загальну оцінку та загальний висновок. Разом із словесним відображенням оцінки у вікні кожного з пунктів може використовуватися й кольорове забарвлення, що привертає увагу користувача («добре» – зелений колір, «задовільно» – жовтий колір, «незадовільно» – червоний колір).

У загальному висновку міститься інформація щодо оцінки всіх показників, з чого видно, чому виставлена та чи інша оцінка. Посадова особа, яка здійснює перевірку стану живучості та вибухопожежобезпеки конкретного потенційно небезпечного об'єкта відповідно наданого загального висновку визначає проблемні питання та надає рекомендації щодо покращення стану живучості та вибухопожежобезпеки даного об'єкта.

Корисність даної програми полягає також і в тому, що оцінювання може бути проведено як контролюючими органами, так і керівним складом військового об'єкта. За результатами перевірки вони можуть визначити ступінь готовності до виконання завдань за призначенням та за необхідності вжити заходи щодо покращення стану живучості та вибухопожежобезпеки.

З метою ефективного забезпечення пожежовибухобезпеки на арсеналах баз і складах боєприпасів пропонуємо :

1. Розробити надійну, безпечну та ефективну технологію утилізації боєприпасів, яка б забезпечила швидке знищення або переробку надлишкових та непридатних боєприпасів. Вирішення цього питання дало б змогу значно скоротити кількість наявних арсеналів, баз та складів боєприпасів на території України і в той же час дасть змогу більш ефективно і ціленаправлено використовувати виділені кошти на забезпечення пожежовибухобезпеки тих об'єктів що залишаються. Таким чином це дало б значний економічний ефект, так як не використані та небезпечні боєприпаси все одно потрібно буде знищувати.

2. Виключити з штатів та підпорядкування командування арсеналів, баз та складів боєприпасів служби пожежної безпеки та пожежні підрозділи. Підпорядкувати їх територіальним управлінням пожежної безпеки через служби пожежної безпеки районів враховуючи що ними здійснюється цілодобовий контроль за станом пожежовибухобезпеки. Це б значно підвищило рівень пожежно-профілактичної роботи та її об'єктивність.

3. Надати право органам пожежної безпеки Збройних Сил України узгоджувати кошториси витрат на забезпечення пожежовибухобезпеки арсеналів, баз та складів боєприпасів і здійснення контролю за цільовим та ефективним використанням цих коштів.

Також, вищенаведена методика та програма дають можливість вийти не на суб'єктивну, а об'єктивну оцінку фактичного стану живучості та вибухопожежобезпеки потенційно небезпечних об'єктів і надавати реальні, конкретні пропозиції за рахунок саме яких показників можливо покращити стан живучості та вибухопожежобезпеки.

Методичний підхід, який запропоновано буде також корисним для начальників арсеналів, баз та складів ракет і боєприпасів та інших об'єктів для повсякденного контролю за фактичним станом живучості й вибухопожежобезпеки та розробці перспективних планів і, тим самим, сприятиме підвищенню ефективності функціонування системи живучості цих військових об'єктів підвищеної небезпеки. Використання програми зведе до мінімуму помилки в разі оцінювання (вплив людського фактору).

ЛІТЕРАТУРА

1. Безпека зберігання вибухових речовин та боєприпасів / М.І. Адаменко, Ю.В. Квітковський, О.В. Гелета, В.О. Росоха, І.Б. Федюк. - Харків. 2005. - 337 с.
2. Биченок М. М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою / Биченок М. М. - К.: ПоліграфКонсалтинг, 2005. - 196 с.
3. Стоєцький В. Ф. Управління техногенною безпекою об'єктів підвищеної небезпеки / В. Ф. Стоєцький, Л. В. Драннишников, А. Д. Єсипенко та ін.. - Тернопіль: – ТЗОВ - видавництво Астони, 2006. – 569 с.
4. Убайдуллаєв Ю. Н. Методика ранжирування об'єктів зберігання боєприпасів за ступенем небезпеки / Ю. Н. Убайдуллаєв, А. О. Гаврилук: матеріали науково-практичної конференції «Захист населення і території від надзвичайних ситуацій». - Х.: УЦЗУ, 2006. - С. 51-52.

*N. DANYLCHENKO, T. CHUBINA, doktor nauk historycznych, profesor,
Czerkaski instytut bezpieczeństwa pożarowego im. Bohaterów Czornobyla
Narodowego Uniwersytetu obrony cywilnej Ukrainy*

KRAJOWY SYSTEM RATOWNICZO-GAŚNICZY RZECZPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy (KSRG) – powstał w 1991 roku, a zaczął funkcjonować w 1995. Celem jego istnienia jest ujednoczenie działań o charakterze ratowniczym, podejmowanych w sytuacjach zagrożeń życia, zdrowia, mienia lub środowiska, podejmowanych przez Państwową Straż Pożarną i inne podmioty ratownicze (głównie Ochotnicze Straże Pożarne). Centralnym organem administracji rządowej w sprawach organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego jest Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej. Swoje zadania KSRG realizuje poprzez koordynację walki z pożarami i innymi klęskami żywiołowymi oraz ratownictwa technicznego, ekologicznego i medycznego na wszystkich szczeblach administracji. Krajowy system ratowniczo-gaśniczy stanowi integralną część systemu bezpieczeństwa państwa.

Krajowy system ratowniczo-gaśniczy dzieli się na trzy poziomy:

- Poziom powiatowy: Struktura KSRG w poszczególnych powiatach zależy od rodzaju zagrożeń i sieci jednostek ratowniczych. Dysponowanie jednostek systemu do działań ratowniczych oraz alarmowanie podmiotów współdziałających odbywa się poprzez powiatowe stanowisko kierowania PSP współdziałające ze stanowiskami

dyżurnymi administracji samorządowej wójtów, burmistrzów, prezydentów miast oraz starostów. W przypadku gdy siły i środki systemu ratowniczo-gaśniczego na obszarze powiatu okażą się niewystarczające (drastyczny wzrost skali zdarzenia, równoczesność zdarzeń, brak jednostek specjalistycznych) lub zdarzenie swym zasięgiem wykracza poza obszar powiatu, uruchamiany jest wyższy poziom systemu ratowniczo-gaśniczego.

- **Poziom wojewódzki:** Poziom wojewódzki spełnia rolę wspomagającą i koordynacyjną w sytuacjach wymagających użycia sił i środków spoza powiatu, w którym ma miejsce zdarzenie. Podstawowe siły i środki KSRG na poziomie województwa to wojewódzki odwód operacyjny z grupami specjalistycznymi (wydzielone siły i środki z poziomów powiatowych) oraz krajowa baza sprzętu specjalistycznego. Dysponowanie jednostek systemu do działań ratowniczych oraz alarmowanie podmiotów współdziałających odbywa się poprzez wojewódzkie stanowisko koordynacji ratownictwa PSP współdziałające z centrami zarządzania kryzysowego wojewody. W przypadku gdy siły i środki KSRG na poziomie województwa okażą się niewystarczające lub zdarzenie przekracza obszar województwa, uruchamiany jest najwyższy poziom systemu ratowniczo-gaśniczego poziom centralny.

- **Poziom centralny:** Poziom centralny spełnia rolę wspomagającą i koordynacyjną w sytuacjach wymagających użycia sił i środków spoza województwa w którym ma miejsce zdarzenie. Podstawowe siły i środki krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego na poziomie centralnym to centralny odwód operacyjny z grupami specjalistycznymi (wydzielone siły i środki z poziomów wojewódzkich), krajowe bazy sprzętu specjalistycznego oraz siły i środki szkół PSP. Dysponowanie jednostek systemu do działań ratowniczych oraz alarmowanie podmiotów współdziałających odbywa się poprzez Krajowe Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności (pełniące również funkcje międzyresortowego centrum zarządzania kryzysowego).

W Krajowym Systemie Ratowniczo – Gaśniczym funkcjonuje (stan na 31 grudnia 2013):

- 16 komend wojewódzkich PSP;
- 335 komend powiatowych/miejskich PSP;
- 500 (w tym 5 szkolnych) jednostek ratowniczo-gaśniczych Państwowej Straży Pożarnej;
- 4.307 jednostek ochotniczych straży pożarnych;
- 4 zakładowe straże pożarne;
- 13 szpitali, w tym 11 szpitali Ministerstwa Spraw Wewnętrznych w Warszawie, Krakowie, Poznaniu, Łodzi, Olsztynie, Katowicach, Białymstoku, Lublinie, Szczecinie, Wrocławiu i Bydgoszczy oraz Centrum Leczenia Oparzeń w Siemianowicach Śląskich i Szpital Praski;
- 205 specjalistów krajowych z różnych dziedzin ratownictwa 4 Stacje Ratownictwa Górniczego CSRG w Bytomiu, Jaworznie, Wodzisławiu Śląskim i Zabrze.

Z systemem współpracują m.in. Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa (SAR), Straż Miejska, Policja, Państwowe Ratownictwo Medyczne, Straż Graniczna, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Państwowa Agencja Atomistyki, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz organizacje pozarządowe.

SPIS LITERATURY

1. Чмига В. О Діяльність органів державної влади у сфері цивільного захисту : навч. посіб. / В. О. Чмига, Н. Г. Клименко, М. Г. Орел; За заг. ред. В. О. Чмиги. – К. : Вид во НАДУ, 2008. – 152 с.

2. Труш О. О. Досвід побудови та діяльності систем цивільного захисту країн – членів ЄС Центральної Європи / О. О. Труш // Теорія та практика державного управління : зб. наук. пр. – Х. : Вид-во ХарПІ НАДУ «Магістр», 2010. – Вип. 2. – С.454–461.

UDC 614.842

*Viktor HVOZD, PhD in technical sciences, professor,
Andrii BEREZOVSKYI, PhD in technical sciences, docent,
Bohdan KOPYL,
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of SES of Ukraine*

FIRE PROTECTION OF METAL STRUCTURES WITH INFLATING COATINGS

Recently, there has been an increase in the number of fires, as a result of which significant material damage occurs and many people die. This is due to the increase in the number of objects operated using building structures and materials that are characterized by a low ability to resist the influence of fire. One of the most common building structures are metal structures. Metal structures do not spread fire, but have high thermal conductivity and transfer heat to other structures. Under the influence of fire and high temperatures, they can lose their load-bearing capacity and collapse due to rapid heating to critical temperatures. Therefore, one of the components of the fire resistance of buildings and structures is the protection of structures from the effects of fire and high temperatures [1-6].

Such modern intumescent coatings are aqueous or highly filled thin-layer compositions diluted with organic solvents. The procedure of applying them to the structure that needs to be protected is not much different from the methods of applying ordinary paint and varnish products [7-9].

Coatings of the thin-layer type provide a good aesthetic appearance of building structures and, as a rule, do not require additional surface treatment with protective paints and enamels, unless this is provided for by the operational requirements [10].

This work examines the analysis of intumescent coatings existing today in Ukraine and Europe and possible ways of developing new intumescent fireproof coatings with improved technological and adhesive properties.

The most common fire-resistant coatings for metal structures today are intumescent coatings. They are also called reactive coatings:

Representatives of such coatings are fire retardant paints "DEFENDER M", "Endotherm", "Fenix STV", "Ammokote MW" and others.

DEFENDER M is a one-component water-based, fire-resistant, intumescent composition designed to increase the fire resistance of steel structures, industrial and civil construction facilities (TETs, GRES, AES, TRK, MK, etc.), including facilities for food industry (not in contact with food products), operated indoors (or outdoors under a canopy) with a non-aggressive environment, air humidity no more than 80%, and are not exposed to direct exposure for up to 90 minutes.

Endotherm 170205 is a one-component water-based fire retardant mixture. This component composition is intended for the formation of a fire-resistant coating, which swells under the influence of high temperatures and forms a heat-insulating layer that

protects structures from heating. The mixture increases the fire resistance of metal structures up to R60 at public and industrial construction sites.

Fenix STV is a one-component water-based fire retardant (paint). Fenix STV paint is a heat-expanding fire protection and is a suspension of gas-forming and foam-forming fillers with targeted additives in a synthetic film-forming solution.

The paint is designed to increase the fire resistance limit to R90 of load-bearing steel building structures that are operated at civil and industrial facilities of various purposes, including energy facilities, thermal and nuclear power plants.

Before applying these coatings to the surface to be protected, it is necessary to apply various types of protective primers first. This is due to the fact that fire-resistant coatings have increased corrosive activity of components, in particular water.

As swelling additives, substances are used that emit a large amount of non-combustible gases and vapors during decomposition (dextrin, starch, sorbitol...), phosphoacrylate, melamine salts, salts of phosphoric and boric acids, polyphosphoroamide, etc.) during decomposition [11].

Polymers are used as binding components. Moreover, they should be prone to the reaction of cyclization, condensation, crosslinking of non-volatile carbonized products. Examples of such polymers are polyester, epoxy resins, etc.

In our country, many fire-resistant coatings for metal structures that swell have certificates: Endoterm, VPM-1, VPM-2, VPM-3, VPD (Ukraine), "TN-GB" (China), "Nullifire S-607HB" (Great Britain), "PYRO-SAFE FLAMMOPLAST SP-A2", "Hensotherm 3KS" (Germany), "Polylack A" (Hungary), "AZNAR" (Tunisia), "Interchar 963" (Netherlands) and others.

A large number of intumescent, water-based or solvent-based flame retardant paints have been developed for indoor use. The most effective of them are characterized by approximately fifty-fold swelling and provide an increase in the fire resistance limit of metal structures to 45-60 minutes.

Chlorinated rubber, acrylic dispersions, as well as various resins: carbamide-formaldehyde, phenol-formaldehyde, alkyd, epoxy-polyester, epoxy and others are used as a binding component in intumescent fire-resistant coatings.

Based on polyvinyl chloride and perchlorvinyl, paste of the PVC0 brand and perchlorvinyl enamel KhV-5169 are known and used.

There are fire retardant coatings based on an organic binding solvent. Representatives of such coatings are: "Endotherm RK", "Endotherm HT-150", "Endotherm DMF-551", "Endotherm L". The limit of fire resistance of metal structures protected by these coatings increases to 1 hour.

Also, a number of fire-resistant compositions for the protection of metal structures based on liquid glass, sodium phosphoric acid, urea, flame retardant-amofos, etc. have been developed. They include UVK-2 coating consisting of: orthophosphoric acid, urea formaldehyde resin, ammonia, melamine, formaldehyde, methanol, urea, ammonium phosphate, glycerin, boric anhydride, glass fiber, perlite sand.

A number of flame retardant coatings have been developed abroad, mainly organic coatings. Intumescent fireproof coating P-60 (Mullifire) provides a limit of fire resistance of metal structures up to 1 hour. A finishing layer of Top Scaler material with a thickness of up to 1.5 mm is pre-applied to preserve the appearance of the coating.

Mullifire Ltd has developed System-S60 water-based intumescent fireproofing. The limit of fire resistance of metal structures increases to 90 min. with a coating thickness of up to 10 mm.

In Great Britain, the most widely used fire retardant coatings are intumescent. The Berger Industrial Coatings company presented Uniterhm alkyd coating, which provides increased fire resistance of metal structures for up to 1 hour.

In Finland ("Winter" warehouse) a coating based on aminoformaldehyde copolymers using phosphogypsum and polyphosphates as a gas generator and flame retardants was developed. Other compositions were developed on the same basis: DS-324 and "Piromors" (Germany), "Winter" (Finland).

On an organic basis, coatings have been developed for the protection of metal and wooden structures in Bulgaria. The coating is applied to the surface in 3 layers: chlorinated rubber primer, fireproof intumescent layer, colorless perchlorvinyl varnish. With a layer thickness of 6.5 mm, this fire-resistant coating provides fire resistance of metal structures up to 86-94 minutes.

Fire-resistant coatings and paints on a polymer basis "Foume-Coats" (USA), UNUTERM 38091, HERBERTS GmbH (Germany), "Biro-Coats" (Germany), "Poluplast-K" (Hungary) and others are now certified in Ukraine and are used to increase the fire resistance of steel and aluminum structures.

From the point of view of environmental friendliness, the most common are water-dispersed paint materials (VD-PM), the production and use of which is not related to the use of toxic and fire-hazardous organic substances. The use of VD-FM allows to reduce labor protection requirements, fire and explosion hazard of painting works. Such materials solve the task of not only decoration of buildings and structures, but also protect structures from moisture, sunlight, mechanical or chemical damage.

The most promising in this regard are materials based on aqueous dispersions of acrylic copolymers. Acrylic paints occupy a significant share of all water-soluble paints. Among them, due to their functional properties and relatively low cost, paints based on acrylic binders with vinyl-acrylic, styrene-acrylic, acrylo-silicone film formers have become the most widely used. One of the main properties of acrylic paints is the low permeability of the coating to carbon dioxide. Therefore, they successfully protect reinforced concrete from corrosion.

The use of intumescent fireproof coatings is one of the most effective methods of fireproofing metal structures. This method is used when it is necessary to simply, quickly and economically increase the fire resistance limit of the structure up to 90 minutes. The combination of new, more advanced components in the development of intumescent fire-resistant coatings will eliminate the shortcomings of existing compositions and improve their properties. Special attention is planned to be paid to the creation of new flame retardant compositions based on styrene-acrylic water dispersion with improved technological properties.

REFERENCES

1. Veselivskiy R. B., Smoliak D.V. Methods of fire protection of metal building structures. *Fire Safety*. 2021. № 39. p. 63–76.
2. Vakhitova, L. M., K.V. Kalafat, V.L. Drizhd, N.A. Taran. " Chemical solutions to fire protection problems." *Science and innovation* 11, № 6 (2015): 47-56.
3. Bielikov, A. S., Maladyka, I. H., Borsuk, O. V., Shalomov, V. A. (2014). Providing fire protection of buildings by increasing the fire resistance of metal structures. *Construction Materials science. Mechanical engineering Series: Energy, ecology, computer technologies in construction*, (76), 29-33.
4. Novak S. V., Drizhd V. L., Dobrostan O. V. Assessment of the suitability of plasters for fire protection of building structures on a steel base. *Scientific bulletin: Civil protection and fire safety*. 2020. № 2(10). p. 39–53.

5. Andriushchenko, L. A., Borysenko, V. H., Kudin, O. M., Horoneskul, M. M. (2019). Intumescent fire-resistant coatings in modern construction (review). Problems of emergency situations, (29 (1)), 121-138.
6. Korzh, E. M., Sharanova, Y. G., & Karasov, O. G. (2018). The choice of materials for the development of protective coatings against the influence of high temperatures. Construction, materials science, mechanical engineering, (105), 50-54.
7. Saenko, N. V. Primary assessment of the fire-resistant properties of water-dispersion acrylic coatings for heat-insulating purposes // Scientific bulletin of construction. – 2016. – T. 86. – № 4. – p. 154-157.
8. Danchenko, Yu. M. Study of the fire-resistant efficiency of epoxy polymer coating «ANTIFIRE» // Scientific bulletin of construction. – 2017. – T. 89. – № 3. – p. 215-223.
9. Yakovleva, R. A. The effect of co-intercalated graphite compounds on the indicators of fireproof properties of intumescent fireproof compositions / // Scientific bulletin of construction. – Kharkiv: KhDTUBA, 2010. – 59. – p. 259-263.
10. Ukrainian Center of Steel Construction. Recommendations for choosing fire protection: URL: <https://uscc.ua/vognezahyst-stalevyhkonstruktsiy> (date of accessing 12.11.2021).
11. Bielikov A.S. Reducing the flammability and increasing the fire resistance of wooden structures due to the use of fire-resistant coatings (on the example of coal industry enterprises): Theses of the doctor of technical sciences: 21.06.02/ - Kharkiv, 2001. - 461 p.

UDC 624.012

*Dusan KATUNSKY, professor, PhD, Dean Technical University of Kosice
Faculty of Civil Engineering,
Eva KRIDLOVA BURDOVA, assistant professor, PhD, Vice-Dean Technical University
of Kosice Faculty of Civil Engineering,
Iryna RUDESHKO, Senior lecturer Department of Safety of Construction
and Occupational Safety,
Natalia ZAIKA, Head of the Laboratory of the department of automatic safety systems
and electrical installations,
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Heroes of Chernobyl
of the National University of Civil Defense of Ukraine,
Ihor MATSYK, graduate student of the Department of Building Structures and Bridges
Lviv Polytechnic National University*

HIERARCHICAL APPROACH TO THE CALCULATION ASSESSMENT OF FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE BEAMS

The study on fire resistance assessment was carried out on a reinforced concrete beam with a cross-sectional area of 300x600 mm, rectangular in cross-section, with a single two-row reinforcement: 4Ø22A400S. The beam was made of concrete of class C30/35, the distance to the axis of the lower level of reinforcement was 50 mm, to the axis of the upper level of reinforcement - 120 mm, the level of the operating load was 0.5 of the destructive load. The heating conditions were taken from three sides. The compliance of the fire resistance class of the studied structure with R120 was checked using the tabular and zone methods.

Using the tables with the minimum dimensions and distances from the reinforcement axis of freely supported beams made of unstressed and prestressed reinforced concrete [6, 7], it was found that for a reinforced concrete beam width of 300 mm, the minimum distance from the reinforcement axis should be at least 55 mm (Table 1). Thus, the insufficient distance from the axis of the first row of reinforcement does not allow the studied structure to meet the fire resistance class R120.

Table 1

Normalized fire resistance	Minimum dimensions, mm						
	Possible combinations a and b_{min} , where a – the average distance to the reinforcement axis, and b_{min} – beam width				Beam wall thickness, b_w		
					Class WA	ClassWB	Class WC
R30	$b_{min}=80$ $a=25$	120 20	160 15*	200 15*	80	80	80
R60	$b_{min}=120$ $a=40$	160 35	200 30	300 25	100	80	100
R90	$b_{min}=150$ $a=50$	200 45	300 40	400 35	110	100	100
R120	$b_{min}=200$ $a=65$	240 60	300 55	500 50	130	120	120
R180	$b_{min}=240$ $a=80$	300 70	400 65	600 60	150	150	140
R240	$b_{min}=280$ $a=90$	350 80	500 75	700 70	170	170	160

When performing calculations using the zone method, a mechanical calculation was performed that takes into account the reduced cross-section of the investigated reinforced concrete beam and the reduced mechanical properties of the reinforcement under the influence of the standard fire temperature mode. The load-bearing capacity of the investigated structure in fire for 120 min ($MR_{d,fi}=96.6$ kNm) is greater than the effective load in fire ($ME_{d,fi}=91.5$ kNm). The condition of fire resistance is met, i.e. according to the zone method it was found that the reinforced concrete beam corresponds to the fire resistance class R 120, but the limit of compliance of the bearing capacity of the structure is close to the level of the effective load, while this reinforced concrete beam is loaded with 50% of the destructive indicator.

The refined calculation method for assessing the fire resistance of the studied reinforced concrete beam was performed by computational experiments using the finite element method [10].

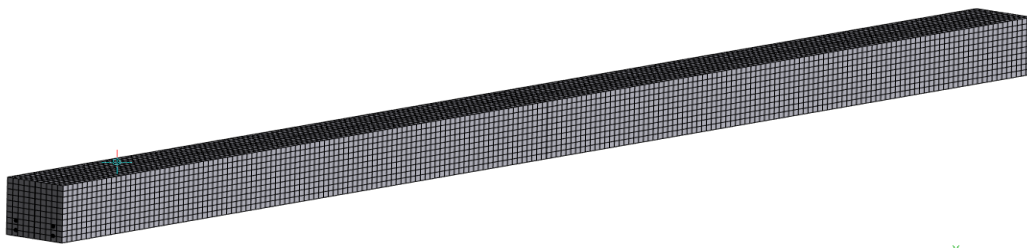


Figure 1. Finite element model of a reinforced concrete beam with a rectangular cross-section and a single double-row reinforcement with a cross-section of 300 mm x 600 mm.

According to the results of the computational experiment, it was found that the critical deflection of the reinforced concrete beam is 260.12 mm and occurs at 139.15 minutes of the computational experiment, which is a sign of the onset of the fire resistance boundary state in terms of loss of bearing capacity [4].

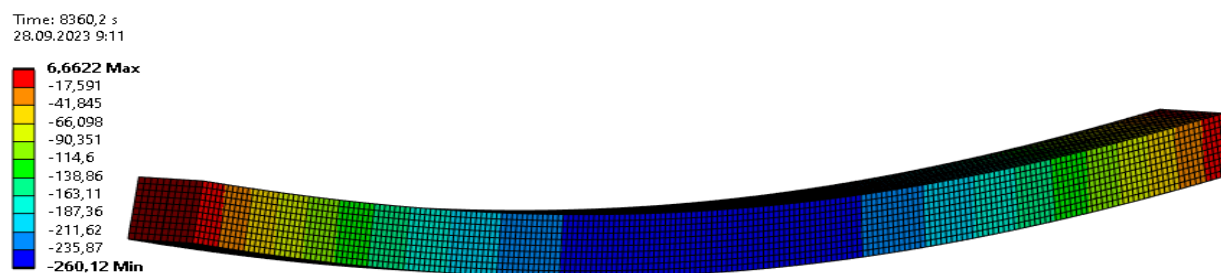


Figure 2. Deflection (mm) of a reinforced concrete beam with a section of 300 mm x 600 mm at 139.15 minutes of fire exposure.

Thus, due to the hierarchical approach, it is possible to assess fire resistance using methods of different accuracy and complexity, which affects the obtaining of reliable results of fire resistance indicators of such reinforced concrete beams.

REFERENCES

1. EN 1992-1-2 (2004) Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design.
2. DSTU-N B V.2.6-196:2014 Instructions for the design of reinforced concrete beams. Exposure to toxicity. [Chinny edition 2015-07-01.] – K.: DP “State Scientific Research Institute of Civil Constructions” (NDIBK), 2014. – 45 p. – (National Standard of Ukraine).
3. Pozdieiev S. V. Levchenko A.D. Development of an advanced calculation for determining the limit of fire resistance of load-bearing reinforced concrete structures. // Scientific newsletter of the National Technical University “Lviv Polytechnic”. – Lviv: NTU “Lviv Polytechnic”. - 2011. – P. 264 – 269
4. BS EN 1363-1:2020 Fire resistance tests General requirements.

*M. LAHODZINSKYI, T. CHUBINA, doktor nauk historycznych, profesor,
Czerkaski instytut bezpieczeństwa pożarowego im. Bohaterów Czornobyła
Narodowego Uniwersytetu obrony cywilnej Ukrainy*

ROLA MIĘDZYNARODOWEJ ORGANIZACJI OBRONY CYWILNEJ I ORGANIZACJI NARODÓW ZJEDNOCZONYCH W PRZECIWDZIAŁANIU KATASTROFOM

Zmiany zachodzące w świecie w zakresie postaw i reakcji na katastrofy doprowadziły do zmiany roli i miejsca organizacji międzynarodowych w tym procesie. W szczególności dotyczy to roli Międzynarodowej Organizacji Obrony Cywilnej (dalej – ICDO) i ONZ.

Utworzona w 1931 r. jako «Stowarzyszenie stref genewskich» («Strefy bezpieczeństwa») w 1958 r. przekształciła się w organizację pozarządową, a w 1972 r. stała się organizacją międzyrządową. Obejmuje 50 krajów, a kolejne 8 – mają status obserwatora.

Zgodnie ze statutem ICDO przyczynia się do wzmocnienia międzynarodowej koordynacji rozwoju i doskonalenia OC, rozwija uniwersalną, powszechnie akceptowaną koncepcję OC, dąży do wzmocnienia elementu prewencyjnego w swoich działaniach poprzez zapobieganie i minimalizowanie skutków klęsk żywiołowych i katastrof spowodowanych przez człowieka. ICDO ma umowę z Biurem Narodów Zjednoczonych ds. Koordynacji Pomocy Humanitarnej, w szczególności współpracuje ze swoim oddziałem w Genewie w ramach programów dotyczących wykorzystania zasobów wojskowych i urzędów OC w katastrofach. Spośród obszarów działalności ICDO warto wspomnieć:

- szkolenie krajowego personelu kierowniczego do działań w katastrofach (prowadzone w Centrum Szkoleniowym OC w Szwajcarii);
- zapewnienie pomocy technicznej państwom w zakresie tworzenia i doskonalenia systemów zapobiegania katastrof i ochrony ludności;
- promowanie doświadczenia i wiedzy na temat OC oraz zarządzania w sytuacjach kryzysowych (przeprowadzane za pośrednictwem centrum dokumentacji ICDO i biblioteki ICDO);
- pośrednictwo i współpraca między państwami członkowskimi a międzynarodowymi organizacjami rządowymi i pozarządowymi zajmującymi się kwestiami Obrony Cywilnej.

Na Drugiej Światowej Konferencji z OC w 1994 roku (ok. Amman, Jordania) ICDO wezwała kraje w swojej działalności wychodzić z założenia, że termin «działania obrony cywilnej» musi być używany do identyfikacji jakichkolwiek działań humanitarnych w celu ochrony ludności i jej mienia i środowiska.

Pod auspicjami ICDO w ramach Międzynarodowej Konferencji Ministerialnej «Obrona cywilna – narzędzie do zrównoważonego rozwoju» 22 maja 2000 r. w Genewie odbyło się podpisanie Konwencji ramowej o pomocy w dziedzinie OC. Państwa, które ją podpisały, w tym Ukraina zobowiązują się do promowania współpracy między służbami OC, zwłaszcza w dziedzinie kształcenia zawodowego, wymiany informacji i ekspertyzy i mają na celu ograniczenie przeszkód, które pojawiają się, podczas pomocy w celu przyspieszenia reakcji na sytuację nadzwyczajną.

Głównym zadaniem ONZ od momentu powstania w 1945 r. było zapobieganie konfliktom zbrojnym i minimalizowanie ich konsekwencji. Ale od początku lat siedemdziesiątych dwudziestego wieku wraz ze zmianą środowiska politycznego rośnie uwaga organizacji na walkę z klęskami żywiołowymi. Tak więc, 1964 Rezolucji ONZ 2034 wezwała państwa członkowskie ONZ do rozważenia możliwości ustanowienia odpowiedniego krajowego aparatu planowego i wykonawczego przystosowanego do warunków krajowych i przeznaczonego do określenia zakresu i rodzaju wymaganej pomocy w przypadku katastrof naturalnych oraz w celu zapewnienia jednolitych operacji zarządzania taką pomocą. Przyczyniło się to do tworzenia służb OC w krajach, w których ich nie było, i rozszerzanie istniejących zadań służb reagowania na katastrofy.

W 1991 r. Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych przyjęło rezolucję 46/182 z 19 grudnia 1991 r., która miała skoncentrować wysiłki społeczności międzynarodowej na zapobieganiu i kontroli klęsk żywiołowych.

Potrzeba przeprowadzenia specjalnych dochodzeń w sprawie zjawisk naturalnych prowadzących do klęsk żywiołowych zmusiła ONZ do ogłoszenia lat 90. XX wieku Międzynarodowym Dziesięcioleciem Zmniejszenia Strat z Powodu Klęsk Żywiołowych. W strukturze ONZ powołano Biuro Koordynacji Pomocy Humanitarnej, kierowane przez Koordynatora ds. Pomocy w sytuacjach kryzysowych. W oparciu o te decyzje większość krajów na świecie dokonała odpowiednich zmian w ich własnym ustawodawstwie i opracowała strategię przeciwdziałania klęskom żywiołowym.

Urząd ds. Koordynacji Pomocy Humanitarnej i Program Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju ponoszą główną odpowiedzialność za pomoc operacyjną w przypadku klęski żywiołowej. Pomoc jest świadczona za pośrednictwem Światowego Programu Żywnościowego, Biura Wysokiego Komisarza Narodów Zjednoczonych ds. Uchodźców i Funduszu Narodów Zjednoczonych na rzecz Dzieci itp.

Ponadto problemom powstania klęsk żywiołowych i walki z nimi było poświęcono mnóstwo konferencji światowych i spotkań pod auspicjami ONZ: Światowa konferencja nt. Środowiska ludzkiego i rozwoju w Sztokholmie (Szwecja) oraz Światowa konferencja na temat środowiska i rozwoju w Rio de Janeiro (Brazylia) w 1992 r.; Światowa Konferencja na temat ograniczania zakresu klęsk żywiołowych w Jokohamie (Japonia) w 1994 roku i Kobe (Japonia) w 2005 i Światowy Szczyt Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu (RPA) w roku 2002. Tym problemom jest poświęcony raport globalny «Zmniejszenie ryzyka katastrof: zadania rozwoju» w ramach programu rozwoju ONZ, przygotowanego przez Biuro zapobiegania kryzysom i odbudowy w 2004 roku, a także szereg innych dokumentów, w tym Międzynarodowej strategii ograniczania skutków katastrof. Strategia przewiduje skoncentrowanie się na zarządzaniu ryzykiem jako składniku zrównoważonego rozwoju i partnerstwa między rządami, organizacjami społeczeństwa obywatelskiego, agencjami ONZ, środowiskami akademickimi, mediami i innymi zainteresowanymi stronami.

Cztery główne cele strategii to: podniesienie świadomości społeczeństwa w zakresie środków ograniczania ryzyka katastrof, zapewnienie gotowości władz publicznych do radzenia sobie z tymi kwestiami, promowanie interdyscyplinarnych i międzysektorowych partnerstw, a także poprawa wiedzy naukowej na temat przyczyn klęsk żywiołowych i skutków naturalnych zagrożeń.

Dziś ONZ jest główną strukturą koordynującą międzynarodowe operacje reagowania w przypadku katastrof.

SPIS LITERATURY

1. Міжнародна організація цивільної оборони (МОЦО). – Tryb dostępu: <http://www.mns.gov.ua/inter/coop/icdo/main.ua.php?p=1>.

2. Editorial // Revue Internationale de Protection Civile. – 2005. – C. 3. – Tryb dostępu: <http://www.icdo.org/pdf/pub/icdo-journal-2005-a-french.pdf>.

3. Foundation of the «Association des Lieux de Genève». – Tryb dostępu: <http://www.icdo.org/ab-history.html>.

UDC 614.84:629.7

*Serhii PANCHENKO, adjunct, Artem BYCHENKO, PhD, docent,
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Heroes of Chernobyl
of the National University of Civil Defense of Ukraine*

TECHNOLOGIES FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF AERIAL FIREFIGHTING IN FOREST FIRES

Forest fires pose significant threats to ecosystems and human lives. Aerial firefighting, using aircraft and helicopters, is a crucial tool in combatting these blazes. [1] However, assessing the effectiveness of aerial firefighting operations is essential for optimizing resources and minimizing damage. This article explores the technologies and

methods employed to evaluate the efficiency of aerial firefighting efforts. We discuss the tactical and technical characteristics of assessment devices, highlight relevant patents and innovations, and provide case studies demonstrating the real-world application of these technologies.

Effective assessment of aerial firefighting involves a diverse set of technologies and methods. Remote sensing systems, satellite imagery, unmanned aerial vehicles (UAVs or drones), and ground-based monitoring play pivotal roles in data collection and analysis. Remote sensing, for instance, enables the detection of temperature changes and hotspots in the fire-affected areas. Satellite imagery provides an overarching view of fire progression. UAVs offer flexibility and real-time monitoring, while ground-based systems offer immediate on-site data.

To evaluate the effectiveness of aerial firefighting operations, understanding the tactical and technical characteristics of assessment devices is paramount. For instance, spatial resolution influences the level of detail captured, while spectral bands determine the type of information that can be extracted. [2] Data processing speed impacts the timeliness of assessments, and the efficiency of data transmission methods ensures the swift delivery of critical information to firefighting teams.

Table 1. Systems and descriptions

Technology/System	Description	Manufacturer/Country
Remote Sensing Systems	Utilizes satellite and aerospace data to detect hotspots and fire activity.	NASA (USA), ESA (European Space Agency), Roscosmos (Russia), other space agencies
Unmanned Aerial Vehicles (UAVs or Drones)	UAVs equipped with cameras, thermal sensors, and other instruments for both ground and aerial fire monitoring.	DJI (China), Parrot (France), Northrop Grumman (USA), other manufacturers
Ground-Based Monitoring Systems	Ground-based systems including seismic, thermal, and optical sensors and devices for data	Manufacturers from various countries, including Eosense (Canada), RAE Systems (USA), FLIR (USA)
Satellite Imagery	Uses high-resolution satellite imagery for monitoring fire activity and fire size.	Companies providing satellite imagery, including Airbus (Europe), Maxar (USA), DigitalGlobe (USA), and others.

The choice of assessment devices and their characteristics must align with the specific requirements of each firefighting scenario, considering factors like fire size, terrain, and available resources.

In a hypothetical perspective the United States Forest Service (USFS), in collaboration with NASA's Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS), can employ advanced remote sensing systems to evaluate the effectiveness of aerial firefighting in containing a large-scale wildfires.

The objective is to assess the impact of aerial firefighting operations, particularly retardant drops from air tankers and water bucket deployments from helicopters, on the containment and spread of the wildfire.

Technology Utilized: EOSDIS can provide access to satellite imagery from the Landsat and Aqua/Terra MODIS satellites, which offered multispectral data and thermal infrared imagery. Additionally, Synthetic Aperture Radar (SAR) data from the European Space Agency's Sentinel-1 satellite can employ to monitor ground movement and identify potential fire hotspots.

Methodology: Over a span of two weeks, satellite imagery can acquired daily, allowing for near-real-time monitoring of the wildfire. Hotspots and areas of active fire will identify using thermal infrared data, while multispectral imagery provide valuable information about smoke plumes, vegetation changes, and terrain conditions. SAR data can help identify ground displacement, which can be indicative of fire-induced land movements.

Containment Assessment: The remote sensing analysis revealed that containment lines established by aerial firefighting efforts can be statistically significant in reducing the fire's forward spread rate. Within the first week, according to our research, the fire's progression rate will decrease by 35% compared to the pre-aerial firefighting phase.

Retardant Drop Effectiveness: Detailed analysis of multispectral imagery can show that fire retardant drops effectively created firebreaks in key areas, reducing fire intensity. The containment success rate in zones treated with retardant increase by 42%.

Identification of Hotspots: Thermal infrared data allowed for the early detection of hotspots within the fire perimeter. In areas where hotspots will identify promptly, firefighting resources will deploy more effectively, resulting in a 23% reduction in hotspot size within 24 hours of detection.

The utilization of remote sensing systems, including satellite imagery and SAR data, prove invaluable in assessing the effectiveness of aerial firefighting efforts during the different forest fires. Statistical analysis of the data indicate a substantial reduction in fire progression rates, improved containment, and the timely identification of hotspots. This evidence underscores the critical role of advanced technology in optimizing wildfire suppression strategies.

In conclusion, the utilization of assessment technologies is a pivotal component of modern aerial firefighting strategies. These technologies empower firefighting agencies and decision-makers with valuable data and insights to enhance the effectiveness of firefighting operations. The tactical and technical characteristics of assessment devices significantly influence their utility in diverse firefighting scenarios.

Notably, ongoing innovations and patents in this field hold promise for more efficient and sustainable aerial firefighting. By harnessing advanced technologies and continually refining assessment methodologies, we can better protect our forests, wildlife, and communities from the devastating impacts of wildfires.

Perspectives for Future Research:

The pursuit of excellence in aerial firefighting assessment remains an ongoing endeavor. Future research efforts should aim to:

- **Enhance Data Integration:** Develop methods for seamlessly integrating data from multiple sources, including satellites, drones, and ground-based systems, to create comprehensive and real-time situational awareness.
- **Machine Learning and AI:** Explore the application of machine learning and artificial intelligence algorithms to automate data analysis, identify patterns, and predict fire behavior more accurately.

- Environmental Impact Assessment: Expand research into the environmental impact of aerial firefighting operations, including the effects of fire retardants and foam on ecosystems.
- Interagency Collaboration: Foster collaboration between firefighting agencies, research institutions, and technology companies to accelerate the development and adoption of assessment technologies.

REFERENCES

1. Panchenko, S., Nizhnyk, V., Bychenko, A., & Lutsenko, Yu (2022) Analiz doslidzhen shchodo vplyvu syl poverkhnevoho natiahu na dyspersnist krapel pid chas hasinnia lisovykh pozhezh aviatsiinoiu tekhnikoju [Analysis of studies on the influence of surface tension forces on the dispersion of droplets during forest fire extinguishing by aircraft] *Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka*, 1(13), 55–63. Doi:[https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.1\(13\).55-632](https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.1(13).55-632).
2. Panchenko, S (2021) Tendentsii zastosuvannia aviatsiinoi tekhniki dlia hasinnia pozhezh [Trends in the use of aircraft for firefighting] *Nadzvychni situatsii ta likvidatsiia*. T.5 No1. S. 104–114. Doi:<https://doi.org/10.31731/2524-2636.2021.5.1.104.114>
3. Bernhard, E.-M., Stein, E., Twele, A., and Gähler, M.: (2011) SYNERGISTIC USE OF OPTICAL AND RADAR DATA FOR RAPID MAPPING OF FOREST FIRES IN THE EUROPEAN MEDITERRANEAN, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XXXVIII-4/W19, 27–32, <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XXXVIII-4-W19-27-2011>

*R. SAMAN, T. CHUBINA, doktor nauk historycznych, profesor,
Czerkaski instytut bezpieczeŃstwa poŃarowego im. Bohaterów Czornobyla
Narodowego Uniwersytetu obrony cywilnej Ukrainy*

GDAŃSKI POLIGON: GŁÓWNE CHARAKTERYSTYKI

Gdański poligon ratowniczy to obiekt wyróżniający się na tle innych. Jest przeznaczony nie tylko dla strażaków, lecz także ich czworonożnych pomocników.

Im więcej potu na ćwiczeniach, tym mniej krwi w boju – to stwierdzenie w pełni oddaje potrzebę ciągłego doskonalenia zarówno indywidualnych umiejętności, jak i zgrania całego zespołu ratowników. Służba strażaka wymaga więc systematycznych i wszechstronnych treningów oraz ćwiczenia różnych sytuacji ratowniczych, z zastosowaniem w praktyce procedur i zasad, od których znajomości często zależy zdrowie i życie niosących pomoc.

Szczególne wymagania stawiane są podczas wszelkich działań specjalistycznych, między innymi tych po katastrofach budowlanych. W tym wypadku strażacy prócz próby lokalizacji osób poszkodowanych muszą potrafić ocenić możliwe zagrożenia, zabezpieczyć uszkodzoną konstrukcję, dostać się do zasypanych i w ograniczonej przestrzeni gruzowiska udzielić im pomocy medycznej, a następnie ewakuować w bezpieczne miejsce.

W 1998 r. w Gdańsku z grona przewodników psów z Ochotniczej Straży PoŃarnej powołano Grupę Poszukiwawczo-Ratowniczą PSP Gdańsk. Początkowo proces doskonalenia zawodowego członków grupy odbywał się na naturalnych obiektach, czyli na terenie budynków przeznaczonych do rozbiórki oraz na poligonach przy szkołach poŃarniczych i wojskowych. Oba typy obiektów były kłopotliwe w użytkowaniu – w

pierwszym przypadku stwarzały zagrożenie, a w dodatku dostęp do wyburzanych budynków był ograniczony, w drugim – wymagały pokonania dużych odległości. Najbardziej odczuwalne było to dla przewodników i ich psów ratowniczych, których szkolenie wymaga regularnych i częstych ćwiczeń zapewniających skuteczną pracę w realnych działaniach.

Taka sytuacja wytworzyła potrzebę zorganizowania na północy Polski własnego, niezależnego miejsca do treningu SGPR Gdańsk. Dzięki inicjatywie przewodników psów ratowniczych przy poparciu ówczesnego dowódcy JRG oraz dobrej woli komendanta miejskiego PSP w Gdańsku taki obiekt udało się stworzyć na terenie JRG nr 5 w Gdańsku-Oliwie. Nakładem pracy strażaków z jednostki oraz strażaków ochotników z pozyskanych materiałów rozbiórkowych powstał pierwszy na Pomorzu poligon do szkolenia psów ratowniczych oraz do trenowania wybranych elementów specjalistycznych działań ratowniczych z zakresu ratownictwa budowlanego. Dodatkowo poligon wykorzystywany był w trakcie kursów podstawowych i uzupełniających strażaka ochrony przeciwpożarowej organizowanych przez Ośrodek Szkolenia działający przy KW PSP z siedzibą w Słupsku, a także przez Komendę Główną PSP i Szkołę Aspirantów PSP w Krakowie do przeprowadzania egzaminów psów ratowniczych według rozporządzenia MSWiA dotyczącego wykorzystania zwierząt w akcjach ratowniczych.

Kiedy zrodził się pomysł budowy w Gdańsku nowej jednostki ratowniczo-gaśniczej przeznaczonej na siedzibę Specjalistycznej Grupy Poszukiwawczo-Ratowniczej, uwzględniono w niej zbudowanie profesjonalnego poligonu ratowniczego.

Autorzy koncepcji poligonu to aktywni ratownicy SGPR Gdańsk, z bogatym doświadczeniem w międzynarodowych akcjach po trzęsieniach ziemi oraz z licznymi ćwiczeniami organizowanymi na podobnych obiektach w kraju i za granicą. Wiedzieli więc, jak odtworzyć warunki maksymalnie zbliżone do tych występujących podczas realnych działań, przy zachowaniu maksymalnego poziomu bezpieczeństwa. W ten sposób w grudniu 2016 r. na powierzchni ponad 5600 m² powstał największy w Polsce tego typu obiekt. Poligon składa się z czterech zróżnicowanych pól roboczych, na których mogą odbywać się równoległe niezależne ćwiczenia. Na każdym z pól ułożono w kilku poziomach modułowe kostki żelbetowe, połączone siecią tuneli – całość uzupełniona mobilnymi elementami oraz obsypana gruzem imituje z powodzeniem labirynty powstające po naturalnych katastrofach. Dodatkowy system przegród daje możliwość łatwego modulowania przestrzeni na potrzeby konkretnych założeń, co pozwala uniknąć zapamiętywania trasy przez ludzi jak i psy. Poligon został także wyposażony w techniczne stanowiska, m.in. do ćwiczeń przebić przez przegrody budowlane o różnej strukturze i we wszystkich płaszczyznach, wykonywania stabilizacji oraz założeń ratownictwa wysokościowego i ewakuacji przy użyciu technik linowych z wysokości i przestrzeni trudno dostępnych. Pamiętając o specyfice pracy z psami ratowniczymi, na jednym z pól roboczych zastosowano innowacyjny system emisji zapachu, dający możliwość wypracowania reakcji psów na zapach o zaplanowanym natężeniu. Poza tym przygotowano miejsca do stworzenia stanowisk do badań oddziaływania obciążeń wywieranych na niestabilne konstrukcje oraz do ćwiczeń gaśniczych.

Z założenia obiekt ten daje więc możliwość przetrenowania kompleksowej akcji ratowniczej po wystąpieniu katastrofy budowlanej: lokalizacji uszkodzonych przy pomocy psów ratowniczych oraz sprzętu lokalizującego w postaci geofonów, kamer wziernikowych i termowizyjnych, uzyskania dostępu do zasypanych osób poprzez wykonanie przebić, drażenia tuneli, stabilizacji uszkodzonych konstrukcji, przemieszczania elementów o dużym tonażu, zabezpieczenia medycznego i ewakuacji z małych i niedostępnych przestrzeni. Spełnia tym samym praktycznie wszystkie

wymagania stawiane zespołom USAR w trakcie certyfikacji INSARAG* i wszystkie wymogi dla gruzowiskowych pól egzaminacyjnych opisane w rozporządzeniu ministra spraw wewnętrznych z 13 grudnia 2012 r. w sprawie zwierząt wykorzystywanych w akcjach ratowniczych. Każde pole robocze ma wiele kryjówek, gdzie można schować pozoranta bez dostępu dla psa. Umożliwia ocenę samodzielnej pracy psa w odległości od przewodnika na dużej niestabilnej i trudnej do pokonania przestrzeni. Część podziemna poligonu pozwala ocenić umiejętność penetracji i przeszukania ciemnych pomieszczeń, zaś kilkukondygnacyjne obiekty lokalizację i oznaczenie pozorantów niedostępnych ukrytych na wysokości. Walory poligonu zostały wykorzystane w czerwcu tego roku. Odbyły się na nim po raz pierwszy egzaminy psów ratowniczych organizowane przez Szkołę Aspirantów PSP w Krakowie.

Na jego terenie odbywają się szkolenia specjalistyczne dla ratowników SGPR PSP i OSP Gdańsk oraz strażaków z gdańskich jednostek ratowniczo-gaśniczych. Najczęściej jednak korzystają z niego psy ratownicze. Wymyślony, zaprojektowany i wybudowany poligon to znakomite miejsce do doskonalenia umiejętności ratowniczych, stąd trudno się dziwić, że od chwili jego powstania budzi olbrzymie zainteresowanie wśród grup ratowniczych z całej Polski.

SPIS LITERATURY

1. SGPR OSP Gdańsk. – Tryb dostępu: <http://www.psyratownicze.net.pl/>.
2. Poligon ratowniczy. – Tryb dostępu: https://emermed.pl/poligon_ratowniczy_teren.
3. Komenda Wojewódzka PSP w Gdańsku. – Tryb dostępu: <http://www.straz.gda.pl/informacje/sluzba-w-psp/zasady-rekrutacji>.

UDC 624.012

Frantisek VRANAY, Associate professor, PhD, Associate professor at the Technical University of Kosice, Slovakia Faculty of Civil Engineering, Department of Technical Building Equipment,

Martina ZELENKOVA, PhD, professor Vice-Dean for International Affairs Technical University of Kosice Faculty of Civil Engineering,

Olga NEKORA, Senior researcher, PhD, Senior researcher department of organization of scientific activities,

Stanislav SIDNEI, PhD, Associate professor Department of Safety of Construction and Occupational Safety

Cherkassy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes National University of Civil Protection of Ukraine

DETERMINATION OF TEMPERATURE DISTRIBUTION IN A RIBBED REINFORCED CONCRETE SLAB UNDER THE THERMAL INFLUENCE OF FIRE

Interfloor floors are designed to separate rooms inside a building and redistribute the load on columns or walls. A wide standard range of products allows to choose the perfect option for each case. Due to the ability to withstand significant loads and the efficiency of use with large span widths, reinforced concrete slabs with ribs are quite popular today. The presence of longitudinal and transverse ribs in these slabs allows them to withstand significant loads without deformation and destruction.

Ribbed slabs are made of heavy or lightweight concrete with a steel frame inside. The steel reinforcement increases bending resistance and thins the finished product, saving concrete. For ease of use, this type of floor is manufactured in prefabricated or cantilevered form, making it possible to use ribbed slabs in various facilities under construction.

When designing any buildings and structures, it is necessary to use building structures that must ensure the safe evacuation of people in the case of a fire. Such tasks are solved by assessing the fire resistance of building structures[1].

The most accurate fire resistance indicators can be obtained by conducting special full-scale fire tests in specialized organizations [2, 3]. However, this method is labor consuming and expensive. There is another way to evaluate fire resistance - the experimental method [4, 5]. This method also has certain limitations, including reproducing the operation of a structure as part of a building. According to [1, 6], another method should be used - the calculation method. This method consists in carrying out certain calculations, which allow to take into account all conditions of operation of structures, variability of use of any material, geometric configurations and parameters, while this method is much less costly and labor-consuming in comparison with previous methods [3].

The computational experiments were based on the temperature dependent thermal properties of concrete and steel [6, 7].

The objective of this study is to determine the temperature distribution in a ribbed reinforced concrete slab with a span length of 6 m using a refined calculation method [6, 7].

The refined calculation method is based on the use of the differential unsteady heat conduction equation [6, 7].

The span length of the studied ribbed concrete slab is 6 m. The cross-sectional diagram was used in the appropriate dimensions and is shown in Fig. 1.

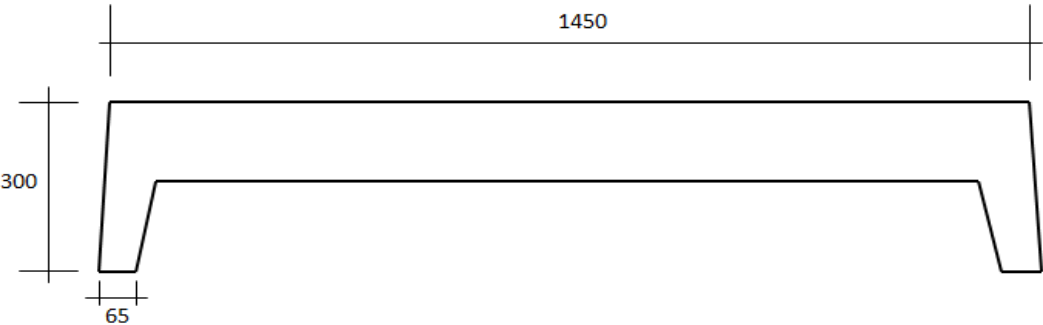


Fig. 1. Cross-section of the studied ribbed concrete slab.

A special software package was used to solve the problem. The finite element method was used to construct the corresponding mesh. Hexahedrons of 1,200,000 units were used as finite elements to obtain the most reliable results, which are shown in Fig. 2.

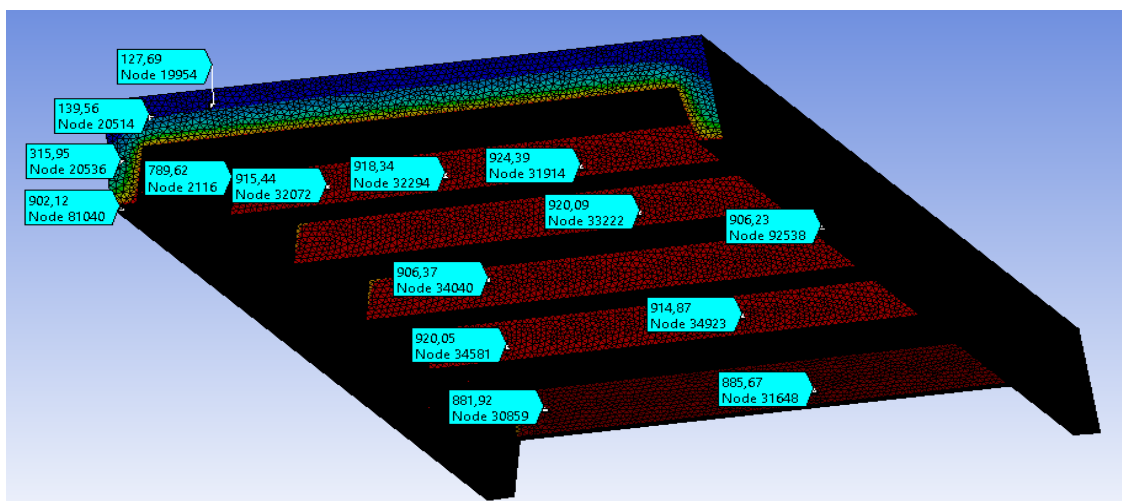


Figure 2. Indicators of temperature distribution over a ribbed concrete slab.

Based on the results of the obtained temperature distribution indicators, it is possible to perform mechanical calculations already taking into account the influence of temperature under the conditions of the standard temperature regime.

REFERENCES

- [1] Fire safety of construction objects. General requirements of DBN V.1.1-7-2016 Ministry of Regional Development and Construction - 2017. - 35 p.
- [2] R. P. Johnson, Y. C. Wang, Composite Structures of Steel and Concrete: Beams, Slabs, Columns and Frames for Buildings (2019).
- [3] T. Shnal, S. Pozdieiev, R. Yakovchuk, O. Nekora, Development of a Mathematical Model of Fire Spreading in a Three-Storey Building Under Full-Scale Fire-Response Tests (Lecture Notes in Civil Engineering, 2021), 100 LNCE, pp. 419–428.
- [4] BS EN 1363-1:2020 Fire resistance tests General requirements.
- [5] EN 13501 Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.
- [6] EN 1992-1-1 (2004) Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].
- [7] EN 1992-1-2 (2004) Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].

*O. YEROMA, T. CHUBINA, doktor nauk historycznych, profesor,
Czerkaski instytut bezpieczeństwa pożarowego im. Bohaterów Czornobyla
Narodowego Uniwersytetu obrony cywilnej Ukrainy*

RZECZPOSPOLITA POLSKA: DOŚWIADCZENIE W ZAKRESIE ZAPOBIEGANIA I ELIMINACJI SKUTKÓW SYTUACJI NADZWYCZAJNYCH

W Polsce funkcję obrony cywilnej ludności od sytuacji nadzwyczajnych pełnią Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Służba wodnego i górskiego ratownictwa, OC oraz jej jednostki na poziomie regionalnym i lokalnym, które są podporządkowane władzom lokalnym.

Ogólną koordynację tych działań wykonuje Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i administracji, w ramach których działa Biuro do Spraw Usuwania Skutków Klęsk Żywiolowych i Wydział Zarządzania Kryzysowego i Spraw Obronnych, którzy pełnią funkcje administracyjne.

Wspomniane Biuro pełni funkcję właściwego Sekretariatu Ministra ds. Usuwania Skutków Klęsk Żywiolowych. Cele struktury obejmują przygotowanie do wszczęcia, koordynacji i opracowanie programów roboczych działań administracji rządowej w zakresie usuwania skutków powodzi, osunięć ziemi i innych katastrof naturalnych. Ponadto Biuro zapewnia działalność finansową administracji, utrzymuje kontakty z organami samorządu terytorialnego i organizacjami pozarządowymi zgodnie ze swoimi kompetencjami.

Do zadań Wydziału Zarządzania Kryzysowego i Spraw Obronnych należą:

- organizacja i realizacja zadań w zakresie kompetencji Ministerstwa w zakresie SN, w tym planowania działań w sprawach ogólnego bezpieczeństwa publicznego i zarządzania kryzysowego, ratownictwa i ochrony, nadzoru Państwowej Straży Pożarnej i funkcjonowania krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego, ratownictwa w górach i na wodzie, obrony cywilnej, zapobiegania i usuwania skutków ataków terrorystycznych, ochrony infrastruktury podtrzymywania życia, obowiązków koordynacyjnych w ramach umów międzynarodowych;

- wdrażanie wsparcia informacyjnego i analitycznego;

- opracowanie wniosków i innych dokumentów na potrzeby Rządowej grupy koordynacyjnej ds. kryzysu;

- nadzór nad działalnością Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej i uczelni (Szkoły Głównej) Straży Pożarnej;

- koordynacja współpracy międzynarodowej w zakresie OC, zarządzania kryzysowego, ratownictwa i ochrony ludności, infrastruktury wsparcia życia;

- kontrola i udostępnianie materiału mobilizacyjnego i rezerwy technicznej;

- koordynacja i nadzór za terytorialną gotowością mobilizacyjną w sytuacji awaryjnej, planowanie działań zapobiegania i sytuacyjne modelowanie zjawisk kryzysowych, realizacji programów ochrony ludności.

Ponadto, na poziomie lokalnym, w strukturze rządów wojewódzkich funkcjonują komórki oddziały zarządzania kryzysowego, które podlegają wojewodom. Organy te są odpowiedzialne za eliminację konsekwencji sytuacji nadzwyczajnych na szczeblu wojewódstw.

Ustawa Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 18 kwietnia 2000 r. "O stanie klęski żywiołowej". przewiduje, że usuwaniem skutków sytuacji nadzwyczajnych na miejscu zdarzenia kierują: wójt (Burmistrz, prezydent miasta), jeśli do zdarzenia doszło tylko na terenie gminy, starosta, w przypadku, gdy do zdarzenia doszło na terenie więcej niż jednej gminy, należącej do powiatu, wojewoda, jeśli sytuacja nadzwyczajna wystąpiła w więcej niż jednym powiecie, należącym do województwa, minister spraw wewnętrznych i administracji lub inny minister, mianowany przez rząd, jeśli do katastrofy doszło na terenie więcej niż jednego województwa.

Likwidacja skutków sytuacji nadzwyczajnych jest realizowana przez specjalne zespoły kryzysowe tworzone na poziomie lokalnym, regionalnym lub rządowym. Skład tych zespołów określają władze lokalne. Ich finansowanie pochodzi z budżetów lokalnych i centralnych.

Również do usuwania skutków sytuacji nadzwyczajnych mogą być zaangażowane Straż Pożarna, policja, wojsko, służby medyczne, Straż Graniczna, wodna służba ratownicza, inne służby państwowe, kontroli, struktury, itp, w zależności od skali strat.

Ustawodawstwem przewiduje się mechanizm rekompensaty dla organów samorządu lokalnego za straty spowodowane klęskami żywiołowymi i innymi

katastrofami. Zwłaszcza projekt budżetu państwa osobno zapewnia fundusze na usuwanie konsekwencji tego rodzaju zjawisk. Podział środków jest realizowany przez Ministerstwo Finansów na wniosek Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji.

SPIS LITERATURY

1. Чмига В.О Діяльність органів державної влади у сфері цивільного захисту : навч. посіб. / В. О. Чмига, Н. Г. Клименко, М. Г. Орел; За заг. ред. В. О. Чмиги. – К. : Вид-во НАДУ, 2008. – 152 с.
2. Труш О.О. Досвід побудови та діяльності систем цивільного захисту країн – членів ЄС Центральної Європи / О.О. Труш // Теорія та практика державного управління : зб. наук. пр. – Х. : Вид-во ХарPI НАДУ «Магістр», 2010. – Вип. 2. – С.454–461.

*Xihong ZHANG,
Centre for Infrastructure Monitoring and Protection, School of Civil and Mechanical
Engineering, Curtin University, Bentley, Australia,
Chiara BEDON,
Department of Engineering and Architecture, University of Trieste, Trieste, Italy*

VULNERABILITY AND PROTECTION OF GLASS WINDOWS AND FACADES UNDER BLAST: EXPERIMENTS, METHODS AND CURRENT TRENDS

Glass is an omnipast material which has been popularly used for windows and facades. Because of the relatively weaker strength of glass as material for construction, as compared with other traditional structural materials such as concrete and steel, glass elements and windows in particular are typically fragile components and therefore highly vulnerable to extreme loads such as air blast waves or hazards in general. As a result, specific fail-safe design rules are required for glass systems, even under ordinary loads (Feldmann et al., 2014). At the same time, it is necessary to properly understand the actual behaviour of glass windows and claddings especially under exceptional actions - being representative of the first line of defense from outside - as well as to opportunely design or strengthen them, to be blast-resistant and ensure human and property protection/



Fig. 1. Shattered glass windows. Examples referred to (a) the Australian Embassy in Jakarta, 2004 (photo by AP) and (b) Tianjin (China) explosive event, 2015, with evidence of framing systems ejection (photo by Wang Zhuangfei/China Daily)

In order to properly assess and enhance the response of glass windows under blast, it is firstly necessary to understand the behaviour of glass as constructional material. Glass is an amorphous solid which is also a complex material. There, its mechanical properties are influenced by both chemical composition and manufacturing process. Glass is made by heating a mixture of raw minerals above transition temperature and then slowly cooled down after floated on top of molten tins. Construction-used window glass normally adopts soda-lime glass comprising about 72% SiO₂. With higher SiO₂ mass ratio (around 81%), borosilicate glass exhibits better temperature resistance (Haldimann et al., 2008). Window glass is mainly categorized by its manufacturing process. For instance, the standard float process produces Annealed Glass (AN) which has low tensile strength (45 MPa its characteristic nominal value) but is also relatively economic. Heating and cooling AN glass produces Heat-Strengthened glass (HS), which has higher tensile strength (70 MPa the nominal value) and takes advantage of production residual stresses in the form of typical crack propagation and fragmentation, compared to AN glass. Heating AN glass to above 700°C and cooling it produces finally the so called Fully Tempered (FT) glass, with nominal tensile resistance in the order of 120 MPa and typically small and smoothed fragments, hence more resistant than AN glass and also less hazardous in case of cracking. Because of the compressive stress introduced to glass pane surface, the flexural tensile strength of FT glass is in fact generally four to five times higher than that of AN glass. Due to elastic energy stored during the tempering process, even single cracks in a given FT glass pane can lead to continuous cracking associated to small and fine glass cubicles, rather than few and sharp shards (Haldimann et al., 2008).

A large amount of experiments have been carried out on glass windows under blast loading. Nevertheless, for security concern, most of these tests are still confidential and not for public access. This chapter, as a result, summarizes only popularly cited experimental works on monolithic and LG windows.

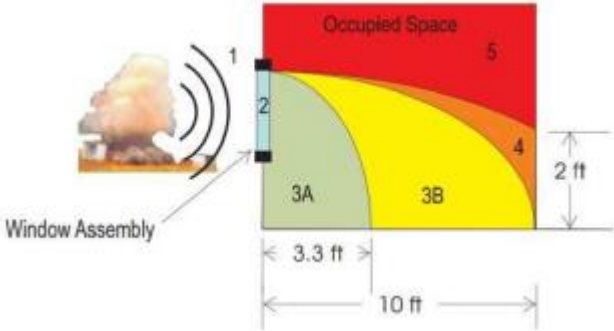


Fig. 2. Criteria of fragments threat, in accordance with GSA TS-01 (2003)

The continuously increasing use of glass in buildings, combined with the higher frequency of tragic accidental or human-induced blast events occurred in last year's, moved the attention of several research studies on the experimental, analytical and/or numerical investigation of glass windows and facades under explosive loads. Careful consideration was given to material dynamic characterization, as well as to the vulnerability assessment of full glazing assemblies under impact, or to the feasibility study of possible retrofitting techniques able to enhance the overall performance of glass systems exposed to high strain loads such as blast waves. In this study, a recapitulation of actually available research efforts was provided, with special evidence

for experimental findings as well as current issues and trends for mitigating blast-related hazards on glass windows and curtains.

REFERENCES

1. Bedon, C. and C. Amadio, 2014. Exploratory numerical analysis of two-way straight cable-net façades subjected to air blast loads. *Eng. Struct.*, 79: 276-289. DOI: 10.1016/j.engstruct.2014.08.023
2. Zhang, X., Y. Zou, H. Hao, X. Li and G. Ma et al., 2012. Laboratory test on dynamic material properties of annealed float glass. *Int. J. Protective Struct.*, 3: 407-430. DOI: 10.1260/2041-4196.3.4.407
3. ASTM E1300-09, 2009. Standard practice for determining the load resistance of glass in buildings. West Conshohocken, PA, USA

Секція 2. Технології пожежної та техногенної безпеки

УДК 614.841

*Вадим БЕНЕДЮК, Олексій ТИМОШЕНКО, Андрій ОНИЩУК,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВИТРАТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДЯНИХ ПОЖЕЖНИХ ЗРОШУВАЧІВ

На сьогодні в Україні чинні два національних стандарти щодо вимог та методів випробувань спринклерів систем пожежогасіння: [1], який є ідентичним відповідному європейському стандарту EN та [2], який є ідентичним відповідному міжнародному стандарту ISO, що були введені в дію методом підтвердження одним Наказом ДП «УкрНДНЦ» від 05.12.2019 № 405.

У ході проведення випробувань за методами та рекомендованими процедурами, наведеними в цих стандартах, зрошувачів різних типорозмірів, зокрема і таких, що мають маркування відомих зарубіжних брендів, але невідомих виробників, імовірно не оригінальних виробів, для окремих партій зразків, наданих для випробувань, виникало проблемне питання, щодо невідповідності одного із показників якості: визначення витрати води, що характеризується так званим К - фактором, вимогам НД. Об'єктивно це приводило до бракування таких зразків, за результатами випробувань.

Проведений аналітичний огляд матеріалів у галузі технічної механіки рідин (гідродинаміки) попередньо виявив можливу причину названої проблеми, а подальші експериментальні дослідження, підтвердили негативний вплив виявленого недоліку конструкції, допущеного або при розробці, та/або при виготовленні забракованих зрошувачів на результати випробувань.

Відомо що, як правило, зрошувачі систем пожежогасіння за своїм конструктивним виконанням, згідно основ гідродинаміки [3], являють собою насадки у вигляді короткого трубопроводу, довжина якого не перевершує 3 - 4 діаметри отвору його проточної частини. Окрім цього, як правило, отвір проточної частини зрошувача виконано конусним, збіжним до виходу, з кутом при вершині осьового перерізу конуса близько 10° - 13° . Такі параметри проточної частини зрошувача забезпечують практично плавне протікання рідини без збуджень течії. Але, разом з цим, отвір проточної частини зрошувача є одним із елементів місцевого гідравлічного опору, що може мати різні величини коефіцієнта гідравлічного опору ζ , який, зокрема, залежить від швидкості течії рідини, геометричних розмірів і його форми. При цьому втрата тиску на елементі місцевого гідравлічного опору Δh , що, за законами гідродинаміки негативно впливає на витратні характеристики насадки, визначається за відомою формулою Вейсбаха.

При цьому експериментально встановлено, що для різних форм вхідного отвору проточної частини гідравлічного насадка коефіцієнти місцевого

гідравлічного опору ζ мають відповідні значення [3, с. 159]. Наприклад, для вхідного отвору гідравлічної насадки, що має гостру вхідну крайку коефіцієнт складає найбільше значення - $\zeta = 0,5$, для отвору з мало закругленою крайкою - $\zeta = 0,2$, а для отвору з плавно закругленою крайкою - в середньому, для розрахунків, приймають рівним $\zeta = 0,08$.

Візуальний огляд виконання проточних частин зрошувачів, що не пройшли випробування з показника К - фактор показав, що саме на них вхідний отвір має гостру вхідну крайку у порівнянні зі зрошувачами, які успішно пройшли випробування, і мають фаску на вхідному отворі. Загальний вигляд зразків різних типорозмірів зрошувачів, що досліджувались, наведено на рисунку 1.

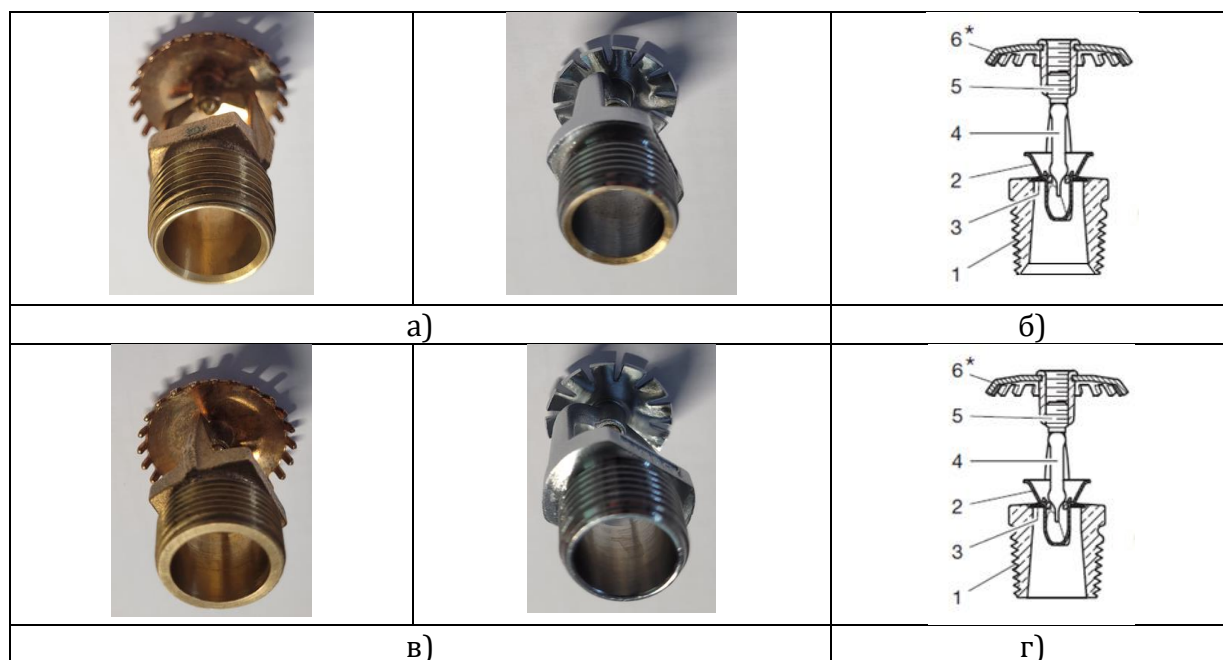


Рисунок 1 - Загальний вигляд зразків зрошувачів, що досліджувались:
 а) - зрошувачі з фаскою на вхідному отворі; в) – зрошувачі без фаски на вхідному отворі; б) - зрошувач (спринклер) з фаскою в розрізі; г) – зрошувач(спринклер) без фаски в розрізі: 1 - корпус; 2 - заглушка клапана; 3 - ущільнювач; 4 - термоколба; 5 - гвинт; 6 – розетка

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналітичні дослідження щодо виявлення можливих причин негативного впливу гострої крайки на вхідному отворі, на витратні характеристики зрошувачів систем пожежогасіння, що характеризуються одним із основних параметрів зрошувачів: К - фактором.

2. Подальші дослідження доцільно провести також для оцінки впливу гострої крайки на вхідному отворі зрошувачів щодо відповідності вимогам НД іншого показника якості виробу - показника щодо розподілення води на контрольованій площі, що характеризується заданими значеннями рівномірності та інтенсивності подавання води.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 12259-1:2019 (EN 12259-1:1999 + A1:2001, IDT) / Зміна № 3:2019 (EN 12259-1:1999 + M:2001/A3:2006, IDT) Стационарні системи пожежогасіння. Компоненти

спринклерних і водорозпилювальних систем. Частина 1. Спринклери. [Чинний від 2020-01-01]. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2019. 56 с.

2. ДСТУ ISO 6182-1:2019 (ISO 6182-1:2014, IDT) Протипожежний захист. Автоматичні спринклерні системи. Частина 1. Вимоги та методи випробування спринклерів. [Чинний від 2020-01-01]. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2019. 68 с.

3. Технічна механіка рідини і газу: підручник / С.О. Вамболь, І.В. Міщенко, О.М. Кондратенко. - Х. : НУЦЗУ, 2016. - 300 с.

УДК 681.586.732

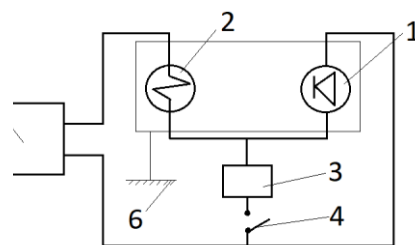
*Вадим БЕНЕДЮК, Олексій ТИМОШЕНКО, Андрій ОНИЩУК, Ігор СТИЛИК,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

СТВОРЕННЯ ВИПРОБУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ЩОДО ВИМІРЮВАННЯ ОПТИЧНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ДИМУ

Аналіз деяких засобів для вимірювання оптичної щільності задимленого середовища показує, що їхній принцип роботи оснований на визначенні відношення величини інтенсивності світлового потоку після проходження задимленого середовища до інтенсивності у не задимленому середовищі.

Так, наприклад, лінійний димовий сповіщувач Артон [1] складається з двох компонентів - блока випромінювача (БВ) та блока приймача (БП), які розміщуються на протилежних боках зони, котру він захищає на відстані від 10 м до 100 м. БП приймає світловий сигнал від БВ, що проходить через задимлене середовище й порівнює його рівень із величиною, яка відповідає чистому середовищу. У [2,3] оптичну щільність диму визначають за допомогою системи, що складається з лампи розжарювання, системи лінз, фотоелемента тощо.

На підставі аналізу наведених та інших джерел інформації в ІДУ НД ЦЗ було розроблено та виготовлено комплекс для вимірювання оптичної щільності задимленого середовища (диму), що функціонує за принципом вимірювання лінійного пропущеного інфрачервоного світла. Загальний вигляд комплексу наведено на рисунку 1, блок-схема принципова наведена на рисунку 2.



1 - випромінювач лазерний; 2 - фоторезистор; 3 - джерело електроживлення; 4 - вимикач; 5 - вимірювальний блок на базі модуля ADAM з ноутбуком; 6 - стійка.

Рисунок 1 - Загальний вигляд комплексу для вимірювання оптичної щільності диму та його блок-схема принципова

Загалом комплекс для вимірювання оптичної щільності диму складається з: випромінювача лазерного 1, фоторезистора 2, джерела електроживлення 3, вимикача - 4, вимірювального блоку на базі модуля ADAM з ноутбуком 5, стійки 6. Лазерний випромінювач 1 та фоторезистор 2 розміщені співвісно на поперечині стійки 6.

Принцип роботи комплексу полягає у здатності фоторезистора змінювати електричний опір у залежності від величини світлового потоку лазерного променя, внаслідок чого змінюється сила струму в електричному колі, що фіксується вимірювальним блоком 5 і відображається на екрані ноутбука.

Комплекс має наступну світлову (люкс - амперну) характеристику:

- при відкритому лазерному випромінювачі у чистому середовищі - до 20 мА;
- при закритому лазерному випромінювачі у чистому середовищі - 0 мА.

При обробці результатів випробувань отримані значення струму I_i в мА перераховують в одиниці вимірювання оптичної щільності диму дБ за формулою (1):

$$D = 20 \lg I_i/I_0, \text{ дБ} \quad (1)$$

де I_i - величина струму у задимленому середовищі, мА;

I_0 - величина струму у не задимленому середовищі, мА.

У таблиці 1 наведені співвідношення сили струму в мА до величини оптичної щільності диму в дБ, що отримані за формулою (1).

Таблиця 1

дБ	0	-0,01	-0,1	-1	-2	-3	-6	-10	-20
I_i/I_0	1,000	0,999	0,989	0,891	0,794	0,708	0,501	0,316	0,100

Комплекс відкалібровано для вимірювань оптичної щільності диму в децибелах, для діапазону (0 - 2) дБ, за допомогою оптичних атенюаторів (фільтрів), якими комплектується димові сповіщувачі АРТОН [1].

ВИСНОВКИ

1. Розроблено та виготовлено комплекс для вимірювання оптичної щільності задимленого середовища (диму), що функціонує за принципом вимірювання лінійного пропущеного інфрачервоного світла.

2. Комплекс, наявними оптичними фільтрами, відкалібровано для діапазону (0 - 2) дБ. У подальшому необхідно провести калібрування комплексу у діапазоні (2 - 10) дБ.

3. Комплекс застосовується для вимірювань оптичної щільності диму при виконанні науково-дослідних робіт та випробувань, зокрема, систем димогазовидалення, систем димоосадження, випробувань матеріалів та речовин на димоутворювальну здатність, випробувань конструкцій та виробів на димогазопроникність тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. МЦІ 425441.008 ТУ Сповіщувач пожежний димовий лінійний АРТОН-ДЛ1.
2. ДСТУ EN ISO 9239-1:2022 Випробування покриттів для підлоги щодо реакції на вогонь. Частина 1. Визначення поведінки під час горіння із застосуванням джерела теплового випромінювання (EN ISO 9239-1:2010, IDT, ISO 9239-1:2010, IDT), Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2015, с.
3. Димомір ИНА-109. Код доступу: URL:[https:// www.standart-m.com.ua](https://www.standart-m.com.ua)

*О. БОЙКО, кандидат наук з державного управління,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

ПОЖЕЖНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Важливе місце в організації протидії надзвичайним ситуаціям займає захист об'єктів критичної інфраструктури, зокрема питання їх пожежної та техногенної безпеки. Особливу актуальність вони набули в умовах дії воєнного стану.

Зарубіжні та національні нормативні документи щодо визначення секторів критичної інфраструктури та особливо важливих об'єктів для створення відповідної законодавчої бази в Україні впродовж останніх років досліджували С. Азаров, Д. Бірюков, П. Волянський, С. Єременко, С. Кармазін, С. Кондратов, А. Пруський, В. Сидоренко, І. Соколовський, О. Суходоля, О. Тесленко, В. Тищенко, В. Юрченко, С. Чумаченко та інші. Авторами наголошувалось на тому, що загальний підхід до визначення об'єктів критичної інфраструктури включає ідентифікацію та класифікацію загроз, ідентифікацію уразливостей, оцінку наслідків та врахування численних взаємозв'язків і залежностей, що визначають основні критерії важливості об'єкта, безпосередньо зачіпають національну безпеку, включаючи безпеку людини і громадянина, суспільства та держави.

Питання захисту критичної інфраструктури в умовах надзвичайних ситуацій на сучасному етапі розвитку цивільного захисту, функціонування єдиної державної системи цивільного захисту досліджували в своїй монографії С. Азаров, В. Сидоренко, С. Єременко, А. Пруський та А. Демків. Ними доведено, що наразі як ніколи актуальними є питання захисту систем, об'єктів і ресурсів, які є критично важливими для функціонування суспільства, соціально-економічного розвитку держави та забезпечення національної безпеки [1].

Побудова ефективної системи цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки, зокрема і на об'єктах критичної інфраструктури, можлива тільки на основі використання новітніх наукових досягнень та передових технологій в системах державного, регіонального, місцевого та об'єктового рівнів управління цивільним захистом.

Як відповідь на світові тенденції до посилення загроз природного та техногенного характеру, підвищення рівня терористичних загроз в Україні в умовах воєнного стану триває практична реалізація Концепції створення державної системи захисту критичної інфраструктури, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 06.12.2017 № 1009 – р, виконання заходів якої передбачено протягом 2017-2027 років.

Важливими етапами формування державної політики у сфері захисту критичної інфраструктури стало прийняття Закону України від 16.11.2021 № 1882 - ІХ «Про критичну інфраструктуру» та видання Указу Президента України від 27.09.2021 № 479/2021 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 серпня 2021 року «Про запровадження національної системи стійкості».

Законом України «Про критичну інфраструктуру» створено умови для формування та ефективної реалізації державної політики у сфері захисту критичної інфраструктури, сформовано позитивний вплив не тільки на розбудову

національної системи стійкості, а й на архітектуру світової безпеки, враховуючи європейський та євроатлантичний вибір України [2].

Впроваджена національна система стійкості передбачає забезпечення функціонування такого базового елемента як безпека та захищеність об'єктів критичної інфраструктури, зокрема стійке постачання продовольства, водопостачання, енергопостачання, постачання теплової енергії; стійке функціонування транспортних систем; кібербезпека; захищеність та безперебійне функціонування інформаційних та комунікаційних послуг; забезпечення оборони та правопорядку; здатність системи охорони здоров'я функціонувати в умовах посиленних навантажень. Одним із пріоритетних на сьогодні серед базових елементів національної системи стійкості є також спроможність єдиної державної системи цивільного захисту до дій в умовах воєнного стану, загрози чи виникнення надзвичайних ситуацій [3].

Кабінетом Міністрів визначено уповноважений орган з питань захисту критичної інфраструктури - Державну службу захисту критичної інфраструктури та забезпечення національної стійкості України, на нього покладено забезпечення формування та реалізацію державної політики у сфері захисту критичної інфраструктури та забезпечення національної системи стійкості [4].

Однак у зв'язку із введенням в Україні воєнного стану, встановлено, що під час дії воєнного стану, а також протягом 12 місяців після його припинення чи скасування повноваження уповноваженого органу у сфері захисту критичної інфраструктури України, передбачені Законом України «Про критичну інфраструктуру», здійснюються Державною службою спеціального зв'язку та захисту інформації України [2].

Як висновок, питання подальшого розвитку національної системи захисту об'єктів критичної інфраструктури, її функціонування в умовах воєнного стану, зокрема впровадження вдосконалених технологій пожежної та техногенної безпеки потребують проведення нових наукових досліджень, практичного впровадження їх результатів в діяльність суб'єктів національної системи захисту об'єктів критичної інфраструктури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Єременко С.А., Пруський А.В., Демків А.М. Захист критичної інфраструктури в умовах надзвичайних ситуацій: монографія / за заг. ред. П. Б. Волянського. Київ, 2021. 375 с.

2. Про критичну інфраструктуру: Закон України від 16.11.2021 р. № 1882 - IX. Дата оновлення: 05.12.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text> (дата звернення: 01.09.2023)

3. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 серпня 2021 року «Про запровадження національної системи стійкості»: Указ Президента України від 27.09.2021 р. № 479/2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0065525-21#Text> (дата звернення: 01.09.2023)

4. Про утворення Державної служби захисту критичної інфраструктури та забезпечення національної стійкості України: постанова Кабінету Міністрів України від 12.07.2022 р. № 787. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/787-2022-%D0%BF#Textt> (дата звернення: 01.09.2023)

С. ГОНЧАР, О. ДІБРОВА,

*Є. ШКОЛЯР, кандидат психологічних наук, Н. КОЗЯР, кандидат наук,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ЗАПОБІГАННЯ НЕКОНТРОЛЬОВАНОМУ СПРАЦЬОВУВАННЮ ПІРОТЕХНІЧНИХ СУМІШЕЙ ПІД ЧАС СТРІЛЬБИ ТА ПОЛЬОТУ

В результаті попереднього аналізу передчасного спрацьовування виробів на основі піротехнічних нітратно-металічних сумішей з добавками органічних та неорганічних речовин в умовах зовнішніх термодій, яким піддаються поверхні їх металевих корпусів при різних екстремальних ситуаціях (наприклад, в умовах ударного нагріву корпусів виробів при їх пострілі та польоті), встановлено, що основною причиною пожежовибухонебезпечного спрацьовування виробів є те, що значні температури нагріву їх металевих корпусів (наприклад, температури їх поверхні при використуванні швидкостях обдуву потоком повітря $5 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^3$ м/с лежать в діапазонах 730...1650 К (ламінарний режим обтікання) та 840...1850 К (турбулентний режим обтікання)) можуть істотно перевищувати температури спалахування розглядуваних частинок металевого пального (магнію та алюмінію) у активних газоподібних продуктах термічного розкладання окиснювача (нітрату натрію), добавок органічних (парафіну, стеарину, нафталіну, антрацену, уротропіну, метальдегиду, каніфолі, ідитолу) та неорганічних речовин (фторидів металів (LiF, NaF, NiF₂, BaF₂, SiF₂, SrF₂, AlF₃)), що є основними компонентами зарядів піротехнічних сумішей. Це призводить до розвитку процесу горіння заряду піротехнічної суміші під металевим корпусом виробу, тобто в умовах обмеженого об'єму з безперервним збільшенням зовнішнього тиску та температури нагріву суміші компонентів, що веде до прискорення його процесу горіння, переходу його у режим вибухонебезпечного протікання, передчасного спрацьовування виробу та руйнування металевих корпусів, викиду у навколишнє середовище їх високотемпературних залишків, частин суміші, що не згоріли, дисперсних потоків, що іскряться тощо, які є пожежонебезпечними для навколишніх об'єктів та можуть призводити до ураження людей.

Уточнено математичні моделі зовнішніх термоударних впливів надзвукового потоку повітря на півсферичні оболонки зарядів сумішей в умовах запуску та польоту у частині врахування: технологічних параметрів сумішей та їх термомеханічних властивостей; температурних залежностей теплофізичних характеристик сумішей (об'ємної теплоємності, коефіцієнта теплопровідності); розподілу зовнішнього теплового потоку вздовж поверхні оболонки в залежності від режиму обтікання (ламінарного, турбулентного), які дозволяють з відносною похибкою 7...9 % визначати розподіли температури вздовж зовнішньої та внутрішньої поверхонь оболонки, що контактує з зарядом суміші, а також по її товщині в залежності від швидкості повітряного потоку для різних режимів обтікання та часу його дії.

В результаті проведених теоретичних досліджень зовнішніх ударних термовпливів надзвукового потоку повітря на поверхню металевих півсферичних оболонок зарядів сумішей встановлено наступні нові закономірності:

для циліндричної металевої оболонки;

для ламінарного режиму обтікання максимум зовнішнього теплового потоку знаходиться поблизу її передньої критичної точки ($x=0$, $M = 0$), а для

турбулентного режиму обтікання – цей максимум зміщується від $x = 0$ до $x_{max} = (0,53...0,65)L$ (L – довжина оболонки);

при збільшенні швидкості потоку повітря від $M = 1,5$ до $M = 3,0$ та часу його впливу до 22 с значення максимальної температури зовнішньої поверхні оболонки збільшуються у 2,7...3,5 разу для ламінарного режиму обтікання та у 4,1...5,3 разу – для турбулентного режиму обтікання; при цьому для внутрішньої поверхні оболонки вказане значення температури знижено для ламінарного режиму обтікання у 1,9...2,3 разу, а для турбулентного режиму обтікання – у 2,5...3,1 разу; заміна матеріалу оболонки на більш теплопровідну (сталеву оболонку на мідну) призводить до зростання її температури у 1,4...2,5 разу;

для півсферичної металевої оболонки

для ламінарного режиму обтікання максимальні значення зовнішнього теплового потоку знаходяться поблизу передньої критичної точки оболонки ($\theta = 0^\circ, u_\infty = 0$), а для турбулентного режиму – максимальні значення вказаного потоку вже зміщені від ($\theta = 0^\circ$ до $\theta_{max} = 18...22^\circ$ для досліджуваних швидкостей обдуву потоком повітря $5 \cdot 10^2...2 \cdot 10^3$ м/с;

збільшення швидкості потоку повітря від 10^3 м/с до $2 \cdot 10^3$ м/с та часу його впливу до 12 с призводить до зростання максимальної температури зовнішньої поверхні оболонки у 1,3...1,6 разу для ламінарного режиму обтікання та у 2,1...3,7 разу – для турбулентного режиму обтікання; при збільшенні відстані від зовнішньої поверхні оболонки до її внутрішньої поверхні значення максимальної температури зменшуються у 1,3...1,4 разу; при цьому у випадку турбулентного режиму обтікання значення максимальної температури як на зовнішній поверхні оболонки, так й на її внутрішній поверхні перевищують її значення перевищують для ламінарного режиму обтікання у 2,4...3,3 разу; заміна оболонки на більш теплопровідну (сталеву на мідну) призводить до підвищення максимальної температури поверхонь оболонки у 1,5...2,3 разу.

Вперше встановлено існування гранично допустимих діапазонів зміни основних параметрів зовнішніх ударних термодій надзвукового потоку повітря на поверхню півсферичних металевих оболонок зарядів сумішей (швидкості обдуву " u " " u_∞ " " u^* ", часу його впливу " τ " " τ_j " " τ^* " ($j = 1, 2, \dots$)), перевищення яких призводить до передчасного саморозігріву зарядів сумішей в результаті процесу екзотермічного окиснення частинок металевих паливних у газоподібних продуктах термічного розкладання окиснювача та добавок органічних та неорганічних речовин, що призводить до їх займань, виникнення горіння в замкнутих об'ємах з подальшим його прискоренням та, в кінцевому підсумку, до передчасного спрацьовування та пожежонебезпечного руйнування піротехнічних виробів з викидом у навколишнє середовище високотемпературних продуктів згорання.

Зіставлення результатів розрахунків температурних полів в металевих корпусах виробів (півсферичні оболонки) при ударних термодіях зовнішнього надзвукового потоку повітря з отриманими експериментальними даними показало, що розроблені математичні моделі на практиці можуть бути використані в якості більш точних методів (відносна похибка знижено до 7...9 % замість 10...15 % – у існуючих методів) для прогнозування небезпечних ділянок на поверхні виробів з максимальними термодіями, де вони піддаються найбільш інтенсивному нагріву; рівнів температур на внутрішній поверхні корпусів виробів, що контактує з зарядами піротехнічних сумішей, та допустимих значень як параметрів зовнішніх термодій, так й технологічних параметрів сумішей шляхом застосування необхідних даних по температурам займання частинок металів в газоподібних продуктах розкладання окиснювача та добавок органічних та неорганічних речовин.

*С. ГОНЧАР, А. ПОНОМАРЕНКО,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

РОЗВИТОК ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ БОРОТЬБИ З ПОЖЕЖАМИ ТА ТЕХНОГЕННИМИ КАТАСТРОФАМИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

В умовах військового стану пожежі та техногенні катастрофи можуть спричинити серйозні загрози для військових та цивільних об'єктів. Розробка та впровадження робототехнічних засобів є надзвичайно важливими для протидії цим небезпекам та забезпечення безпеки.

Розвиток та впровадження робототехнічних засобів.

1. Дрони для аеріального моніторингу:

Робототехнічні дрони оснащені спеціальними камерами та сенсорами, що дозволяють в режимі реального часу моніторити та аналізувати зони пожеж та катастроф. Вони дозволяють визначати розміри вогню, рух та поширення вогню для ефективного прийняття рішень.

2. Підводні роботи для боротьби з пожежами:

Робототехнічні засоби для підводних операцій можуть використовуватися для гасіння пожеж у водоймах, а також для виявлення та ліквідації нафтових плям у військових умовах. Вони мають спеціалізоване обладнання для ефективного гасіння вогню.

3. Телекеровані роботи для рятувальних операцій:

Телекеровані роботи можуть бути використані для дій у небезпечних зонах та місцях пожеж. Вони відіграють ключову роль у рятувальних операціях та пошуку та порятунку постраждалих у військових умовах.

4. Автономні роботи для оцінки та моніторингу:

Автономні роботи оснащені сенсорами для оцінки рівня та поширення отруйних речовин у військових умовах. Це дозволяє швидко та безпечно виявляти та контролювати небезпечні речовини.

Впровадження військовими установами.

Тренування та симуляція:

Забезпечення військових підрозділів спеціалізованими тренувальними симуляторами, що імітують пожежі та техногенні катастрофи, дозволяє підготувати військових до дій у критичних ситуаціях.

Ефективність та швидкість реакції:

Використання робототехнічних засобів дозволяє підвищити ефективність боротьби з пожежами та катастрофами та забезпечити швидку та точну реакцію на небезпеку.

Мінімізація ризиків для військових:

Використання робототехнічних засобів дозволяє мінімізувати ризики для життя та здоров'я військових, оскільки ці роботи можуть виконувати завдання в небезпечних умовах.

Розвиток та впровадження робототехнічних засобів для боротьби з пожежами та техногенними катастрофами у військових умовах є критично важливим завданням. Ці технології дозволяють забезпечувати ефективну та безпечну боротьбу з небезпеками, що сприяє підвищенню загальної безпеки та ефективності військових операцій у надзвичайних ситуаціях.

¹Юрій ДЕНДАРЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,

²Ю. СЕНЧИХІН, кандидат технічних наук, професор,

¹Валентин ДИВЕНЬ, кандидат історичних наук, доцент,

¹Олександр БЛАЩУК, ¹Сергій ЩЕПАК,

¹Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,

²Національний університет цивільного захисту України

ВПЛИВ НОРМАТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ТАКТИЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДРОЗДІЛІВ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ НА ОПЕРАТИВНУ ГОТОВНІСТЬ

Припиненню горіння на пожежах передують виконання декількох видів оперативно-тактичних дій підрозділів, одним з яких є подавання вогнегасних речовин в зону горіння або на поверхню матеріалу, що горить.

Однією з умов локалізації пожежі є подавання в достатній кількості вогнегасних речовин ($Q_{\phi} \geq Q_n$) [1], яка може здійснюватися такими способами:

- одночасно від одного або декількох пожежних автомобілів;
- послідовно від одного або декількох автомобілів, тобто по мірі прибуття підрозділів на пожежу.

Прийоми виконання вказаних способів введення вогнегасних речовин можуть бути різноманітними. Наприклад, подавання води на поверхню твердих горючих матеріалів, що горять, може бути здійснена однотипними стволами типу РСК-50, РС-70, лафетними або їх комбінацією, що подають компактні або розпилені водяні струмені. Основними факторами при визначенні прийому введення вогнегасної речовини є тип об'єкта і умови оперативної обстановки на пожежі. Ці умови визначають місце введення вогнегасних речовин (по фронту або периметру пожежі), а також прийоми обробки поверхні твердого горючого матеріалу, що горить, вогнегасною речовиною.

Фактори, що визначають тактичні можливості підрозділів по введенню необхідних витрат вогнегасних речовин, є чисельність оперативних розрахунків відділень на автоцистернах різних моделей, тип і кількість одночасно працюючих стволів [2; 3].

Для одного підрозділу є характерна наступна залежність між цими параметрами:

$$Q = 1,36 + \left(0,09 + \frac{N_{\text{осіб}}}{4,5} + 0,72 \frac{N_{\text{ств}}}{2}\right) 7,1 \quad (1)$$

По рівнянню (1) розрахована величина витрати води, що подається на ліквідацію горіння:

- відділенням на автоцистерні з чисельністю оперативного розрахунку від одного до чотирьох осіб (АЦ-40 (130) 63Б, АЦ-40/4 (43118) 248);
- відділенням на автоцистерні з чисельністю оперативного розрахунку від одного до шести осіб (АЦ-40 (43253) 247.02, АЦ-40 (432921) 63Б.02).

Довірчий інтервал (ΔQ), що гарантує 95% вірогідність виконання прийнятого нормативу розрахований по формулі:

$$\Delta Q = t \frac{\delta Q}{\sqrt{N}} = \frac{1,64 \cdot 7,1}{\sqrt{180}} = 0,87 \quad (2)$$

По формулі (2) визначена рекомендована нормативна величина витрати

води, яку можуть вводити підрозділи при відповідній чисельності оперативних розрахунків і кількості працюючих стволів. Розрахункова формула за визначенням рекомендованих нормативних витрат води має вигляд:

$$Q = 2,23 + \left[0,09 \left(\frac{N_{\text{осіб}}}{4,5} \right) + 0,72 \left(\frac{N_{\text{ств}}}{2} \right) \right] 7,1 \quad (3)$$

Наприклад, підставляючи в дану формулу фактичну чисельність оперативного розрахунку відділення, що дорівнює трьом номерам оперативного розрахунку і, враховуючи можливість подавання одного ствола РС-70 із скрученим насадком (у перерахунку на три ствола РСК-50), знаходимо, що підрозділ може подати максимум $Q_{\text{max}} = 10,5$ л/с.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маладика І.Г., Дендаренко Ю.Ю., Мирошник О.М., Биченко А.О., Федоренко Д.С., Словінський В.К. та ін. Довідник керівника гасіння пожежі. – Український науково-дослідний інститут цивільного захисту. – Київ: ТОВ «Літера-Друк», 2016, - 320 с.

2. Про затвердження Нормативів виконання навчальних вправ з підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту та працівників Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України до виконання завдань за призначенням. Наказ міністерства внутрішніх справ України від 20.11.2015 № 1470. [Електронний варіант] – Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1528-15>.

3. Бужин О.А., Дендаренко Ю.Ю., Сенчихін Ю.М. Методика оцінки організаційно-функціональної ефективності пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж // Проблемы пожарной безопасности. Сборник научных трудов НУГЗУ. Выпуск 40, 2016. – С.44-47.

УДК 614.8

Георгій ЄЛАГІН, кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник,

Анатолій АЛЕКСЕЄВ, кандидат хімічних наук, доцент,

Олена АЛЕКСЕЄВА, кандидат технічних наук, доцент,

А. СУЛЕЙМАНОВ, О. МАРЧЕНКО,

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

РОЗРОБКА ГЕНЕРАТОРІВ ВОГНЕГАСНОГО АЕРОЗОЛЮ НА ОСНОВІ ВИСОКОПОРИСТОГО НОСІЯ

На сьогоднішній день найефективнішими та найперспективнішими засобами гасіння пожежі вважаються порошкові засоби. Їх переваги – невелика, порівняно з іншими засобами, кількість, потрібна для гасіння однакових пожеж; простота доставки до місця пожежі і практично відсутня шкода для довкілля. Один з недоліків таких засобів - складність отримання оптимальних розмірів їх частинок. Сумарна поверхня, а, отже, і ефективність дії тим більші, чим менші розміри має кожна з цих частинок. Але виготовлення надто дрібних часточок викликає значні труднощі. Основна технологічна операція тут – висушування, яке звичайно проводиться в потоці теплого повітря, і наступне відділення від цього повітря. Дуже дрібні частинки проскакують крізь усі фільтри і циклони. До того ж,

при зберіганні поверхня частинок забивається адсорбованими газами та пилом, що знижує подальшу динаміку їх корисної дії.

Інший недолік – низка ефективність при гасінні пожеж рідин, особливо рідин розлитих на поверхні водойми. Порошок має питому густину, більшу за густину води і звичайної горючої рідини. Тому частинки порошку занурюються під поверхню і залишають зону горіння без захисту.

Вказані недоліки частково усуваються розробкою генераторів вогнегасного аерозолю. В цих пристроях використовуються суміші горючої речовини з окисником. В зоні пожежі ініціюється реакція окислення – відновлення з утворенням вуглекислоти, а головне, калій карбонату і інших інгібіторів горіння. При цьому вони діють в момент утворення, тобто є дуже дрібними і зі свіжою поверхнею. А от при гасінні пожеж рідин ці пристрої все одно занурюються під поверхню рідини.

Раніше для гасіння пожеж рідин в ЧПБ були розроблені засоби, які являли собою високопористий носій та вогнегасні солі, адсорбовані на його внутрішній поверхні [1-4]. Але такі засоби частково зберігають недоліки звичайних вогнегасних порошоків. Поверхня вогнегасної солі, хоча і знаходиться всередині пор, при зберіганні все одно забивається газами та пилом. Крім того, носій має значну теплоємність і десорбція вогнегасної компоненти починається лише після його прогріву, тобто за декілька секунд **після введення**.

Подальші дослідження були спрямовані на розробку засобу, який діє за принципом генератора вогнегасного аерозолю, але здатен постійно знаходитися на поверхні рідини. З цією метою пори високопористого вермікуліту з гранулами діаметром 2-4 мм за спеціальною процедурою заповнювалися водним розчином суміші полівинілового спирту та калію нітрату або бертолетової солі, з подальшим висушуванням у вакуумі при нагріві до температури не вище 40°C [5]. Високопористий вермікуліт має насипну масу 0,065 г/см³. Заповнення порожнин згаданою сумішшю збільшує цю масу до 0,1-0,2 г/см³ і зберігає здатність засобу постійно знаходитися на поверхні рідини, тобто в зоні горіння. При незначному нагріві запускається хімічна реакція, в результаті якої утворюється і викидається з пор вогнегасний аерозоль, що містить вуглекислоту, азот, воду, калію оксид, калію гідроксид та поташ або калію хлорид.

Достатньо великий розмір гранул усуває труднощі при висушуванні засобу, спрощуючи технологію виготовлення. При застосуванні вогнегасячі складові використовуються в момент утворення і мають розвинену і свіжу поверхню.

Спучений вермікуліт використовується в сільському господарстві для структурування ґрунтів. Калію нітрат являє собою азотне добриво Полівиніловий спирт допущений для виробництва білого шоколаду. В результаті реакції утворюються поташ, вуглекислий газ і вода. Отже, і компоненти вихідної суміші і продукти реакції для оточуючого середовища не шкідливі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Єлагін, Кришталь, Палагін. Вогнегасний засіб. Патент України №91400. Бюл. № 13/2014.
2. Єлагін, Кришталь, Палагін. Спосіб виробництва вогнегасного засобу. Патент України №91399. Бюл. № 13/2014.
3. Єлагін, Ющук, Тищенко, Алексеєва. Вогнегасний засіб. Патент України №136531. Бюл. № 16/2019.
4. Єлагін, Ющук, Тищенко, Алексеєва. Спосіб виробництва вогнегасного засобу. Патент України №136533. Бюл. № 16/2019.
5. Єлагін, Тищенко, Алексеєва, Наконечний, Алексеєв. Спосіб виготовлення генератора вогнегасного аерозолю. Патент України №147258. Бюл. № 16/2021.

*Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, доктор технічних наук, доцент,
Артем МАЙБОРОДА, кандидат педагогічних наук, доцент,
Євген ТИЩЕНКО, доктор технічних наук, професор,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

СПОСІБ КОМБІНОВАНОГО ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ

Пожежі різних класів можуть гасити за допомогою переносних та пересувних вогнегасників, установок автомобільного пожежогасіння та пожежних автомобілів газового пожежогасіння. В більшості випадків вогнегасні гази подають до осередку горіння з метою охолодження зони горіння та розбавлення концентрації кисню і горючі речовини, що в свою чергу призводить до припинення горіння. Тобто гасіння відбувається лише за рахунок фізичних та хімічних властивостей газів і їх сумішей.

Вогнегасники можуть містити різні речовини, такі як піна, порошок, газ чи вода, які випускаються під тиском з циліндра і направляються на полум'я з метою припинення горіння. Відомі вогнегасники, які використовують ефект гасіння полум'я акустичними хвилями. Такі пристрої, як правило працюють за рахунок електричної енергії. Крім того відомий спосіб гасіння пожежі ударними хвилями [1] який в передбачає утворення ударних хвиль в результаті вибухів зарядів вибухової речовини. За цим способом здійснюють послідовність серії вибухів або викидів стисненого газу в одному місці з частотою до 3300 Гц, за допомогою яких утворюють направлені на об'єкти пожежі серії ударних хвиль. Згідно опису спосіб передбачає подачу електричних імпульсів для ініціювання вибухів або створення викидів газів

Також відомий спосіб комбінованого гасіння пожежі вогнегасним аерозолем, газовою вогнегасною речовиною і ударними хвилями і пристрій для його здійснення [2] спосіб включає подачу після виникнення пожежі одночасно вогнегасної речовини та аерозолів які попередньо змішують, при чому на таку суміш діють послідовними ударними хвилями створеними піротехнічними зарядами.

Недоліками запропонованих конструкцій та способів є необхідність електричного джерела живлення для створення електричних імпульсів або вибухонебезпечних речовин.

Саме тому була поставлена задача створення способу комбінованого гасіння пожежі газовими вогнегасними речовинами та акустичними хвилями, які генерують за рахунок кінетичної енергії самого вогнегасного газу.

Поставлена задача вирішується тим що вогнегасний газ випускають з ємності під надлишковим тиском, після чого за рахунок кінетичної енергії газу в газоструменевому випромінювачі створюють акустичні коливання, отриманий пульсуючий вогнегасний газ спрямовують до зони горіння.

Для перевірки можливості реалізації запропонованого способу було створено дослідний зразок – комбінований вогнегасник, та проведено експериментальні дослідження. В дослідному зразку в якості вогнегасної речовини використовували вуглекислий газ. Генерацію акустичних коливань здійснювали газоструменевим випромінювачем мембранного типу.



Рисунок 1. Комбінований вогнегасник

Проведені експериментальні дослідження підтвердили можливість реалізації запропонованого способу комбінованого гасіння пожежі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патент на корисну модель № 126026 Україна. Спосіб гасіння пожежі ударними хвилями, від 11.06.2018 р.

2. Патент на винахід № 115080 Україна. Спосіб комбінованого гасіння пожежі вогнегасним аерозолем, газовою вогнегасною речовиною і ударними хвилями та пристрій для його здійснення, від 11.09.2017 р.

УДК 614.841:536.46

*Вікторія КОВБАСА, Євген КИРИЧЕНКО,
Євген ШКОЛЯР, кандидат психологічних наук,
Андрій ХИЖНЯК, доктор філософії,*

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

АНАЛІЗ ШВИДКОСТЕЙ ГОРІННЯ ПІРОТЕХНІЧНИХ СУМІШЕЙ З УРАХУВАННЯМ КОМПОНЕНТІВ, ТАКИХ ЯК МЕТАЛЕВІ ПАЛЬНІ, ФТОРОПЛАСТИ ТА ОРГАНІЧНІ ДОБАВКИ, ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ СТАТИСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ І СТВОРЕННЯ БАЗИ ДАНИХ

Умови вимушеного зовнішнього нагріву піротехнічних виробів, такі як пожежа у складських приміщеннях або транспортування виробів, можуть спричинити передчасне спалахування їх зарядів, які складаються з сумішей порошків металевих палив (наприклад, магнію, алюмінію, титану, цирконію та інших), окиснювачів (таких як нітрати лужних та лужноземельних металів, як NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ та ін.), оксидів металів (наприклад, NiO , CuO , SiO ,

ZnO та ін.), фторопластів (як Ф-3, Ф-4 та ін.) та добавок органічних речовин (парафін, стеарин, нафталін, антрацен та інше), можуть передчасно спалахувати з різким прискоренням процесу їх горіння [1 – 3].

Унаслідок руйнування піротехнічних виробів умови вимушеного зовнішнього нагріву може призвести до утворення високотемпературних продуктів горіння, які розлітаються у різні напрямки і становлять пожежонебезпечну загрозу для навколишніх об'єктів, включаючи будівлі, пускові установки і персонал. Тому для прогнозування пожежонебезпечних властивостей піротехнічних виробів у вказаних умовах необхідно, в першу чергу, вміти прогнозувати швидкість розвитку процесу горіння сумішей в умовах зовнішніх термічних впливів для використовуваних у піротехнічному виробництві діапазонах зміни технологічних параметрів їх зарядів (співвідношення та дисперсності компонентів, коефіцієнта ущільнення сумішей та ін.).

Нині найбільш докладно досліджено процеси горіння двокомпонентних ущільнених сумішей з порошків металевих палих (Mg, Al, Ti, Zr, ПАМ та ін.) та кисневмісних окиснювачів (NaNO_3 , KNO_3 , NiO, CuO, ZnO та ін.) [4 – 6]: встановлено залежності швидкості горіння від коефіцієнту надлишку окиснювача, дисперсності металевих палих та окиснювача, коефіцієнта ущільнення, діаметра заряду та матеріалу оболонки; визначено вплив підвищених температур нагріву та зовнішнього тиску на швидкість горіння; встановлено критичні діапазони зміни технологічних параметрів, перевищення яких призводить до вибухонебезпечного розвитку процесу горіння сумішей в умовах зовнішніх термічних впливів. Є також обмежені дослідження впливу добавок органічних речовин (парафіну, нафталіну, тіоколу, каніфолі, уротропіну та ін.) на швидкість горіння вказаних вище піротехнічних двокомпонентних сумішей [1, 2]; встановлено вплив величини органічної добавки на швидкість горіння в умовах підвищених температур нагріву та зовнішніх тисків; визначено переліки органічних добавок, що прискорюють процес горіння сумішей та призводять до вибухонебезпечного розвитку. Що стосується широко використовуваних піротехнічних сумішей з порошків металевих палих та фторопластів з добавками органічних речовин, то для них вказані дослідження відсутні.

Таким чином, за ступенем зменшення швидкості та стабілізації процесу горіння сумішей в умовах зовнішніх термічних дій (підвищені температури нагріву та зовнішні тиски) добавки органічних речовин можна розташувати у наступний ряд: антрацен > стеарин > нафталін > парафін.

На практиці отримані результати можуть бути покладені в основу загальної бази даних по пожежонебезпечним властивостям піротехнічних виробів на основі сумішей з порошків металевих палих, фторопластів та добавок органічних речовин, за допомогою якої можна на стадії виготовлення зарядів сумішей оперативно у режимі діалогу та реального часу на ПК, регулюючи співвідношення та природу компонентів у суміші, роботи їх менш чутливими до можливих зовнішніх термічних впливів при зберіганні, транспортуванні та застосуванні виробів.

В подальшому планується проведення досліджень з визначення механізму та розробки математичних моделей процесу горіння ущільнених сумішей з порошків металевих палих, фторопластів та добавок органічних речовин в умовах зовнішніх термічних дій для визначення критичних діапазонів зміни швидкості розвитку процесу їх горіння у вказаних умовах при використовуваних у піротехнічному виробництві діапазонах зміни технологічних параметрів зарядів сумішей (коефіцієнта надлишку окиснювача, величини органічної добавки,

дисперсності компонентів, коефіцієнта ущільнення суміші та ін.) з врахуванням впливу зовнішніх чинників (підвищені температури нагріву, зовнішні тиски та ін.).

ЛІТЕРАТУРА

1. Ващенко В. А. Процеси горіння металізованих конденсованих систем / В. А. Ващенко, О. В. Кириченко, Ю. Г. Лега, П. І. Заика, И. В. Яценко, В. В. Цыбулин. – К.: Наукова думка, 2008. – 745 с.
2. Кириченко О. В. Основи пожежної безпеки піротехнічних нітратовмісних виробів в умовах зовнішніх термовпливів. Монографія / О. В. Кириченко, П. С. Пашковський, В. А. Ващенко, Ю. Г. Лега. – К.: Наукова думка, 2012. – 318 с.
3. Молодик А. В. Досвід та перспективи вирішення теплофізичних проблем створення оптико-електронних спецвиробів ІЧ-техніки / А. В. Молодик, М. І. Носов, Г. А. Смоляр, Д. В. Лозбін // Збірник тез доповідей 2-ї Української науково-технічної конференції “Спеціальне приладобудування: стан та перспективи”. – К.: КП СПБ “Арсенал”. 6 – 7 грудня 2016 р. – С. 54 – 56.
4. Кириченко О. В. Дослідження впливу температури нагріву та зовнішнього тиску на залежності швидкості горіння ПНС від співвідношення компонентів та концентраційні межі горіння / О. В. Кириченко // Зб. «Праці Одеського національного політехнічного університету», 2010. – вип. 2(6). – С. 191 – 196.
5. Кириченко О. В. Створення бази даних по швидкостям та вибухонебезпечним режимам горіння піротехнічних нітратно-металевих сумішей / О. В. Кириченко // Вісник ЧДТУ, 2012. – № 3. – С. 88 – 90.
6. Кириченко О. В. Вплив підвищених температур нагріву та зовнішніх тисків на швидкість та межі горіння піротехнічних нітратно-цирконієвих сумішей / О. В. Кириченко // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2012. – № 2(26). – С. 104 – 110.

УДК 614.844

*Анатолій КОДРИК, кандидат технічних наук,
Андрій БОРИСОВ, кандидат наук з державного управління,
Максим ОСАДЧУК,*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ ДЛЯ ГАСІННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ОЛИВИ

Наслідками військових дій в Україні, окрім людських втрат, є значна шкода техногенним та екологічним системам, завдана у результаті порушення міжнародних принципів та національного законодавства. Головною галуззю паливно-енергетичного комплексу є електроенергетика, що є комплексом об'єктів під єдиним диспетчерським, що забезпечує електроенергією економіку та населення країни.

У військових умовах такі об'єкти є першорядною ціллю для завдання ракетних та артилерійських ударів з метою виведення їх з ладу. За рахунок виведення з ладу деяких енергетичних об'єктів інші найчастіше змушені працювати в режимах екстремальних навантажень, що також призводить до

виникнення на них надзвичайних ситуацій. Найбільшу небезпеку на таких об'єктах становлять силові трансформатори у яких перебуває велика кількість трансформаторної оливи [1,2, 3]. Також виникає небезпека ураження електричним струмом, не тільки від об'єкта, що горить, а й від розташованого поблизу, існує небезпека вибуху та викиду оливи з масло наповненого енергетичного обладнання. Тому захист трансформаторів від руйнувань та пожеж є актуальним напрямом дослідження.

Згідно з представленими вимогами НАПБ 05.032-2002 [4], масляні силові трансформатори напругою від 110 кВ та потужністю від 63 МВА підлягають захисту автоматичними установками пожежогасіння, що являють собою сукупність технічних засобів пожежогасіння за рахунок спеціальних речовин. За типом речовини можна класифікувати автоматику на газову, водяну, порошкову, аерозольну та комбіновану.

На наш погляд системи пожежогасіння оливного силового трансформатору повинні виконувати наступні функції:

- локалізацію та гасіння пожежі та захист обладнання що поруч;
- охолодження корпусу трансформатору;
- зниження температури горіння для запобігання руйнування будівельних конструкцій;
- змив трансформаторної оливи з корпусу трансформатора і запобігання його спалахування при руйнуванні керамічних ізоляторів;
- забезпечувати мінімальні витрати вогнегасної речовини та часу гасіння;

Рекомендовані вогнегасні речовини, що застосовуються на цей час, не завжди відповідають цим вимогам та мають суттєві недоліки.

Для газових систем пожежогасіння потрібна герметичність приміщення і знаходження людини в приміщенні після спрацьовування та випуску газу можуть призвести до смерті.

Добавка до води піноутворювача знижує її опір і в незнеструмлених електроустановках збільшує небезпеку ураження струмом. Металеві поверхні трансформаторів, що горять, потрібно охолоджувати струменями води з інтенсивністю 0,5... 1 л на 1 м периметра бака трансформатора, а щоб не пошкодити частини апаратури з порцеляни, не можна поливати водою фарфорові ізолятори і розрядники, що сильно нагрілися.

Як правило, розлив оливи з трансформатора та вимикача відбувається у вигляді викиду та вибуху. При горінні масла на даху трансформатора біля прохідних ізоляторів його необхідно ліквідувати розпорошеними струменями води, повітряно-механічною піною або порошковими складами. Якщо пошкоджений корпус трансформатора в нижній частині та відбувається горіння під ним, то для гасіння використовується піна, а олива спускається в аварійний резервуар через гравійне засипання.

Пожежі трансформаторів у закритих осередках ліквідовуються аналогічно, але, крім того, є можливість заповнення об'єму осередку піною, парою або інертним газом. При цьому осередки не відкривають, а вогнегасну речовину вводять через попередньо розкриті решітки вентиляції. У деяких випадках гасіння пожеж трансформаторів водою виключається через неможливість спорудження систем протипожежного водопостачання або через великі капітальні витрати. Тоді найефективнішими є сухі порошкові склади. Згідно з [1,2] розпилена вода має більшу вогнегасну здатність в порівнянні з повітряно-механічною піною. Вона добре змочує і охолоджує кабелі, що горять, і будівельні конструкції.

Для підвищення ефективності гасіння пожеж різних класів у розвинутих країнах використовують технологію (система САФ) з застосуванням компресійної піни (КП), яка практично немає у своєму складі незв'язаної води, що надає піні нові, непритаманні як воді так і повітряно-механічній піні, властивості і дає можливість її застосування при гасінні пожеж твердих матеріалів, нафтопродуктів, олії. Згідно з літературних джерел [3... / найбільш перспективним при гасінні оливних силових трансформаторів є застосування в якості вогнегасної речовини компресійної піни.

Так в [3] запропонована система гасіння ІСАФ та наведено результати порівняльного гасіння двох пар модельних вогнищ за допомогою системи ІСАФ та тонко розпилимим струменем. В першому випадку порівнювали гасіння двох деко площею 5м² наповнених трансформаторною оливою, в другому випадку гасіння оливного трансформатору, встановленого відповідно в деко з оливою розміром 3,73x3,73 м. В якості ПАВ використано відповідно 2 та 3 % піноутворювача АFFF. Для першого випадку витрати вогнегасної речовини були встановлені для системи САФ 1,63 л/хв./м², для тонко розпиленого струменю 6,52 л/хв./м². Час повного гасіння склав відповідно 90 та 135 с.

В другому випадку використовували по 8 (4-низ та 4-верх) сопел Nozzle TAR 225L встановлених навколо трансформатору та деко. Інтенсивність подавання розчину становила відповідно 1,63 та 10,19 л/хв./м², загальні витрати до повного гасіння склали 159 та 900 л. Час гасіння склав відповідно 138 та 197 с.

Експериментальні випробування продемонстрували, що система ІСАФ є надзвичайно ефективним механізмом гасіння оливи. Унікальні фізичні властивості та текстура САФ дозволяють йому утворювати стабільну та рівномірну піну на поверхні рідини.

Раніше у роботах [5,6,7] нами досліджували властивості піни САФ та її ефективність при гасінні модельних вогнищ класів А та В.

Метою даної роботи є дослідження ефективності гасіння трансформаторної оливи з використанням методики та обладнання для продукування компресійної піни розробленого при виконанні попередніх робіт [5,6,7].

Проведені дослідження з визначення ефективності застосування КП при гасінні модельних вогнищ класів 55 В, 183 В наповнених трансформаторною оливою марки Nyro 11GX з використанням піни отриманої дослідним зразком з її продукування, рис.1.

У вогнище пожежі класу 55 В, заливали 35 л оливи, приблизна площа вогнища пожежі становить 1,8 м². Для підпалювання трансформаторної оливи використано 5л бензину. Вогнище пожежі класу 183 В заливали близько 100 л оливи, приблизна площа вогнища пожежі становить 5,8 м². Для підпалювання використовували 8 л бензину.



Рис. 1 Дослідний зразок з продукування КП та процес гасіння оливи на модельних вогнищах 183 В.

В процесі гасіння модельних вогнищ класу 55 В та 183 В використовували компресійну піну кратністю 8, робочий тиск у системі складав 0,6 МПа.

Інтенсивність подавання вогнегасної речовини для модельного вогнища класу 55 В становила 10л/хв/м², модельного вогнища класу 183 В становила 3л/хв/м²

Найбільший час гасіння модельного вогнища класу 55 В становив 11 с, найбільший час гасіння модельного вогнища класу 183 В становив 53 с. Протягом 600 с після досягнення критерію припинення горіння у модельних вогнищах пожежі класів 55 В, 183 В повторного займання трансформаторної оливи не відбулося при виконанні всіх дослідів. На поверхні погашених деко залишок оливи складав 3-4 мм.

Висновки

1. Проведені досліді підтверджують ефективність застосування КП при гасінні трансформаторної оливи. Міцна пінна оболонка, що утворюється під час викиду, працює на поверхні палива, створюючи ефективну пароізоляцію для встановлення фізичного розділення між паливом і парами, що горять. Оскільки САФ утворюється шляхом аерації в камері змішування, а не через перемішування на соплі, він має вищі коефіцієнти розширення та довший час зливу, ніж звичайні системи з низькою піною. Це безпосередньо перетворюється на покращену ефективність пожежогасіння та відновлення горіння.

2. Головними параметрами, які потрібно визначати при застосуванні КП при гасінні трансформаторів є інтенсивність подавання вогнегасної речовини на одиницю площини та схема подавання вогнегасної речовини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ярослав Мироненко Пожаротушение на энергетических объектах //: Журнал "Системы безопасности" №4, 2017
2. Види систем пожежогасіння /НТО Елекон / Код доступу <https://analytic.ub.ua/23896-vidi-sistem-pojejogasinnya.html>
3. Система гасіння ICAF /// код доступу <https://slideplayer.com/slide/4179848/>
4. НАПБ 05.032-2002 Інструкція з протипожежного захисту розподільних пристроїв, підстанцій та трансформаторів
5. Проектування систем компресійної піни з урахуванням процесів її формування // Кодрик А.І. та ін. // Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. - НАЦЗ України, 2020. -- с.192-193.
6. Розроблення експериментального лабораторного зразка системи пінного пожежогасіння, що споживає стиснене повітря (CAFS) // А.І. Кодрик та ін. // «Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека», 2018, № 2 (6), с.4-9.
7. Функціонально-фізична схема установки для генерації компресійної піни //А.І. Кодрик та ін. // Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міста», Випуск № 146, 2018, с. 32-36

¹Н. КОЗЯР, кандидат технічних наук,

²Вікторія КОВБАСА, ²Євген КИРИЧЕНКО,

²Олександр ДЯДЮШЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,

³Даніель ГЕОРГІЄВСЬКИЙ,

¹Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

²Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

³Офіцер відділу співпраці з НАТО Центру управління кризами
(Республіка Північна Македонія)

КРИТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗОВНІШНІХ ТЕРМІЧНИХ ВПЛИВІВ НА ПІРОТЕХНІЧНІ ВИРОБИ НА ОСНОВІ НІТРАТНО-МЕТАЛЕВИХ СУМІШЕЙ В УМОВАХ ТРАНСПОРТУВАННЯ

Проаналізувавши властивості піротехнічних виробів різного призначення (сигнальні та трасувальні засоби, піротехнічні спалахувачі, елементи ракетно-космічної техніки та ін.) на основі багатокомпонентних ущільнених сумішей з порошків металевих палих (магнію, алюмінію, алюмінієво-магнієвих сплавів (ПАМ) та ін.), нітратовмісних окиснювачів (нітратів лужних та лужноземельних металів та ін.) та добавок різних органічних (парафіну, стеарину, нафталіну, антрацену, уротропіну, ідитолу та ін.) та неорганічних речовин (фторидів металів та ін.). Встановлено, що при зберіганні та транспортуванні вони можуть піддаватись інтенсивним зовнішнім термічним впливам (наприклад, при пожежах у складських приміщеннях, де зберігаються вироби, загорянні близько розташованих легкозаймистих об'єктів, у зонах бойових дій та ін.), в результаті чого відбувається передчасне займання зарядів сумішей, що призводить до руйнування виробів з утворенням високотемпературних продуктів згоряння (до 3000...4000 К), які розлітаються у різні боки та мають пожежну небезпеку для навколишніх об'єктів (паливно-мастильних матеріалів, дерев'яних будівель, пускових установок з обслуговуючим персоналом та ін.) [1].

Розробивши математичні моделі зовнішніх термічних впливів на поверхню зарядів нітратно-металізованих сумішей з добавками органічних та неорганічних речовин для піротехнічних виробів різного призначення в умовах зберігання або транспортування, які враховують геометричну форму зарядів (плоскі пластини, циліндричні стержні та півсферичні елементи); термомеханічні властивості та технологічні параметри суміші; температурні залежності теплофізичних властивостей сумішей [2].

Провівши розрахунки розподілів температури у зарядах сумішей та визначено критичні значення зовнішнього теплового потоку та часу його дії, перевищення яких призводить до передчасного займання зарядів сумішей, вибухового розвитку їх горіння та, у кінцевому підсумку, до пожежонебезпечного руйнування піротехнічних виробів та навколишніх об'єктів.

У результатів досліджень уточнено математичні моделі зовнішніх термічних впливів на заряди піротехнічних нітратно-металізованих сумішей в умовах їх зберігання або транспортування шляхом врахування: геометричної форми заряду суміші (плоскі пластини, циліндричні стержні, півсферичні елементи); термомеханічних властивостей та технологічних параметрів сумішей; температурних залежностей теплофізичних властивостей сумішей (об'ємної теплоємності $C_V(T)$ та коефіцієнта теплопровідності $\lambda(T)$), що дозволило більш

точно (відносну похибку знижено до 6...8 % замість 10...12 % – у існуючих моделей) розраховувати розподіл температур у заряді суміші [3].

В результаті проведених теоретико-експериментальних досліджень зовнішніх термічних впливів на поверхню зарядів сумішей отримано наступні нові результати:

– при зростанні зовнішнього теплового потоку від $1,9 \cdot 10^5$ Вт/м² до $3,6 \cdot 10^6$ Вт/м² температура поверхні заряду (максимальна температура при поверхневому нагріванні суміші) зростає у 5...6 разів при часі термічного впливу $t > 40...50$ с, а при $t \geq 60...70$ с відбувається вже різке зростання температури (більше, ніж у 10...20 разів);

– розроблено науково-обґрунтований метод, який дає можливість з відносною похибкою 6...8 % визначати критичні значення параметрів зовнішніх термічних дій (теплових потоків, часів їх дії), перевищення яких призводить до передчасного займання зарядів сумішей та пожежовибухонебезпечного спрацьовування піротехнічних виробів при їх зберіганні або транспортуванні, що дозволяє шляхом використання необхідних технологічних рекомендацій, а також засобів контролю попереджати вказані небезпечні ситуації [4].

ЛІТЕРАТУРА

1. Vashchenko V.A., Kyrychenko O.V., Leha Yu.H., Zayka P.I., Yatsenko Y. V., Tsybulin V. V (2008) Combustion processes of metallized condensed systems. Kyiv: Naukova dumka. [In Russian]. [Процессы горения металлизированных конденсированных систем: Наукова стаття / В.А. Ващенко, О.В. Кириченко, Ю.Г. Лега, П.И. Заика, И. В. Яценко, В. В. Цыбулин – К.: Наук. думка, 2008]

2. Kyrychenko O.V., Pashkovskiy P.S., Vashchenko V.A., Leha Yu.H. (2012) Basics of fire safety of pyrotechnic nitrate-containing products in conditions of external thermal effects. Kyiv: Naukova dumka. [In Ukrainian] [О.В. Кириченко, П.С. Пашковський, В.А. Ващенко, Ю.Г. Лега, Основи пожежної безпеки піротехнічних нітратомісних виробів в умовах зовнішніх термовпливів Київ: Наукова думка: 2012].

3. Vashchenko V.A., Kirichenko O.V., Leha Yu.H., Zaika P.I., Yatsenko I.V, Tsybulin V.V. (2008) Protsessy gorennya metallizirovannykh kondensirovannykh sistem [Processes of combustion of metallized condensed systems], *Naukova vidavnistvo: Naukova dumka* [Scientific publishing house: Scientific opinion]. Kyiv [in Russian].

4. Fatieiev V.M., Prykhodko Yu.P., Taborov L.I. (2017) Pyrotechnics. Kyiv: Naukova dumka. [In Ukrainian] [В.М. Фатеев, Ю.П. Приходько, Л.І. Таборов, Піротехніка (Київ: Наукова думка: 2017)].

*Р. КРАВЧЕНКО, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
О. КОРОЛЬОВА, кандидат економічних наук,
Г. ХРОМЕНКОВ, Ю. ГУЛИК, Н. ІЛЬЧЕНКО,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

ПРО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕРМІНОЛОГІЧНОГО СТАНДАРТУ СТОСОВНО ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ

З 31 травня 2024 р. набуває чинності Технічний регламент засобів цивільного захисту. Засобами цивільного захисту відповідно до Кодексу цивільного захисту України [1] є протипожежна, аварійно-рятувальна та інша спеціальна техніка, обладнання, механізми, прилади, інструменти, вироби медичного призначення, лікарські засоби, засоби колективного та індивідуального захисту, які призначені та використовуються під час виконання завдань цивільного захисту. Цю терміностаттю подано згідно з термінологічним стандартом ДСТУ 3891 [2].

З 1 січня 2014 р. згідно із змінами, внесеними до Кодексу цивільного захисту України, під засобами цивільного захисту вважатимуться пожежна, аварійно-рятувальна та інша спеціальна техніка, обладнання, механізми, прилади, інструменти, засоби колективного та індивідуального захисту, що призначені та використовуються під час виконання завдань цивільного захисту, у тому числі засоби протипожежного захисту. Цю терміностаттю подано з урахуванням визначення терміну «засоби цивільного захисту», наданого в ДСТУ 7098 [3].

Водночас у термінологічних стандартах ДСТУ 2272 [4] і ДСТУ 2273 [5] встановлено термін «протипожежна техніка», а термін «пожежна техніка» є не рекомендованим.

У [1] термін «пожежна техніка» не визначений, тому під час реалізації положень цього законодавчого акта та пов'язаних з ним інших нормативно-правових актів треба користуватися термінологічним стандартом ДСТУ 2273 [5]. Згідно з цим стандартом під «пожежною технікою» мається на увазі «протипожежна техніка – технічні засоби, призначені для запобігання, локалізуванню та ліквідуванню пожеж, захисту людей, матеріальних цінностей та довкілля від діяння небезпечних чинників пожежі, провадження пожежно-рятувальних робіт».

Згідно з вищенаведеним новим визначенням терміну «засоби цивільного захисту» до таких засобів належать «засоби протипожежного захисту – технічні засоби, призначені для запобігання, виявлення, локалізації та ліквідації пожеж, захисту людей, матеріальних цінностей та довкілля від впливу небезпечних факторів пожежі» [1].

З порівняння визначень термінів «засоби протипожежного захисту» та «протипожежна техніка» і вивчення положень ДСТУ 2273 [5] маємо, що перші належать до другої.

Розрізняють активний і пасивний протипожежний захист [6]. Активний протипожежний захист забезпечують використанням систем пожежної сигналізації (виявлення та оповіщення про пожежу), стаціонарними системами пожежогасіння, системами протидимового захисту та автоматичними пристроями (системами) закривання протипожежних та протидимових перешкод [7]. Інші системи, елементи будівельних конструкцій, продукція, матеріали і речовини, які

забезпечують протипожежний захист, належать до систем пасивного протипожежного захисту. Останні системи, системи протидимового захисту та автоматичні пристрої закривання протипожежних і протидимових перешкод не віднесено до протипожежної техніки в ДСТУ 2273 [5]. Також в цьому стандарті не визначено системи керування евакуацією, знаки пожежної безпеки, пожежні ліфти, пожежний інвентар, вогнегасні речовини та системи безпеки для життя (life safety system).

Пожежні ліфти, пожежний інвентар та вогнегасні речовини належать до пожежних засобів. Згідно з останніми редакціями міжнародних стандартів [6], [7] системи керування евакуацією знаками безпеки, знаки пожежної безпеки, а також системи безпеки для життя не вважаються системами (засобами) протипожежного захисту. Зазначені системи разом з системами протипожежного захисту належать до систем пожежної безпеки (fire safety systems) [8].

Зважаючи на вищезазначене, та те, що у назвах національних стандартів застосовано терміни «протипожежна техніка» та «пожежна техніка» пропонується в новій редакції ДСТУ 2273 визначення терміну «протипожежна техніка» подати в такій редакції:

«[протипожежна] [пожежна] техніка (*fire (safety) equipment*)

Засоби, призначені для забезпечення протипожежного захисту об'єктів, дій з гасіння пожеж, пожежно-рятувальних робіт та захисту людей, майна і довкілля від впливу небезпечних чинників пожежі».

Розроблення нової редакції зазначеного стандарту пропонується з урахуванням термінів, визначених в останніх редакціях міжнародних, європейських та національних стандартах з пожежної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI: редакція від 31.03.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення: 30.08.2023).
2. ДСТУ 3891:2013 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Терміни та визначення основних понять. – Чинний від 2014-01-01. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 22 с.
3. ДСТУ 7098:2009 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Ліквідування надзвичайних ситуацій та їх наслідків. Загальні положення. – Чинний від 2011-07-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 14 с.
4. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. – Чинний від 2006-10-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 28 с.
5. ДСТУ 2273:2006 Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять. – Чинний від 2007-04-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 40 с.
6. ISO 13943:2017 Fire safety – Vocabulary. – Geneva: International Organization for Standardization, Ed. 3, 2017. – 53 p.
7. ISO 20710-1:2022 Fire safety engineering – Active fire protection systems – Part 1: General principles. – Geneva: International Organization for Standardization, Ed. 1, 2022. – 14 p.
8. FSS Code: International Code for Fire Safety Systems: Resolution MSC.98(73). – International Maritime Organization, 2007. – 365 p.

*О. КУЛАКОВ, кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет цивільного захисту України*

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ПІДХІД ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН В УКРАЇНІ

Забезпечення вибухобезпеки є актуальною проблемою пожежної безпеки.

В більшості країн Європі вибухобезпечні зони класифіковано відповідно до рекомендацій стандартів Міжнародної електротехнічної комісії (International Electrotechnical Commission (IEC)), заснованою у далекому 1906 році [1].

За рекомендаціями IEC на сьогодні класифікація газопароповітряних вибухобезпечних зон здійснюється згідно редакції Ed. 3.0 IEC 60079-10-1 [2], класифікація пилоповітряних вибухобезпечних зон – згідно редакції Ed. 2.0 IEC 60079-10-2 [3].

Історично IEC 60079-10-1 пройшов три редагування: редакція Ed. 1.0 введена 09.12.2008, редакція Ed. 2.0 – 08.09.2015, поправка до редакції Ed. 2.0 – 23.11.2015, редакція Ed. 3.0 – 18.12.2020 [2]. Редакція Ed. 1.0 IEC 60079-10-1 для встановлення класу та розміру газопароповітряної вибухонебезпечної зони рекомендувала використання методу гіпотетичного об'єму вибухонебезпечної суміші, запропонованого ще попереднім стандартом щодо класифікації газопароповітряних вибухобезпечних зон IEC 79-10 part 10 (Classification of Hazardous Areas, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmosph). У 1997 році IEC змінила нумерацію стандартів шляхом додавання числа 60000 до попереднього номеру [1]. Стандарт IEC 79-10 part 10 був вперше введений у 1972 році та пройшов чотири редагування. Остання четверта редакція вже мала нову нумерацію IEC 60079-10 part 10 та була введена 01.06.2002. Прийняття другої редакції IEC 60079-10-1 виразилося в переході від методу розрахунку величини гіпотетичного об'єму вибухонебезпечної суміші до методу з використанням номограм. У редакції Ed. 3.0 IEC 60079-10-1 [2] проведено удосконалення методичного апарату, введеного у редакції Ed. 2.0 IEC 60079-10-1.

Стандарт IEC 60079-10-2 пройшов два редагування: редакція Ed. 1.0 введена 20.04.2009, редакція Ed. 2.0 – 16.01.2015.

Україна є повноправним членом IEC з 1993 року.

З 01.01.2002 в Україні діють національні правила [4] з національним методом встановлення класів та розмірів вибухонебезпечних зон, що базується на окремих вимогах третьої редакції IEC 79-10, опублікованої у 1995 році.

З 01.09.2018 в Україні почав діяти прийнятий методом обкладинки національний стандарт [5], який є ідентичним редакції Ed. 2.0 IEC 60079-10-1.

З 31.12.2023 в Україні почнуть діяти прийняті методом обкладинки національний стандарт [6], який є ідентичним редакції Ed. 3.0 IEC 60079-10-1, та національний стандарт [7], який є ідентичним редакції Ed. 2.0 IEC 60079-10-2.

В основу поділу вибухонебезпечних зон на класи згідно [2] лежить часовий критерій. Клас зони залежить від місця, частоти та тривалості створення вибухонебезпечної суміші. Вихідними параметрами розрахунку є властивості небезпечної речовини (для ЛЗР: молярна маса, НКМПП, температура спалахування, густина та щільність парів) та кліматичні умови (атмосферний тиск та температура навколишнього середовища).

Встановлюється ступінь витоку небезпечної речовини (безперервний, першого або другого ступеня) та розраховується об'ємна швидкість випаровування ЛЗР Q_g та об'ємна характеристика витоку Q_c . Визначаються характеристики приміщення: умови всередині (наявність та тип вентиляції), тиск, абсолютна температура, геометричні розміри, критична концентрація X_{crit} та розраховуються об'ємна витрата повітря Q_a та швидкість вентиляції u_w . Здійснюється розрахунок фонові концентрації X_b . Порівнюються концентрації X_b та X_{crit} й за номограмою fig. C.1 [2] залежно від Q_c та швидкості вентиляції (вітру) u_w встановлюється ступінь розбавлення (високий, середній або низький). Далі за таблицею D.1 [2] залежно від ступеня витоку (постійний, першого або другого ступеня) ступеня розбавлення (високий, середній або низький) встановлюється клас ВЗ (0, або 1, або 2). Таким чином, регулюючи швидкість вентиляції можливо змінювати клас ВЗ. При середньому та низькому розбавленні здійснюється розрахунок часу існування ВЗ. Розмір вибухонебезпечної зони встановлюється за номограмою рис. D.1 [2] залежно від Q_c та властивостей джерела витоку (важкий газ або пара, дифузний газ або пара або газовий (паровий) струмінь). Форма вибухонебезпечної зони визначається за fig. A.2 [2].

Використання номограм формалізувало алгоритм обґрунтування класу та встановлення розміру газопароповітряної вибухонебезпечної зони.

При встановленні класів та розмірів пилоповітряних вибухонебезпечних зон згідно [3, 7] проведення розрахунків не передбачається. Встановлення класу пилоповітряної зони здійснюється аналітично. Зона 20 має місце всередині пилозахисної оболонки, для зони 21 відстань 1 м від джерела витоку вважається достатньою при встановленні її протяжності, для зони 22 достатньою вважається протяжність 3 м від джерела витоку.

ЛІТЕРАТУРА

1. International Electrotechnical Commission (IEC). IIS Markit Standards Store. URL: <http://www.iec.ch>.
2. IEC 60079-10-1:2020. Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres. Geneva, 2020. 236 p. URL: <https://webstore.iec.ch/publication/63327>.
3. IEC 60079-10-2:2015. Explosive atmospheres – Part 10-2: Classification of areas – Explosive dust atmospheres. Geneva, 2015. 92 p. URL: <https://webstore.iec.ch/publication/623>.
4. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Харків, 2013. 99 с. URL: https://dnaop.com/html/1692/doc-НПАОП_40.1-1.32-01.
5. ДСТУ EN 60079-10-1:2018 (EN 60079-10-1:2015, IDT; IEC 60079-10-1:2015, IDT). Вибухонебезпечні середовища. Частина 10-1. Класифікація зон. Середовища газові вибухонебезпечні. (Національний стандарт України, прийнятий методом підтвердження).
6. ДСТУ EN IEC 60079-10-1:2022 (EN IEC 60079-10-1:2021, IDT; IEC 60079-10-1:2020, IDT). Вибухонебезпечні атмосфери. Частина 10-1. Класифікація зон. Вибухонебезпечні газові атмосфери. (Національний стандарт України, прийнятий методом підтвердження).
7. ДСТУ EN 60079-10-2:2022 (EN 60079-10-2:2015, IDT; IEC 60079-10-2:2015, IDT). Взрывоопасные атмосферы. Часть 10-2. Классификация зон. Взрывоопасные пылевые среды. (Національний стандарт України, прийнятий методом підтвердження).

*Е. ЛОШАНСЬКИЙ, М. ЛАВРІВСЬКИЙ,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИМІННИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

З початку повномасштабної війни на теренах України склалась складна ситуація щодо обстрілів її територій. За даними МВС та ДСНС України велика територія замінована у багатьох містах сходу та південного сходу держави. Це призводить до погіршення пересування підрозділів ЗСУ по території областей, перебування мешканців на цих територіях, перешкоджає наданню гуманітарної допомоги населенню та унеможлиблює розвиток сільського господарства.

Необхідність виявлення та знешкодження не детонованих боєприпасів, їх решток, а особливо мін – наразі залишається актуальною для всіх регіонів країни, де проводились активні бойові дії. Як показав аналіз проведений експертами з протимінної діяльності, в місцевостях, де просувались ворожі війська, агресори не створювали мінні поля із певними визначеннями та повними картами, а проводили дистанційне мінування невеликих ділянок, що їм були потрібні – лісові масиви, польові дороги. Це створює небезпеку для роботи аварійно-рятувальних та піротехнічних підрозділів служби.[1]

В підрозділах ДСНС України здійснюється оновлення аварійно-рятувального обладнання, яке може бути використане для покращення роботи оперативно-рятувальних підрозділів щодо протимінної діяльності. Персонал підрозділів завдяки міжнародній співпраці зі спеціалістами з Естонії, Хорватії, Японії, Німеччини, Австрії, Угорщини, Азербайджану, США, Данії та системами, як " IMSMA " має можливість проходити підвищення майстерності за кордоном та освоювати сучасні зразки техніки для розмінування.

Упродовж останнього місяця піротехнічні підрозділи ДСНС залучалися 96 разів. Виявлено, вилучено і знешкоджено 172 од. вибухонебезпечних предметів, обстежено територію площею 118,30 гектарів.

Найчастіше піротехнічні підрозділи працювали: у Харківській області – 22 тис. 613 раз, Київщині – 8 тис. 683, Донеччині – 7 тис. 848, Миколаївщині – 5 тис. 936, Херсонщині – 7 тис. 491, Чернігівщині – 4 тис. 924, Сумщині – 2 тис. 480, Черкащині – 1 тис. 285.

Всього з початку широкомасштабного військового вторгнення російської федерації на території України знешкоджено 428 тис. 376 од. вибухонебезпечних предметів та 2 тис. 892 кг вибухової речовини, у тому числі 3 тис. 090 од. авіаційних бомб. Обстежено територію площею понад 93 тис. 824 гектари.[2]

Отже, яка техніка наразі вже допомагає у розмінуванні?

В підрозділах на озброєнні знаходиться броньований КрАЗ Shrek-RCV для розмінування. Він укомплектований краном-маніпулятором та вантажною платформою. Її можна застосовувати для дистанційного розмінування за допомогою маніпулятора з відеокамерою, або для перевезення вибухонебезпечних предметів до полігону їх знищення.

Для ручного розмінування використовують броньований КрАЗ-5322 з краном-маніпулятором. Він дозволяє легко вийняти важку ракету і помістити її у спеціальний контейнер для подальшого знешкодження саперами піротехнічної служби.

На Харківщині піротехнічні підрозділи забезпечені машиною для розмінування Armtac 400. Ця машина має дистанційне керування на відстані до 800 м. Також керувати нею можна сидячи в броньованій та звукоізолюваній кабіні. Armtac 400 може зачищати понад 2 400 квадратних метрів території на годину, знешкоджуючи вибухонебезпечні залишки на глибині 55 см. Потужна конструкція захищає машину від протитанкових мін масою до 10 кг.

Ще одна машина – суто військова, але її можна використовувати і для цивільного розмінування. Це Minenräumpanzer, який з німецької перекладається як "Танк для розмінування". На озброєнні Бундесверу стоять броньовані машини розмінування Minenräumpanzer Keiler. Ймовірно, Україна отримала саме такі машини розмінування Keiler, виконані на допрацьованих шасі танків M48.

ДСНС Херсонщини отримала два механізованих комплекси розмінування DOK-ING MV-4 та MV-10. (Рис.1) Відомо, що комплекси для механічного розмінування виготовлені у Хорватії. За день вони можуть проходити 4000 – 5000 квадратних метрів території. DOK-ING MV-4 (Машина Магучіх) – це легкий роботизований засіб для розмінування. Корпус та конструкції можуть витримувати детонацію мін та інших боеприпасів. Комплекс має замінні інструменти, які дозволяють виконувати різний спектр завдань для підготовки території. За допомогою MV-4 проводять механічну підготовку ґрунту та розмінування, механічний огляд та очищення території.

Рятувальники зазначають, що надані машини довели свою ефективність у роботі. Ці комплекси значно пришвидшують процеси розмінування і забезпечують життя українських піротехніків.



Рис. 1. Механізований комплекс розмінування DOK-ING MV-4

А ось компанія "Автек" опановує постачання техніки для розмінування італійської компанії FAE Group, яка спеціалізується на тракторах та іншій

спеціалізованій гусеничній техніці. Мова йде про RT-300 D:Mine – дистанційно керований гусеничний носій для розмінування мінних полів, ефективний проти протипіхотних і протитанкових мін.[3]

Розробляються також засоби щодо знешкодження мін і в аграрному секторі, зокрема, на Харківщині запровадили новий спосіб знешкодження мін, що залишилися на полях після вторгнення рашистів. Трактор обладнаний захисними панелями, знятими з ворожих танків, керування ним здійснюється за допомогою пульта дистанційного керування, а саме з ковша екскаватора, підвішеного в повітрі неподалік.[4]

Також, інноваційний спосіб розглянули криворізькі промисловці. Ними протестований мінний трал власного виробництва. Це переобладнаний екскаватор, спереду якого встановили спеціальну ударну установку. Саме вона забезпечує виявлення вибухонебезпечних предметів, які під дією потужних ударів детонують. Винахід допоможе розмінувати сільськогосподарські землі та великі за площею території, де можуть бути вибухонебезпечні предмети.[6]

Використання сучасних протимінних комплексів надасть можливість пришвидшити розчищення території від залишків не здетонованих боєприпасів, замінованої території, а також сільськогосподарських ділянок. Слід пам'ятати, що більшість необстеженої території буде важче розмінувати, адже за час війни міни глибше провалюються в ґрунт та заростають, але небезпека від них нікуди не поділася. Збільшення кількості підрозділів, навчання фахівців, отримання допомоги та устаткування від партнерів пришвидшить темпи розмінування місцевостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Електронний ресурс: http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/15621/1/Теза_Усачов%3В.pdf
2. Електронний ресурс: <https://www.kmu.gov.ua/news/operatyvna-informatsiia-shchodo-diialnosti-pirotekhnichnykh-pidrozdiliv-dsns10092023>
3. Електронний ресурс: <http://autoconsulting.ua/article.php?sid=53938>
4. Електронний ресурс: <https://shotam.info/fermer-iz-kharkivshchyny-vynayshov-unikalnyu-sposib-rozminuvannia-poliv-video/>
5. Електронний ресурс: <https://mvs.gov.ua/uk/news/masini-mexanizovanogo-rozminuvannia-vid-fondu-govarda-baffeta-vze-aktivno-vikoristovuiutsia-pirotexnikami-dsns>
6. Електронний ресурс: <https://krivbass.city/news/view/u-krivomu-rozi-za-svitovimi-standartami-vigotovili-minnij-tral-chomu-jogo-dosi-ne-vikoristovuyut-ryatuvalniki>

*Р. МАЙБОРОДА, Юрій ОТРОШ, доктор технічних наук, професор,
Національний університет цивільного захисту України*

ОГЛЯД МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ ПРИ ВИНИКНЕННІ ПОЖЕЖІ

Вперше з випадком прогресуючого обвалення людство зустрілося в 1968 році, коли внаслідок вибуху побутового газу було повністю зруйновано крило з житловими квартирами 22-поверхового будинку «Ronan Point» (Лондон), що призвело до загибелі десятків людей [1]. Вважається, що обвалення було спричинено через недоліки в стиках, що з'єднують вертикальні стіни з плитами перекриття. Флангові стіни відпали, залишивши верхні поверхи без підтримки та спричинивши прогресивне обвалення південно-східного кута будинку.

11 вересня 2001 року в Нью-Йорку (США) відбулася терористична атака літаками двох башт Всесвітніх торгівельних центрів. Прогресуюче обвалення цих двох унікальних будівель, являється наслідком комбінованого впливу майже одночасно трьох особливих дій типу «удар-вибух-пожежа», а не окремо кожного, як розглядалося при проектуванні і будівництві даних будівель [1, 2].

Ці комбіновані дії літаків на будівлі складалася з [2]:

- первинного удару літака або його частин в будівлю;
- подальшого вибуху пароповітряної суміші палива із зруйнованих баків літака, розльоту частин, осколків літака і будівлі;
- подальшої пожежі в зоні удару.

Саме це і призвело до виникнення невивчених і не врахованих раніше ефектів, які і стали причиною подальшого трагічного руйнування цих будівель.

Віндзор вежа, Іспанія. Вогонь спалахнув на 21-му поверсі та швидко поширився на всі поверхи вище. Після 20 годин пожежі, вежа Віндзор серйозно була пошкоджена, відбувається прогресивний обвал перекриттів та колон вище 17-го поверху.

Науковцями та архітекторами різних країн які досліджували наслідки та причини цих подій, приймаються різні терміни: прогресуюче руйнування, прогресуюче обвалення, прогресуючий колапс, лавиноподібне руйнування, непропорційне руйнування, ланцюгове руйнування [2].

Серед термінів, що розкривають даний процес, є схожі визначення, які містяться в різних документах і кодексах країн. Визначення найкоротше і найбільш точне викладене в NISTIR 7396 Best Practices for Reducing the Potential for Progressive Collapse in Buildings. В різних нормах по різному підходять до цього визначення, але вони мають деякі спільні риси для вирішення єдиної задачі.

Загальний підхід до розрахунків прогресуючого обвалення в США та країн Європейського Союзу передбачає використання трьох основних методів: методу тягових сил, методу альтернативних шляхів та методу підвищеної місцевої стійкості.

Метод тягових сил - базується на використанні з'єднань між будівельними структурними елементами, які забезпечують їхню інтегральність у разі локального руйнування.

Метод підвищеної місцевої стійкості – полягає у розробці міцності конкретних структурних елементів, які можуть бути вимушені працювати за межами своєї нормальної міцності при локальному руйнуванні.

Метод альтернативних шляхів, передбачає розгляд можливих шляхів для розподілу навантаження у випадку локального руйнування. Цей метод передбачає використання трьох аналітичних процедур: лінійного статичного, нелінійного статичного та нелінійного динамічного аналізу.

Кожен з цих методів має свої особливості та вимоги, що враховуються при розрахунках прогресуючого обвалення. Основна мета кожного методу – забезпечення стійкості будівлі та її захисту від прогресуючого обвалення шляхом розподілу навантаження та забезпечення міцності конструкцій. Нормативні документи, які використовуються для розрахунків, містять вимоги до якості будівельних матеріалів та споруд, дозволяють розраховувати оптимальні параметри будівель та забезпечують безпеку будівель у випадку виникнення позапроектних ситуацій.

В Україні на відміну від методів США та країн ЄС, використовуються квазістатичний та динамічний методи. Ці методи реалізовані у програмному комплексі ЛІРА-САПР. В якому для моделювання та проведення розрахунків прогресуючого обвалення створюються відповідні розрахункові моделі.

Однак, при використанні методів закладених в програмному комплексі ЛІРА-САПР не реалізовано моделювання прогресуючого обвалення в умовах пожежі [3].

Вирішення даного питання є одним із напрямків можливих подальших наукових досліджень, шляхом:

- використання вогнезахисних матеріалів, як одного із способів захисту основних несучих будівельних конструкцій від прогресуючого обвалення в умовах пожежі;
- врахування зміни теплофізичних характеристик матеріалу конструкції та вогнезахисного покриття в залежності від високотемпературних впливів;
- врахування зміни жорсткісних характеристик (модуль пружності, модуль деформації) при зміні величини температури;
- врахування різних температурних режимів пожежі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Майборода Р.І. Аналіз можливості проведення розрахунків на стійкість будівель та споруд до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі: Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків. Матеріали круглого столу (вебінару). – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 23 лютого 2023. – 251 с. С.112 – 113.

2. Проблеми протидії конструкцій прогресуючому обваленню будівель та споруд : монографія / В. М. Першаков, М. С. Барабаш, А. О. Белятинський, К. М. Лисницька. – К. : НАУ, 2015. – 456 с.

3. Майборода Р.І., Отрош Ю.А. Необхідність дослідження і підвищення протидії конструкцій прогресуючому (каскадному) обваленню будівель та споруд. Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. Харків: НУЦЗУ, 2023. С.69.

¹С. НОВАК, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

¹О. ДОБРОСТАН, кандидат технічних наук,

¹Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,

²М. ПУСТОВИЙ,

²Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ УМОВНОЇ ПОЖЕЖІ НА ПРОМІЖОК ЧАСУ ЗБЕРЕЖЕНОСТІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ З ОДНОШАРОВОЮ СИСТЕМОЮ ВОГНЕЗАХИСТУ

З аналізу рівнів теплового впливу на захищені сталеві конструкції, які мають місце в умовах різних номінальних температурних режимів пожежі, проведеного в роботі [1], випливає, що сталеві конструкції з товщиною вогнезахисту, яка відповідає необхідній мінімальній товщині, визначеній за стандартного температурного режиму [2], мають зменшений (відносно стандартного режиму) проміжок часу збереженості вогнестійкості для режиму вуглеводневої пожежі [3] й збільшений – для режиму зовнішньої пожежі [3]. Однак даних щодо співвідношення між значеннями цього проміжку часу, визначеними за різних номінальних температурних режимів пожежі й широких діапазонів параметрів сталевих конструкцій (теплофізичних властивостей застосовного вогнезахисного матеріалу, товщини вогнезахисту, критичної температури сталі і коефіцієнта поперечного перерізу конструкції), в джерелах інформації не наведено. Через це, зважаючи на необхідність оцінювання суттєвих експлуатаційних характеристик сталевих конструкцій за різних температурних режимів умовної пожежі, актуальним є дослідження, метою якого є виявлення впливу номінальних температурних режимів пожежі на проміжок часу збереженості їхньої вогнестійкості.

Розрахунковим методом, який ґрунтовний на розв'язуванні прямої одномірної задачі теплопровідності, визначено дані щодо проміжку часу збереженості вогнестійкості несучих сталевих конструкцій без огорожувальної функції (балок і колон) з одношаровою системою вогнезахисту для температурних режимів вуглеводневої і зовнішньої пожежі і дані щодо різниці між цими отриманими значеннями зі значеннями такого ж проміжку часу для стандартного температурного режиму. Для розрахунку теплового стану сталевих конструкцій в умовах вогневого впливу (температури сталі для різної тривалості вогневого впливу) використано одномірну двошарову математичну модель теплопровідності. Розв'язання математичної моделі й прямої задачі теплопровідності з визначення температури сталі виконано методом кінцевих різниць за неявною схемою апроксимації.

Ці розрахунки виконували для трьох значень коефіцієнта теплопровідності вогнезахисного матеріалу (0,02 Вт/(м²°С); 0,2 Вт/(м²°С); 2,0 Вт/(м²°С)) і величини його питомої теплоємності, яка дорівнює 0,5 МДж/(м³°С). Для критичної температури сталі брали такі значення: 350°С; 500°С; 700°С, а для коефіцієнта поперечного перерізу: 40 м⁻¹; 150 м⁻¹; 300 м⁻¹. Значення номінального проміжку часу збереженості вогнестійкості (для стандартного температурного режиму) були такими: 30 хв; 90 хв; 240 хв [4].

Встановлено, що для діапазону параметрів сталеві конструкції, який оцінено, проміжок часу збереженості вогнестійкості для умов вогневого впливу за

температурного режиму вуглеводневої пожежі змінюється в діапазоні від 12,5 хв до 219,0 хв, який є вужчий ніж діапазон для стандартного температурного режиму, що становить від 30 хв до 240 хв. Для температурного режиму зовнішньої пожежі цей діапазон складає від 33,3 хв до 500,1 хв і він ширший ніж для стандартного температурного режиму.

Визначено, що різниця між значеннями проміжку часу збереженості вогнестійкості сталевій конструкції, отриманими для умов вогневого впливу за температурного режиму вуглеводневої пожежі, і значеннями такого ж проміжку часу за стандартного температурного режиму, змінюється в діапазоні від -8,8 % до -58,3 %, а така ж різниця для температурного режиму зовнішньої пожежі – в діапазоні від 11,0 % до 108,4 %.

З'ясовано, що на величину цієї різниці, як для умов вогневого впливу за температурного режиму вуглеводневої пожежі, так і для умов вогневого впливу за температурного режиму зовнішньої пожежі, значно впливає значення проміжку часу збереженості вогнестійкості за стандартного температурного режиму, відносно якого цю різницю визначали. Закономірним є те, що з підвищенням цього проміжку часу зазначена різниця для температурного режиму вуглеводневої пожежі зменшується (за модулем), а для температурного режиму зовнішньої пожежі вона збільшується.

Встановлено, що для цих номінальних температурних режимів з підвищенням коефіцієнта поперечного перерізу і зі зменшенням критичної температури сталі зазначена різниця зменшується. З підвищенням проміжку часу для температурного режиму вуглеводневої пожежі вплив коефіцієнта поперечного перерізу і критичної температури сталі на цю різницю зменшується. Для цього ж режиму пожежі вплив коефіцієнта теплопровідності застосовного вогнезахисного матеріалу на різницю має місце тільки для проміжку часу 240 хв, за якого підвищення теплопровідності призводить до незначного збільшення цієї різниці. Для температурного режиму зовнішньої пожежі з підвищенням коефіцієнта теплопровідності вогнезахисного матеріалу зазначена різниця зменшується, а з підвищенням проміжку часу цей вплив збільшується.

Визначено напрями подальших досліджень, які орієнтовані на виявлення впливу номінальних температурних режимів пожежі на проміжок часу збереженості вогнестійкості для сталевих конструкцій з одно- і багат шаровими системами вогнезахисту, в яких застосовують вогнезахисні матеріали зі змінним коефіцієнтом теплопровідності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Новак С., Добростан О., Пустовий М. Вплив температурного режиму пожежі на необхідну мінімальну товщину вогнезахисних покриттів для сталевих конструкцій. Науковий вісник: *Цивільний захист та пожежна безпека*. 2022. № 2 (14). С. 5–20.
2. EN 1363-1:2020. Fire resistance tests – Part 1: General Requirements. European committee for standardization. Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels. 2020 CEN. 54 p.
3. EN 1363-2:1999. Fire resistance tests – Part 2: Alternative and additional procedures. European committee for standardization. Central Secretariat: rue de Stassart, 36, B-1050 Brussels. 1999 CEN. 16 p.
4. Новак С., Добростан О., Пустовий М. Вплив температурного режиму пожежі на проміжок часу збереженості вогнестійкості сталевих конструкцій. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2023. № 1 (15). С. 18–31.

¹М. НОВАК, ²С. НОВАК, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
¹Національний університет харчових технологій,
²Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

ВАЛІДАЦІЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ МІНІМАЛЬНОЇ ТОВЩИНИ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Необхідну мінімальну товщину вогнезахисних покриттів для сталевих конструкцій визначають за методами, які наведено в стандартах EN 13381-4 [1] і EN 13381-8 [2]. Ці методи мають дві складові – експериментальну і розрахункову. В їхній розрахунковій частині використовують два альтернативні розрахункові методи, в яких застосоване нестационарне рівняння теплопровідності. В одному з них використовують рівняння зі змінним коефіцієнтом теплопровідності вогнезахисного покриття, в іншому – зі сталим коефіцієнтом теплопровідності.

Для визначення ступеня відповідності результатів, одержуваних цими розрахунковими методами, дійсним значенням необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття, запроваджено процедуру валідації, яку засновано на проведенні обчислювального експерименту [3]. Однак реалізація цієї процедури вимагає застосування значної кількості розрахунків, в тому числі – взаємопов'язаних ітераційних процедур. Запровадження автоматизованої системи реалізації цієї процедури дозволило б оперативно проводити валідацію зазначених розрахункових методів та дало б можливість економії працевтрат. Наразі не існує програмного продукту, що відповідає таким вимогам. Деякі зі складових зазначеної процедури валідації реалізуються окремими сторонніми пакетами, інші складові не підлягали автоматизації [3]. Таким чином, існуючі засоби розв'язання задачі валідації зазначених розрахункових методів є недосконалими. Тому актуальним є розроблення програмного продукту щодо автоматизованої реалізації процедури валідації методів розрахунку характеристики вогнезахисної здатності покриттів, призначених для вогнезахисту сталевих конструкцій.

Проведеним дослідженням визначено блок схеми алгоритму і створено програмний продукт для автоматизованої реалізації процедури валідації методів розрахунку характеристики вогнезахисної здатності покриттів для сталевих конструкцій, заснованої на проведенні обчислювального експерименту [3], що дозволяє звести до мінімуму кількість операцій ручного введення вхідних даних і передачі даних між пакетами програм, що в ньому застосовані.

Ця блок схема (рис. 1) складається з трьох модулів, в яких реалізуються п'ять етапів процедури валідації. Програмне забезпечення створено з використанням мови програмування Python 3.7 з інтегрованим середовищем розробки JetBrains PyCharm. Результати апробації цього програмного продукту свідчать про його придатність до практичного застосування для валідації методів розрахунку характеристики вогнезахисної здатності покриттів для сталевих конструкцій, наведених в EN 13381-4:2013 [1] і EN 13381-8:2013 [2]. В роботі [4] подано детальну інформацію про зазначені блок схему, програмний продукт і його апробацію.

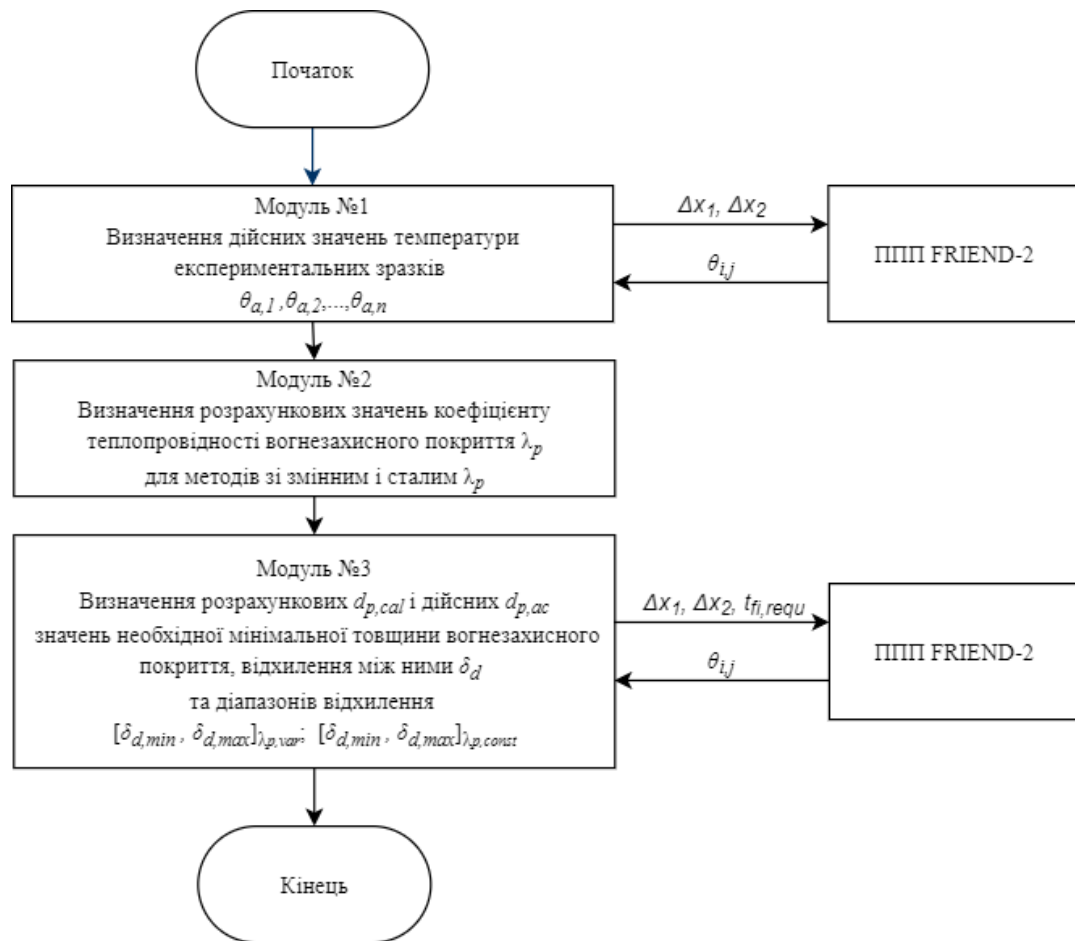


Рисунок 1 – Блок схема алгоритму

Визначено напрями подальших досліджень, які орієнтовані на виявлення залежностей між ступенем відповідності результатів розрахунку дійсним значенням необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття, теплофізичними властивостями вогнезахисного покриття і параметрами експериментальних зразків сталевих конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. EN 13381-4:2013. Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members – Part 4: Applied passive protection to steel members. European committee for standardization. Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels. 2013 CEN. 83 p.
2. EN 13381-8:2013 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members – Part 8: Applied reactive protection to steel members. European committee for standardization. Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels. 2013 CEN. 80 p.
3. Новак С., Новак М. Валідація методів розрахунку мінімальної товщини вогнезахисних матеріалів для сталевих конструкцій. *Науковий вісник : Цивільний захист та пожежна безпека*. 2020. № 2 (10). С. 83–90.
4. Новак С., Новак М. Розроблення автоматизованої процедури валідації методів розрахунку характеристики вогнезахисної здатності покриттів для сталевих конструкцій. *Науковий вісник : Цивільний захист та пожежна безпека*. 2021. № 1 (11). С. 3–10.

*Ігор НОЖКО, кандидат педагогічних наук, В. ЛИСЕНКО,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВИХ ІНФРАСТРУКТУР ВІД ТЕХНОГЕННИХ КАТАСТРОФ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ

В сучасному світі, де геополітичні конфлікти та природні катастрофи є невід'ємною частиною нашого життя, захист військових інфраструктур від техногенних та екологічних загроз стає надзвичайно важливою задачею. Ця доповідь присвячена розгляду сучасних методів та технологій, які використовуються для забезпечення безпеки військових об'єктів у військовому та цивільному контексті.

Сучасні методи передбачення та моніторингу техногенних катастроф

1.1. Штучний інтелект та аналіз даних

Сучасний штучний інтелект та методи аналізу даних революціонізували спосіб, яким ми можемо передбачити та відслідковувати техногенні катастрофи. Вони дозволяють аналізувати великі обсяги даних для виявлення аномалій та ризиків. За допомогою алгоритмів машинного навчання можна побудувати моделі для передбачення можливих небезпечних ситуацій та вчасно реагувати на них.

1.2. Сенсорні мережі та відеоспостереження

Сенсорні мережі та системи відеоспостереження стали необхідною частиною захисту військових об'єктів. Вони дозволяють постійно відслідковувати стан інфраструктури та виявляти незвичайну активність. Це допомагає вчасно виявляти інциденти, включаючи вторгнення та терористичні акти.

Захист будівель та інфраструктури від техногенних катастроф

2.1. Використання інженерних рішень та інноваційних матеріалів

Сучасні інженерні рішення включають в себе використання інноваційних будівельних матеріалів, таких як композити та спеціалізовані бетони. Ці матеріали мають підвищену міцність та стійкість до вибухів та інших техногенних загроз.

2.2. Системи аварійного реагування

Сучасні системи аварійного реагування включають в себе розробку інженерних рішень для захисту будівель від вибухів, землетрусів та інших техногенних катастроф. Це включає в себе використання антивібраційних технологій та стійких до ударів конструкцій.

Екологічна безпека військових об'єктів

3.1. Ефективне управління відходами та забрудненням

Забезпечення екологічної безпеки військових об'єктів включає в себе ефективне управління відходами та забрудненням. Сучасні технології дозволяють очищати воду, повітря та ґрунт від забруднень та небезпечних речовин.

3.2. Використання відновлюваних джерел енергії

Зменшення впливу військових об'єктів на навколишнє середовище можливе завдяки використанню відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні батареї та вітрові генератори. Це допомагає знизити викиди та залежність від традиційних джерел енергії.

Сучасні методи та технології грають вирішальну роль у забезпеченні захисту військових інфраструктур від техногенних катастроф та екологічних загроз. Вони дозволяють передбачати, моніторити та реагувати на небезпеки,

збільшують стійкість будівель та інфраструктури і допомагають зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Розвиток цих технологій є важливим завданням для забезпечення національної та глобальної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Smith, J. (2022). "Штучний інтелект та аналіз даних для передбачення техногенних катастроф." *Journal of Military Technology*, 45(3), 78-94.
2. Brown, A. (2021). "Сенсорні мережі та системи моніторингу для захисту військових об'єктів." *Environmental Security*, 8(2), 55-70.
3. Garcia, M. (2020). "Інженерні рішення та інноваційні будівельні матеріали для збільшення стійкості військових інфраструктур." *Military Engineering Journal*, 12(4), 112-128.
4. Johnson, R. (2019). "Системи аварійного реагування та захисту військових об'єктів від техногенних катастроф." *International Journal of Disaster Management*, 6(1), 34-50.
5. Clark, S. (2021). "Екологічна безпека військових об'єктів: управління відходами та забрудненням." *Environmental Protection Journal*, 14(3), 89-105.
6. Miller, P. (2020). "Використання відновлюваних джерел енергії для забезпечення сталості військових об'єктів." *Renewable Energy and Security*, 7(4), 122-138.
7. Petrov, I. (2018). "Віддалені технології та системи моніторингу для виявлення екологічних загроз на військових об'єктах." *Environmental Surveillance and Protection*, 11(2), 45-62.
8. Комітет з військової інфраструктури та технологій (2017). "Стратегії захисту військових об'єктів від техногенних катастроф і екологічних загроз." Доповідь до Конгресу Сполучених Штатів.
9. Міністерство оборони (2020). "Інженерні рішення для стійкості військових об'єктів до техногенних катастроф." Офіційний звіт Міністерства оборони.
10. Всесвітня організація охорони природи (WWF) (2019). "Сучасні методи моніторингу для захисту військових об'єктів та природи." Дослідження та рекомендації.

УДК 623.59:614.841.45

*Ігор НОЖКО, кандидат педагогічних наук, В. ЛИСЕНКО,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВОГО ПЕРСОНАЛУ ВІД ПОЖЕЖНИХ ТА ТЕХНОГЕННИХ НЕБЕЗПЕК У ЗОНІ КОНФЛІКТУ

У сучасний період геополітичних нестабільностей та небезпек, військові об'єкти є об'єктами особливого інтересу та потенційних загроз. Забезпечення їхньої надійної захищеності від техногенних катастроф і екологічних загроз стає ключовою задачею для військового стратегічного планування та безпеки. У цій доповіді ми розглянемо сучасні методи та технології, що використовуються для захисту військових інфраструктур у військовому та цивільному контекстах.

Сучасні технології виявлення та передбачення катастроф

Важливим аспектом захисту військових інфраструктур є виявлення та передбачення можливих катастроф. Сучасні технології дозволяють вчасно реагувати на загрози.

1.1. Роль штучного інтелекту та аналізу даних

Штучний інтелект (ШІ) та аналіз великих даних (Big Data) відіграють критичну роль у виявленні можливих загроз. ШІ вміє аналізувати великі обсяги даних та відсіювати аномалії, що можуть вказувати на небезпеку. Алгоритми машинного навчання навчаються розпізнавати патерни та передбачати події.

1.2. Системи моніторингу та віддаленого контролю

Сучасні системи моніторингу та віддаленого контролю дозволяють постійно слідкувати за станом військових об'єктів. Сенсорні мережі, відеоспостереження та супутникові технології надають можливість вчасно виявляти небезпеки і реагувати на них.

Структурна стійкість та інженерія

Структурна стійкість інфраструктури є важливим аспектом захисту військових об'єктів. Сучасні інженерні рішення і технології допомагають збільшити стійкість будівель та споруд до небезпек.

2.1. Інноваційні будівельні матеріали

Сучасні будівельні матеріали розроблені з урахуванням стійкості до вибухів, землетрусів та інших техногенних подій. Прикладом є використання композитних матеріалів, які володіють високою міцністю та відповідністю стандартам безпеки.

2.2. Інженерні рішення для захисту інфраструктури

Інженери розробляють спеціалізовані рішення для захисту інфраструктури від різних небезпек. Вони включають у себе підземні сховища, вибухостійкі структури та інші заходи, що зменшують можливість руйнування та втрат.

Екологічна безпека військових об'єктів

Забезпечення екологічної безпеки військових об'єктів має важливе значення для уникнення екологічних катастроф та забруднення довкілля.

3.1. Управління відходами та забрудненням

Військові об'єкти використовують технології очищення води, повітря та ґрунту від забруднень. Це допомагає уникнути серйозних екологічних наслідків при аваріях або конфліктах.

3.2. Використання відновлюваних джерел енергії

Використання сонячних панелей, вітрових турбін та інших відновлюваних джерел енергії допомагає зменшити негативний екологічний вплив військових об'єктів та знизити залежність від традиційних джерел енергії.

Сучасні методи та технології для захисту військових інфраструктур від техногенних катастроф та екологічних загроз відіграють важливу роль у забезпеченні національної безпеки. Вони допомагають виявляти, передбачати та запобігати небезпекам, збільшують стійкість інфраструктури та зменшують екологічний вплив. Науковці, інженери та військові спільно працюють над розвитком цих технологій, щоб забезпечити безпеку військових об'єктів у сучасному світі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Smith, J. et al. (2022). "Інтелектуальний аналіз даних для передбачення техногенних катастроф." *Journal of Disaster Management*, 15(2), 45-60.
2. Brown, A. et al. (2021). "Сучасні технології моніторингу для виявлення загроз." *International Journal of Security Engineering*, 8(3), 22-36.

3. Garcia, M. et al. (2020). "Нові підходи до будівельних матеріалів для забезпечення стійкості." *Engineering Materials*, 5(4), 17-30.
4. Johnson, R. et al. (2019). "Інженерні підходи до захисту інфраструктури." *Journal of Civil Engineering*, 12(1), 68-82.
5. Clark, S. et al. (2021). "Ефективне управління відходами на військових об'єктах." *Environmental Science and Technology*, 14(2), 33-47.
6. Miller, P. et al. (2020). "Військові об'єкти та відновлювана енергія." *Renewable Energy*, 7(3), 55-68.
7. Petrov, I. et al. (2018). "Роль віддалених технологій у виявленні та контролі екологічних загроз на військових об'єктах." *Environmental Monitoring and Assessment*, 11(4), 77-92.
8. Комітет з питань військової інфраструктури та безпеки (2017). "Стратегії та технології захисту військових об'єктів від екологічних катастроф." Доповідь до Конгресу США.
9. Міністерство оборони (2020). "Сучасні інженерні рішення для збільшення стійкості військових об'єктів до техногенних загроз." Офіційний звіт.
10. Всесвітня організація охорони природи (WWF) (2019). "Системи моніторингу для захисту військових інфраструктур та довкілля." Дослідження та рекомендації.

УДК 699.8

*Б. ОВЧАРЕНКО, Т. ПОМАЗАНОВА,
В. КОВАЛЕНКО, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
А. БОРИСОВА, кандидат технічних наук,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ПРИДАТНІСТЬ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

З огляду на постійні обстріли з боку російського агресора та його надзвичайну жорстокість важливо для уникнення жертв та збереження життя людей є необхідність у будівництві захисних споруд та їх утримання в належному стані. Укриття населення у фонді захисних споруд визначено [1], будівництво має здійснюватись за [2], приймання захисних споруд цивільного захисту здійснюється відповідно [3], під час експлуатації відповідно до [4]. Останнім часом в Україні активно здійснює відповідні перевірки, тобто відбувається процес підтвердження того, що ці споруди відповідають потребам сьогодення.

Загалом оцінка стану готовності захисних споруд повинна здійснюватися щороку з метою виявлення недоліків у стані їх утримання та експлуатації, передбачення заходів щодо приведення захисних споруд в готовність до використання за призначенням, а також у разі проведення технічної інвентаризації захисних споруд як об'єктів нерухомого майна; у разі підготовки пропозицій щодо подальшого їх використання; після пожеж, аварій, катастроф та інших надзвичайних ситуацій, що могли негативно вплинути на їхній технічний стан; у разі здійснення ДСНС заходів державного нагляду (контролю) за станом готовності захисних споруд відповідно до Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» [4].

Для забезпечення готовності захисних споруд до використання за призначенням їх балансоутримувачі здійснюють оцінку стану їх готовності, організовують періодичні огляди їхнього стану, перевірку працездатності

основного обладнання, планують і проводять його технічне обслуговування, а також систем життєзабезпечення.

Порядок проведення перевірки захисних споруд умовно можна поділити на три етапи. Це підготовчий етап, який базується на аналізі наявної документації на захисну споруду; практичний етап, який включає в себе безпосередню оцінку стану готовності захисних споруд; завершальний етап, під час якого заповнюють акт оцінки стану готовності захисної споруди, а також інші акти та приписи.

Під час проведення другого, практичного, етапу перевірки оцінюють стан її готовності. Зокрема, перевіряють: загальний стан приміщень, входів, оголовків аварійних виходів, гідроізоляції, повітрозабірних і витяжних каналів, обвалування окремо розташованих і вбудованих захисних спорудах, покрівлі та бічних поверхонь гірничих виробок, кріплень і захисно-герметичних перемичок (зовнішнім оглядом); двері (ворота, ставні), механізми задраювання, захисні пристрої, системи вентиляції, водопостачання, каналізації, електропостачання, зв'язку, автоматики та іншого інженерного обладнання (випробуванням на працездатність); температуру і відносну вологість повітря всередині захисної споруди; наявність і стан засобів пожежогасіння; герметичність захисної споруди, справність ДЕС, експлуатацію в режимі захисної споруди протягом шести годин з перевіркою роботи в режимі чистої вентиляції і фільтровентиляції (у сховищах). Після закінчення робіт з перевірки захисної споруди, ухвалюється відповідне рішення щодо визнання статусу обмеженої готовності або неготовності захисної споруди до використання за призначенням.

Відповідно до станом на грудень 2022 року на підконтрольній Уряду України території обліковувалось понад **19 тис. захисних споруд цивільного захисту. Із них 26% — оцінено як не готові до використання, 11% — готові та 63% — обмежено готові.** Зазначені захисні споруди цивільного захисту забезпечують укриття не більше 10 % населення України, яке, в основному, залучено до роботи на стратегічних та важливих підприємствах.

Основними недоліками сховищ є відсутність інженерного обладнання фільтрів-поглиначів для існуючої системи фільтр-вентиляції сховищ. Зазначені фільтри виготовляються на території держави агресора інші, які зберігаються понад 20 років не забезпечують очистку повітря захисних споруд. Інститутом було розроблено та впроваджено національний стандарт України [5]. Він поширюється на засоби очищення повітря, що призначені для застосування у захисних спорудах цивільного захисту, та встановлює загальні технічні вимоги й методи випробування. На теперішній час посилення на зазначений нормативний документ є в [6] та у зв'язку з прийняттям в дію Технічного регламенту засобів цивільного захисту буде включено до переліку національних стандартів, які підтримують технічний регламент і будуть обов'язковими до виконання.

Враховуючи вищевикладене та аналізуючи результати перевірок захисних споруд цивільного захисту (сховищ) актуальним питанням залишається підготовка нормативних документів на методи випробування інженерного обладнання, яке використовується в захисних спорудах цивільного захисту та створення відповідного випробувального обладнання. Подальший розвиток і удосконалення цього процесу є ключовим завданням для забезпечення надійності та ефективності системи цивільного захисту в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 р. No 5403- VI. *Офіційний вісник України*. URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення : 06.08.2023).

2. ДБН В. 2.2-5-97 Будинки та споруди. Захисні споруди цивільного захисту. [Чинний від 1998-01-01]. Вид. офіц. Київ : КИЇВЗНДІЕП.

3. ДБН А.3.1-9:2015 ДСТУ 9107 Захисні споруди цивільного захисту. Експлуатаційна придатність закінчених будівництвом об'єктів. [Чинний від 2017-02-01]. Вид. офіц. Київ : Український науково-дослідний інститут цивільного захисту УкрНДІЦЗ, 2017.

4. Про затвердження вимог з питань використання та обліку фонду захисних споруд цивільного захисту : наказ Міністерства Внутрішніх Справ від 09.07.2018 р. № 579.

5. ДСТУ 9077:2021 Засоби очищення повітря захисних споруд цивільного захисту. Загальні технічні вимоги. [Чинний від 2021-12-01]. Вид. офіц. Київ : Технічний комітет стандартизації «Страховий фонд документації» (ТК 40), 2021.

6. ДБН 2.2.-5: 2023 Захисні споруди цивільного захисту. [Чинний від 2023-11-01]. Вид. офіц. Київ : 2023.

УДК 614.84

*Костянтин ОСТАПОВ, кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет цивільного захисту України*

ДОСЛІДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ГАСІННЯ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИМИ СКЛАДАМИ

Для реалізації подачі дрібнорозпиленого струменя гелеутворюючих складів (ГУС) з безпечної для рятувальника відстані, розроблено нову конструкцію установки гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу [1]. В основу її конструювання поставлено завдання зменшення витрат ГУС з одночасним забезпеченням безпечної дистанції від пожежного-рятувальника до осередку пожежі (для переносних засобів пожежогасіння мінімум 3 м). Поставлене завдання вирішується шляхом використання в новій установці подовженого ствола, який містить трубки для магістрального паралельного подання рідинних компонентів ГУС і встановленого на їх вихідних кінцях об'єднувального насадка-змішувача з розпилювачем. При цьому для подовження ствола його виготовлено у вигляді 2-3-х колінчастої конструкції. Вихідні кінці якої об'єднані насадком-змішувачем з розпилювачем, де потоки рідинних компонентів ГУС з'єднуються та подрібнені розпилювачем їх краплі подаються на осередок пожежі.

Визначення оптимального значення дисперсності та інтенсивності розпилення ГУС проводилось при порівняльних випробуваннях з гасіння модельних вогнищ 1А, що визначалася вогнегасною здатністю [2].

В ході попередніх дослідів розмір крапель оцінювався візуально, шляхом розгляду під мікроскопом зразка гидрофобного матеріалу (тефлону) з напиленням на його поверхню вогнегасної речовини. Для полегшення проведення спостережень розчини підфарбовувалися барвником.

Підготовка установки до роботи полягає у заповненні ємкостей водними розчинами компонентів ГУС через верхні заливні горловини та закачування повітря у балон високого тиску до створення тиску у 20 МПа.

Випробування проводилось на модельних вогнищах 1А, які являють собою штабель з 72 дерев'яних брусків, укладених в 12 шарів по 6 у кожному, з перерізом

у вигляді квадрату зі стороною 40 мм. Для виготовлення модельних вогнищ використовувалися заготовки з деревини сосни звичайної з вологістю у межах (10 ÷ 14) %. Штабель розміщувався на металевій стійці з сталевих кутів розміром 500×40×4 мм, на відстані від поверхні підлоги 400 мм. Для підпалювання під штабель встановлювалось металеве деко для пального розміром 400×400×100 мм. Деко встановлювалось горизонтально, покривалося шаром води товщиною 20 мм та після чого до нього заливалось 1 л бензину А-80. Випробування проводились при швидкості вітру навколо модельного вогнища (1 ÷ 2) м/с, при температурі повітря 19 °С, температурі води, пального та водних розчинів компонентів гелеутворюючого складу 18 °С.

Для проведення випробувань у двох окремих мірних ємностях готувалися водні розчини компонентів гелеутворюючого складу, що за масовим вмістом сухих речовин відповідають оптимізованому складу.

Приготовлені розчини заливалися в установку гасіння гелеутворюючими складами. Після чого підпалювалось модельне вогнище. Через 480±5 с вільного горіння з навітряного боку розпочиналася подача гелеутворюючого складу. Для забезпечення безпеки пожежного-рятувальника гасіння модельного вогнища здійснювалось з відстані 3–5 м безперервним струменем (рис. 1) [3]. Інтенсивність розпилення гелеутворюючих складів регулювався зміною тиску установці.

Фіксувалася тривалість гасіння, що дорівнює проміжку часу від початку подавання розчину до припинення горіння. Результат вважався позитивним, якщо гасіння тривало до 40 с, та протягом 600 с після закінчення гасіння не спостерігалася поява полум'я. Маса вогнегасної речовини, витраченої на гасіння, визначалася шляхом зважування установки до початку гасіння і після нього.



Рис. 1. Гасіння модельного вогнища 1А установкою гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. 135237 Україна, МПК А 62 С 31/00, А 62 С 31/02. Комплексний пристрій пожежогасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу / Лемешев І.А., Голендер В.А., Сенчихин Ю.Н., Сировой В.В., Остапов К.М. – заявник і патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – № u201900128. Заявл. 03.01.2019; Надр. 25.06.2019; Бюл. 12. – 5 с
2. Остапов К.М. Експериментальне дослідження установки пожежогасіння дрібнорозпиленними струменями / К.М. Остапов, В.В. Сировой, Ю.Н. Сенчихин, В.Г.

Аветисян // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2019. – Вып. 46. – С. 119-125.

3. A. Bielikov, O. Mamontov, R. Papirnyk, T. Stytsenko, K. Ostapov, V. Shalomov, S. Ragimov, A. Melnichenko Improvement of the method of calculating a group of sound-insulating panels // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. 6(10 (102)). P. 55–60. doi: 10.15587/1729-4061.2019.185860.

УДК 614.84

*Костянтин ОСТАПОВ, кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет цивільного захисту України*

ЩОДО ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТОНКОРОЗПИЛЕНИМИ СТРУМЕНЯМИ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

В роботах [1] на підставі даних вогневих випробувань показано, що витрата води на гасіння пожеж при застосуванні тонкорозпиленої води знижується в порівнянні з компактними струменями у 2-3 рази.

Дійсно, при подачі води компактним струменем в кожен момент часу на невелику площу потрапляє відносно велика кількість РЗП. Ця кількість у багато разів перевищує ту кількість рідини, що може втриматися на цій поверхні. За даними робіт [2] товщина водної плівки на похилих поверхнях гладких твердих матеріалів, ультразвукового луна-імпульсного методу, становить $0,3 \div 0,4$ мм. При подачі води у вигляді тонкорозпиленого струменя, ВГР подається на порівняно велику площу. Це дозволяє уникнути подачі на конкретну поверхню горіння “зайвої” води, що і дає можливість зменшити втрати води за рахунок її стікання.

Відомо [3], що деякі нові можливості (в частині підвищення ефективності гасіння осередків пожежі водою та водою з добавками) дає застосування тонкорозпилених водних розчинів з використанням установок автономного гасіння, що дозволяє оперативно протидіяти поширенню горіння на ранніх стадіях його розвитку.

В роботі [4] відзначається, що за допомогою тонкорозпиленої води можна ефективно гасити практично всі види горючих матеріалів, за винятком електрообладнання під напругою та речовин, які активно реагують з водою. Такий підхід подачі води (особливо із застосуванням ранцевих установок), завдяки його оперативності, істотно підвищує можливості пожежних-рятувальників: зменшує час доставки ВГР до осередку пожежі, витрати вогнегасної речовини в процесі гасіння. Тим не менш її запас у таких ранцевих установках часто буває не достатнім для вирішення основної задачі – локалізації разом з ліквідацією пожежі. Хоча при завершенні гасіння осередків пожежі і захисту інших об'єктів вони можуть використовуватися достатньо ефективно.

Аналіз останніх тенденцій в пожежогасінні вказує на досить широке використання методів гасіння з використанням води та інших рідинних складів в тонкорозпиленому вигляді є у роботі [5]. Такий підхід до пожежогасіння в значній мірі обумовлений тим, що вода та її розчини подаються в зону пожежі у вигляді аерозолі з близької відстані. Причому, вплив ВГР на процес горіння і пожежне навантаження, практично рівнозначно ефективно у всіх напрямках. Краплі розпиленої води діаметром приблизно 50 мкм–0,1 мм, що мають здатність

рівномірно змочувати поверхню якої завгодно складної конфігурації, проникають в порожнини, часто недоступні для звичайних струменів, знижують температуру самої палаючої речовини та температуру в зоні горіння, а також температуру продуктів горіння. Розвинений поверхневий обсяг потоку крапель добре поглинає (адсорбує) частки диму. Таким чином, краплі наповнюють всю поверхню (весь обсяг) палаючого об'єкта і захоплюються газовими потоками, перешкоджаючи поширенню пожежі в напрямку руху цих потоків.

Дослідження з реалізації аерозольного імпульсного розпилю ВГР ведуться в багатьох країнах світу. Лідерами в цій області досліджень на сьогоднішній день є фірми Dow Chemical, Factory Mutual Research (США), і Stockhausen GmbH&Co (Німеччина).

В Україні дослідження в галузі водних розчинів вогнегасних речовин, зокрема застосування їх в тонкорозпиленому стані, проводяться з 1998 року на базі УкрНДІЦЗ. За цей час проаналізована сировинна і виробнича база України, а також наявність на її внутрішньому ринку домішок і добавок, введення яких в рецептуру РЗП доцільно з точки зору підвищення їх вогнегасної ефективності, економічних і екологічних міркувань.

Подібні установки пожежогасіння дозволяють отримувати розпилені імпульсні струмені з середнім діаметром краплі 2÷200 мікрон, витрачаючи на один "постріл" трохи більше 1 літра води при початковій швидкості витікання з ствола 120-160 м/с (табл. 1.5). При цьому теплопоглинаюча поверхня розпиленого літра води дорівнює 300÷500 м², що дозволяє більш ефективно використовувати ВГР на водній основі і завдяки компактності пристроїв (ранцеві конструкції) підвищити оперативність їх використання при гасінні пожеж і захисту сусідніх з ними об'єктів.

Незважаючи на істотне розширення можливостей використання води при аерозольному розпиленні в порівнянні з гасінням розпиленою водою, існує ряд обмежень застосування цієї технології. Наприклад, при горінні на відкритому просторі аерозоль легко відноситься повітряними потоками, а при гасінні тліючих матеріалів вода в чистому вигляді взагалі малоефективна, тому що в недостатній мірі змочує горючі речовини.

Таким чином, описані тут установки, що здійснюють пожежогасіння аерозольними струменями води і води з добавками свідчать, що можливості ефективного застосування води, як вогнегасної речовини, далеко не вичерпані і можуть бути істотно розширені. Разом з цим, з практики пожежогасіння, а також з даних роботи [6] відомо, що на пожежі мають місце випадки повторного займання вже оброблених РЗП поверхонь горіння, які виникають внаслідок теплового впливу палаючих матеріалів. Тому слід відмітити, що питання стосовно ефективності РЗП до повторного займання у звісній мірі ще не вирішено.

ЛІТЕРАТУРА

1. Христич В.В. Сучасні способи підвищення ефективності гасіння пожежі розпорошеною водою / В.В. Христич, М.В. Маляров, С.М. Бондаренко // Проблеми пожарной безопасности. – 2016. – Вып. 40. – С. 201–205.
2. Основи тактики гасіння пожеж: навч. посіб. / В.В. Сировий, Ю.М. Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г. Дерев'янка. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – 216 с.
3. Данэнгадэр С.А. Пожаротушение тонкораспыленной водой: механизм, особенности, перспективы / С.А. Данэнгадэр // Пожаровзрывобезопасность. – 2004. – Т. 13, № 6. – С. 78–81.

4. Душкин А.Л. Оптимизация параметров потоков тонкораспылённых огнетушащих веществ / А.Л. Душкин, А.В. Карпышев, М.Д. Сегаль // Пожаровзрывобезопасность. 2010. – № 1. – С. 39–44.

5. Бабенко В.С. Дальнобойность гидроимпульсной струи / В.С. Бабенко, А.П. Кремена // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2012. – Вып. 32, С. 13–19.

6. Жартовський С.В. Використання водних вогнегасних речовин комплексної дії для гасіння твердих і рідких речовин / С.В. Жартовський, Р.В. Уханський, М.І. Копильний / Пожежна безпека: теорія і практика. – 2013. – № 14. – С. 112–119.

УДК 699.85

*А. ПАРХОНЮК, М. ЛАВРІВСЬКИЙ,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

ВЛАШТУВАННЯ МОДУЛЬНИХ УКРИТТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ

Основні завдання цивільного захисту полягають у забезпеченні безпеки населення та майна в умовах надзвичайних ситуацій, а саме: запобігання надзвичайним ситуаціям, готовність до надзвичайних ситуацій, реагування на надзвичайні ситуації, відновлення після надзвичайних ситуацій.[1]

В даний час безпека громадян дуже актуальна тема і таке питання, як розміщення людей у сховищах стає головним.

По-перше, в Україні продовжується збройний конфлікт з російською федерацією. Це призводить до регулярних атак терористів та націоналістичних груп на мирних жителів та військовослужбовців. Тому, питання укриттів стає життєвоважливим для людей, які проживають в зоні конфлікту.

По-друге, Україна є країною з високим ризиком надзвичайних ситуацій, таких як природні катаклізми та промислові аварії. В цих умовах, укриття може врятувати життя та забезпечити безпеку людей.

Ще до повномасштабного російського вторгнення ОСББ переймалися питанням укриттів і сховищ. А повномасштабна агресія російської федерації проти України поставила це питання дуже гостро.

З одного боку, мешканцям багатоквартирних будинків життєвоважливо знати, куди направитися у разі небезпеки, де поблизу вже є облаштовані сховища і укриття та чи можна облаштувати укриття самим.

З іншого боку, правлінню ОСББ необхідно знати, на кому ж лежить обов'язок подбати про укриття для людей, хто повинен облаштовувати нові та утримувати наявні споруди цивільного захисту.

На жаль, далеко не всі органи місцевого самоврядування та місцеві органи державної влади могли і можуть дати об'єднанням задовільну відповідь на ці питання. ОСББ з різних куточків України можуть навести чимало прикладів, коли вся підготовка укриттів з боку чиновників зводилася до нанесення під трафарет написів «укриття» на підвалах, не придатних для такої ролі. Або коли об'єднанням рекомендували (чи й вимагали) облаштовувати укриття самим у підвалі свого будинку, не сильно переймаючись, чи придатний для цього підвал.[4]

Спершу визначимося з термінологією. Це важливо. Річ у тім, що не всякий підвал автоматично є спорудою цивільного захисту.

Кодекс цивільного захисту України оперує поняттям «фонд захисних споруд цивільного захисту». Вимоги, встановлені законодавством щодо облаштування сховищ та укриттів, стосуються тих споруд, які відносять до зазначеного фонду.

Отже, пригадаємо, що собою представляє сховище - це герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів.

Загалом вони бувають декількох класифікацій по розташуванню, а саме: вбудовані сховища, окремо розташовані підземні сховища та окремо розташовані надземні/напівзаглиблені сховища. [4]

На даний момент особливо актуальне питання сховищ в навчальних закладах та на підприємствах. За інформацією обласних адміністрацій, станом на середину червня 2023 року до освітнього процесу в очній формі навчання за показниками забезпеченості учасників освітнього процесу об'єктами фонду захисних споруд цивільного захисту готові 19125 об'єктів (будівель) закладів освіти, що становить 67,81% від загальної кількості таких об'єктів та дозволяє забезпечити укриття 4 652,41 тис. учасників освітнього процесу (56,28%) у них. [5]

Також останнім часом стала часто обговорювана тема саме модульних бомбосховищ. Вони являють собою готові модульні укриття вироблені в заводських умовах. Модульні укриття можуть використовуватись, як сегменти для створення бомбосховищ для великої кількості людей, а також поєднуватись в цілі підземні системи. (Рис 1) Окремі переваги моделей можна охарактеризувати двома напрямками це: - зручність, щодо місткості і імітації звичайної житлової площі; - клас захисту, щодо вибухової хвилі та впливу радіації. Кожна модель вибирається з врахуванням складу ґрунтів, підземних вод, необхідного класу захисту і глибини встановлення. [7]



Рис. 1 Модульне укриття для населення

На мою думку модульні укриття актуальні лише у прикордонних та прифронтових районах, де обстріли часті й дуже швидкі. У тилкових та більш віддалених районах доцільне будівництво укриттів. Безсумнівно, необхідно

влаштувати максимально укриття для населення, яке перебуває на ділянках, де ведуться, як активні бойові дії так і на решті території держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України (від 02.10.2012 р. №5403-VI)
2. Електронний ресурс: <https://news.obozrevatel.com/ukr/society/v-ukraini-narahovali-blizko-3-tis-bomboshovich-chastina-z-nih-ne-pridatna-karta.htm>
3. Електронний ресурс: <https://mybunker.in.ua/shelterstypes>
4. Електронний ресурс: <https://osbb-ok.org.ua/posts/xto-vidpovidaje-za-ukrittya-i-sxovishha>
5. Електронний ресурс: <https://rubryka.com/2023/07/03/ministr-osvity-skazav-skilky-zakladiv-osvity-v-ukrayini-zabezpecheni-ukryttyamy/>
6. Електронний ресурс: <https://vechirniy.kyiv.ua/news/85734/>
7. Електронний ресурс: <https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/732>

УДК 614.841.45

¹М. ПУСТОВИЙ, ¹Ігор МАЛАДИКА, кандидат технічних наук, доцент,
²С. НОВАК, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
¹Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,
²Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

ОЦІНЮВАННЯ НЕОБХІДНОЇ ТОВЩИНИ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЛЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА НОМІНАЛЬНИМИ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ ПОЖЕЖІ

У створенні будівельних об'єктів різного призначення на теперішній час широко застосовують сталеві конструкції, прикладом яких є сталеві балки і колони, що використовують як всередині так і ззовні цих об'єктів. Широка сфера їхньої застосовності викликана низкою переваг, серед яких – надійність, легкість, швидкість монтажу, простота ремонту. Однак вже на перших хвилинах пожежі через велику теплопровідності сталі незахищені сталеві конструкції інтенсивно нагріваються, що призводить до втрати їхньої несучої здатності.

Для збереженості несучої здатності цих конструкцій протягом пожежі використовують різні системи їхнього вогнезахисту, що містять пасивні та реактивні матеріали [1; 2]. Для оцінювання товщини вогнезахисту, необхідної для збереженості вогнестійкості сталевих конструкцій, застосовують методи випробування або розрахунку, які ґрунтуються на сценаріях умовної або реальної пожежі [3; 4]. При використанні сценаріїв умовної пожежі це оцінювання виконують для умов вогневого впливу за номінальними температурними режимами пожежі, серед яких стандартний температурний режим та режими вуглеводневої і зовнішньої пожежі [3]. При використанні сценарію реальної пожежі температуру газового середовища біля сталевих конструкцій розраховують або визначають експериментально. Значення температури газового середовища, задане відповідно до обраного номінального температурного режиму або отримане для температурного режиму реальної пожежі, використовують для визначення теплового та напружено-деформованого станів сталевих конструкцій під час пожежі.

Для виробників і споживачів вогнезахисних матеріалів, які застосовують в різних системах вогнезахисту для сталевих конструкцій, є важливим мати дані щодо необхідної товщини вогнезахисту із цих матеріалів, визначені для умов вогневого впливу за різними номінальними температурними режимами пожежі. Це потрібно для встановлення широкої сфери практичного застосування систем вогнезахисту для сталевих конструкцій і проведення оптимізації їхніх параметрів для подальшого удосконалення і розвитку технології вогнезахисту цих конструкцій.

Проведеним в цій роботі дослідженням проаналізовано чинні вимоги до вогнестійкості сталевих конструкцій і методи оцінювання вогнестійкості цих конструкцій і необхідної товщини їхнього вогнезахисту, наведені в європейських і національних нормативних документах. Встановлено, що відповідно до європейських і національних стандартів та державних будівельних норм класифікацію за вогнестійкістю несучих конструкцій без огорожувальних функцій, таких як балки і колони, здійснюють тільки за стандартного температурного режиму [5]. Також тільки для цього температурного режиму пожежі наведено вимоги до вогнестійкості зазначених несучих конструкцій. Водночас в будівельних Єврокодах № 1, № 3 і відповідному їм національному стандарті передбачено проведення оцінювання вогнестійкості таких конструкцій також за температурними режимами вуглеводневої і зовнішньої пожежі [3; 4; 6]. Встановлено, що методи визначення необхідної мінімальної товщини вогнезахисту для сталевих конструкцій регламентовано в європейських і національних стандартах тільки для умов вогневого впливу за стандартного температурного режиму [1; 2]. Процедура визначення цієї товщини для умов вогневого впливу за температурними режимами вуглеводневої і зовнішньої пожежі є невизначеною.

Також виявлено, що результати досліджень, наведені в різних джерелах інформації, дозволяють обґрунтовано підходити до визначення необхідної мінімальної товщини вогнезахисту сталевих конструкцій для сценарію умовної пожежі при вогневому впливі за стандартного температурного режиму. Ці результати містять залежності між необхідною мінімальною товщиною вогнезахисту і параметрами різних систем вогнезахисту, а також дані щодо значення цієї товщини для сталевих конструкцій, оснащених певними типами вогнезахисних матеріалів, отримані для умов вогневого впливу за стандартного температурного режиму.

Встановлено, що невизначеним є питання стосовно даних щодо необхідної мінімальної товщини вогнезахисту для сталевих конструкцій, які стосуються вогневого впливу за іншими ніж стандартний номінальними температурними режимами пожежі, а також даних щодо співвідношення між значеннями цієї товщини, отриманими за різними номінальними режимами. Така невизначеність не дозволяє здійснити розширення сфери практичного застосування систем вогнезахисту для сталевих конструкцій і оптимізувати їхні параметри для подальшого удосконалення і розвитку технології вогнезахисту сталевих конструкцій.

Зазначені вище висновки обумовили напрям подальшого дослідження, метою якого є виявлення впливу номінальних температурних режимів пожежі на необхідну мінімальну товщину вогнезахисту для таких сталевих конструкцій, як колони і балки, для широких діапазонів змінювання теплофізичних властивостей застосованих вогнезахисних матеріалів, проектної температури сталі, коефіцієнта

поперечного перерізу і проміжку часу збереженості вогнестійкості сталевих конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. EN 13381-4:2013 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members – Part 4: Applied passive protection to steel members.
2. EN 13381-8:2013 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members – Part 8: Applied reactive protection to steel members.
3. EN 1991-1-2:2002 Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire.
4. EN 1993-1-2:2005 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design.
5. EN 13501-2:2016 Fire classification of construction products and building elements – Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services.
6. ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.

УДК 621.436

*Василь РОТАР, кандидат педагогічних наук, доцент,
Олексій МИГАЛЕНКО, кандидат економічних наук,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ВОГНЕВИЙ ТРЕНАЖЕР



У зв'язку із специфікою діяльності для повноцінної якісної підготовки фахівців зі спеціальності «Пожежна безпека» та «Цивільний захист» необхідно використовувати осередки відкритого полум'я для тренувань із засобами гасіння. Відповідно створення таких осередків потребує вкладення значних матеріальних ресурсів. Оскільки традиційно для створення таких осередків використовуються світлі та темні нафтопродукти, їх згорання призводить до забруднення навколишнього середовища.

Створення вогневого тренажеру, який дозволить значно зменшити матеріальні затрати на проведення занять та мінімізує шкоду для навколишнього середовища безперечно є актуальною задачею.

На даний час в інституті та більшості підрозділів ДСНС не існує технічних рішень, які дозволяють проводити тренування особового складу з використанням відкритого полум'я модельних вогнищ класу «В» без використання нафтопродуктів.

Вогневий тренажер може бути використаний у навчальному процесі для проведення тактико-спеціальних навчань, практичних занять, наукових експериментів по гасінню осередків горіння класу В.

Застосування тренажеру дозволить спростити проведення занять з використанням вогнегасників по гасінню пожеж класу В.

Вода у корпусі тренажеру дозволяє рівномірно розподілити вогонь по всій поверхні тренажеру, створюючи ефект масляної плями, полум'я якого піднімається на висоту до 1,50 м.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України від 15.01.2018 № 25 «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників».

2. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж

УДК 351.861 + 614.84

¹Т. СКОРОБАГАТЬКО, кандидат технічних наук,
¹С. ЄРЕМЕНКО, доктор технічних наук, професор,
¹А. ПРУСЬКИЙ, доктор технічних наук, професор,
¹В. СИДОРЕНКО, доктор технічних наук, професор,
²В. СТРИЛЕЦЬ, доктор технічних наук, професор,
³І. САВЕЛЬЄВ,

¹Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,

²Національний університет цивільного захисту України,

³Головне управління ДСНС України у Луганській області

ДО ПИТАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП

Важливою та невирішеною частиною проблеми підвищення ефективності ліквідації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з оперативною діяльністю пожежників-рятувальників у непридатному для дихання середовищі, є брак відомостей щодо того, як вік газодимозахисника впливає на показники, зокрема фізіологічні, які характеризують результати виконання професійно-важливих завдань. Такі висновки авторським колективом зроблені за результатами аналізу низки закордонних та вітчизняних публікації присвячених цьому питанню, зокрема, йдеться про роботи [1-8], а також ряд інших робіт та публікацій.

З метою доповнення існуючої інформації, авторами проведено порівняльні експериментальні дослідження результатів діяльності газодимозахисників двох вікових груп в апаратах на стисненому повітрі (далі - АСП) на мобільному тренажері контейнерного типу виробництва компанії MAW GmbH (далі - мобільний тренажер), який достатньо повно відтворює умови роботи газодимозахисників у непридатному для дихання середовищі, з їх подальшим статистичним аналізом, за такими параметрами як: частота серцевих скорочень (далі - ЧСС), об'єм використаного повітря, тривалість виконання певного набору вправ, а також легенева вентиляція [9].

Статистичний аналіз отриманих даних здійснено з рівнем значущості $\alpha=0,05$. Визначено, що для газодимозахисників досліджуваних вікових груп сам

процес включення в АСП та очікування роботи в екстремальних умовах є значущим стрес-фактором.

За результатами проведених досліджень запропоновано практичні рекомендації, зокрема:

- під час проведення з газодимозахисниками практичних занять в АСП особливу увагу варто звертати на газодимозахисників старшої вікової групи, у яких частота серцевих скорочень (ЧСС) починає перевищувати 150 уд./хв, для молодшої вікової групи такого контролю потребує особовий склад, у якого ЧСС починає перевищувати 165 уд./хв;

- у процесі оперативного контролю та планування діяльності газодимозахисників на посту безпеки доцільно враховувати, що час виконання оперативного завдання в непридатному для дихання середовищі у особового складу старшої вікової групи може бути більшим на 15–20%;

- на посту безпеки під час попередніх розрахунків часу роботи в АСП для газодимозахисників усіх вікових груп доцільно використовувати показник легеневої вентиляції $\omega_{л} \approx 80$ л/хв;

- на посту безпеки доцільно використовувати спрощені розрахунки часу роботи в АСП. Зокрема, у разі роботи в АСП з об'ємом балона 8 л загалом можна використовувати показник швидкості падіння тиску, також на посту безпеки доцільно планувати діяльність ланок ГДЗС таким чином, щоб вони змінювались, якщо є необхідність у довготривалому проведенні аварійно-рятувальних робіт, через кожні 15–20 хв.

З урахуванням отриманих результатів досліджень у даній роботі, набуває актуальності питання щодо проведення подальших наукових досліджень присвячених аналізу діяльності газодимозахисників під час виконання аварійно-рятувальних робіт за умов військового впливу, зокрема, оперативної діяльності газодимозахисників одночасно споряджених у засоби індивідуального захисту, в тому числі у ізолювальні апарати, та засоби бронезахисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Jian Li, Yunyi Wang, Rongfan Jiang & Jun Li (2023) Quantifying self-contained breathing apparatus on physiology and psychological responses during firefighting: a systematic review and meta-analysis, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 29:1, 77-89, DOI: 10.1080/10803548.2021.2024020.

2. Asgeir Mamen, Erna Diana von Heimburg, Harald Oseland & Jon Ingulf Medbø (2021) Examination of a new functional firefighter fitness test, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 27:2, 460-471, DOI: 10.1080/10803548.2019.1627075.

3. Richard M. Kesler, Ipek Ensari, Rachel E. Bollaert, Robert W. Motl, Elizabeth T. Hsiao-Wecksler, Karl S. Rosengren, Bo Fernhall, Denise L. Smith & Gavin P. Horn (2018) Physiological response to firefighting activities of various work cycles using extended duration and prototype SCBA, *Ergonomics*, 61:3, 390-403, DOI: 10.1080/00140139.2017.1360519.

4. Steven A. Kahn, MD, Tina L. Palmieri, MD, Soman Sen, MD, Jason Woods, FF, Oliver L. Gunter, MD, Factors Implicated in Safety-related Firefighter Fatalities, *Journal of Burn Care & Research*, Volume 38, Issue 1, January-February 2017, Pages e83–e88, <https://doi.org/10.1097/BCR.0000000000000434>.

5. Broderick, Otis Wesley, "Air Consumption and Air Management in the Fire Service" (2017). Online Theses and Dissertations. 477. <https://encompass.eku.edu/etd/477>.

6. Denise L. Smith, Jeannie M. Haller, Ron Benedict & Lori Moore-Merrell (2015) Cardiac Strain Associated with High-rise Firefighting, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 12:4, 213-221, DOI: 10.1080/15459624.2014.970272.

7. Randy W. Dreger, Richard L. Jones & Stewart R. Petersen. Effects of the self-contained breathing apparatus and fire protective clothing on maximal oxygen uptake. *Ergonomics*. 2006. 49:10. P. 911–920.

8. Стрілець В.М. Закономірності діяльності рятувальників при проведенні аварійно-рятувальних робіт на станціях метрополітену : монографія / В.М. Стрілець, П.Ю. Бородич, С.В. Росоха. – Харків: Харків: НУЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2012. – 112 с.

9. Скоробагатко Т., Єременко С., Пруський А., Сидоренко В., Савельєв І., Стрілець В. Порівняльний аналіз діяльності газодимозахисників різних вікових груп. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2023. № 1(15). С. 41–55. [https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1 \(15\).41-55](https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1 (15).41-55).

УДК 614. 841

*Сергій СТАСЬ, кандидат технічних наук, доцент,
Артем БИЧЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,
Денис КОЛЕСНИКОВ, кандидат технічних наук, доцент, Г. МІРОШНИЧЕНКО,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ПОДОВЖЕННЯ ПОЖЕЖНИХ НАПІРНИХ РУКАВІВ ТИПУ Т ШЛЯХОМ ПРОВЕДЕННЯ НАТУРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

З метою транспортування води та робочих розчинів піноутворювачів до осередку пожежі можуть бути застосовані пожежні рукави різних довжин, діаметрів та типів. Пожежні автомобілі комплектуються напірними пожежними рукавами (НПР) типу Т. НПР застосовуються як основний засіб для транспортування вогнегасних рідин до осередку переважної більшості пожеж. Вимоги до їх надійності та працездатності є визначальними, оскільки від їх рівня безпосередньо залежить результат пожежогасіння.

Здатність подовжуватися перед усім визначається особливостями матеріалу основи НПР. Розтягування НПР під час їх експлуатації, одночасно із механічними пошкодженнями при розмотуванні, перетягуванні тощо сприяють руйнуванню їх структури, що врешті рещт призводить до появи різноманітних проявів протікання рідини.

Проведені дослідження мали за мету сприяти визначенню особливостей подовження реальних НПР, а не їх фрагментів чи зменшених копій, встановити відповідність отриманих раніше експериментальних даних реальним значенням сили розтягування уживаних НПР. Також є необхідність визначення поведінки НПР (розтяг-стиснення) при транспортуванні води в умовах різних температур.

В дослідженні використовували 3 типи НПР, що є найбільш уживаними в Україні. Об'єктом дослідження було явище зміни геометричних параметрів НПР у наслідок транспортування ними вогнегасної рідини – води. Кожного із досліджуваних типів НПР було вибрано випадковим чином по 6 штук, тобто всього 18 НПР. Усі рукави пройшли стандартні випробування та були раніше у використанні. Подані далі результати дослідження є усередненими значеннями

для кожного із типів рукавів. Спочатку було проведено дослідження зміни основних геометричних параметрів рукавів (довжини й зовнішнього діаметра) під час їх заповнення водою при різних значеннях вхідного тиску. При цьому у частині експериментів на кінці НПР були встановлені заглушки, тобто витрата рідини була нульова. У інших випадках застосовувалися пожежні стволи з фіксованими значеннями витрати рідини. На наступному (другому) етапі досліджень визначалися величини розтягування НПР при застосуванні пожежних стволів. При цьому рукавами забезпечувалося транспортування води до струминоформувального пристрою при температурі навколишнього середовища 298 К. На третьому етапі визначалася величина сили, необхідної для забезпечення деформації НПР при транспортуванні ним води (рис.). У даному експерименті було використано лише 3 НПР, а не 18, як на попередніх етапах. І, нарешті, на четвертому етапі було визначено вплив різних температурних режимів при використанні НПР.



Рис. Проведення full-scale експерименту із застосуванням латексованих напірних пожежних рукавів довжиною 1960 см й діаметром $D=77$ мм

Як і передбачалося, у результаті проведення експериментів були встановлені залежності подовження НПР від величини вхідного тиску при якому відбувається транспортування води до струминоформувального пристрою. Було встановлено, що подовження різних типів НПР при однакових початкових умовах може суттєво різнитися. Підтверджено результати дослідження властивостей НПР типу «Т» із внутрішнім діаметром $D=77$ мм та довжиною до $L=1960$ см при поздовжніх деформаціях проведенням повномасштабного натурального експерименту із застосуванням не фрагменту, а усього НПР. Результати не суттєво відрізняються від тих, що були отримані іншими авторами при застосуванні дослідного зразка пожежного рукава типу «Т» з внутрішнім діаметром $D=77$ мм довжиною $L=110$ мм. Разом із тим, на відміну від попередніх досліджень, виявлена деяка нерівномірність розтягування НПР, коли витягування зростало ближче до його середини.

Експериментально визначено величини сил, що витрачаються на розтягування НПР, проте не беруть участь у процесі транспортування рідин. У деяких випадках сила, що забезпечувала розтяг НПР перевищувала 2,04 кН.

ЛІТЕРАТУРА

1. Stas, S., Bychenko, A., Kolesnikov, D., Myhalenko, O., Pustovit, M. (2021). Experimental study of changes the geometric parameters of fire hoses during the supply of extinguishing agents. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser.:

Hydraulic Machines and Hydraulic Units: 2021. – № 2. P. 39–42. doi: <https://doi.org/10.20998/2411-3441.2021.2.06/>.

2. Stas, S., Bychenko, A., Pustovit, M., Myhalenko, O., Kolesnikov, D. (2022). Experimental research of geometric parameters change of the of fire hoses when using the Protek-366 nozzle. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser.: Hydraulic Machines and Hydraulic Units: 2022. – № 2. <https://doi.org/10.20998/2411-3441.2022.1.12>.

3. Stas, S., Bychenko, A., Kolesnikov, D., Myhalenko, O., Pustovit, M., Myhalenko, K. and Horenko, L. (2023) "Determining the elongation of T-type pressure fire hoses based on full-scale experiments", Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(1 (123), pp. 13–20. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279616>.

УДК 614.8:37

*А. ТАРНАВСЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

ЗАХОДИ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ, ЯКІ ПОВИННІ ЗАБЕЗПЕЧУВАТИ ОБСЛУГОВУЮЧИЙ ПЕРСОНАЛ НА ТЕРИТОРІЇ ГНП

Для забезпечення безпечної експлуатації резервуарного парку для зберігання пропан-бутанової суміші (зрідженого вуглеводневого газу (ЗВГ)) повинні бути затверджені відповідні інструкції по газонаповнюючому пункті (ГНП). Вони складаються згідно вимог наказу Міністерства праці та соціальної політики України від 05.06.2001 № 255 "Інструкція з організації безпечного ведення вогневих робіт на вибухопожежонебезпечних та вибухонебезпечних об'єктах" та наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 15.05.2015 № 285 "Правила безпеки систем газопостачання".

Обслуговуючий персонал ГНП, який обслуговує резервуарний парк, повинен проходити інструктаж на робочому місці і періодичний інструктаж у встановлені терміни.

Наповнення газових балонів ЗВГ слід виконувати у суворій відповідності із наказом Міністерства палива та енергетики України від 03.06.2002 № 332 "Інструкція про порядок приймання, зберігання, відпуску та обліку газів вуглеводневих скраплених для комунально-побутового споживання та автомобільного транспорту", наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 15.05.2015 № 285 "Правила безпеки систем газопостачання" та інструкцій з охорони праці і пожежної безпеки.

Обслуговуючий персонал газонаповнювального відділення ГНП, окрім навчання і перевірки знань з охорони праці, пожежної і техногенної безпеки, повинен проходити вхідний інструктаж під час прийняття на роботу, інструктаж на робочому місці і періодичний інструктаж у встановлені терміни.

Експлуатацію технологічного обладнання насосного відділення ГНП (насосів, компресорів, вагового устаткування) і зв'язаних з ними технологічних трубопроводів слід проводити у суворій відповідності до існуючих інструкцій, інструкцій заводів-виготовлювачів обладнання і наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 15.05.2015 № 285 "Правила безпеки систем газопостачання".

Заповнення усіх ємностей ЗВГ слід виконувати не більше, ніж на 85 % їх геометричного об'єму.

Гумотканинні рукави, які використовуються для зливання, наповнення балонів ЗВГ, повинні бути розраховані на тиск понад 1,6 МПа. Після монтажу та через кожні 3 місяці експлуатації вони повинні проходити гідравлічні випробування на герметичність тиском, що дорівнює 1,25 від робочого тиску газу. Результати випробувань слід записувати у журнал. За результатами випробувань складається відповідний акт.

Нагляд, утримання, обслуговування та ремонт резервуарів для зберігання ЗВГ слід здійснювати згідно вимог наказу Міністерства соціальної політики України від 05.03.2018 № 333 “Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском”. При підготовці обладнання і трубопроводів до внутрішнього огляду, очищення чи ремонту слід враховувати можливість samozагоряння у них пірофорних відкладень. Усі роботи із зупинки резервуару, видалення залишків ЗВГ, відключення резервуару від трубопроводів, відкриття люків, пропарювання, промивання, внутрішній огляд, очищення і ремонт відносяться до газонебезпечних робіт і повинні виконуватися у відповідності із вимогами наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 15.05.2015 № 285 “Правила безпеки систем газопостачання”.

Технічне обслуговування і ремонти технологічного обладнання ГНП повинні здійснюватися у відповідності із встановленим графіком. Перед проведенням регламентних і ремонтних робіт на певному типі устаткування ГНП персонал повинен переконатися у відсутності в ньому ЗВГ, виключити подачу електроенергії на технологічне обладнання.

Для проведення ремонтних робіт і технічного обслуговування пристроїв резервуарного парку для зберігання ЗВГ, зливної та заправної колонки в межах вибухонебезпечних зон ГНП обслуговуючий і ремонтний персонал ГНП повинен використовувати набір інструментів з неіскроутворюючих (обміднених) металів.

Технічне обслуговування і дрібний ремонт технологічного обладнання слід виконувати силами працівників ГНП або спеціалізованими організаціями, які мають відповідний дозвіл. Капітальний ремонт обладнання і ремонтні зварювальні роботи виконуються лише спеціалізованими організаціями.

Організація робіт з охорони праці і техніки безпеки, контроль за безпекою технологічних процесів покладається на майстра ГНП.

До роботи на ГНП, налагодження і ремонту технологічного обладнання допускаються лише особи не молодші 18-ти років, які пройшли медичний огляд, виробниче навчання за спеціальною програмою підготовки та склали екзамен у відповідності з наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 26.01.2005 № 15 “Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та переліку робіт з підвищеною небезпекою”.

Персонал ГНП в обов'язковому порядку повинен вивчати будову технологічного обладнання і правила його безпечної експлуатації, проходити інструктаж з безпечних прийомів і методів роботи. Про проведення з працівником ГНП інструктажу і допуск його до самостійної роботи повинен робитися відповідний запис у картці і журналах реєстрації з обов'язковими підписами інструктованого і того, хто проводить інструктаж.

Необхідним елементом професійної підготовки персоналу ГНП є відпрацювання дій щодо локалізації та ліквідації наслідків аварійних ситуацій.

Відповідальність за виконання вимог техніки безпеки персоналом ГНП і створення безпечних умов праці на ГНП покладається на майстра ГНП.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ Міністерства палива та енергетики України від 03.06.2002 № 332 “Інструкція про порядок приймання, зберігання, відпуску та обліку газів вуглеводневих скраплених для комунально-побутового споживання та автомобільного транспорту”.
2. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 15.05.2015 № 285 “Правила безпеки систем газопостачання”.
3. Наказ Міністерства праці та соціальної політики України від 05.06.2001 № 255 “Інструкція з організації безпечного ведення вогневих робіт на вибухопожежонебезпечних та вибухонебезпечних об’єктах”.
4. Наказ Міністерства соціальної політики України від 05.03.2018 № 333 “Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском”.

УДК 614.84

*О. ФЕДОРЯКА, М. КУСТОВ, доктор технічних наук, доцент,
Національний університет цивільного захисту України*

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ ПІДРОЗДІЛІВ РІЗНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СПРОМОЖНОСТІ НА ЛОКАЛЬНИХ ТЕРИТОРІЯХ РІЗНОЇ ЩІЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ ТА ПРОМИСЛОВО-ТЕХНІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Ефективність методу територіального розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності [1] досліджено методом порівняння результатів оптимізації розміщення підрозділів із результатами оптимізації, отриманими за найбільш близькою методу [2], обраною як прототип.

Згідно методу [2], основним рівнянням є мінімізаційна функція:

$$\frac{\min N}{W} (m_{c,1}, u_{c,1}, \dots, m_{c,N}, u_{c,N}), \quad (1)$$

де W :

$$\omega_{\Omega}(m_{c,i}, m_{c,h}, u_{c,i}, u_{c,h}) \rightarrow 0, \quad (2)$$

$$i = 1, \dots, N-1; h = i+1, \dots, N;$$

$$\omega(m_{c,i}, m_{cS_0}, u_{c,i}, u_{cS_0}) \rightarrow 0, \quad (3)$$

$$i = 1, \dots, N; S_0 \cup cS_0 = R^2;$$

$$u_{c,i} \in P_{\xi}(x_{\xi}, y_{\xi}); i = 1, \dots, N; \xi \in \{1, \dots, N_{\xi}\}; N_{\xi} \geq N_k; \quad (4)$$

$$\omega_{\Omega} \left(\begin{matrix} m_{N_k} \\ \cup_{k=1} \\ v_k \end{matrix}, \begin{matrix} m_N \\ \cup_{i=1} \\ S_{c,i} \end{matrix}, \begin{matrix} u_0, u \\ \cup_{i=1} \\ S_{c,i} \end{matrix} \right) = S \left(\begin{matrix} N_k \\ \cup_{k=1} \\ v_k(m_k, u_0) \end{matrix} \right); \quad (5)$$

$$O_{d,j}(x_{d,j}, y_{d,j}) \in \bigcap_{\mu}^{M_j} S_{c,\mu}(m_{c,\mu}, u_{c,\mu}), j=1, \dots, N_d; \mu \in \{1, \dots, N\}; \quad (6)$$

$$m_{c,i} = f(t); i=1, \dots, N, \quad (7)$$

де t – параметр, що впливає на метричні характеристики об'єктів покриття $m_{c,i}, i=1, \dots, N$.

У даній моделі:

- вираз (1) являє собою цільову функцію;
 - вираз (2) – обмеження на мінімум площі взаємного перетину об'єктів покриття $S_{c,i}(m_{c,i}, u_{c,i}), i=1, \dots, N$;

- вираз (3) – обмеження на мінімум площі перетину об'єктів покриття $S_{c,i}(m_{c,i}, u_{c,i}), i=1, \dots, N$; та $cS_0(m_0, u_0)$ – доповнення області $S_0(m_0, u_0)$ до простору R^2 ;

- вираз (4) – умова належності локальних систем координат об'єктів покриття заданим точкам;

- вираз (5) – умова повного покриття підобластей $v_k(m_k, u_0), k=1, \dots, N_k$;

вираз (6) – обмеження спеціального виду, що полягає у належності точок $O_{d,j}(x_{d,j}, y_{d,j}), j=1, \dots, N_d$, областям перетину заданої кількості M об'єктів покриття;

- вираз (7) – обмеження спеціального виду, що визначає форму та розміри об'єктів покриття.

Визначальним критерієм для порівняння ефективності методу за моделями [1] та [2] обрано коефіцієнт покриття $k_{\text{покр}}$, який безпосередньо впливає на час прибуття пожежних підрозділів до місця пожежі та визначається як:

$$k_{\text{покр}} = \frac{S \left(\bigcup_{i=1}^N S_{c,i}(m_{c,i}, u_{c,i}) \right)}{S(S_0(m_0, u_0))}. \quad (8)$$

Оскільки основною відмінністю та перевагою методу [1] є можливість оптимізації територіального розміщення пожежних підрозділів з різною функціональною спроможністю, порівняно два варіанти розрахунку: при однаковій функціональній спроможності всіх пожежних підрозділів та при варіюванні рангу функціональної спроможності (R_F) від I до IV, відповідно до [1].

Для порівняння обрані чотири типи локальної території по щільності пожежної навантаги та населення. Найбільший рівень пожежної небезпеки має столиця – м. Київ - з населенням близько 5 млн. осіб. На другому місті розглянуто обласний центр - м. Харків - з населенням 1,5 млн. осіб. Далі обрані територіальна громада з містом районного значення - Чугуївська міська територіальна громада - та Солоницівська селищна територіальна громада, що має найнижчий рівень

пожежного ризику [1].

Отже, досліджена ефективність запропонованого методу територіального розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності дозволяє уточнити коефіцієнт покриття локальної території з населенням ≥ 1 млн. осіб до 15 %; з населенням 50000-1000000 осіб до 7 %; з населенням ≤ 50000 осіб > 15 % [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Кустов М.В., Соболь О.М., Федоряка О.І. Територіальне розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності. «*Problems of Emergency Situations*». *Scientific Journal. Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2021, Вип. 33. С. 181-192. doi: 10.52363/2524-0226-2021-33-14

2. Комяк В. М., Соболь О.М., Кравців С.Я. Модель та метод оптимального покриття неопуклими багатокутниками заданої області з дискретними елементами. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнічного університету*. 2018. Вип. 8. Т. 1. С. 11–22. URL: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/V8T1.html>

3. Кустов М.В., Федоряка О.І., Корнієнко Р.В. Ефективність методу територіального розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності. «*Problems of Emergency Situations*». *Scientific Journal. Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2022, Вип. 2(36). С. 54-65. doi: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2022-36-5>

UDC 699.8

*Alina NOVHORODCHENKO, doctor philosophy, teacher of the department
Cherkassy Institute of Fire Safety of National University of Civil Defense of Ukraine,
Zuzana VRANAYOVA, professor Technical University of Kosice Faculty of Civil Engineering
Head of Institute,*

*Taras SHNAL, doctor of technical sciences, associate professor, professor of the
department Lviv Polytechnic National University,
Roman YAKOVCHUK, doctor of technical sciences, associate professor, chief of the
department Lviv State University of Life Safety,
Nazarii TUR, aspirant, Lviv State University of Life Safety*

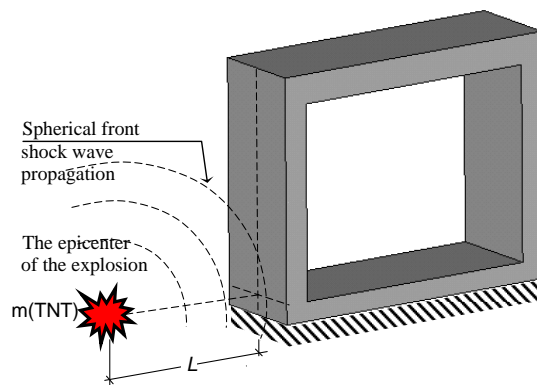
MODELING THE IMPACT OF THE EXPLOSION ON THE GROUND PROTECTIVE STRUCTURES

Today it remains an urgent issue to establish standardized ground shelters that, in the conditions of hostilities, can block the influence of impact factors (aircraft, missile and artillery fire) and protect people from damage by debris and fragments of building structures. An important aspect that determines the effectiveness of protective structures is the possibility of safe evacuation from them, after the destruction of the building structures of the objects from hitting them with combat shells. This determines the urgency of modernizing and improving existing or setting up new ground defense structures [1].

The main goal is to determine the patterns of behavior of reinforced concrete structures of ground protective shelters, which are installed directly on the ground,

under the conditions of an explosion during air strikes during hostilities on the territory of Ukraine.

Two types of load are used to study the impact of an explosion on shelter structures: the load from the structures' own weight and the load from the explosion. The load from its own weight is applied to all components of the model and has a constant effect, however, at the moment of its application, when using the explicit method, unwanted kinetic energy appears, which is manifested, as a rule, in an oscillatory process of a certain duration of its damping. When applying the load from the explosion, the Taylor model [2] and the calculation scheme shown in Fig. 1 are used. According to the diagram in fig. 1 to simulate the explosion two main parameters - the minimum distance from the epicenter to the surface of the shelter and the equivalent mass of the TNT charge are used.



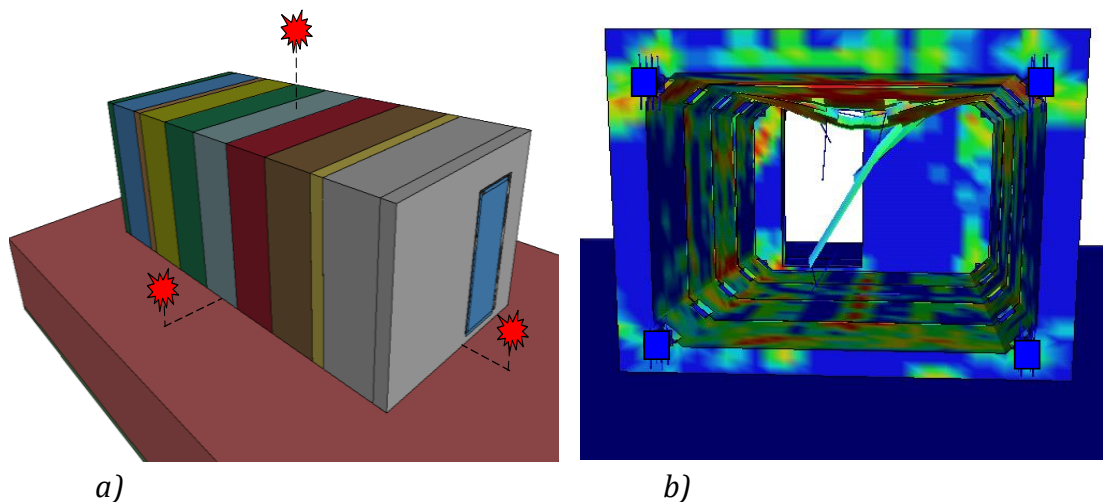
Pict. 1. The scheme of applying the load from the explosion.

In table 2 sets of such parameters and the corresponding maximum overpressure of the explosion are given.

Table 2. Parameters of the explosion impact model

A variant of the impact of the explosion	Distance, L, m	TNT equivalent, m(TNT), kg	Maximum excess pressure, kPa
1	1	10	4000
2	1	20	8450
3	1	30	13640

Pict. 2 shows several options for the location of the epicenter of the explosion: in the middle of the side surface of the shelter, on the side of the entrance to the shelter and above the upper slab of the shelter [2-3].



Pict. 2. The epicenter of the explosion: a) schemes of different options for the location of the epicenter of the explosion; b) distribution of plastic deformations when the epicenter of the explosion is located above the upper horizontal surface of the shelter

Thus, the results that will allow in the future to investigate the mechanisms of destruction or loss of integrity of shelter structures and to establish the relationship of these aspects with ensuring the performance of its protective functions under the influence of an explosion were obtained.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fire resistance and fire protection metal structures: tutorial. Taras Shnal - Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2010.
2. Hallquist, J.O.: LS-DYNA Theory Manual, Livermore Software Technology Corporation: California, USA 2005.
3. DSTU-H B EN 1993-1-2:2012 Projection steel structures of steel structures. Part 1-2. Terms. Calculation of structures for fire resistance.– C.: Ukrarchbuildinform, 2012. – 77 p.

UDC 621-05

*Serhii POZDIEIEV, doctor of technical sciences, professor of the department
Cherkassy Institute of Fire Safety of National University of Civil Defense of Ukraine,
Olexandr TARASENKO, doctor of technical sciences, professor of the department
National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv,
Kamran ALMAZOV, adjunct National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv,
Alina NOVHORODCHENKO, doctor philosophy, teacher of the department
Cherkassy Institute of Fire Safety of National University of Civil Defense of Ukraine*

MATHEMATICAL MODELING OF THE INFLUENCE OF SURFACE RELIEF ON DYNAMIC PROCESSES IN THE TANK OF A FIRE TRUCK

Statistical analysis of the current state of fires shows that the number and the scale of forest fires tend to increase, due to modern challenges of natural, environmental and man-made nature [1]. The main vehicles that deliver fire extinguishers to fires and extinguish fires are fire trucks, including fire tank trucks with water cistern [2]. When

operating a fire tank truck that is not completely filled with water, there is an increased risk of overturning when it crosses rough forested terrain due to fluctuations in its center of mass. Therefore, when operating fire tanks, it is recommended for fire departments to avoid traffic on rough forested terrain with an incompletely filled tank, which is equivalent to a ban. Such recommendations have to be violated every time, since a strict ban on the operation of fire tanks is economically and practically unjustified. The main data of the recommendation should be revised taking into account the results of scientific research. Considering the foregoing, we can conclude that the study of the fluctuation patterns of the center of mass of fire tank trucks, caused by the dynamic influence of inequalities when they move over rough forested terrain, is an urgent scientific and technical task.

The aim of this study was to identify patterns of fluctuations in the center of mass of fire trucks caused by the dynamic impact of irregularities in their movement through rough forest terrain as a scientific basis for recommendations to fire departments in the operation of fire tank trucks to improve their efficiency and safety.

To study the impact of surface relief on the dynamic processes occurring in the tank of a fire truck during its movement through forest terrain, one of the most common options was considered, fire truck AC-4,5-60 (TGM 12.240) -364, which can be used for extinguishing landscape fires with water and air-mechanical foam. The appearance of the truck together with the located water tank is shown in Fig. 1. The internal structure of the truck's tank is given here:

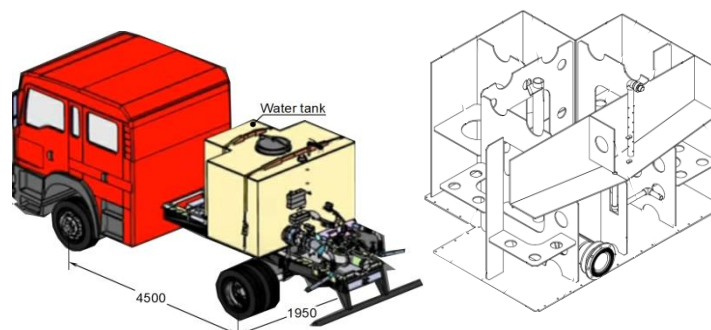


Fig. 1. Location of the water tank in the fire truck.

To identify the regularities of fluctuations of the center of mass of the fire truck, a regression dependence was made by the method of full factorial experiment in accordance with [3]. The resulting regression looks like this:

$$y = 192.75 + 1.23 \cdot V - 21.625 \cdot v - 0.105 \cdot V \cdot v \quad (1)$$

where V is the level of filling the tank of the fire truck (%), v is the speed of movement (km / h).

Using the constructed regression, a nomogram was constructed to determine the value of the maximum displacement of the center of mass depending on the parameters of the fire truck movement. This nomogram is shown in fig. 2.

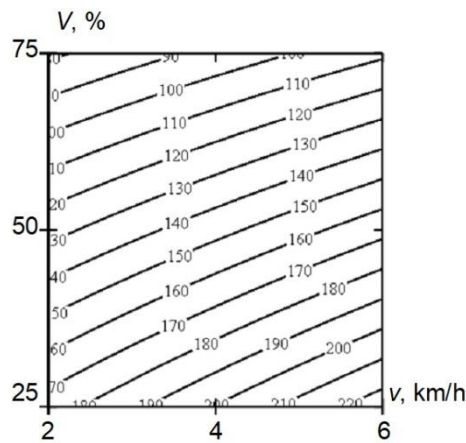


Fig. 2. Nomogram for determining the maximum displacement of the center of mass depending on the movement parameters of the fire tanker

Conclusion - the nomogram can be used to provide recommendations on the movement of a fire truck through a forest terrain for it's more efficient and safe operation. a task

REFERENCES

1. Nyzhnyk, V.V., Tarasenko, O.A., Kyrychenko, O.V., Kosiarum, S.O., Pozdieiev, S.V. The criteria of estimating risks of spreading fire to adjacent building facilities. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 708, p. 99–110, Kharkiv, (2019).
2. Vikovich I.A., Lavrivskiy M.Z., Zinko R.V. Teoriya adaptuvannya ta zastosuvannya pozhezhnyh avtomobiliv dlya likvidacii nadzvychnykh sytuatsiy. Lviv. (2020).
3. TGL 12.240–220 4x2 BL (KI) EURO 6c. MAN Truck & Bus France. Autres Caractéristiques. In: Editor, F., Editor, S. (eds.) CONFERENCE 2016, LNCS, vol. 9999, p. 1–13. Springer, Heidelberg (2016).

Секція 3. Інформаційні технології в попередженні та ліквідації надзвичайних ситуацій

*І. БАШУК, Ігор ЧАСТОКОЛЕНКО, кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ЩОДО КОНТРОЛЮ ПОЖЕЖНИХ ПАРАМЕТРІВ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ

Моніторинг приміщень у режимі реального часу є: одним з новітніх трендів. Чим швидше ми зможемо виявити некоректні показники, тим швидше ми зможемо запобігти або врятувати об'єкт від значних втрат.

Останніми роками пожежна безпека - стала однією із найважливіших проблем у виробничих приміщеннях. Пожежі можуть спричиняти значні матеріальні збитки, а також нести високу загрозу життю та здоров'ю людей. Однак, завдяки розвитку інформаційних технологій, стало можливим створення рішень для віддаленого моніторингу пожежної безпеки, що дозволяє оперативно виявляти та запобігати пожежі.

Для створення рішення на базі інформаційних технологій для віддаленого моніторингу пожежної безпеки у виробничих приміщеннях необхідно використовувати сучасні системи автоматизації та контролю. Одним із основних компонентів такої системи є: датчики диму та температури, які встановлюються у виробничих приміщеннях. Ці датчики надсилають дані про зміни у рівні диму та температури до центрального сервера, який забезпечує віддалений моніторинг.

Для ефективного виявлення пожеж необхідно використовувати алгоритми обробки даних, які дозволяють розрізнити нормальний стан виробничого приміщення від потенційно небезпечного. Такі алгоритми базуються на аналізі змін в рівні диму та температури, а також на спостереженнях за рухом людей у приміщенні. У разі виявлення пожежі - система автоматично сповіщає оператора та активує сигналізацію.

Окрім цього, для ефективного виявлення пожеж, необхідно використовувати систему відеоспостереження. Вона дозволяє оператору в режимі реального часу спостерігати за станом виробничого приміщення та вчасно реагувати на будь-які небезпечні ситуації. Також система відеоспостереження може записувати відео з камер для подальшого аналізу.

Одним із основних викликів при створенні рішення на базі інформаційних технологій для віддаленого моніторингу пожежної безпеки є: забезпечення надійності та безпеки системи. Для цього необхідно використовувати захист інформації, а також резервне копіювання даних. Також слід передбачити можливість, автоматичного переключення на резервний сервер у разі виявлення несправностей у головному сервері.

Автоматизація підтримання необхідного мікроклімату та керування пожежними параметрами в приміщеннях є перспективним напрямком інженерних та наукових розробок, особливо в нашій державі. Достовірний контроль параметрів мікроклімату і управління технологічним обладнанням при сучасних масштабах виробництва і зберігання продукції без відповідних апаратно-програмних засобів автоматизації практично не представляється можливим та може призвести до різного роду пожежних проблем.

Створення автоматизованих комплексів керування пожежно-кліматичними параметрами в приміщеннях дозволить зробити економічно вигіднішим, менш трудомістким та масштабованим зберігання товарів до подальшого їх експорту, або доставки кінцевому споживачу на вітчизняному ринку. Актуальність вирішення задачі розробки систем контролю мікроклімату та пожежних параметрів спеціальних приміщень полягає в обмеженій кількості науково-обґрунтованих розробок з систем моніторингу, контролю параметрів мікроклімату та пожежних параметрів (2 в 1), і відсутності рекомендацій та єдиних стандартів стосовно застосування систем.

Створення оптимального температурно-вологісного режиму є: одним з основних способів підвищення ефективності зберігання. Отже, раціональне управління мікрокліматом дозволяє уникнути проблем збереження пожежно-небезпечних товарів, підвищити їх якість, знизити витрати на енергоресурси, зменшити витрати на обслуговування і експлуатацію обладнання.

Створення автоматизованих комплексів керування пожежно-кліматичними параметрами у приміщеннях дозволить зробити економічно вигіднішим, менш трудомістким та масштабованим зберігання товарів до подальшого їх експорту, або доставки кінцевому споживачу на вітчизняному ринку.

Від вдало розробленої структури бази даних залежать функціональність клієнтської програми, зручність роботи з даними, простота проектування. Рекомендується, щоб структура даних була ретельно продумана і вже розроблена ще перед початком проектування клієнтської програми. Кожна зміна в структурі даних тягне за собою складні зміни в проекті клієнтської програми.

Отже, створення рішення на базі інформаційних технологій для віддаленого моніторингу пожежної безпеки у виробничих приміщеннях є: актуальним та важливим завданням. Завдяки використанню сучасних систем автоматизації та контролю, таких як датчики диму та температури, алгоритми обробки даних та система відеоспостереження, можна оперативно виявляти та запобігати пожежі. Однак, необхідно також забезпечити надійність та безпеку системи шляхом захисту інформації та резервного копіювання даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ang K.H., Chong G., Li Y. PID control system analysis, design, and technology // IEEE Transactions on Control Systems Technology. 2005. Vol. 13. No. 4. P. 559-576.
2. Ziegler J.G., Nichols N.B. Optimum settings for automatic controllers // Trans. ASME. 1942. Vol. 64. P. 759-768.
3. O'Dwyer A. PID compensation of time delayed processes 1998-2002: a survey // Proceedings of the American Control Conference, Denver, Colorado, 4-6 June 2003. P. 1494-1499.
4. Quevedo J., Escobet T. Digital control: past, present and future of PID control // Proceedings of the IFAC Workshop, Eds., Terrassa, Spain, 5-7 Apr. 2000.

5. Astrom K.J., Hagglund T. Advanced PID control. – ISA (The Instrumentation, System, and Automation Society) , 2006. – 460 p.
6. Li Y., Ang K.H, Chong G.C.Y. Patents, software, and hardware for PID control. An overview and analysis of the current art // IEEE Control Systems Magazine. Feb. 2006. P. 41-54.
7. Leva A., Cox C., Ruano A. Hands-on PID autotuning: a guide to better utilisation. – IFAC Professional Brief. – <http://www.ifac-control.org>. – 84 p.
8. Рюмик, С. М. 1000 и одна микроконтроллерная схема Вып. 1//С. М. Рюмик. – Додэка-21, 2010.-356 с.
9. Брэдфорд Эд, Може Лу Кроссплатформенные приложения для LINUX и Windows.- СПб.: , 2003.- 672с.

УДК 614.847

*А. ДЕМКІВ, Є. ВЛАСЕНКО, В. МЕЛЬНИК, кандидат юридичних наук,
В. ЛУЦЕНКО, кандидат технічних наук,*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Інформаційні технології в попередженні та ліквідації надзвичайних ситуацій впливають на важливу роль у підвищенні ефективності та координації дій різних служб та організацій під час кризових ситуацій. Ці технології допомагають забезпечити оперативний обмін інформацією, аналізувати дані, координувати дії рятувальників та спеціалістів щодо забезпечення швидкого реагування на небезпеку.

Розглянемо деякі інформаційні технології та особливості їх використання у надзвичайних ситуаціях.

Системи спостереження та моніторингу: використання дронів, супутникового зондування, відеоспостереження дозволяє збирати реальний час інформацію з місця подій, що дозволяє аналізувати ситуацію та приймати рішення на основі актуальних даних.

Системи раннього передавання: інформаційні технології можуть створити системи раннього передавання для небезпек (наприклад, природних катастроф, ядерних аварій тощо) шляхом моніторингу певних параметрів та передачі автоматичних сповіщень.

Геопросторний аналіз: геоінформаційні системи (ГІС) допомагають аналізувати географічні дані, включаючи карти, рельєф, інфраструктуру, що дозволяє ефективніше планувати дії рятувальних служб.

Системи комунікації: використання спеціалізованих систем зв'язку, радіо, VoIP (голосовий Інтернет-протокол), месенджерів дозволяють забезпечити зв'язок між іншими групами рятувальників та координаторами.

Соціальні мережі та медіа: Соціальні мережі можуть бути використані для швидкого розповсюдження інформації про надзвичайну ситуацію, але також вимагають контролю через можливість поширення неперевіреної або невірної інформації.

Системи аналізу даних: аналіз великих обсягів даних (big data) допоможе виявити закономірності та тенденції розвитку надзвичайних ситуацій.

На сьогодні, зокрема, накопичено значний досвід математичного і геоінформаційного моделювання стану навколишнього середовища, використання ГІС-технологій для швидкого виявлення лісових пожеж та моніторинг лісу. Однією із важливих переваг геоінформаційного моделювання є можливість візуального відображення процесів та явищ, як у статистиці, так і у динаміці, внесення інтерактивних змін та отримання миттєвих даних.

Географічні інформаційні системи (ГІС) є потужними інструментами, які можуть збирати, аналізувати, візуалізувати та інтерпретувати географічні дані для прийняття рішень. Вони мають широкий спектр програм у різних галузях, включаючи попередження та ліквідацію надзвичайних ситуацій.

Нижче наведено деякі способи використання ГІС-технологій у цьому контексті.

Аналіз ризиків та планування евакуації: ГІС може допомогти відновити область з підвищеним ризиком для певних небезпек (наприклад, повені, землетруси) та розробити ефективні плани евакуації, враховуючи географічні особливості та інфраструктуру.

Моніторинг та прогнозування природних небезпек: ГІС може об'єднати дані про погоду, гідрологію, геологію тощо для відстеження природних небезпек, таких як урагани, паводки чи лісові пожежі. Це вчасно попереджати населення та координувати рятувальні дії.

Визначення оптимальних місць розташування інфраструктури: ГІС може допомогти розробити найбільш безпечні та зручні місця для розташування лікарень, учбових закладів, пунктів розподілу допомоги та інших важливих об'єктів під час надзвичайних ситуацій.

Координація рятувальних дій: ГІС дозволяє в реальному часі відстежувати розташування рятувальних служб, обладнання та транспорту, що полегшує координацію та спільну діяльність.

Аналіз наслідків ліквідації надзвичайної ситуації: після успішної ліквідації надзвичайної ситуації ГІС оцінить пошкодження, втрати та вплив на інфраструктуру та навколишнє середовище.

Симуляція та тренування: ГІС можна використовувати для створення симуляцій надзвичайних ситуацій, які допоможуть тренувати рятувальників та організацію на випадок реальних подій.

Підтримка прийняття рішень: ГІС надає можливість візуалізації даних на картах, що полегшує аналіз ситуації та прийняття обґрунтованих рішень.

Загалом, ГІС-технології є невід'ємною частиною системи попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій, які сприяють ефективному управлінню кризовими ситуаціями та захисту населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Walter, V., Spurný, V., Petrlík, M., Báčca, T., Žaitlík, D., Demkiv, L., & Saska, M. (2022). Extinguishing real fires by fully autonomous multirotor UAVs in the MBZIRC 2020 competition. *Field Robotics*, 2, 406–436.

2. Слободяник, М. П. "Використання методів ДЗЗ та ГІС-технологій для моніторингу лісових ресурсів." *Вісник геодезії та картографії* 1 (2014): 27-31.

*Владислав ДЕНДАРЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ДЖЕРЕЛА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ БАГАТОРІВНЕВОГО МОНІТОРИНГУ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

Одним із напрямків застосування інформаційних систем в технологіях моніторингу стану пожежної безпеки є підвищення ефективності заходів профілактики за рахунок врахування результатів застосування технології багаторівневого перетворення вигляду статистичної інформації в процесі її планування. Для оцінки результатів профілактичної роботи застосовують безмодельні методи обробки даних, рідше – традиційні методи статистичного моделювання – регресію із визначенням коефіцієнтів за методом найменших квадратів. За умов, коли закон розподілу показників об'єктів пожежного нагляду, відрізняється від нормального, можливості застосування цих методів обмежені. Крім того використання окремих методів моделювання на певних етапах протипожежного нагляду не в змозі якісно вплинути на ефективність заходів із профілактики пожеж. Тому проведення досліджень із поєднання всіх засобів автоматизації процесів обробки інформації в автоматизовану систему моніторингу на основі технологій багаторівневого перетворення інформації є актуальним.

Застосування інформаційних технологій з метою аналізу результативності сезонних пожежно-профілактичних заходів дозволяє якісно впливати на стан пожежної безпеки різних об'єктів. Автоматизація процесів збору та обробки інформації дозволяє знизити тривалість цих процедур та підвищити їх ефективність.

Виявлення впливовості чинників, які визначали стан пожежної безпеки минулого періоду часу, дає можливість формувати керуючі впливи шляхом вдалого перерозподілу ресурсів в процесі формування планів роботи на наступний період часу.

На сьогодні прогнозування ефективності запланованих заходів відбувається експертним методом шляхом ієрархічного узгодження цих планів урядовим, територіальними та місцевими органами Державної інспекції техногенної безпеки. Результативність профілактичних заходів оцінюється шляхом прямого спостереження за динамікою понад 80 показників стану пожежної безпеки. Значна частина з них несе інформацію про впливовість кількох десятків факторів на стан об'єктів пожежного нагляду.

Для обробки цього масиву даних використовуються традиційні статистичні методи. Основною проблемою, яка традиційно виникає при обробці реальних характеристик складних об'єктів, є чутливість традиційних статистичних методів до відповідності розподілу вхідних даних нормальному закону. Досвід показує, що майже завжди закон розподілу реальних даних відмінний від нормального, а під час додаткових перетворень інформативність вхідного масиву даних знижується. Різноманітність традиційних статистичних методів стає недостатньою для синтезу адекватних моделей.

Призначенням технології протипожежного моніторингу об'єктів нагляду на даній території є забезпечення інформацією процесу прийняття рішень із управління їх пожежною безпекою. Особу прийняття рішень необхідно

забезпечити результатами прогнозування наслідків застосування кожної із наявних стратегій впливу на пожежну безпеку даного регіону. Для порівняння стратегій запропоновано використовувати критерії зниження втрат ресурсів з причин надзвичайних ситуацій. Для їх прогнозування необхідно отримати залежності характеристик стану пожежної безпеки від показників стану об'єктів нагляду та причин виникнення пожеж впродовж останнього проміжку часу.

Таким чином процес багаторівневого моніторингу пожежної безпеки може бути поданим як складна система, для моделювання якої недостатньо інформації. Цю інформацію необхідно здобути в процесі проектування шляхом зниження ряду невизначеностей.

Відповідно [1] основними джерелами невизначеностей при дослідженні складних об'єктів пожежного моніторингу є:

1. Невизначеність цілеутворення, що вимагає розв'язання задачі координації заходів при формуванні плану із управління пожежною безпекою.

2. Ситуаційна невизначеність, що вимагає для її зниження виявити характер комплексного впливу показників стану об'єктів пожежного моніторингу та стану технічних засобів пожежогасіння на втрати ресурсів.

3. Невизначеність взаємодії. Для її зниження необхідно забезпечити підвищення ефективності рішень із координації дій підрозділів МНС по упередженню пожеж та ліквідації їх наслідків. Особливого підходу із усунення інформаційної невизначеності конфліктів вимагають випадки підпалів.

В процесі удосконалення системи пожежного нагляду намагаються досягнути кілька цілей, основною з яких є зменшення втрат людських та матеріальних ресурсів в наслідок виникнення надзвичайних ситуацій (пожеж) за рахунок зменшення кількості пожеж та загорянь шляхом підвищення ефективності заходів профілактики. Вони мають на меті також уникнення або мінімізацію людських втрат, а також витрат технічних та фінансових ресурсів в процесі пожежогасіння.

Зниження невизначеності цілеутворення досягається шляхом забезпечення таких значень характеристик об'єктів моніторингу масиву X , яке дозволить забезпечити виконання поставленої задачі.

Таким чином основним джерелом невизначеності в умовах діючої системи моніторингу пожежної безпеки є відсутність достовірної інформації про комплексний вплив профілактичних заходів на пожежонебезпечні характеристики об'єкта. Знизити невизначеність можливо, дослідивши результати комплексних профілактичних заходів, проведених протягом минулого періоду часу. Необхідно здобути інформацію для порівняння стратегій управління пожежною безпекою, тобто переліку планових та позапланових профілактичних заходів.

Відповідно положень теорії дослідження операцій [1] стратегія – це спосіб розподілу ресурсів, що забезпечує досягнення мети. Тому інформація, яку необхідно отримати на виході системи моніторингу пожежної безпеки, повинна забезпечити ефективний розподіл ресурсів, виділених на профілактику, що дозволить знизити кількість пожеж та загорянь на заданій території у наступному періоді часу в порівнянні минулим.

Зниження невизначеності взаємодій планується досягнути шляхом забезпечення інформацією про ефективність профілактичних заходів, реалізованих впродовж минулого проміжку часу (наприклад року). Підвищення оперативності забезпечення цією інформацією процесу управління пожежною безпекою досягається шляхом застосування інформаційної технології

багаторівневого моніторингу, що дозволить ситуаційно визначати фактори, на які необхідно вплинути та знизити час на координацію дій різних пожежних підрозділів, підвищуючи таким чином їх ефективність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Згуровський М.З. Основи системного аналізу. / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова Н.Д. К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 544 с.

УДК 37.018.43:004.89

*Сергій КАСЯРУМ, кандидат педагогічних наук, доцент,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ І ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Проблема якісної підготовки майбутніх фахівців пожежної безпеки і цивільного захисту актуалізується у зв'язку зі стрімким розвитком інформаційно-цифрових технологій. На теперішній час професійну діяльність вказаних фахівців не можливо уявити без використання сучасних цифрових технологій, вони є по суті незамінними інструментами у сфері пожежної безпеки і цивільного захисту.

Зауважимо, що відповідно до стандартів вищої освіти галузі знань 26 «Цивільна безпека», спеціальностей 261 «Пожежна безпека» і 263 «Цивільна безпека» для різних освітніх рівнів (бакалаврського, магістерського, освітньо-наукового) освітньо-професійні програми підготовки фахівців мають забезпечувати формування загальних і спеціальних (фахові) компетентності, які спрямовані на використання у професійній діяльності інформаційно-цифрових технологій. Наприклад, здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; здатність до читання та виконання ескізів та креслень, застосування комп'ютерної графіки в сфері професійної діяльності та інші.

Закцентуємо увагу ще й на тому, що професійна підготовка майбутніх фахівців пожежної безпеки і цивільного захисту у закладах вищої освіти має два основні напрями: упровадження інформаційно-цифрових технологій викладачам в освітній процес для поліпшення його якості, а також навчання курсантів (студентів) використовувати сучасні цифрові технології у майбутній професійній діяльності як необхідного інструментарію для вирішування задач у різноманітних надзвичайних ситуаціях.

З метою підвищення якості підготовки майбутніх фахівців пожежної безпеки і цивільного захисту у закладах вищої освіти використовуються інтерактивні симуляції процесів і VR-технології. Їх використання в освітньому процесі уможливорює курсантам (студентам) отримувати практичний досвід у надзвичайних ситуаціях, уникаючи потенційних ризиків.

Широко розповсюдженим є використання у професійній підготовці майбутніх фахівців пожежної безпеки і цивільного захисту моделювання надзвичайних ситуацій. В освітньому процесі використовуються інформаційні системи (наприклад, майбутні фахівці можуть ознайомитися з геоінформаційними системами, системами аналізу даних і штучного інтелекту,

системами розповсюдження інформації тощо) для прогнозування та аналізу надзвичайних ситуацій, що насамперед, допомагає курсантам (студентам) ефективніше планувати та виконувати рятувальні дії.

Серед сучасних напрямів у підготовці фахівців пожежної безпеки і цивільного захисту є кібербезпека. Ознайомлення курсантів (студентів) зі сучасними засобами кібербезпеки дозволяє їм підготуватися до забезпечення безпеки інформаційних систем, що використовуються у сфері пожежної безпеки та цивільного захисту, уникати можливих кібератак та витоків конфіденційної інформації.

На сьогодні вже звичайним є організація освітнього процесу за допомогою інформаційно-цифрових технологій. Мова йдеться про організацію онлайн і змішаного навчання та дистанційної підготовки. Курсанти (студенти) можуть вільно долучатися до освітнього процесу.

З метою підвищення ефективності освітнього процесу викладачами використовуються різноманітні цифрові технології (Kahoot!, Canva, Padlet, Wizer.Me, Liveworksheets, H5P, віртуальні лабораторії та інші), які уможливають зробити навчання цікавим і результативним в плані оволодіння майбутніми фахівцями необхідних програмованих результатів і формування загальних і спеціальних (фахових) компетентностей.

Проте, зупинимось на напрямках у професійній підготовці фахівців пожежної безпеки і цивільного захисту, які потребують подальшого вивчення, зокрема: формування готовності фахівців швидко адаптуватися до нових інформаційно-цифрових технологій; упровадження міждисциплінарного підходу з використанням цифрових технологій в освітньо-професійну підготовку фахівців; формування етичної культури у використанні інформаційно-цифрових технологій, що включає захист приватності та відповідальність за використання інформації у надзвичайних ситуаціях.

Отже, підсумуємо: стрімкий розвиток інформаційно-цифрових технологій вимагає внесення змін в організацію процесу освітньо-професійної підготовки майбутніх фахівців пожежної безпеки та цивільного захисту. На сьогодні нами окреслено декілька напрямів використання сучасних цифрових технологій, зокрема тих, які безпосередньо стосуються ефективно організації освітнього процесу, й тих, які будуть необхідні у майбутній професійній діяльності пожежної безпеки та цивільного захисту.

УДК 004.825

Данило КИСЛИЙ, Дмитро КОПИТІН,

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НАВЧАННЯ ТА СИМУЛЯЦІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ

Сучасні технології винесли наші можливості в цивільному захисті на новий рівень. Інформаційні технології стали ключовим елементом виявлення, аналізу та ліквідації надзвичайних ситуацій. Вони надають можливість оперативно реагувати на загрози та мінімізувати можливі ризики для населення та майна. Існує багато різних способів використання інформаційних технологій в цій сфері але окремо потрібно зупинитись на навчальних програмах та симуляціях. Вони

дозволяють створювати реалістичні сценарії, тренувальні програми та симулятори, щоб підвищити ефективність реакції на різні види небезпек.

Основні застосування інформаційних технологій в цьому контексті включають:

1. Віртуальні навчальні середовища: Створення віртуальних навчальних середовищ для симуляції надзвичайних ситуацій. Це може включати в себе тренування рятувальників на відповідь на пожежі, землетруси, повені або інші надзвичайні події.

2. Симулятори: Використання симуляторів для тренування водіїв аварійних служб, літаків, кораблів, а також медичного персоналу. Це допомагає підготувати їх до роботи в умовах стресу та екстремальних ситуацій.

3. Інтерактивні тренувальні програми: Розробка інтерактивних комп'ютерних програм для навчання основам дій у надзвичайних ситуаціях, включаючи евакуацію, надання першої медичної допомоги і рятувальні операції.

4. Ігри-симулятори: Використання відеоігор та ігор-симуляторів для тренування та розваги для рятувальників та екіпажів літаків і кораблів. Це допомагає зрозуміти основні принципи та процедури у надзвичайних ситуаціях.

5. Тестування та оцінка: Використання ІТ для проведення тестувань та оцінки навчальних досягнень учасників тренувань і симуляцій. Це дозволяє ідентифікувати слабкі місця та покращити підготовку.

6. Дистанційні навчання: Розробка онлайн-курсів та платформ для дистанційного навчання, що дозволяють навчатися та тренуватися з будь-якого місця і в будь-який час.

7. Спільні тренувальні платформи: Створення спільних тренувальних платформ для співпраці та комунікації між рятувальними службами, що підвищує координацію та ефективність в реальних надзвичайних ситуаціях.

Отже, для подальшого ефективного вміння користування програмами у віртуальному навчальному середовищі та в симуляції загроз надзвичайних ситуацій та реагування на них потрібно вивчати ще на рівні вищих навчальних закладів та активно займатися розробками цих інформаційних технологій для подальшого впровадження їх у навчальний процес. Ці методи допоможуть майбутнім рятувальникам швидше орієнтуватись та приймати важливі рішення для захисту населення, споруд та матеріальних цінностей.

Висновок: таким чином, застосування інформаційних технологій у навчанні та симуляціях є важливою ланкою у системі попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій. Вони дозволяють підвищити ефективність реакції, підготовку фахівців та, що найважливіше, зменшити ризики для громадян та майна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тютюник В.В., Черногор Л.Ф., Калугін В.Д., Агазаде Т.Х. Інформаційно-технічний метод моніторингу та прогнозування рівня сейсмічної небезпеки локальної території земної кулі. Системи обробки інформації. Харків: Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. 2020. Вип. 2(161). С. 99–113.

2. Яцків Р. Я. Чисельні методи розв'язування задач гідродинаміки. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2005. - 368 с.

3. Бондаренко А.І. Використання нових інформаційних технологій для розробки та прийняття управлінських рішень в системі управління державною пожежною охороною / А.І. Бондаренко, М.В. Гуцалюк // Науковий вісник Української академії внутрішніх справ. – К., 1996. – С. 24-28.

¹Володимир ЛИТОВЧЕНКО, ¹Руслан БАРВІНОК,

²Валентин МЕЛЬНИК, кандидат технічних наук, доцент,

³Микола ПІДГОРНИЙ, кандидат технічних наук, професор,

¹Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння
та військової техніки,

²Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,

³Черкаський державний технологічний університет

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ ПО ВИБІРКОВИМ ОЗНАКАМ ТА ОБРАЗАМ

В сучасному світі стрімко розвиваються технології. Ця тенденція охоплює всі аспекти життєдіяльності людства. Напривеликий жаль, це стосується і створення засобів та способів, які несуть в собі небезпеку для людини. На території України, гостро стало питання розмінування та знешкодження вибухових пристроїв (ВП), починаючи з 2014 року. Жоден метод виявлення ВП та їх залишків не в змозі реалізувати вимоги ООН та не надає достовірної інформації при скануванні небезпечних територій. Щоб підвищити ефективність процесів розмінування та знешкодження, часто застосовують комбіновані методи. Але і такий підхід не суттєво підвищує ефективність. Застосування нестандартних програмних засобів оснований на машинному навчанні (МН) та штучних нейронних мережах (ШНМ), суттєво покращують результати обробки огляду та сканування небезпечних територій.

Переважає більшість ВП мають ідентичні ознаки, такі як: наявність вибухової речовини (ВР); випаровування ВР; специфічні габарити та форми; матеріали корпусів, що не притаманні для навколишнього середовища; електромагнітні імпульси ВП та їх складових; температурна різниця корпусів по відношенню з навколишнім середовищем; густина ВП та ґрунтів де вони встановлюються.

Людські органи чуттів функціонують на малих діапазонах чутливості до вищевказаних ознак. Тому застосовують прилади та засоби, які побудовані на розширених діапазонах виявлення ознак ВП. До них входять [1]: радіолокаційне зондування, газохроматографічний метод, раманівська спектроскопія, терагерцова спектроскопія, лазерна спектроскопія, сейсмоакустична локація, тепलोкаційний метод, індукційний метод, резонансно-хвильовий метод, мас-спектрометричний метод, параметричний метод. За вказаними методами будується карта виявлених ознак по сканованій території. Проблема оперативного виявлення ВП полягає в тому, що створюється громіздкий масив даних. Це уповільнює роботу оператора при обробці даних та виведення кінцевих результатів. При комбінуванні методів та співставленні карт сканування, масив даних збільшується в геометричній прогресії.

Застосовуючи МН та ШНМ, оператору надається вибіркового результату з повного об'єму карт у вигляді координатних маркерів ймовірного розміщення ВП. Якщо співставити результати, які отримані різними методами (тобто визначення ВП по різним ознакам), то ймовірність визначення місцеположення ВП зростає.

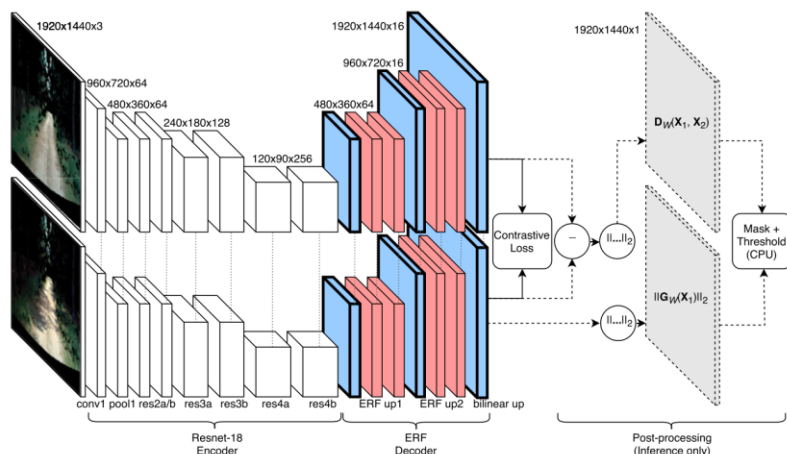


Рисунок 1. Визначення візуальних ознак малогабаритних об'єктів за допомогою згорткової ШНМ.

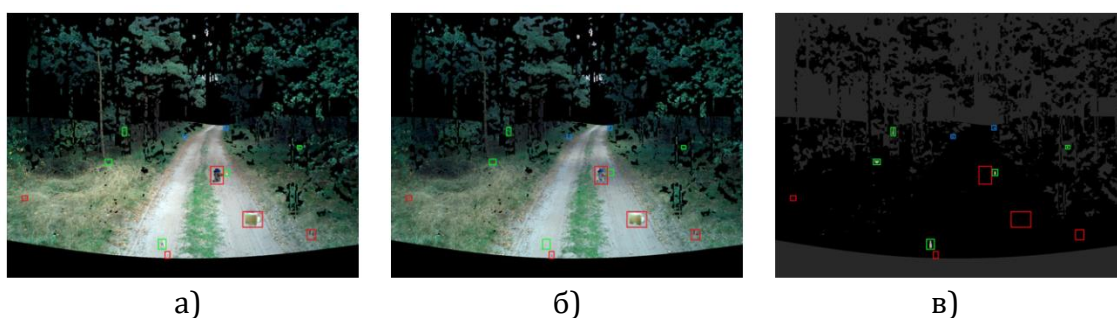


Рисунок 2. Результати сканування навколишнього простору, де: а) зображення з штучним об'єктами та відволікаючими факторами; б) оброблене зображення тільки з факторами; в) оброблене зображення з фонами: чорний – без змін, сірий – нейтральний, білий – активні зміни.

В розглянутій публікації [2] застосовується система LIDAR, яка реалізована на методі лазерної спектроскопії. Автори застосовують згорткову ШНМ (див. рис. 1), як основний математичний апарат для машинного зору та МН. За допомогою лазерного сканера визначається спектральна різниця відбиття об'єктів навколишнього простору. ШНМ попередньо вже навчена за раніш визначеними ознаками інеродності об'єктів в природньому середовищі. При остаточній фільтрації оптичних спектрів зображення (див. рис. 2), зменшується масив вхідної інформації до ШНМ, що надає змогу визначити небезпечні аномалії в навколишньому середовищі.

Кожен ВП охарактеризований ознаками, параметрами та властивостями, які можливо визначити апаратними засобами. При застосування ШНМ процес виявлення ВП автоматизується, відповідно прискорюється, а результати сканування навколишнього середовища надаються з меншою погрешністю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колбасюк, О. О. (2020). ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН, ПРОДУКТІВ ВИБУХУ І ПОСТРІЛУ. Криміналістичний вісник, 31(1), 44–54. <https://doi.org/10.37025/1992-4437/2019-31-1-44>;
2. Klomp, S. R., van de Wouw, D. W. J. M., & de With, P. H. N. (2019). Real-time small-object change detection from ground vehicles using a siamese convolutional neural network. *Journal of Imaging Science and Technology*, 63(6), Article 060402. <https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.2019.63.6.060402>.

*Аліна НОВГОРОДЧЕНКО, доктор філософії, Дарина РОМАНЕНКО,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

КРЕСЛЕННЯ ПРЯМОКУТНИХ ПРОЄКЦІЙ НАЙПРОСТІШИХ ФІГУР В КОМП'ЮТЕРНІЙ ПРОГРАМІ LIBRECAD

Сучасні технології дають змогу швидко, якісно і максимально точно відтворювати зображення тривимірного простору на площині, а також можливості розв'язання графічних задач за рисунком [1]. Мета роботи полягає в розвитку технічного мислення та формування практичних навичок комп'ютерної графіки у здобувачів майбутніх фахівців ДСНС України.

Сьогодні відомо безліч комп'ютерних комплексів для креслення, такі як: AutoCAD, NanoCAD, CorelDRAW, LibreCAD та інші. Враховуючи специфіку роботи ДСНС України і навчання здобувачів, відповідно Наказу ДСНС [2] щодо використання програмного забезпечення у ДСНС, рекомендовано використовувати у комп'ютерному кресленні безкоштовну програму LibreCAD. LibreCAD - це багатофункціональний та перевірений 2D-CAD - додаток, який доступний більш ніж 30 мовами з підтримкою macOS, Windows та Linux [3].

Для навчання креслення в програмі LibreCAD варто розпочати з прямокутних проєкцій геометричних фігур. Для прикладу - побудувати правильну шестикутну призму, висотою 60 мм і діаметром описаного кола навколо шестикутника 40 мм, що має наскрізний отвір діаметром 10 мм. Натуральний зразок правильної шестикутної призми показаний на рис. 1.



Рис 1. Правильна шестикутна призма

Використовуючи програму LibreCAD можна побудувати три основні вигляди фігури за її наочним зображенням (фронтальну, горизонтальну та профільну проєкції) правильної шестикутної призми, які показані на рис. 2.

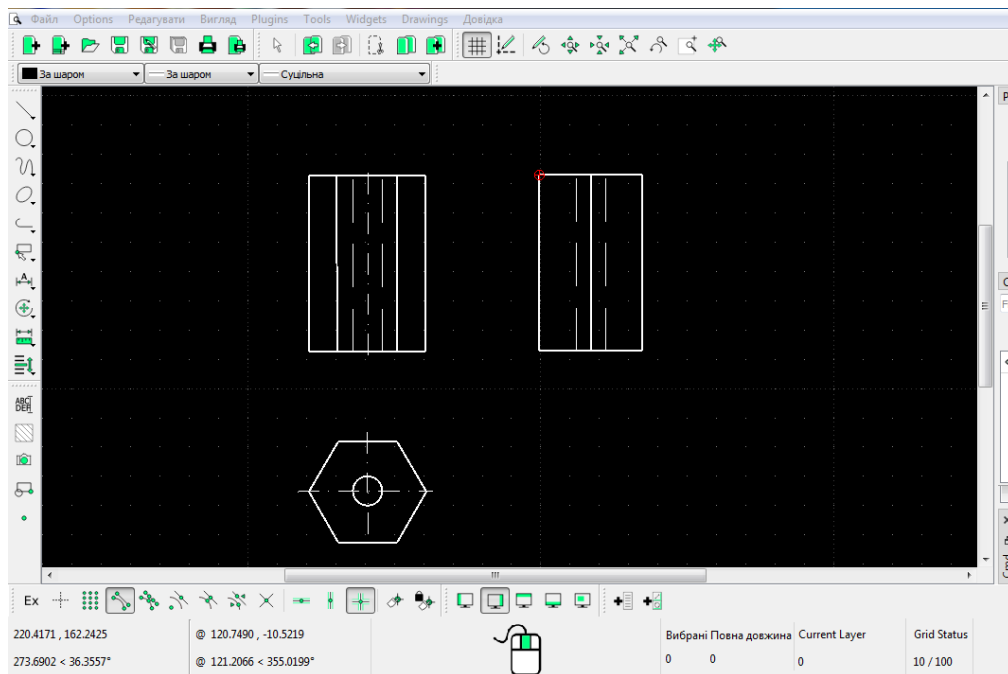


Рис 2. Креслення прямокутних проєкцій шестикутної призми в комп'ютерній програмі LibreCAD

Таким чином, даний програмний комплекс дає швидко і якісно виконувати графічні зображення в 2D, що значно покращує й модернізує навчальний процес майбутніх фахівців ДСНС України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інженерна графіка: підручник для студентів вищих закладів освіти I-II рівнів акредитації / Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. За ред. В. Є. Михайленка. – Львів: Піча Ю. В.; К.: «Каравела», Львів: «Новий Світ – 2000», 2002.- 284 с.
2. Наказ ДСНС України № 425 від 19.07.19 р. «Про затвердження Порядку використання інформаційних та інформаційно-телекомунікаційних систем і Порядку використання та обліку комп'ютерних програм».
3. <https://librecad.org/#features>.

УДК 624.1

*Б. БОЯНСЬКИЙ, Вікторія ДАГІЛЬ,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

СПРОЩЕНІ РОЗРАХУНКИ СИСТЕМ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ

Вступ. Укриття населення є функціональним засобом захисту від наслідків хімічної, біологічної та ядерної зброї. Є країни, які усвідомлюють ці ситуації та приділяють значну увагу укриттям для населення, наприклад, розвинені країни Швеція, Фінляндія, Швейцарія, Ізраїль. Дуже багато країн, у тому числі нестабільні, такі як Росія, зберігають значні арсенали ядерної зброї в своєму розпорядженні. З

початку повномасштабного вторгнення Росії в Україну зростання напруги і нестабільності у світі та можливість зловживання зброєю підвищується. Тим не менш, значення укриттів досить недооцінене з боку органів державної влади та місцевого самоврядування, а саме на підставі меншої ймовірності виникнення загроз, що потребують укриття населення та також завдяки високим фінансовим витратам. Тому є необхідним запропонувати нові укриття, які дозволять зменшити фінансові витрати.

Формулювання задачі

Сьогодні система захисту населення заснована на використанні стаціонарних споруд захисту населення (*постійні укриття*). Меншою мірою розраховують на швидке перетворення відповідних майданчиків на імпровізовані *тимчасові укриття*, які у мирний час служать для інших цілей (гаражі, склади, тири тощо) та у разі підвищеної небезпеки вони модифікуються на потреби укриття. Використання імпровізованих укриттів приведе до фінансової економії. Можливим рішенням для забезпечення системного підходу до захисту населення є створення системи захисту населення на території громади. Значною частиною системи є методика проектування системи захисту

Вирішення проблеми

В роботі ми пропонуємо шлях створення єдиної методики проектування та планування системи захисту. Така концепція дозволить стандартизувати планування та підхід до системи захисту і, зокрема, спрощує процес їх проектування та обґрунтування, а також реалізацію будівельних робіт.

Методика проектування системи захисту

Для полегшення роботи проект опрацьовано у форматі MS Word та MS Excel, що дозволяє ефективно використовувати його. Він доповнюється інтерактивними планами, картами та програмними інструментами для автоматизованого розрахунку.

Фінальний варіант проекту складається з п'яти основних етапів:

1. *Загальна частина*. Використовується для ідентифікації об'єкта, призначеного для перетворення в тимчасове укриття. Містить основні ідентифікаційні дані (адреса, призначення, інформація про конструкції, розміри, обладнання укриття).

2. *Методи (способи) збору інформації*. Інформацію можна отримати кількома способами. В основному шляхом ознайомлення з проектом та документацією будівель та територій, призначених для тимчасових укриттів. Вони також використовуються для визначення фізичних розмірів територій. У випадку, якщо необхідні дані не можуть бути отримані, їх оцінюють. Під час заповнення завдання до розрахункових даних застосовується поправочний коефіцієнт який використовується для оцінки даних, щоб зменшити можливі похибки, спричинені оцінкою.

3. *Будівельні розрахунки*. Служить для проектування та визначення конкретних модифікацій і захисних характеристик укриття. Вона містить чотири види розрахунків, які залежать від типу укриття, для якого виконується розрахунок.

Завдання тимчасового укриття є зниження рівня радіації всередині укриття порівняно із зовнішнім середовищем. Ця здатність вимірюється за допомогою захисного коефіцієнта будівлі (K_0), який визначається за наступними рівняннями:

➤ Укриття, розташоване у центрі масиву багатоповерхової забудови

$$K_0 = 3,25 * K_{st} / (1 - V_2) * (K_z * K_{st} + 1) * K_m \quad (1)$$

➤ Наземне або частково вбудоване укриття з надбудовою

$$K_o = 0,65 \cdot K_1 \cdot K_{st} / (1 - V_2) \cdot (K_z \cdot K_{st} + 1) \cdot K_m \quad (2)$$

➤ Вбудоване укриття з надбудовою

$$K_o = 0,77 \cdot K_1 \cdot K_{st} \cdot K_p / (1 - V_2) \cdot (K_{zn} \cdot K_{st} + 1) \cdot (K_{zn} \cdot K_p + 1) \cdot K_m \quad (3)$$

➤ Повністю інтегроване укриття без надбудови

$$K_o = 0,77 \cdot K_{пр} / V_1 + K_{вч} \cdot K_{пр} \quad (4)$$

де :

K_1 - коефіцієнт впливу зовнішніх стін;

K_{st} - коефіцієнт ослаблення випромінювання зовнішньою стіною;

K_z - коефіцієнт проникнення випромінювання в приміщення через прорізи;

K_m - коефіцієнт зменшення швидкості проходження випромінювання в будівлях за рахунок екрануючого ефекту прилеглих будівель;

K_p - коефіцієнт впливу конструкції перекриття;

$K_{вч}$ - коефіцієнт проникнення випромінювання через вхідний вхід;

K_p - коефіцієнт зменшення випромінювання стелею конструкцією укриття;

V_2 - коефіцієнт, що залежить від ширини будівлі;

Для спрощення розрахунків створено інженерний калькулятор (рис. 1).



Рисунок 1 – Інженерний калькулятор мовою програмування PYTHON із використанням open-source бібліотек.

4. *Будівельні роботи.* У цьому розділі визначено вимоги до матеріалів, що використовуються під час будівельних робіт. Максимальне спрощення будівельних робіт. Використання широкодоступних матеріалів. Процедура будівництва описується в часовій послідовності, виходячи з окремих видів діяльності, які повинні бути реалізовані.

5. *Прийомка в експлуатацію.* У цьому розділі коротко викладено порядок дій, необхідних для введення в експлуатацію тимчасових укриттів та призначення осіб відповідальних за будівельні роботи та введення в експлуатацію.

ВИСНОВОК

Основною проблемою при плануванні та проектуванні **тимчасових укриттів** є питання фінансових потреб. Тому необхідно впорядкувати та спростити методику таким чином, щоб проектування та планування тимчасових імпровізованих укриттів вимагали мінімум фінансових ресурсів і були доступні для органів державної влади та місцевого самоврядування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/go/5403-17>

2. Причини та ризики виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру на території АТО. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2016-06/ekoproblemu_ATO-24fa1.pdf

3. ДБН В.2.2.5-97. Захисні споруди цивільної оборони. – К.: Держмістобудування, 1997.

*І. ОСАУЛЕНКО, доктор технічних наук, доцент,
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького*

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ З УРАХУВАННЯМ БЕЗПЕКОВИХ ЧИННИКІВ

Повномасштабна військова агресія проти нашої країни спричинила величезну кількість викликів, серед яких мільйони біженців та внутрішньо переміщених осіб, тисячі зруйнованих, пошкоджених або захоплених ворогом інфраструктурних і промислових об'єктів, перекриття багатьох традиційних транспортних шляхів.

Разом з цим, потенціал сил оборони не в останню чергу залежить від ефективного функціонування тилу, що стосується як окремих видів забезпечення, так і загальної ситуації в економіці. Відповідно, промислові підприємства повинні адаптувати свою діяльність до умов воєнного часу.

Для порівняно невеликих виробництв, розташованих у прифронтових районах, оптимальним рішенням часто стає релокація на безпечніші території. Очевидно, це супроводжується вирішенням комплексу питань, пов'язаних із пошуком відповідного промислового майданчика, евакуацією обладнання, перевезенням і розміщенням працівників, налагодженням нових господарських зв'язків, врешті, пошуком нової ринкової ніші. До речі, внаслідок масової міграції населення необхідність пошуку нових споживачів своєї продукції цілком може постати і перед іншими підприємствами.

Дещо інша ситуація з великими промисловими об'єктами, зокрема, у галузях машинобудування, металургії, хімічній індустрії, змінити місце розташування яких впродовж короткого або навіть середньострокового періоду неможливо. У цьому зв'язку необхідно напрацювати і реалізувати комплекс заходів, які б зменшували вразливість промислових об'єктів у результаті ворожих атак, зокрема, повітряних. Слід також розуміти, що цілями можуть стати не лише промислові об'єкти, що вже виготовляють або планують випускати продукцію оборонного призначення. Очевидним є прагнення окупаційних сил підірвати продовольчу безпеку та експортні можливості України, що робить досить імовірними удари по підприємствах харчової і переробної промисловості.

Для дослідження окресленої проблеми доцільно скористатись системною методологією аналізу багатофакторних ризиків і забезпечення безпеки [1]. Зокрема потрібно провести детальну класифікацію потенційних ризиків, розробити систему оперативного розпізнавання ризикових ситуацій і прогнозування їхніх наслідків, визначити алгоритм дій відповідальних працівників підприємства та використання ресурсів у випадках значного підвищення рівня загрози, а також фактичного виникнення ризикової події (настання надзвичайної ситуації). Проведення таких заходів дозволить підвищити живучість промислових об'єктів в умовах воєнного часу.

Зокрема, до потенційних ризиків і загроз слід віднести: пошкодження або знищення виробничих приміщень і технологічного обладнання, ураження складських приміщень із сировиною або готовою продукцією, травмування або загибель працівників на робочому місці чи на шляху до нього, порушення енергота водопостачання, руйнування логістичних шляхів, збільшення витрат на постачання і збут, незадовільний функціональний та психо-емоційний стан,

перевтома частини працівників і пов'язана з цим імовірність недотримання технологічних регламентів.

Заходи із протидії ризикам пов'язані з розосердженням виробничих потужностей та запасів, створенням резервних робочих місць та кімнат відпочинку у захищених приміщеннях, розробленням детальних планів евакуації та дій із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, застосуванням гнучких графіків роботи, впровадженням додаткових засобів автоматизації виробництва та створенням безлюдних виробництв, удосконаленням систем оповіщення про характер і масштаби загроз, обмеженням доступу сторонніх осіб до виробничої інформації.

Особливо важливим елементом будь-якої соціотехнічної системи, у тому числі виробничої, є людина. При цьому у багатьох випадках саме людський чинник стає причиною настання аварій і катастроф, а також збільшення тяжкості їхніх наслідків [2]. Тому нагальними завданнями є підвищення обізнаності управлінського і виробничого персоналу в питаннях реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації та проведення відповідних тренінгів, у тому числі практичне відпрацювання питань евакуації з пошкоджених виробничих будівель і споруд.

ЛІТЕРАТУРА

1. Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Основи системного аналізу. Київ : Видавнича група ВНУ, 2007. 544 с.

2. Харченко В. П., Шмельова Т. Ф., Сікірда Ю. В. Прийняття рішень в соціотехнічних системах : монографія. Київ : НАУ, 2016. 309 с.

УДК 623.674

¹Микола ПІДГОРНИЙ, кандидат технічних наук, професор,

²Валентин МЕЛЬНИК, кандидат технічних наук, доцент,

³Володимир ЛИТОВЧЕНКО, ³Руслан БАРВІНОК,

¹Черкаський державний технологічний університет,

²Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,

³Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОНОМНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ

З початком широкомасштабного вторгнення на територію України, гостро постає питання розмінування та знешкодження вибухових пристроїв (ВП). Це потребує значне збільшення кількості висококваліфікованих фахівців задіяних на знешкодження ВП [1]. Автори запропоновано інший підхід, а саме створення систем автономної ідентифікації вибухових пристроїв. Розвиток математичного та методологічних підходів машинного навчання та штучного інтелекту дозволяє це виконати.

Автори вказують, що проблема створення систем автономної ідентифікації та знешкодження вибухових пристроїв (САІЗВП) [2] складається з проблем автоматизації процесів створення та підвищення ефективності цих процесів і

якості їх результатів, де аспектом розгляду є пара < Ефективність> ↔ < Якість>, оскільки кожен ВП охарактеризований ознаками, параметрами та властивостями, які визначаються апаратними засобами.

Використання системного підходу до створення САІЗВП, як узагальнений алгоритм реалізується в три великі етапи:

- *систематизація* (цілей, задач, моделей, методів і т.д.) на основі проведення класифікації та впорядкування (декомпозиції);
- використання *формалізованого поняття* «система» (<вхід> - <перетворення> -<вихід>) та проведення математичних і комп'ютерних експериментів;
- застосування методології *цілеорієнтування* системи: <цілі> - <задачі моделі> - <методи, алгоритми> - <програмно-технічні засоби>.

В задачах системного проектування виділяють дві структури систем інформації: *цільові* (об'єктні) і *потенційні* (процесні). *Цільові* представляють собою зростаючі (ті, що розвиваються) відповідно до структури автоматизованих процесів системного проектування машинні системи інформації, що представляють проектований об'єкт на всій послідовності етапів його життєвого циклу.

Задача моделювання процесів функціонування САІЗВП. У більшості випадків функціонуюча система визначається як мережа елементів.

$$\Sigma_1 = (E, w) \quad (1)$$

Множину E назовемо множиною елементів системи САІЗВП, Σ, ω - структурою системи САІЗВП. Система повинна ідентифікувати ВП записувати в ОП їх місце розташування та сповіщати оператора, подаючи звуковий та інші можливі інформаційні сигнали.

Задача оптимального функціонування САІЗВП. Нехай

$$\Sigma_2 = (E, w, (Z(s))_{s \in S}, (f_e)_{e \in E}, \chi, I) \quad (2)$$

функціонуюча система f_e - оператори елементів $e \in E$, S - множиною зв'язків системи Σ . Для відомого вхідного сигналу Z/v потрібно визначити вихідний сигнал Z/w , щоб виконувалися при цьому рівняння функціонування: $Z/\psi(e) = f_e(Z/\phi(e)), e \in E$. При заданому вхідному сигналі Z/v_0 потрібно визначити дію Z/v_1 , що управляє, для того, щоб виконувалася умова $Z/\psi(e) = f_e(Z/\phi(e)), e \in E$.

Система Σ_2 називається керованою, якщо для будь-якого вхідного сигналу $Z|U_0$ завдання керування системою Σ з цільовою множиною $A = \{k\}$ і виконується вимога $I(Z/w) \in A$.

Заключення. Технологія системного проектування дозволяє в комплексі врахувати основні сучасні тенденції теорії і практики автоматизованого проектування процесів виявлення та знешкодження ВП, що систематизує створення САІЗВП на всіх етапах розробки (*проектування, конструювання, дослідного виробництва, випробування*), тобто на всіх етапах технологічного циклу створення.

ЛІТЕРАТУРА

3. Іщенко А.В., Кобець М.В. Засоби і методи виявлення вибухових речовин та пристроїв у боротьбі з тероризмом: Навч.-практ. посіб. – К.: Національна академія внутрішніх справ України, 2005. – 148 с.

4. Кофанов А.В., Кобилянський О.Л., Давидова О.О. Криміналістичне дослідження вибухових речовин. – Методичні рекомендації. – Київ: КИЙ, 2011. – 48 с. – (Серія «Криміналістичне забезпечення»);

*Віталій ТОМЕНКО, кандидат технічних наук, доцент, І. ВЕЛИКИЙ,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

СТВОРЕННЯ БЕЗДРОТОВОЇ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Системи пожежної сигналізації на основі бездротових технологій є інноваційним підходом до забезпечення безпеки. Вони відрізняються від традиційних провідних систем, в яких датчики та пристрої з'єднуються між собою проводами. Натомість бездротові системи використовують радіосигнали для передачі даних між компонентами, що робить встановлення та використання більш простими та гнучкими.

Переваги бездротових систем наступні:

1. Простота установки. Встановлення бездротової системи пожежної сигналізації не потребує жорстких прокладок. Це збільшує витрати часу, що витрачається на монтаж, та зменшує вартість робіт.

2. Гнучкість під час монтажу. Датчики та пристрої можуть бути розміщені у важливих місцях без обмежень, які пов'язані з відмінностями проводів. Це дозволяє виявляти пожежі на ранніх стадіях та забезпечувати ефективніше реагування.

3. Надійність зв'язку. Сучасні бездротові технології забезпечують стабільний зв'язок між компонентами системи. Це низький ризик збоїв, пов'язаних із пошкодженням або урвищем проводів.

4. Мобільність. Оперативники можуть контролювати систему та керувати нею з будь-якої точки, де є доступ до Інтернету. Це підвищує мобільність та оперативність реагування на надзвичайні ситуації.

5. Легкість у розширенні. Додавання нових датчиків та пристроїв у систему відбувається без необхідності проведення додаткових робіт з прокладання проводів. Систему можна легко масштабувати за потреби.

Створення бездротової системи пожежної сигналізації потребує ретельного вивчення, щоб забезпечити її надійність та ефективність. Цей процес включає кілька ключових етапів:

1. Перший етап - визначення вимог до системи, а саме:

- типи датчиків (димові, теплові, газові тощо);
- датчики положення;
- чутливість та поріг спрацювання датчиків;
- параметри зв'язку (дальність передачі даних, пропускна спроможність тощо);
- структура та організація системи.

2. Другий етап - розробка математичної моделі.

На цьому етапі створюється система математичної моделі, яка включає алгоритми виявлення пожеж, оцінки надійності зв'язку і моделювання процесу передачі даних. Математична модель дозволяє визначити, як система реагуватиме на різних сценаріях та умовах.

3. Третій етап – моделювання.

З використанням розробленої математичної моделі проводять комп'ютерні системи моделювання роботи. Це дозволяє оцінити продуктивність системи в різних умовах та сценаріях. Моделювання дозволяє виявити можливі недоліки та покращити системи проектування.

4. Четвертий етап – оптимізація.

За підсумками результатів симуляції відбувається оптимізація системи. Це може включати параметри зміни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Томенко В.І., Куценко С.В., Мусієнко М.П. Побудова полісенсорних реконфігурованих пожежно-охоронних систем у приміщеннях на базі технології ZigBee // Пожежна безпека. – 2009. – №4. – Черкаси.: АПБ. – С. 67-70.

УДК 614.8

*Віталій ТОМЕНКО, кандидат технічних наук, доцент, М. ФІЛОЗОФ,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ВИБІР БЕЗДРОТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

У світі, де технології постійно вдосконалюються, питання безпеки є виключно важливим. Системи пожежної сигналізації є одними з найелементарніших елементів забезпечення безпеки у будинках та на об'єктах різного призначення. З розвитком бездротових технологій передачі даних з'явилася можливість створення бездротових систем пожежної сигналізації, що дозволяє значно спростити та покращити процес монтажу, а також забезпечити надійність та ефективність у виявленні та запобіганні пожежам.

Правильний вибір технології може значно підвищити ефективність та надійність роботи системи пожежної сигналізації. При виборі бездротових технологій для систем необхідно враховувати наступне:

1. Діапазон передач - один із найважливіших параметрів при виборі технології. У цьому випадку вказується максимальна видимість між датчиками та центральною станцією (контрольною панеллю). Ця система буде використовуватися у величезній будівлі або на величезних територіях, тому необхідно використовувати технології з більшим діапазоном передач, наприклад LoRaWAN або NB-IoT. Для більшої зручності можна переглянути Zigbee або Bluetooth.

2. Початковий зв'язок є критичним фактором для системної сигналізації, тому наслідки можуть бути серйозними. Технологія дозволяє виключити механічну стійкість до перешкод, інтерференції та перебоїв у мережі. Мережеві з'єднання, такі як Zigbee або Thread, можна вимкнути автоматичне перенаправлення сигналу, що підвищує надійність.

3. Ефективне використання енергії є важливим фактором для системної сигналізації, велика кількість датчиків працює в режимах очищення та відновлення тривалого функціонування батарей. Технології BLE (Bluetooth Low Energy) та Zigbee забезпечують свою енергоефективність.

4. Системи пожежної сигналізації можуть мати високі шанси на бездіяльність та закриття несанкціонованого доступу чи порушення. Потрібно дотримуватися технологій, які мають підтверджені стандарти та механізм шифрування для захисту даних.

5. Інтеграція системи пожежної сигналізації з життєвими циклами.

6. Специфічні особливості проекту системи, для захисту в екстремальних умовах, таких як безпечні зони, можна використовувати спеціалізовані бездротові технології.

Вибір бездротових технологій для моделювання систем послідовної сигналізації має бути обдуманий та обґрунтований на конкретних потребах та умовах проекту.

Існує кілька сучасних бездротових технологій, які успішно можна застосовувати у системах пожежної сигналізації, а саме:

1. Wi-Fi (бездротова локальна мережа)

Wi-Fi є однією з найпоширеніших бездротових технологій і вона широко застосовується в домашніх системах пожежної сигналізації. Ця технологія забезпечує високу швидкість передачі даних та відмінну якість звуку всередині будинку. Датчики та пристрої пожежної сигналізації, підключені до Wi-Fi, можуть швидко та надійно передавати інформацію про пожежі на центральний пульт управління або мобільний додаток для Диптихів.

Переваги Wi-Fi включають можливість пропускання даних, що дозволяє вести відеозаписи зі спостереженням з камери та інші вихідні дані. Однак варто враховувати, що для стабільної роботи системи потрібне надійне та постійне підключення до мережі Wi-Fi, що може забезпечувати наявність батарейних резервів або додаткових джерел живлення.

2. Zigbee

Технологія Zigbee спеціально розроблена для пристроїв, що мало споживають, таких як датчики пожежної сигналізації. Вона забезпечує довгострокову роботу пристрою від батарей та надійний зв'язок на невеликих відстанях усередині будинку. Системи Zigbee дозволяють створювати багато невеликих пристроїв, які можуть підключатися до центрального контрольного пульта.

3. Bluetooth з низьким енергоспоживанням (BLE)

Bluetooth Low Energy (BLE) – це технологія, відома своєю енергоефективністю та підходящою для передачі даних у спокійній обстановці пожежної сигналізації. Датчик BLE може довго працювати від невеликих батарей та підтримувати зв'язок на короткій відстані. Їх можна легко інтегрувати в розумні пристрої та мобільні програми для «Диптихів».

4. LoRaWAN

Якщо ваш будинок знаходиться у віддаленій місцевості або ви хочете виявити забезпечення пожеж поза домом (наприклад, у гаражі або сараї), то технологія Long Range Wide Area Network (LoRaWAN) може бути реалізована. Вона забезпечує дальню дальність дії сигналу та низьке енергоспоживання, що робить її придатною для віддалених об'єктів.

5. Стільниковий зв'язок (3G/4G/5G)

Стільниковий зв'язок також можна використовувати у домашній пожежній сигналізації. При використанні стільникової мережі датчики можуть надсилати повідомлення та сигнали на ваш мобільний телефон або на центральну систему моніторингу у разі виникнення пожежі. Це особливо корисно, коли ви знаходитесь поза домом і хочете бути в курсі того, що відбувається.

Кожна з провідних вищих технологій має свої переваги та обмеження, і вибір залежить від конкретних потреб та об'ємно-планувальних рішень будівель.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту» (наказ Мінрегіонбуду України від 13.11.2014 р. № 312).

2. Галкін П. В. Аналіз моделей та оптимізації збору інформації в бездротових сенсорних мережах // Східно - Європейський журнал передових технологій. – Харків, 2014. – Вип. 71. – С. 24–30.

*Сергій ЦВІРКУН, кандидат технічних наук, доцент, О. КОСТЮК,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ БПЛА В РЕЖИМІ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛЬОТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ І ОБ'ЄКТІВ

На сьогоднішній день більшість існуючих безпілотних літальних апаратів пілотуються вручну, за допомогою пультів дистанційного керування, що працюють на радіоканалах. При ручному управлінні БПЛА виникають труднощі, пов'язані з підготовкою операторів, недостатньою робочою дальністю, а також обмеженнями, що пов'язані з погодними умовами.

Мета дослідження: розробка алгоритму управління БПЛА в режимі польоту по заданій траєкторії, що дозволить покращити керованість та стабільність літального апарату в режимі автоматичного польоту.

Проведені дослідження привели до створення алгоритму керування, що забезпечує безпечне керування в штатному режимі польоту безпілотного літального апарату зі специфічною конструкцією. При цьому отримано такі наукові результати:

- досліджено БПЛА заданого класу як об'єкт керування;
- розроблено динамічну модель літака для відпрацювання алгоритму керування;
- створено алгоритм керування для БПЛА.

Для відпрацювання моделі системи керування запропонована імітаційна модель, яка б замінила реальний об'єкт керування, знизивши ризик поломки у випадках допущення помилок системою автоматичного керування до нуля, а також сприяла прискоренню відпрацювання системи на імітаційній моделі. Розглянуто різні варіанти моделювання з використанням авіасимуляторів. Під час розробки моделі САК побудована експериментальна модель в авіасимуляторі FlightGear, що дозволила визначити подальший план роботи, а також візуалізувати імітаційну модель. Фінішна модель спроектована в програмному комплексі MATLAB Simulink.

В роботі використані ПІД-регулятори для вирішення завдання керування польотом ЛА по заданій траєкторії. Розглянуто різні способи отримання коефіцієнтів ПІД-регулятора. Отримано коефіцієнти, що задовольняють вимогам системи автоматичного керування. На вхід регулятора подаються помилки значень по кутах тангажа і курсу літака, а на виході отримані значення кутів, згідно з якими відхиляються органи керування. З отриманих графіків можна побачити, що перехідний процес стійкий, а автопілот здатний справлятися з поставленим завданням польоту по заданій траєкторії довільного виду.

Надалі можна будувати на базі існуючої імітаційної моделі більш складні алгоритми керування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андерсон, Джон Д. (2008). «Введення в польоти» шосте видання. McGrawHill. ISBN 0-07-126318-7. вебсайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>.

2. Стельмах Н.В. Програмний модуль для прискореної технологічної підготовки складального дрібносерійного виробництва приладів // Вісн. НТУУ “КПІ”. Машинобудування. — 2009. — № 54. — С. 12—17.

3. Офіційний сайт представник симулятора FlightGear. [Електронний ресурс], Містить базу знань про симуляторі FlightGear. Режим доступу: <http://www.flightgear.org/>, вільний.

*Сергій ЦВІРКУН, кандидат технічних наук, доцент, В. МОГИЛЬНИЙ,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

УДОСКОНАЛЕННЯ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ РАДІАЦІЇ НАВКОЛО ЧАЕС

На сьогоднішній день існує проблема у відсутності даних по радіаційному фону ЧАЕС. За допомогою таких даних можна буде спрогнозувати рівень радіації на досить великий період часу.

Взагалі область досліджується протягом багатьох років але за цей час не з'явилося ніяких розробок по даній темі або хоча б відкриті результати за певний період. Все що є зараз на ринку це звичайний моніторинг рівня забруднення в даний час.

Було вирішено створити таку систему самостійно за допомогою тривалого збору даних. Спочатку потрібно обрати підходящі ресурси з інформацією про рівень радіації і погодних умов для більш точного аналізу в подальшому.

Після отримання достатньої кількості результатів можна провести аналіз на виявлення залежності радіації від інших факторів. Після цього навчити відповідну модель для подальших прогнозів і створити інтерфейс для даної системи.

Отже, якщо дотримуватися встановленого плану й постійно спостерігати за аналогічними системами то можна зробити систему з мінімум недоліків.

Задачі для створення даної системи розділяються на такі пункти:

- основні задачі;
- збір даних – тут описуються всі задачі, які необхідні для збору даних, зі сайтів з інформацією, для даної системи;
- аналіз даних – описуються які потрібні задачі для кореляційного аналізу даних;
- прогнозування даних – описуються які потрібні задачі для прогнозування даних про стан довкілля;
- інтерфейс системи – описуються задачі для створення простого та інтуїтивного інтерфейсу;

В даній роботі було здобуто навички розробки аналітичних систем та пошук підходящих для них даних за допомогою мови програмування Python.

Було проведено огляд методів і засобів розробки системи а саме мова програмування Python та додаткові бібліотеки. PyMySQL, tkinter і sklearn. Також всі результати зберігаються в базі даних MySQL

Була розроблена система яка збирає та аналізує дані а потім будує регресійну модель для прогнозів рівня радіації на ЧАЕС. Дана система була протестована з різними методами регресії і різним набором вхідних параметрів. На основі тестів було вибрано оптимальні рішення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Головний центр спеціального контролю. URL: <https://gcsk.gov.ua/radionuklidnij-monitoring/> (дата звернення: 27.11.2022).
2. Radioactive Team: веб сайт. URL: <https://www.chernobylzone.com.ua/uk/radiation.html> (дата звернення: 27.11.2022).
3. Sinoptik. URL: <https://sinoptik.ua> (дата звернення: 27.11.2022).
4. Головна сторінка мови програмування Python. URL: <https://www.python.org> (дата звернення: 27.11.2022).

*Сергій ЦВІРКУН, кандидат технічних наук, доцент, Є. ТОНКОВИД,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙ НА ТРУБОПРОВОДАХ

З точки зору безпеки трубопроводи мали хороший досвід у перевезенні небезпечних матеріалів, але зараз виникають декілька факторів, які дозволяють зробити висновок, що дотримання найкращих міжнародних стандартів трубопровідності може бути недостатнім для задоволення безпеки та екологічних очікувань суспільства.

Недоліки трубопроводів, що містять деякі небезпечні матеріали, можуть становити

Метою є створення методичної та алгоритмічної бази для ГІС аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.

Для досягнення поставленої задачі були сформульовані наступні **завдання**:

– проаналізувати критерії та показники екологічних ризиків аварій на трубопроводах;

– проаналізувати сучасні інформаційні ГІС-технології в задачах моніторингу довкілля;

– визначити розрахункові моделі оцінки екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах;

– спроектувати архітектуру системи ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах;

– розробити програмне забезпечення для ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах. серйозні ризики навіть з невеликих викидів.

На основі аналізу факторів виникнення аварій на газо-нафтопроводах сформована інформаційна система показників екологічного ризику.

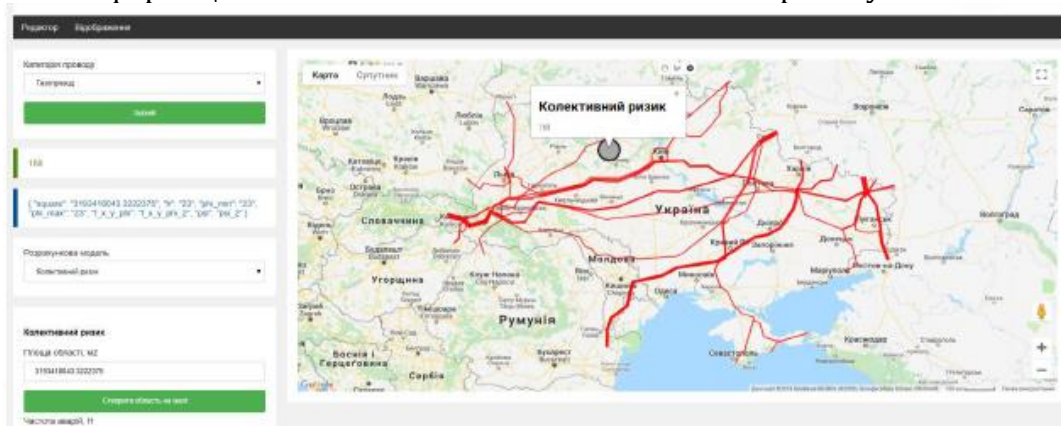


Рис. 1. Прорахований ризик і виведення результатів над зоною ураження

Аналіз сучасних інформаційних ГІС технологій що використовуються в задачах моніторингу довкілля показав, що існує велика кількість аналогів, але всі вони надзвичайно складні в освоєнні, потребують завантаження або створення самих карт, на відміну від Google Maps і крім того для проведення аналізів будь-якого роду потрібні сторонні, платні плагіни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Порядок декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11.07.2002р. №956.ДНАОП 0.00-8.22-02.

УДК 351.862.

*Сергій ЦВІРКУН, кандидат технічних наук, доцент, О. ЧЕХМЕСТРЕНКО,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-ПОШУКОВИХ РОБІТ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПЛОТНИХ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ

Здатність використання безпілотних підводних апаратів (БПА) поліпшує вирішення значної кількості завдань пов'язаних з проведенням дослідження водного середовища, як для військового так і для цивільного використання. Наразі уже створено велику кількість безпілотних апаратів, які відрізняються системами живлення системами керування, призначенням, масою та габаритними показниками. При проектуванні БПА, всі ці особливості мають бути врахованими.

При виконанні будь яких підводних робіт, БПА має переміщуватись у середовищі з високим рівнем точності. Ефективність руху залежить від якості проектування корпусу апарату, що є одним із найважливіших її складових. Також, слід враховувати необхідність зменшення часу виконання робіт для зниження собівартості його використання. Найпростішим способом для досягнення цілі є збільшення швидкостей руху БПА по заданій траєкторії, без зменшення максимального часу роботи, тому виникає велика потреба у проектуванні якісної моделі на яку, мінімально впливатиме зовнішнє середовище.



Рис 1. Сканування дна БПА

Одним із важливих завдань яке потрібно виконати, це створення ефективного способу перевірки якості спроектованої моделі за різних умов, без необхідності експериментально її перевіряти, так як це викликає збільшення часу та матеріальні витрати.

Метою роботи є проведення моделювання складного руху безпілотного підводного апарату.

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі завдання:

1. Огляд стану проблеми: огляд безпілотних підводних апаратів (БПА), їх характеристик, моделей та методів дослідження руху.
2. Обґрунтування геометричної моделі БПА, обґрунтування траєкторій руху БПА.
3. Вибір та обґрунтування програмного середовища для імітаційного моделювання БПА; розробка методики проведення імітаційного моделювання.
4. Імітаційне моделювання складного руху БПА для різних траєкторій та швидкості руху, визначення гідродинамічних характеристик БПА.
5. Встановлення та аналіз функціональних залежностей гідродинамічних характеристик від параметрів складного руху БПА.
6. Розробка рекомендацій щодо забезпечення маневреності БПА

Аналізуючи особливості руху безпілотного підводного апарату, було визначено основні найскладніші траєкторії для виконання маневру. По закінченню обрання траєкторій, взято дві моделі які будуть виконувати рух по траєкторії. Для проведення моделювання було обране та обґрунтоване програмного середовища для імітаційного моделювання БПА; розроблена методики проведення імітаційного моделювання. Для цього було обране програмне середовище ANSYS, а саме його підпрограму Fluent Flow. По закінченню якого проведене імітаційне моделювання складного руху БПА для різних траєкторій та для обох моделей, визначені гідродинамічні характеристик БПА.

ЛІТЕРАТУРА

1. Barshan B., Durrant-Whyte HF Інерціальні навігаційні системи для мобільних роботів. 11 :328–342.
2. ANSYS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ansys.com/>

УДК 351.862.

*Сергій ЦВІРКУН, кандидат технічних наук, доцент, О. ШУМИГОРА,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ІНФОРМУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС ПОВІТРЯНОЇ ТРИВОГИ

В більшості додатків, які інформують про повітряну тривогу, невирішена задача пошуку найближчого укриття. Це допоможе цивільному населенню не втрачати час на пошук інформації.

Саме тому розробка автоматизованої системи інформування цивільного населення під час надзвичайної ситуації є важливою і актуальною задачею під час військового стану та можливих військових дій на території України.

Метою дослідження є створення автоматизованого мобільного додатка. основним функціоналом якого є отримання сповіщення про повітряну тривогу та пошук найближчого укриття у місті Київ, з додатковою функцією інформування користувачів про потенційно небезпечні об'єкти та поради щодо поведінки під час повітряної тривоги.

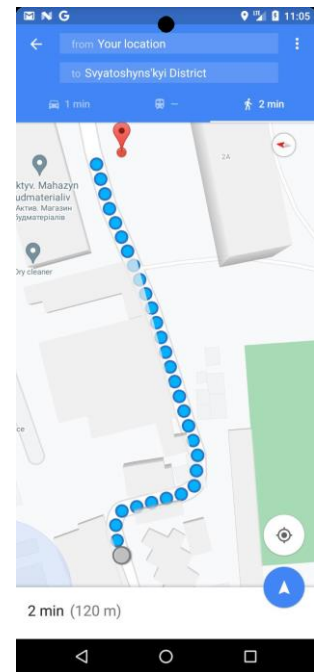
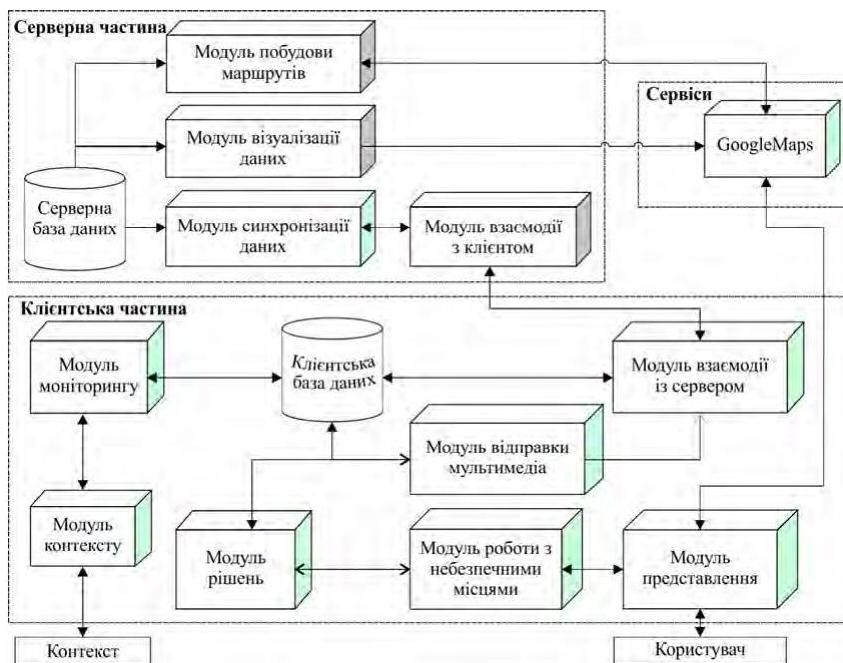


Рисунок 1. Структура мобільного додатку

Рисунок 2. Прокладений маршрут до укриття.

В результаті роботи було розглянуто основні типи сучасних автоматизованих систем інформування цивільного населення під час надзвичайної ситуації військового характеру, а саме: повітряної тривоги та інформування населення про дії в умовах виникнення повітряної тривоги.

Було розроблено програмний продукт в вигляді мобільного застосунку, який має функціонал інформування про небезпечні об'єкти та поради щодо поведінки під час повітряної тривоги. Додаток інформує користувачів про повітряну тривогу та знаходить найближче укриття в виді push сповіщення, та має змогу автоматичної побудови маршруту за допомогою google maps. Продемонстровано приклади роботи додатка та показано його функціонал.

ЛІТЕРАТУРА

1. Охорона праці та цивільний захист / О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний, Ю. О. Полукаров. – Київ, 2019. – 408 с.
2. Денисенко С. Автоматизовані системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення / С. Денисенко, І. Гасек, О. Гуменюк. – Київ: МНС України, 2011.
3. Васильева К. Н. Обзор программных средств для разработки мобильных приложений / К. Н. Васильева, Г. Я. Хусаинова. // Technical science. – 2020. – №2. – С. 20–21.

Секція 4. Теоретичні та практичні аспекти охорони праці в галузі цивільної безпеки

УДК: 331.45:004.9

*І. БАШУК, Д. КРИШТАЛЬ, кандидат наук з державного управління,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ: ЇХ РОЛЬ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Інновації та технології відіграють важливу роль в забезпеченні безпеки праці у сфері цивільного захисту. Цивільний захист включає в себе заходи та дії, спрямовані на запобігання та ліквідацію надзвичайних ситуацій, таких як природні катастрофи, техногенні аварії, пожежі та інші події, що можуть загрожувати життю і здоров'ю людей, а також призводити до значних матеріальних збитків. Ось деякі способи, які інновації та технології сприяють забезпеченню безпеки праці у цивільному захисті[1]:

- Системи раннього попередження та моніторингу. Сейсмічні мережі: Мережі сейсмічних датчиків і вимірювальних приладів відслідковують землетруси і можуть надсилати попередження за декілька секунд до початку землетрусу, щоб люди мали можливість врятуватися. Метеорологічні радары і супутникові системи: Вони дозволяють відстежувати погодні умови і передбачати надзвичайні погодні події, такі як урагани, повені або сильні бурі.

- Дрони для оцінки збитків та пошуку та рятування. Дистанційні дрони: Дрони обладнані камерами та тепловізорами для пошуку постраждалих в уламках або з висоти. Вони можуть швидко здійснювати аеріальну розвідку та передавати зображення на місце події.

- Системи комунікацій та координації. Системи радіо та сотового зв'язку: Забезпечують надійний зв'язок між рятувальниками, командами та керівництвом в надзвичайних ситуаціях. Системи геолокації: Допомогають визначити точне розташування рятувальників та постраждалих.

- Штучний інтелект та аналітика даних. Прогнозування ризиків: ШІ може аналізувати великі обсяги даних для прогнозування ризиків і розробки стратегій попередження надзвичайних ситуацій. Аналіз даних надзвичайних ситуацій: дозволяє робити швидкий аналіз інформації під час надзвичайних подій та приймати ефективні рішення щодо реагування.

- Особисті захисні засоби і технології. Розробка нових матеріалів: Інновації в матеріалознавстві дозволяють створювати більш ефективні та легкі захисні костюми та обладнання. Медичні технології: Захисний одяг може бути обладнаний медичними сенсорами для відстеження стану здоров'я рятувальників.

- Технології навчання та симуляції. Віртуальна реальність: Дозволяє тренувати рятувальників у віртуальних симуляціях надзвичайних ситуацій, що допомагає підвищити їх навички та реакцію на стресові ситуації.

• Роботизовані системи. Автономні роботи для пошуку та рятування: Роботи можуть надавати допомогу у складнодоступних чи небезпечних місцях, де люди можуть бути в небезпеці.

Актуальність полягає в тому, що інновації та технології грають критичну роль в забезпеченні безпеки праці у сфері цивільного захисту. Вони допомагають зменшити ризики та збитки, пов'язані з надзвичайними ситуаціями, і рятують життя та майно громадян[2]. Інновації, такі як системи моніторингу, дрони, штучний інтелект, роботизовані системи та інші, дозволяють ефективно прогнозувати, реагувати та відновлювати в умовах кризи. Неперервний розвиток та впровадження цих технологій є важливим завданням для підвищення безпеки та захисту громадян у надзвичайних ситуаціях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Основи охорони праці : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Р. М. Івах, Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, М. М. Козяр. - К. : Кондор, 2011. - 462 с.
2. Демиденко Г. П. Безпека життєдіяльності. навч. посіб. / Г. П. Демиденко. - Київ : НТУУ «КПІ», 2008. - 300 с.

*К. БІЛОУСОВА, І. ПЕТРЕНКО,
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ В УМОВАХ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Фактори безпеки, необхідно виявляти та оцінювати на всіх робочих місцях. Виявлені фактори, по можливості, необхідно повністю знешкодити. Значення небезпек, які залишаються, визначаються в рамках оцінки ризиків.

Щоб оцінити на підприємстві рівень професійного ризику і прийняти відповідні управлінські рішення використовують безліч методів оцінки ризику. Проте всі вони здебільшого спираються на методи експертних оцінок.

Метою дослідження є ідентифікація професійних ризиків на одному з гірничо-збагачувальних підприємств Полтавського регіону для подальшого аналізу та пошуків заходів щодо зменшення їх впливу на робітників або повної їх ліквідації.

Підвищення ефективності управління виробництвом на рівні організацій в ринкових умовах передбачає ефективне функціонування відповідних систем управління, які оперують в своїх сферах відповідальності. Сучасний підхід до організації робіт у сфері охорони праці передбачає створення системи управління охороною праці (СУОП).

Для цього роботодавець повинен мати достовірні і обґрунтовані способи визначення рівневих значень професійних ризиків на кожному робочому місці, мати в своєму розпорядженні можливість їх аналізувати і, відповідно, ними управляти.

Законодавчо певне тлумачення терміну «професійний ризик» - це вірогідність пошкодження здоров'я або втрати працездатності або смерті працюючого в результаті дії шкідливих і (або) небезпечних виробничих чинників.

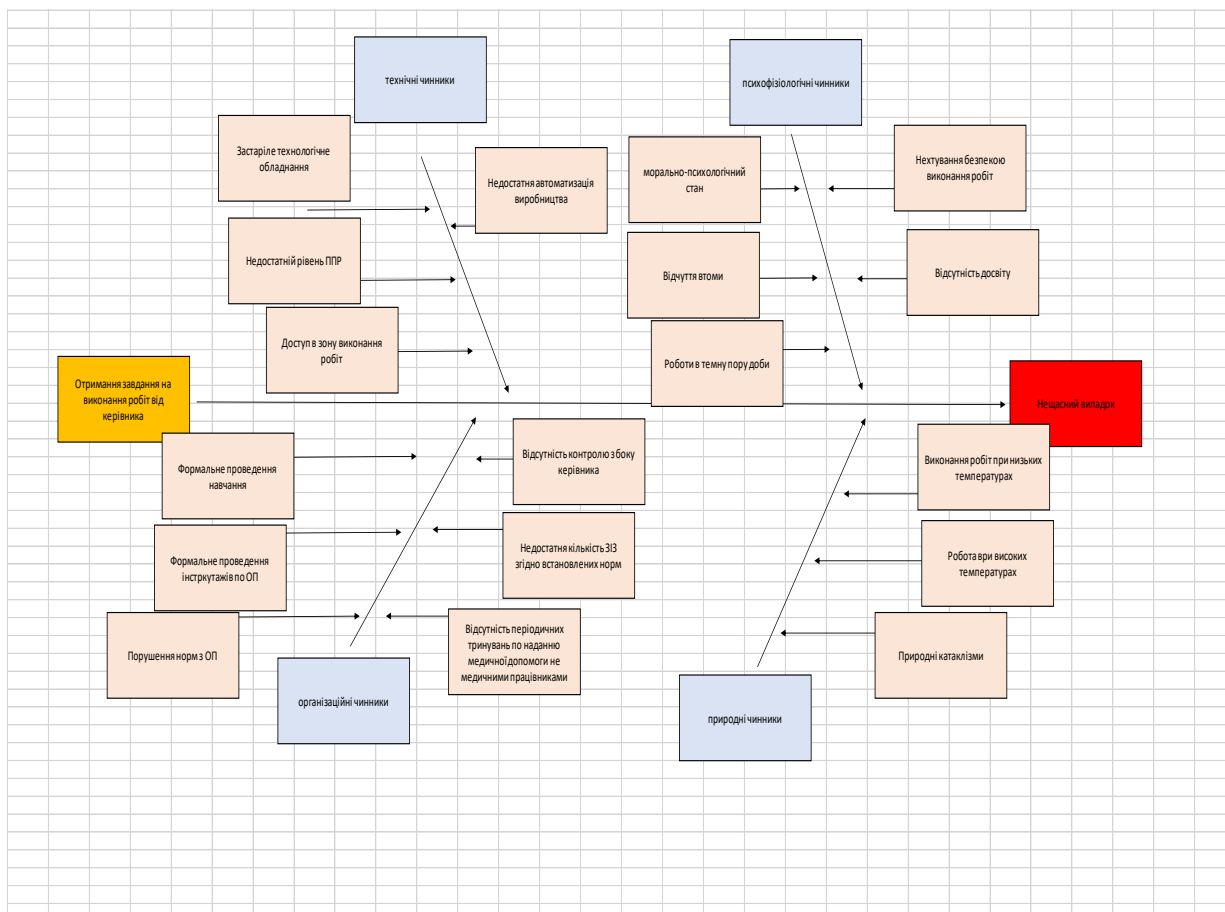
Оцінка професійних ризиків може відбуватися якісними і кількісними методами. При цьому якісні методи оцінки ризиків використовуються для виявлення і ідентифікації існуючих причин і видів ризиків, а кількісні - для оцінки частоти або вірогідності певних серйозних наслідків в результаті цих ризиків.

Звичайно, методи кількісної оцінки більш трудомісткі, і їх вживання зазвичай пов'язане із залученням фахівців з різних областей. Проте їм властивий і ряд переваг: по-перше, лише чисельно виражені ризики або їх компоненти можна порівнювати між собою; по-друге, оцінка відтворна, тобто розрахунки можна повторити; по-третє, значення, отримані шляхом розрахунків, є об'єктивнішими, ніж засновані на якісному порівнянні.

Територія ГЗК насичена залізничним і автомобільним транспортом, у виробничих цехах експлуатується велика кількість вантажопідйомного, технологічного, металообробного та допоміжного обладнання, тому перебуваючи на території комбінату та у виробничих корпусах необхідно бути уважним і дотримуватися особистої обережності. Підприємство складається з великої кількості виробничих підрозділів, управлінь, відділів зі складними виробничими процесами.

Умови роботи для працівників характеризуються значними ризиками, пов'язаними з можливістю травмування, втратою слуху та здоров'я внаслідок дії шкідливих факторів виробничого середовища, таких як пил, шум, вібрація, радіація та інші. Крім того, ризик виникнення аварійної ситуації під час роботи з технологічним обладнанням є досить великим, особливо при необережному поводженні з обладнанням та несвоєчасному його обслуговуванні. ГЗК підтримуючи політику у сфері охорони здоров'я та безпеки праці, орієнтуючись на прогресивні методи та стандарти по ідентифікації небезпек, створених на робочому місці, оцінки ризиків, пов'язаних з цими небезпеками, з тим, щоб установити, які заходи необхідно здійснити для захисту здоров'я та безпеки праці працівників з урахуванням вимог законодавства, та опираючись на існуючі стандарти [1, 2].

Виходячи з вищезазначеного авторами було визначено ризики на прикладі діаграми Ісікави [3]:



Отже, ідентифікація небезпек та оцінка ризиків допомагають визначити можливі ризики для працівників та встановити необхідні заходи для запобігання їх виникненню або зменшенню ступеня ризику. Проведення заходів щодо усунення ризиків та аналіз їх ефективності дозволяє виявити та вирішувати проблеми, пов'язані з безпекою праці. Таким чином, система управління ризиками є важливим елементом для забезпечення безпечних та здорових умов праці.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ISO 31000:2018. ДСТУ ISO 31000:2018 Менеджмент ризиків. Принципи та настанови (ISO 31000:2018, IDT). На заміну ДСТУ ISO 31000:2014 ; чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 23 с.
2. ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013. ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (ІЕС/ISO 31010:2009, IDT). Чинний від 2014-07-01. Вид. офіц. Київ : ДП «НДІ «Система», 2014. 79 с.
3. Ченчева О. О., Сукач С. В. Петренко І. С, Караєва Н. В. Принцип побудови бально-модифікованої діаграми Ісікави як сучасного інструментарію аналізу ризиків видобувних та механообробних підприємств. Системи управління, навігації та зв'язку. Полтава: ПолтНТУ, 2023. Вип. 1(71). С. 163–166.

УДК 331.45

*І. ВАСИЛЬЄВ, кандидат юридичних наук, доцент,
А. ПРУСЬКИЙ, доктор технічних наук, професор,
В. ТИЩЕНКО, кандидат наук з державного управління, доцент, І. ГОЛУБЕЦЬ,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРАВИЛ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В ОРГАНАХ ТА ПІДРОЗДІЛАХ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

В сучасних умовах проблема безпеки на виробництві є дуже актуальною, оскільки комфортні та безпечні умови праці є одним із основних факторів, який впливає на продуктивність праці та забезпечує життя та здоров'я працівників.

Дослідження та виявлення можливих причин нещасних випадків при виконанні бойових завдань, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, підготовка вимог і заходів, що направлені на усунення цих причин дозволяють створити безпечні й сприятливі умови для праці в кожному підрозділі ДСНС. Однією з основних проблем в системі організації безпеки та охорони праці в органах і підрозділах цивільного захисту є недосконалість основного відомчого документу, а саме: «Правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС України» (далі – Правила), затверджені наказом МНС України № 312. Правила були розроблені науковцями Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки спільно з сектором охорони праці МНС України ще у 2007 році й на той час враховували всі ймовірні ризики для особового складу при виконанні завдань за призначенням.

Як показало вивчення сучасного стану травмування серед працівників служби, у тому числі, причин та умов отримання травм, за 16 років більша частина Правил втратила свою актуальність, поряд із цим рівень травмування серед особового складу залишається дуже високим і має тенденцію до збільшення.

Враховуючи це окремим дорученням ДСНС на початку цього року було

поставлено завдання щодо корегування діючих Правил. На цій підставі створено відповідну науково-робочу групу до складу якої увійшли, у тому числі, й працівники Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту.

На початку своєї діяльності члени групи планували лише обмежитися внесенням змін і доповнень в існуючі розділи Правил, проте ретельне вивчення нагальних проблем щодо травмування особового складу спонукали погодитися з їхньою ж пропозицією щодо створення нової редакції Правил.

Так, якщо взяти розділ № 2 «Вимоги безпеки до службових приміщень і споруд» – у діючих Правилах окреслені вимоги безпеки праці виключно для будівель пожежних депо, будівлі аварійно-рятувальних загонів, інші споруди, у тому числі виробничі, що використовуються у територіальних підрозділах ДСНС не прописані.

Крім цього, перелік приміщень не відповідає сучасним вимогам, також є невідповідність сучасним вимогам безпеки до гаражів (нова техніка, відповідні зміни до відстані – ворота, стіни, автомобілі тощо), постів технічного обслуговування, приміщень акумуляторів тощо.

Також великою проблемою сьогодення стало конструктивні особливості самої будівлі пожежного депо – нова техніка не можуть заїхати до приміщення гаражу (не проходять по висоті). У зв'язку із цим керівники підрозділів вирішуючи ці проблеми самостійно, а саме: зрізають поручні на кришах автоцистерни, углиблюють поли гаражів (що приводить до накопичення СО) тощо підвищуючи ризики травмування особового складу підрозділів.

Розділи №3 та №4 – потребують втручання майже у кожний параграф, у тому числі внесення змін і доповнень до нормативів збору особового складу, виїздів за сигналами тривоги, бойового розгортання тощо.

Крім того на сьогоднішній день гарнізони отримали у якості гуманітарної допомоги велику кількість обладнання та спеціальної техніки, яка потребує за кожним її видом інструкцій з охорони праці. Все це у свою чергу потребує внесення змін і доповнень і в інші параграфи Правил.

Також на сьогоднішній день планується створити нові розділи Правил, яких не існувало, а саме: «Безпека праці при виконанні завдань за призначенням в умовах воєнного стану та бойових дій»; «Безпека праці при виконанні робіт з гуманітарного розмінування»; «Безпека праці при у закладах вищої освіти, навчально-методичних центрах та навчальних пунктах при проведенні занять з особовим складом»; «Безпека праці при виконанні господарських та ремонтних робіт на висоті»; «Безпека праці при несенні служби»; «Безпека праці при гасінні пожеж».

Так, розділ «Безпека праці при у закладах вищої освіти, навчально-методичних центрах та навчальних пунктах при проведенні занять з особовим складом» буде включати в себе більше 100 практичних заходів безпеки та регламентів діяльності щодо запобігання травмування персоналу, у тому числі планується розробити конкретні обов'язки та відповідальність всіх учасників процесу від курсанта (слухача) до ректора.

Розділ «Безпека праці при гасінні пожежі» буде включати понад 50 додаткових параграфів з окресленням заходів безпеки при гасінні пожежі за різноманітними видами та на об'єктах різного призначення - елеватори, склади нафтопродуктів, холодильники, автотранспорт, підприємства металургії та машинобудування, атомні електростанції тощо.

Так, параграф «Заходи безпеки під час гасіння пожеж на аеродромах та повітряних суднах» буде складатися із 15 заходів, а параграф «Заходи безпеки під час гасіння пожеж на залізниці» із 28 заходів.

Створення нових розділів, а також внесення змін і доповнень потребувало не тільки кропіткої роботи, а й проведення наукових досліджень.

Сьогодні науковцями нашого закладу проводяться дослідження і за іншими напрямками профілактичної діяльності, за результатами яких планується здійснити корегування інших розділів Правил.

І на останок: забезпечення безпеки особового складу завжди залишиться пріоритетним напрямком діяльності служби. Запобігання гибелі та травмування особового складу органів і підрозділів цивільного захисту при виконанні завдань за призначенням особливо в умовах воєнного стану та підвищеного навантаження потребує: кропіткої профілактичної роботи з боку керівників всіх рівнів управління; запровадження в усіх органах та підрозділах проведення на постійній основі проведення занять, навчань і тренувань; внесення змін і доповнень в законодавчі та нормативно-правові документи стосовно забезпечення безпеки та соціального захисту особового складу та працівників ДСНС України щодо виконання завдань за призначенням в умовах війни.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Закон України «Про охорону праці» 14 жовтня 1992 року N 2694-XII.
2. Наказ МНС України від 07.05.2007 № 312 «Про затвердження Правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС України».

УДК 614.84

*І. ВАСИЛЬЄВ, кандидат юридичних наук, доцент,
В. ТИЩЕНКО, кандидат наук з державного управління, доцент,
В. ЄЛІСЄЄВ, кандидат технічних наук, доцент, І. ГОЛУБЕЦЬ,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ ПІД ЧАС ПОЖЕЖ В ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЦЕНТРАХ

Сучасний торговельно-розважальний центр (далі – ТРЦ) є групою підприємств торгівлі, з єдиним управлінням, що знаходяться в одній будівлі або у комплексі споруд. Також сучасний ТРЦ може являти собою великий комплекс багатопверхових будинків, в якому крім магазинів розташовуються кафе, бари, казино, кінотеатри, боулінг тощо. Як правило, комплекс обладнаний ескалаторами, ліфтами, забезпечений місцем для паркування особистого транспорту для покупців, що розташовуються біля станцій метро або зупинок іншого громадського транспорту.

Проектування та будівництво ТРЦ здійснюється з урахуванням вимог [1, 2]. При цьому необхідно використовувати виключно високоякісні будівельні матеріали і сучасне обладнання, завдяки чому вдасться досягти високих результатів і надійності при подальшій експлуатації. Крім цього, вагомим аспектом є дотримання вимог нормативно-правових актів в сфері техногенної, пожежної та екологічної безпеки, а також заборона застосування токсичних

матеріалів, що завдають шкоди здоров'ю людям та підвищують пожежну небезпеку центру [3, 4].

В залежності від характеру діяльності підприємства, функцій, які воно виконує, формується виробнича структура, яка забезпечує ефективну діяльність того чи іншого закладу центру. Так, у функціональній структурі роздрібно торгівлі передбачаються такі групи приміщень:

- торговельні та інші приміщення для обслуговування покупців (торговельні зали, зали приймання та видавання замовлень, кафетерії тощо);
- приміщення для приймання та зберігання товарів, приміщення для підготовки товарів до продажу (приймальні, розвантажувальні, комори та склади, охолоджувальні камери, фасувальні, комплектувальні відділи замовлень тощо);
- підсобні приміщення для зберігання тари, контейнерів, упаковки, інвентарю, спецодягу тощо);
- службові та побутові приміщення (адміністративні, конторські, пожежний пост, кімнати для персоналу, гардеробні, душові, туалети тощо);
- технічні приміщення систем інженерного обладнання (венткамери, машинні відділення ліфтів та холодильників, тепловий вузол, насосна станція пожежогасіння тощо).

Згідно із статистичними даними про пожежі найбільш негативними та трагічними наслідками пожеж у ТРЦ є загибель людей, спричинена зокрема недосконалістю або відсутністю заходів управління евакуацією відвідувачів та персоналу під час пожежі, що безпосередньо пов'язано зі специфікою планування будівель та споруд центрів, архітектурно-будівельними рішеннями та іншими особливостями пов'язаними з функціональною розгалуженістю приміщень.

До основних організаційних заходів пожежної безпеки в приміщеннях ТРЦ слід віднести:

- забезпечення об'єкту розпорядчими документами та інформаційними показниками з пожежної безпеки;
- використання на етапах будівництва та реконструкції виключно високоякісних будівельних матеріалів, рівень пожежонебезпеки яких задовольняє вимоги державних будівельних норм;
- дотримання вимог щодо категорій будівель та приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою;
- постійний контроль за функціонуванням системи протипожежного захисту;
- створення служб пожежної безпеки;
- вивчення правил пожежної безпеки та проведення навчальної роботи з працівниками, спрямованої на запобігання пожежам;
- розроблення інструкцій з дотримання правил пожежної безпеки для різних типів приміщень та щодо дій персоналу під час пожежі;
- проведення з працівникам інструктажів з питань пожежної безпеки;
- проведення об'єктових протипожежних тренувань та навчань;
- проведення періодичних тренувань персоналу з евакуації відвідувачів;
- проведення щоденного контролю за протипожежним станом будівлі центру, у тому числі, недопущення захарашення шляхів евакуації та евакуаційних виходів;

- перевірка стану електромереж, вогнегасників, систем протипожежного захисту, оповіщення, джерел внутрішнього та зовнішнього протипожежного водопостачання;
- забезпечення відвідувачів пам'ятками з окресленням алгоритму дій у разі пожежі [1, 2].

Тільки комплексна реалізація заходів протипожежного захисту може забезпечити безпеку, як відвідувачів, так і працівників ТРЦ.

Тому, своєчасне оповіщення та евакуація людей, а також впровадження заходів щодо гасіння пожежі, дозволять не тільки вивести людей із небезпечної зони, а й уникнути їх загибелі чи травмування, зменшити наслідки пожежі, й врятувати матеріальні цінності.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-23:2009 Будинки і споруди підприємства торгівлі. Зі зміною №1 [Чинний від 01.07.2009]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 50 с.
2. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. Зі зміною № 1 [Чинний від 01.01.2020]. Вид. офіц. Київ: ДП “УкрНДНЦ”, 2020. 87 с.
3. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 2.10.2012 № 5403-VI // База даних “Законодавство України” / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 10.05.2022).
4. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні: наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417 // База даних “Законодавство України” / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 10.05.2022).

УДК 614.841.332

*Петро ЗАЙКА, кандидат технічних наук, доцент,
Наталія ЗАЙКА, Л. ІЛЛАРІОНОВА,*

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Захист будівель та інженерних споруд краще за все проводити в термінах «шарів захисту», «кільць захисту» або «захисту в глибину», метою якого є виявлення й ослаблення небезпек на якомога більш віддаленому зовнішньому кільці безпеки. Втім, усі небезпеки не завжди можна (а точніше, майже ніколи!) зупинити на одному і тому ж шарі або кільці, тому застосування підходу з пошаровим і об'єднаним забезпеченням безпеки є надзвичайно важливим. Ефективний пошаровий захист передбачає використання усіх захисних ресурсів, що включають:

- постійне відстежування і своєчасне оповіщення про місцеві та національні джерела загроз і повідомлення інформації секретного характеру;
- здійснення постійного нагляду за прилеглою територією;
- ефективне використання майна на прилеглий території, місцях доступу сторонніх і транспортних шляхах;
- ефективне використання адміністративного контролю, ідентифікації транспортних засобів і персоналу;

- постійне проведення інспекцій транспортних засобів і персоналу, а також техніки разом із ефективними протоколами їх використання;
- створення фізичних бар'єрів для перешкоджання пересуванню транспортних засобів і персоналу;
- застосування сучасних методів і технічних засобів контролю доступу;
- використання захисних пристосувань при проектуванні та зведенні елементів будівель;
- ефективне залучення до роботи експертів із захисту споруд та вжиття захисних заходів.

Як вбачається з наведеного переліку, експлуатаційні обмеження і проведення контролю є важливими складовими забезпечення безпеки як території зокрема, так і захисної системи будівлі й території в цілому. При цьому безперечним є те, що облаштування уздовж периметра бар'єрів проти проникнення транспортних засобів допомагає збільшити відстань до вибуху.

Додатково до рекомендацій щодо облаштування території та встановлення обмежень, розподіл внутрішнього простору будівлі варто проектувати таким чином, щоб мінімізувати для людей небезпеку наслідків вибуху і уламків, які розлітаються. Скажімо приміщення уздовж периметра, які мають невеликі розміри та площі, можуть бути переплановані під склад або приміщення, де заборонено постійне перебування людей. Дуже важливе значення має контролювання доступу біля входів у будівлю, яке безсумнівно не тільки запобігає проникненню всередину осіб, які несуть вибухівку, а й усуває необхідність посилення внутрішніх конструктивних елементів. Також у багато разів обмежує небезпеку вибуху в головній будівлі ще й проведення перевірки предметів, пошти та пакетів, які доставляються до неї, яку необхідно виконувати поза стінами будівлі або навіть поза прилеглою територією в окремому спеціально обладнаному приміщенні.

Стосовно ж прийнятних експлуатаційних якостей конструкції в умовах вибухових, ударних чи наростаючих руйнувань слід зауважити, що ці якості пов'язані з послабленням безпеки і запобіганням нещасним випадкам. Зазвичай, оскільки допускається напружена робота елементів, які піддаються впливу цих навантажень, вони працюють в умовах контрольованих деформацій, тобто вказуються деякі допустимі переміщення, повороти або пластичність (на основі мінімізації уламків) для кожного типу конструктивного елемента в розрахунку на вибухові навантаження. А для прогресуючих руйнувань необхідно додатково обумовлювати межі деформацій задля забезпечення існування деяких залишкових можливостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Заїченко В. І. Конспект лекцій з курсу «Безпека праці в будівництві» / В. І. Заїченко; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014.
2. Обстеження, випробування та експлуатація будівель і споруд : навчальний посібник / М. М. Корзаченко, І. О. Прибитько, Т. Р. Ганєєв, М. Г. Болотов. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2021.

*Л. КАЛИНЕНКО, О. СЛУЦЬКА, кандидат технічних наук, А. ФОМІН,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

ОРГАНІЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ РЯТУВАЛЬНИКІВ ВІД ВПЛИВУ РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЗБРОЇ МАСОВОГО УРАЖЕННЯ

Для організації робіт у зонах радіаційної аварії необхідно використовувати положення, які викладені в нормативних, нормативно-правових та методичних документах [1 - 9].

Основними шкідливими факторами, які визначають необхідність застосування засобів індивідуального захисту в умовах радіаційних аварій чи застосування зброї масового ураження, є надходження радіоактивних речовин до організму людини та радіоактивне забруднення покривів шкіри, яке обумовлюється радіоактивним забрудненням місцевості, поверхонь різних об'єктів та повітря.

Основною метою комплексу заходів з організації індивідуального захисту рятувальників, які проводять роботи в аварійних осередках, є [3]:

- виключення або зниження до встановлених нормативними документами допустимих величин надходження в організм людини радіонуклідів, а також радіоактивного забруднення шкіри персоналу, який приймає участь у рятувальних роботах та ліквідації наслідків аварії;

- попередження розповсюдження радіоактивного забруднення за межі зони аварії через забруднений одяг, взуття та інші ЗІЗ.

В умовах високих рівнів забруднення поверхонь бета - активними радіонуклідами застосування додаткових ЗІЗ повинно також суттєво знизити опромінення шкіряних покривів та кришталика ока людей.

Основними особливостями, які визначають організацію індивідуального захисту під час ліквідації наслідків масштабних радіаційних аварій є:

- високий рівень радіоактивного забруднення поверхонь та повітря;
- необхідність виконання робіт в умовах суворого обмеження часу внаслідок великої потужності дози гамма-випромінювання в багатьох місцях проведення робіт;

- граничні фізіологічні та психологічні навантаження на організм працюючих;

- необхідність одночасного рішення питань індивідуального захисту великого контингенту персоналу, які приймали участь в ліквідації наслідків аварії.

В якості основних критеріїв вибору ЗІЗ для використання під час проведення конкретних робіт з ліквідації наслідків аварії у тої або іншої зоні повинні бути: очікувані або замірюванні концентрації радіоактивних речовин в повітрі під час проведення робіт; рівні радіоактивного забруднення поверхонь; можливість обливання забрудненими (у тому числі які дезактивують) розчинами або контакту з паровою сумішшю при використанні для дезактивації парожетекторних розпилювачів; категорія важкості та тривалість виконання робіт; мікроклімат на робочих місцях та газовий склад повітря [3].

У всіх випадках, коли для ліквідації аварійної ситуації необхідний доступ персоналу в приміщення, бокси, ємності, цистерни, колодязі, в яких є імовірність

наявності атмосфери, яка непридатна для дихання внаслідок недостатчі кисню або високих концентрувань (більш 0,5%) пароподібних токсичних речовин, в якості ЗІЗ органів дихання повинні використовуватися ізолюючі дихальні апарати або шлангові ЗІЗ.

У залежності від характеру аварійної ситуації, ступеня її важкості, а також виду та характеру, роботи, яку необхідно виконати, рятувальники, які прибувають на місце аварії, забезпечуються ЗІЗ, як зі штатного аварійного комплексу, також і зі запасу ЗІЗ самого об'єкту (наприклад, шланговими ЗІЗ і т.п.).

Необхідно пам'ятати, що застосування ЗІЗ не дає можливості забезпечити захист людини від зовнішнього гамма – опромінення. Це завдання вирішується лише використанням захисних інженерних споруд та пристроїв (укриттів, сховищ, захисних екранів), використання механізмів для дистанційного проведення робіт та суворим обмеженням часу знаходження персоналу або населення в місцевості з високим рівнем потужності дози гамма – випромінювання.

Організація застосування ЗІЗ повинна проводитися в комплексі з іншими заходами радіаційної безпеки, такими як йодна профілактика та вживання інших захисних фармпрепаратів (медичних засобів захисту). Порядок їх застосування передбачений відповідними нормативно - технічними документами [2,4,7.8].

До засобів індивідуального захисту, які застосовуються в умовах радіаційної аварії і під час ліквідації її наслідків, відносяться:

- спецодяг основний (комбінезони, костюми, халати, капелюхи, шкарпетки з бавовни або змішаних тканин) та додатковий (фартухи, нарукавники, напівхалати, напівкомбінезони із плівкових та прорезинених матеріалів);
- ЗІЗ органів дихання (респіратори, фільтруючі протигази, ізолюючі дихальні апарати, пневмомаски, пневмошоломи, пневмокуртки та інше);
- ізолюючі костюми;
- спецвзуття (основне та додаткове);
- засоби захисту рук (резинові, плівкові, бавовні рукавички);
- засоби захисту очей (захисні окуляри, щитки та інше);
- запобіжні пристосування (ручні захвати, паски та інше).

Висновки. Вибір типу і класу ЗІЗ для забезпечення рятувальників здійснюється на підставі висновків з оцінки обстановки, залежно від виду забруднення (зараження) та виду і тривалості виконання робіт. Якщо склад шкідливих речовин у повітрі і їх концентрація невідомі, а також коли паро- чи газоподібна шкідлива речовина не має яскраво виявлених ідентифікаційних властивостей, таких як смак або запах, застосовують ізолювальні ЗІЗОД. За хімічним складом газоподібних речовин обирається марка (тип) протигазового або комбінованого фільтру (патрона або коробки) ЗІЗОД, а також марка (тип) спеціального захисного одягу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державні гігієнічні нормативи «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ – 97)»: затверджені постановою Головного Державного санітарного лікаря України від 01.12.1997 № 62 та наказом МОЗ від 14.07.97 № 208. URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/117918__531376 (дата звернення 20.02.2023).

2. Про затвердження державних санітарних правил «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України»: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02 лютого 2005 р. №54 // Офіційний Вісник України. – 2005. – № 23. – Ст.1322.

3. Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи (довідник рятувальника). Київ, 2013. ВНДІЦЗ ДСНС України. 133 с. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjlsbPC-6mAAxX1HRAIHQjCB3YQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2Fdsns.gov.ua> (дата звернення 20.02.2023).

4. Про внесення змін до Норм табельної належності, витрат і термінів експлуатації пожежно-рятувального, технологічного і гаражного обладнання, інструменту, індивідуального озброєння та спорядження, ремонтно-експлуатаційних матеріалів підрозділів ДСНС України : Наказ ДСНС від 05.11.2018 № 645 (з основної діяльності). URL: <https://zakononline.com.ua/documents/show/35739-35739> (дата звернення 20.02.2023).

5. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам загальних професій різних галузей промисловості : Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 16 квітня 2009 року N 62. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 12.05.2009 №424/16440. URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/299637_29970256 (дата звернення 20.02.2023).

6. ДСТУ EN 1073-2:2013 (EN 1073-2:2002, IDT) Одяг спеціальний неvented для захисту від радіоактивного забруднення. Частина 2. Загальні технічні вимоги та методи випробування URL: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiy1pm4_amAAxWuFBAIHYL4ArkQFnoECCAQAQ&url=http%3A%2F%2Fonline.budstandart.com (дата звернення 18.02.2023).

7. ДСТУ EN 529:2006 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Рекомендації щодо вибору, використання, догляду і обслуговування. Настанова (EN 529:2005, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=54667 (дата звернення 18.02.2023).

8. Правила вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання/ НПАОП 0.00-1.04-07: затверджено наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 28.12.2007 за № 331, зареєстрованого в Мін'юсті України 04.04.2008 за № 285/14976. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25906 (дата звернення 18.02.2023).

9. Методичні рекомендації щодо режимів робіт особового складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту у засобах індивідуального захисту у зонах хімічного та радіоактивного забруднення : затверджені наказом МНС України 07. 08. 2009 № 551. URL: www.mns.gov.ua/laws/dcz/49/nakaz_551.pdf. (дата звернення 18.02.2023).

*Тетяна КОСТЕНКО, доктор технічних наук, професор,
Євген ТИЩЕНКО, доктор технічних наук, професор, Н. ГРЕЧКА,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ В ЗОНАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ І ПОСТІЙНИХ ОБСТРІЛІВ

Рятувальні роботи в умовах надзвичайних ситуацій передбачають знаходження рятувальників в зоні безпосередньої дії небезпечних та шкідливих факторів. Тактика проведення рятувальних робіт, способи ліквідації надзвичайних ситуацій безпосередньо залежать від рівня захисту особового складу рятувальних підрозділів.

Проблеми рятувальних підрозділів під час виконання завдань за призначенням в різних регіонах України дещо відрізняються в залежності від безпекової ситуації, забезпеченості рятувальною технікою, засобами індивідуального та колективного захисту тощо.

В цілому, під час збройної агресії рф середня тривалість виконання оперативних дій (розвідка пожежі, оперативне розгортання, локалізація та ліквідація пожежі, згортання сил і засобів, розбирання будівельних конструкцій, завалів, тощо) значно збільшується на відміну від мирного часу. Між іншим, це пов'язано із оголошенням сигналу «повітряна тривога» в ході проведення оперативних дій, під час яких особовий склад пожежно-рятувальних та аварійно-рятувальних підрозділів ДСНС, задіяних до ліквідації наслідків військового вторгнення, по команді керівника гасіння пожежі (проведення аварійно-рятувальних робіт) залишає місця проведення робіт та переходить в укриття для збереження життя особовому складу. Під час повторних ракетних обстрілів в місця ліквідації наслідків військового вторгнення площа пожежі або руйнування збільшується, що у свою чергу приводить до збільшення часу проведення оперативних дій.

Труднощі, які з'явилися у рятувальних підрозділів в ході гасіння пожеж на об'єктах енергетики, нафтобазах та складах паливо-мастильних матеріалів в зонах ведення бойових дій і постійних обстрілів, наступні:

- На об'єктах енергетики часто відсутні схеми комунікацій, відсутні стаціонарні заземлення для пожежних автоцистерн, що збільшує час ведення робіт.
- На нафтобазах відсутній необхідний запас піноутворювача.
- У рятувальних підрозділів виникають труднощі з використанням стаціонарних систем пожежогасіння. Це спричинено тим, що під час обстрілу даних об'єктів система пожежогасіння знаходиться зовні та руйнується і подальше її використання є неможливим. Неможливість використання системи пожежогасіння призводить до залучення додаткових сил та засобів до ліквідації наслідків обстрілів, що впливає на збільшення матеріальних збитків та часу ведення оперативних дій.
- Існує висока вірогідність повторних обстрілів місць виникнення пожежі.
- Під час гасіння пожеж, які виникали в результаті ракетних обстрілів відбувається падіння тиску в водопровідних мережах в зв'язку з відсутністю енергопостачання.

- Відсутність радіо та мобільного зв'язку між пунктом зв'язку та підрозділами, які працюють на місці події, в зв'язку з відсутністю енергопостачання значно ускладнює процес ведення оперативних дій за впливає на небезпеку ураження рятувальників.

*Р. КОСТЯНИЙ, Д. РЕЗНИК, кандидат технічних наук, доцент,
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

АНАЛІЗ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

Залізничний транспорт відіграє важливу економічну та стратегічну роль в країні, ефективно використовуючи інфраструктурні об'єкти та рухомий склад для переміщення пасажирів і вантажів. Держава повинна ретельно регулювати і всебічно наглядати залізничний транспорт, вживаючи заходів для підвищення безпеки та зменшення ризиків. Важливо інвестувати в інфраструктуру та технології, щоб покращити ефективність і стійкість залізниці, зменшити негативний вплив на довкілля і дотримання безпеки як для працівників, так і для всіх користувачів послуг залізниці. За 3 місяці 2023 року в структурних та виробничих підрозділах Укрзалізниці виникло 14 нещасних випадків, при яких травмовано 29 працівників, у тому числі 6 – із смертельним наслідком. За визначений період більшість нещасних випадків сталися внаслідок:

- подій суспільного життя (внаслідок бойових дій) – 19 травмованих (65,5%);
- дії предметів та деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються – 4 травмованих (13,8%);
- пригоди (події) під час руху транспортних засобів усіх видів – 3 травмованих (10,3%);
- падіння потерпілого – 2 травмованих (6,9%);
- дія температур – 1 травмований (3,4%).

У табл. 1 наведено розподіл потерпілих із смертельним наслідком за професіями.

Таблиця 1 – Розподіл потерпілих із смертельним наслідком за професіями

№ п/п	Професія	Кількість потерпілих	% від загальної кількості смертельно травмованих
1.	Монтер колії	3	50,0
2.	Машиніст автомотриси	1	16,7
3.	Складач поїздів	1	16,7
4.	Слюсар-електрик з ремонту електроустаткування	1	16,7
Усього		6	100

Пропонується проаналізувати виробничі ризики в діяльності працівників залізничного транспорту які безпосередньо відповідають за рух поїздів та їх обслуговування за п'ятикроковою системою, для поглибленого аналізу та прийняття заходів.

Першим кроком є визначення всіх небезпечних чинників, що впливають на працівника під час виконання ним технологічного процесу з обслуговування рухомого складу. Встановлені наступні небезпечні чинники:

- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена запиленість і загазованість повітря;
- недостатня освітленість робочої зони;
- дія підвищених та низьких температур;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена рухливість повітря робочої зони;
- ураження електричним струмом;
- інструменти і предмети що можуть упасти з висоти;
- обладнання, машини і механізми що обертаються, розлітаються;
- вантажопідйомні машини й механізми, що працюють, вантажі що переміщуються;
 - пневматичний, гідравлічний, електричний робочий інструмент, пристосування та обладнання що несуть загрозу: гострі краї, задири, шорсткість;
 - важкість та напруженість праці, підіймання та переміщення вантажів, вимушена робоча поза, постійна потреба в нахилі тулуба;
 - постійно існуюча загроза ракетних та артилерійських обстрілів.

Другим кроком є визначення, хто і яким чином може постраждати. Виконується ранжування та розподіл можливих ризиків за тяжкістю наслідків. Травмування на такому виробництві завжди загрожує наїздом або збиттям працівників рухомим складом внаслідок неухважності працівників, незнання правил безпеки та відсутності на них спецодягу з сигнальним елементом. Небезпечні ситуації також виникають при застосуванні в технологічних операціях засобів механізації, а також ручного, електричного та пневматичного інструменту. Ризик тут полягатиме в отриманні травм внаслідок користування несправним інструментом, або використання його невідповідно правил експлуатації та не за призначенням. Такі випадки викликають, як правило поранення, порізи, ушкодження кровоносної системи, набряки м'яких частин тіла, травми очей внаслідок потрапляння сторонніх предметів;

Третій крок полягатиме в розробці та застосуванні заходів, для запобігання небезпечним ситуаціям та зменшенню рівня ризику.

Четвертий крок спрямований на реалізацію заходів та контроль їх виконання. На цьому етапі слід реалізувати наступні заходи:

- розробити посадові інструкції для працівників які задіяні у технологічному процесі з описом операцій та безпечними прийомами виконання тих чи інших робіт та перевірки засвоєння працівниками вимог інструктажів, та знань технологічних процесів;
- проведення спеціальних навчань з питань охорони праці щодо роботи з пневмо- та електроінструментом, підтримання цього інструменту в справному стані та не допущення до роботи працівника з несправним інструментом дозволить значно зменшити рівень ризику травмування;
- здійснення постійного контролю за виробничим процесом безпосередніми керівниками робіт є обов'язковим заходом першого ступеню контролю за станом охорони праці;
- нормування робочого часу, обмеження перебування на відкритому повітрі під впливом високих та низьких температур, запровадження короткочасних перерв у

роботі дозволить запобігти перевтомі працівників, що наслідком може викликати послаблення уваги та пильності;

- навчання працівників правилам надання домедичної допомоги;
- забезпечення та своєчасна видача спецодягу.

П'ятий крок полягає постійному моніторингу та перегляді стану ризиків. Відбувається моніторинг за тим, як змінюються ризики з часом і чи ефективні заходи запобігання ризикам, вжиті на попередніх кроках. Ризики можуть з'явитися або змінитися з часом, тому важливо слідкувати за новими потенційними загрозами і оцінювати їх вплив на трудову діяльність, і таким чином, коригувати, змінювати або доповнювати заходи. Залізничний транспорт є об'єктом підвищеної небезпеки, тому повне виключення ризику не є можливим. Статистичний метод аналізу, що в дійсності на сьогодні використовується на залізниці, полягає в щоквартальному зборі інформації з підрозділів, про кількість та обставини кожного травмування та порівнюється з даними аналогічного періоду минулого року, що засвідчує про покращення або погіршення стану безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Принцип побудови бально-модифікованої діаграми Ісікави як сучасного інструментарію аналізу ризиків видобувних та механообробних підприємств / Ченчева О. О., Сукач С. В. Петренко І. С, Караєва Н. В. // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава :ПолтНТУ, 2023. – Вип. 1(71). – С. 163–166.

2. Sukach, S. V., Cheberiyachko Yu. I., Petrenko, I. S., Rieznik, D. V., Hubachov, O. I., and Tsybulnyk, N. N.(2023). Modeling and Risk Assessment of Man-Made Disasters at Petrochemical Enterprises. Sci. innov., 19(2), 56–66.

УДК 622.411.3

¹Олег КУЛИЦА, кандидат технічних наук, доцент, ¹Сергій ТРОШКІН,

²Павло ПАНЧЕНКО, ³Максим САГДІЄВ,

¹Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,

²Товариство з обмеженою відповідальністю

«ІНВЕСТИЦІЙНА ФІРМА ІНТЕРСПЕЦБУД»,

³Товариство з обмеженою відповідальністю «АГРУС СЕРВІС»

ВИВЧЕННЯ ПЕРЕДУМОВ УТВОРЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ У МОБІЛЬНІЙ КОТЕЛЬНОЇ ТА ЇХ ЗАПОБІГАННЯ

У зв'язку із пошкодженням енергетичної системи в Україні внаслідок ворожих обстрілів, підприємства, організації, установи для опалення приміщень та гарячого водопостачання почали суб'єкти господарювання застосовувати транспортабельні та блочно-модульні котельні установки (далі - мобільні котельні установки).

Мобільна котельна установка являє собою комплекс повної заводської готовності, що включає основне та допоміжне обладнання, розміщене в блочному модульному будинку, що має полегшені теплоізолюючі огорожувальні конструкції з тришарових панелей типу «сендвіч». До складу цих котельних установок входить водогрійний або паровий котел. Виробники котлів

виготовляють котли для різних видів палива – газоподібного, рідкого та твердого [4].

Мобільна котельня установка автоматизована, не вимагає постійної присутності обслуговуючого персоналу. Здійснення контролю за роботою котельні можливе з диспетчерського пункту.

Характерними рисами мобільних котельних установок є:

1. Максимальна наближеність до об'єкта теплопостачання, що різко скорочує витрати на теплопостачання та експлуатацію інженерних мереж.

2. Відсутність значних капітальних витрат та часу на будівництво будівлі під котельню.

3. Просте та зручне вирішення питання при децентралізації теплопостачання.

4. Мінімальні терміни введення в експлуатацію з початку будівельномонтажних робіт.

5. Мінімальні витрати при монтажі та пуску.

6. Легко переміщуються до місця експлуатації залізничним, водним, автомобільним чи повітряним транспортом.

Основними причинами аварій під час експлуатації котлів є:

- різке зниження рівня води внаслідок порушення герметичності системи;
- порушення водного режиму, зокрема утворення накипу;
- перевищення робочого тиску через несправність запобіжних та контрольно-вимірювальних приладів;

- зниження механічної міцності котлів внаслідок корозії металу;

- порушення правил експлуатації та режимів роботи котлів;

- допуск до роботи не кваліфікованих працівників, які не пройшли відповідне навчання та перевірки знань;

- експлуатація котелень в підвальних приміщеннях [2, 3].

В результаті аналізу було визначено, що найбільш небезпечним сценарієм аварійної ситуації є перегрів котла та розкол його стінок. Це може спричинити викиди небезпечних речовин у повітря та загрожувати життю та здоров'ю людей.

Ця котельня здатна повноцінно надавати теплову енергію до об'єктів при найнижчих температурах зовнішнього повітря або підтримувати комунальні системи теплопостачання у не замерзаючому стані [4].

У якості палива використовується тверде паливо: біомаса; відходи деревообробки; відходи вторинної деревообробки і аналоги (клесна ДСП або багат шарова фанера, вироби зі смолянистим покриттям різних типів і кількостей, які дозволено використовувати повторно); вугілля всіх марок; пелети.

Котельня є готовою до експлуатації, ввід в експлуатацію проводиться протягом двох годин з моменту прибуття на місце експлуатації. Вона забезпечена автономним джерелом електроживлення, комплектом врізки в мережі та комплектом інструментів і приладдя для ефективної експлуатації. Котельня оснащена всіма системами відповідно до державних стандартів та вимог і може бути оснащена системою віддаленої телеметрії через мобільні застосунки AppleStore та GooglePlay або мережу Internet.

В комплектацію котельні входить засоби аварійного гасіння котла (рисунки 1), що забезпечують безпеку праці і захист від можливих аварій.

Основний принцип роботи системи гасіння пожежі котла вуглекислим газом полягає у тому, що в разі виникнення аварійної ситуації, система автоматично спрацьовує завдяки реле, встановлених через подавальний трубопровід розширювального бака, випускає у внутрішній простір топки

вуглекислий газ, який зменшує концентрацію кисню у повітрі та сповільнює піроліз. Система гасіння вуглекислим газом має декілька переваг порівняно з іншими системами гасіння пожеж, зокрема водяно-пінними та порошковими системами. Переваги такої системи полягають у тому, що вуглекислий газ не залишає слідів та не завдає шкоди обладнанню та електроніці, як це може статися у разі використання водяно-пінних та порошкових систем. Система гасіння комплектується засобами додаткового живлення та управління. Вона дає змогу у разі відсутності джерела виконувати свої функції, а у разі спрацювання системи дає змогу подавати в осередок горіння не тільки автоматично, але і в ручному режимі [1, 3].

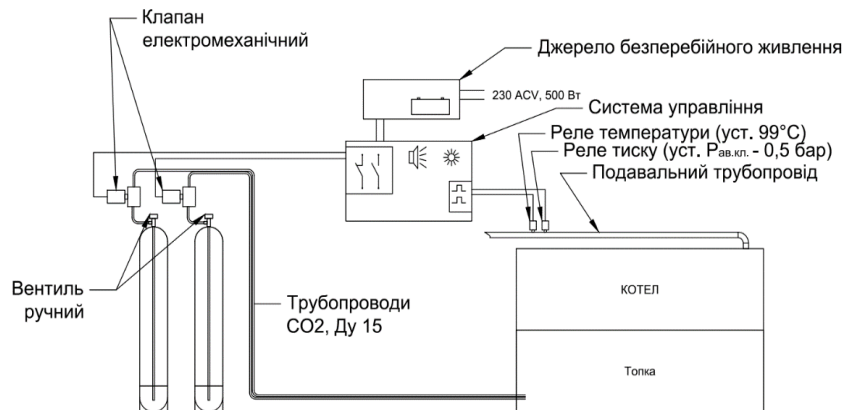


Рисунок 1 – Система гасіння пожежі в котельні.

Отже, з огляду на отримані результати, можна стверджувати, що система гасіння вуглекислим газом є ефективним і безпечним засобом для управління аварійними ситуаціями в котельні.

ЛІТЕРАТУРА

1. НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні»;
2. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»;
3. ДСТУ 5092:2008 «Пожежна безпека. Вогнегасні речовини. Діоксид вуглецю»;
4. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні».

УДК: 614.8:355.337.1

*П. ЛЕВЧЕНКО, Олександр ЧЕРНЕНКО, кандидат медичних наук, доцент,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ

Аналіз виробничого травматизму й професійних захворювань має на меті з'ясувати джерела шкідливих та небезпечних чинників в конкретних умовах виробничої діяльності, що спричиняють негативні наслідки та визначити причини, що їх спричиняють. Причини, що спричиняють нещасні випадки умовно можна поділити на побічні та безпосередні.

Побічні причини можуть бути виявлені ще задовго до виникнення нещасного випадку. Безпосередні причини передують виникненню нещасного

випадку і їх неможливо завчасно виявити. Побічні і безпосередні причини можуть бути як матеріальними, так і особистими (стійка необережна поведінка людини). Матеріальні та особисті чинники створюють можливість нещасного випадку стосовно конкретної людини. Аналіз причин нещасного випадку дає підставу стверджувати, що він є наслідком ланцюгової реакції подій, остання з яких переважно розглядається як безпосередня. Можливі причини виробничого травматизму об'єднуються у чотири групи:

- технічні причини – недосконалість технологічного процесу, запобіжних пристроїв, пристосувань, обладнання, інструментів, відсутність інженерних розрахунків та ін.;

- організаційні причини – незадовільний нагляд та контроль за виконанням робіт, незадовільна організація праці та відпочинку, порушення трудової та технологічної дисципліни, низький рівень кваліфікації, навчання та ін.;

- санітарно-гігієнічні причини – ненормальні метеорологічні умови, загазованість, запиленість повітря, нераціональне освітлення, незадовільний стан санітарно-побутового обслуговування і та ін.;

- психофізіологічні причини – необережність, емоційна збудливість, втома, індивідуальна придатність до даної праці, схильність до ризику, функціональні зміни у нервовій системі, хворобливий стан, відсутність досвіду, відповідних навичок, психічне напруження, фактор алкоголізму і та ін.

Аналіз причин виробничого травматизму має встановити в конкретних виробничих умовах всі основні і супутні чинники, що призвели до нещасного випадку. Щоб достовірно визначити причину нещасного випадку, необхідно в процесі розслідування зібрати повну й достовірну інформацію – від характеру виробничої діяльності до поведінкової реакції працюючої людини.

З метою зменшення матеріальних збитків і моральної шкоди від виробничого травматизму на підприємствах різної форми господарювання розробляються заходи профілактики, що передбачають конкретні завдання, термін виконання, необхідні ресурси для їх реалізації та способи контролю за їх здійсненням. Заходи по боротьбі з виробничим травматизмом розробляються на підставі їх аналізу конкретних ситуацій та конкретних умов праці і узгоджуються з професійними спілками. Такі заходи, залежно від конкретних умов виробничої діяльності можуть включати як технічні, санітарно-гігієнічні так і організаційні методи та засоби запобігання реалізації небезпечних ситуацій у небажані події.

До технічних заходів по забезпеченню безпечних умов праці належить – рівень механізації та автоматизації виробничих процесів, засоби огороження, сигналізації, дистанційне управління, зміна технологічних процесів на більш безпечні, вдосконалення конструктивних характеристик машин, механізмів, колективних та індивідуальних засобів захисту працюючих та ін.

До санітарно-гігієнічних заходів залежно від умов діяльності належить – облаштування вентиляційних систем, модернізація штучного і природного освітлення, централізоване питне водопостачання, забезпечення нормальних параметрів повітряного виробничого середовища, заходи по боротьбі з шумом та вібрацією, обладнання зон відпочинку та ін.

До організаційних заходів належить – дотримання трудової та технологічної дисципліни, правил та норм з охорони праці, проведення планово-запобіжних ремонтів, рівень кваліфікації штатних працівників, відомчий та громадський контроль за виконанням робіт, відповідне навчання та інструктаж працюючих та ін. У кожному підприємстві щорічно розробляються заходи щодо

профілактики виробничого травматизму й професійних захворювань, які включаються в колективні договори, забезпечуються технічною документацією, джерелами фінансування та матеріальними ресурсами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: підручник для вищ. навч. закл. / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський; за ред. М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2013. – 407 с.
2. Геврик Є.О. Охорона праці: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Є. О. Геврик. – К.: Ніка-Центр, 2005. – 294 с.
3. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / Жидецький В.Ц. – Львів: Афіша, 2004. – 320 с.

*В. НЕСТЕРЕНКО, Т. НЕГРІЙ, кандидат технічних наук,
Київський національний університет будівництва і архітектури*

ВИКОРИСТАННЯ ПАРКІНГІВ ЯК УКРИТТІВ

Вже більш ніж півтора року тривають військові дії проти нашої держави. Як можна захиститися від обстрілів? - це питання досі актуальне. Українці розпочали шукати надійні укриття відразу після початку війни. Виявилось, що сховищ такого типу, які можна було б використовувати, дуже мало.

Вимоги щодо обліку, утримання та створення захисних споруд цивільного захисту в Україні визначаються через ряд нормативно-правових актів, включаючи наступні:

1. Кодекс цивільного захисту України.
2. Порядок створення, утримання та обліку фонду захисних споруд цивільного захисту, який був затверджений постановою Кабінету Міністрів України № 138 від 10 березня 2017 року.
3. Наказ Міністерства внутрішніх справ України № 579 від 09.07.2018 "Про затвердження вимог з питань використання та обліку фонду захисних споруд цивільного захисту".

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, захисні споруди цивільного захисту визначаються як інженерні споруди, що мають на меті захистити населення від небезпечних факторів, що виникають у випадку надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів. Особливо в Кодексі зазначено, що для захисту населення можуть використовуватися споруди подвійного призначення - будівлі або споруди, які можуть бути використані за своєю основною функціональною метою, а також для захисту населення, і які обладнані для тимчасового перебування людей.

Верховна Рада України прийняла у другому читанні і в цілому проект Закону про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови територій, №7398. Він вніс зміни до Кодексу цивільного захисту України та Закону "Про регулювання містобудівної діяльності". У пояснювальній записці до цього проекту було відзначено, що "можливості існуючої системи цивільного захисту в Україні, щодо захисту цивільного населення від ризиків, що були зазначені вище, вкрай обмежені". Більшість існуючих укриттів у населених

пунктах класифікувалися як прості укриття, такі як цокольні або підвальні приміщення, інші підземні споруди, які можна використовувати тимчасово для зменшення загрози від небезпечних факторів та впливу засобів ураження (наприклад, підвали в багатоквартирних будинках та навчальних закладах, паркінги і т. д.)...".

Також були негайно внесені зміни до державних будівельних норм. Наприклад, наказом Міністерства розвитку громад та територій України №72 від 16.05.2022 року було закріплено, що "для захисту мешканців необхідно передбачати створення споруд подвійного призначення з захисними властивостями, які можуть використовуватися як сховища та протирадіаційні укриття".

Отже, підземні паркінги підпадають під визначення споруд подвійного призначення, які використовуються як укриття для населення, і відповідно підлягають обліку згідно з цими нормативно-правовими актами.

Наразі, під час війни, паркінги перетворилися на такі споруди подвійного призначення. Але це не звичайні паркінги. Щоб вони відповідали вимогам для використання як укриття, паркінг повинен мати:

- Спальні місця та меблі.
- Санвузли.
- Другий евакуаційний вихід.
- Незалежні джерела живлення.
- Місце для зберігання продуктів і холодильне обладнання.
- Місця для приготування їжі.
- Кімнати-комори для зберігання інвентарю.

Очевидно, всі ці об'єкти потребують постійного обслуговування та підтримки у готовності до надзвичайних ситуацій.

Наразі більша частина з цих укриттів навіть не обладнані аварійними виходами, не мають доступу до систем водопостачання та каналізації, не призначені для зберігання продуктів харчування, і ще менше здатні захистити населення в разі застосування засобів масового ураження.

Тобто актуальними є завдання облаштування паркінгів під укриття з наявністю необхідних приміщень, комунікаціями, мікрокліматом, виходами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України Документ 5403-VI, чинний, поточна редакція — Редакція від 06.08.2022, підстава - 1686-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>

2. Порядок створення, утримання та обліку фонду захисних споруд цивільного захисту, який був затверджений постановою Кабінету Міністрів України № 138 від 10 березня 2017 року. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/138-2017-%D0%BF#Text>

3. Про введення воєнного стану в Україні: указ Президента України від 24.02.2022 № 64/2022. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/642022-41397>.

4. Наказ Міністерства внутрішніх справ України № 579 від 09.07.2018 "Про затвердження вимог з питань використання та обліку фонду захисних споруд цивільного захисту". <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0879-18#Text>

*Сергій ЦВІРКУН, кандидат технічних наук, доцент, О. ГОМОНОВИЧ,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОШУКУ ЛЮДЕЙ ПІД ЗАВАЛАМИ

Системи пошуку живих біологічних об'єктів під завалами та оптично непрозорими перешкодами мають досить важливе значення в житті людей. Дані системи використовують для визначення місцезнаходження живих об'єктів та спостереження за ними в межах певної території та в приміщеннях. Для розпізнавання предметів, що знаходяться за оптично непрозорою перешкодою та оцінки отриманих даних доцільним є використання спектрального аналізу. Для визначення місцеположення живих об'єктів використовують випромінювання надширококустових імпульсів електромагнітних хвиль дециметрового та метрового діапазонів і прийом сигналів, відбитих від кордонів розділу шарів досліджуваного середовища, що мають різні електричні та фізичні властивості. Обчислення координат місця знаходження шуканого об'єкта відбувається на основі вимірювань доплерівського зсуву, а підтвердження вірного визначення можливе за допомогою різних методів спектрального аналізу після отримання всіх інформаційних даних від датчиків.

Мета дослідження. Розробити алгоритм обробки сигналів для підвищення ефективності пошуку людей під завалами.

В роботі було розглянуто загальну структуру радіотехнічних систем виявлення людей під завалами. Також було визначено підходи до підвищення ефективності роботи радіотехнічних систем пошуку людей під завалами за рахунок поліпшення методів обробки сигналів.

В якості робочого методу було обрано метод спектральної оцінки максимальної ентропії оскільки саме цей метод допомагає забезпечити найбільшу роздільну здатність на найбільш точно визначити чи є рухомий об'єкт у підповерхневому середовищі. Завдяки цьому методу та високій роздільній здатності максимальною також є ймовірність вірного виявлення.

У роботі я розглянула можливість застосування методів спектрального аналізу радіотехнічних сигналів для радіотехнічних систем пошуку людей під завалами.

В результаті було проведена розробка алгоритму оброблення сигналів для радіотехнічних систем пошуку людей під завалами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 1: Посібник / В. Г. Аветисян, М. І. Адаменко, В. Л. Александров; за заг. ред. В.Н. Пшеничного. – К.: «Основа», 2006. – 240 с.
2. Адаменко М. І. Аварійно-рятувальні та аварійно-відбудовні роботи / М. І. Адаменко, О. В. Гелета, І. Б. Федюк. – Х.: Харківська друкарня № 16, 2002. – 65 с.
3. Рудинець М. В. Цивільний захист: електронний навчальний посібник / М. В. Рудинець. – Луцьк: ЛНТУ, 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://lib.lntu.info/books/fepes/op_ta_bgd/2012.
4. Кодекс цивільного захисту. – Введ. 2013-07-01. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
5. Державна служба з надзвичайних ситуацій України: офіційний вебсайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>.

*Сергій ЦВІРКУН, кандидат технічних наук, доцент, В. СОРОКА,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ БПЛА

Автоматично керовані дрони стають все більш актуальними в сучасному світі, враховуючи широкий діапазон застосувань, від моніторингу інфраструктури до автоматичної доставки товарів. Вони можуть значно підвищити ефективність робочих процесів, зменшити ризики для людського здоров'я та безпеки, а також відкривають нові горизонти для наукових досліджень.

Навчання з підкріпленням в контексті нейронних мереж є важливою та актуальною темою сучасних досліджень, оскільки воно дозволяє створювати системи, здатні адаптуватися до змінливих умов і вивчати оптимальні стратегії поведінки без прямого керівництва.

Метою роботи є оптимізація багатоцільової траєкторії польоту дрона, що включає точність позиціонування, стабільність польоту та вибір маршруту за критерієм затрат часу до досягнення мети в умовах динамічної зміни заборонених зон за рахунок застосування покращеного методу машинного навчання з підкріпленням.

Для досягнення мети дослідження поставлено і вирішено такі завдання:

- дослідження структури та архітектури фізичної моделі дрона;
- дослідження методів навчання автоматичних дронів й та покращення одного з методів навчання із підкріпленням;
- класифікація та узагальнення методів використання дронів;
- моделювання роботи запропонованого способу навчання, відображення результатів на графіку та аналіз отриманих результатів.

Реалізація та моделювання обраної методології навчання, а також аналіз отриманих результатів підтвердили високу ефективність вибраного підходу та використаної симуляції. Всі поставлені задачі були успішно виконані. В ході роботи були отримані такі наукові та практичні результати:

- було досягнуто високих показників за такими критеріями, як оптимізація вибору маршруту з огляду на мінімізацію часових затрат, стабільність польоту та точність позиціонування;
- використання запропонованої методології при однакових умовах середовища та ідентичних цілях призвело до значного підвищення цільових характеристик;
- збільшення помилки прогнозування винагороди, яке не викликало великих труднощів, але вказувало на проблему перенавчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. «EASA. Concept of Operations for Drones—A Risk Based Approach to Regulation of Unmanned Aircraft». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/204696_EASA_concept_drone_brochure_web.pdf
2. «Coordinated Path-Following Control of Fixed-Wing Unmanned Aerial Vehicles». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9335475>

ТРЕНУВАННЯ ОПЕРАТОРІВ РОБОТІВ-САПЕРІВ

В зв'язку з подіями, які мають місце в Україні з 24 лютого 2022 року гострота розвитку галузі розмінування територій як ніколи актуальна. Забезпечення безпеки проживання та нормального функціонування людей на звільнених територіях є основною задачею даної галузі.

Мета роботи – підвищити ефективність процесу тренування професіоналів з розмінування територій шляхом впровадження програмної тренувальної системи в процес навчання операторів роботів-саперів.

Роботи-сапери є дорогим обладнанням на освоєння якого потрібні практика та час, яких за деяких умов може не вистачати. Саме тому для ліквідації даної проблеми за мету було поставлено розробити програмний продукт, який надасть операторам роботів-саперів так необхідний їм досвід управління цими засобами навіть за їх відсутності.

Було проведено теоретичний огляд способів управління роботом-сапером серед яких було виділено три основні групи: управління за допомогою кабелів, ручних контролерів та бездротових технологій. Також під час виконання роботи провівся огляд та аналіз існуючих методів розпізнавання об'єктів певного типу. У даному випадку такими об'єктами виступають вибухонебезпечні пристрої: гранати, артилерійські снаряди, протипіхотні міни, набої, що не розірвалися тощо. У результаті детального аналізу було виявлено, що спосіб розпізнавання та класифікації об'єктів з використання нейронних мереж надає найбільш точний результат, а в теорії даний спосіб, через свою специфіку, може досягати стовідсоткової точності.

Проводився вибір технологій, інструментів та засобів розробки програмного забезпечення. Для вибору середовища розробки був проведений порівняльний аналіз двох найбільш популярних та, в свою чергу, найбільш ефективних при роботі ігрових рушіїв.

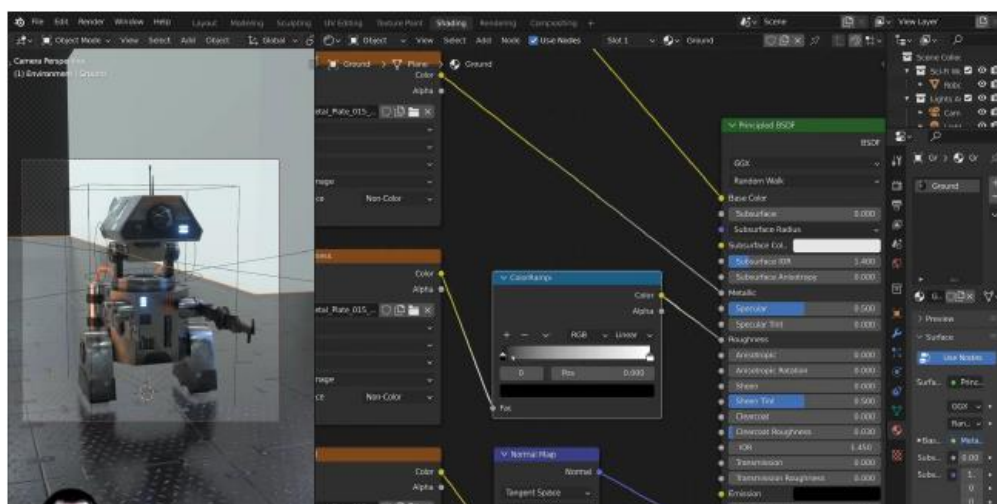


Рис. 1 – Скріншот створеного інтерфейс користувача

Дані середовища дають змогу будувати систему дуже швидко через наявність великої кількості вбудованих багатофункціональних інструментів розробки, що пришвидшує даний процес та збільшує якість кінцевого продукту. У результаті в якості такого середовища розробки було зроблено вибір на користь ігрового рушія Unity через низку переваг, які він має на фоні Unreal Engine 4. Такими перевагами є більш стабільна робота на усіх платформах, зменшений розмір вихідних файлів, що підвищує швидкість розгортання системи, а також через свою більш розвинену спільноту користувачів, завдяки якій набагато легше знайти шляхи розв'язання певних як типових, так і нетипових задач з якими може стикнутися програміст під час процесу розробки додатку.

ЛІТЕРАТУРА

1. В Ізюмському районі сапери ДСНС підірвалися на міні – один рятувальник загинув [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://times.kharkiv.ua/2022/10/26/v-izyumskomu-rajoni-saperi-dsns-pidirvalisya-namini-odin-ryatuvalnik-zaginov/>

2. Богдан Р. Як на Харківщині вчать розмінуванню [Електронний ресурс] / Руслана Богдан – Режим доступу до ресурсу: <https://suspilne.media/205284-znajti-ta-znisitiak-na-harkivsini-vcat-rozminuvannu>

3. Бондар І. Нейромережне розпізнавання об'єктів [Електронний ресурс] / Іван Бондар. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18212/Bondar_Neiromerez_hne_rozpoznavania_obiektiv.pdf?sequence=1

УДК 614.84

*Іван ЧОРНОМАЗ, кандидат технічних наук,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

ДЕЯКИ АСПЕКТИ ПРОФІЛАКТИКИ ПРОФЕСІЙНИХ ХВОРОБ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС УКРАЇНИ ПРИ ВИКОНАННІ ДІЙ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ В МІСЦЕВОСТІ, ЩО ПОТРАПЛЯЄ ПІД ОБСТРІЛИ

Під час гасіння пожеж особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС) використовує пожежно-технічне обладнання та засоби захисту [2]. До цих засобів слід віднести спеціальних одяг (комплект – куртка, тани, або плащ, штани), взуття, рукавиці та засоби захисту органів зору та дихання. Під час перебування пожежних в зоні задимлення, їх спеціальних одяг накопичує значну кількість шкідливих речовин, що утворюються під час горіння різноманітних речовин. Небезпечні речовини та їх сполуки можуть утворюватися під час пожеж на промислових об'єктах та у приватному секторі. Накопичені на поверхні та в середині тканин спеціального одягу речовини несуть небезпеку здоров'ю та життю пожежних-рятувальників через потрапляння їх до організму та можуть спричиняти цілу низку важких захворювань.

Слід також відмітити, що в умовах сьогодення підрозділам ДСНС доводиться долати наслідки ракетних обстрілів та атак безпілотних літальних апаратів, до «стандартних» шкідливих речовин додаються порохові гази, які

мають у своєму складі монооксид та оксид вуглецю, оксиди азоту. Ці речовини також можуть призводити до тяжких хронічних та онкологічних захворювань.

На сьогоднішній день в Україні не відомі ефективні способи нейтралізації небезпечних речовин накопичених на спеціальному одязі пожежних-рятувальників, та не ведеться статистика захворюваності на хронічні та онкологічні хвороби у пожежних-рятувальників. Тому розробка сучасних методів та речовин здатних нейтралізувати чи зменшити вплив небезпечних речовин на організм пожежних є актуальним та важливим. Також необхідно переглянути терміни експлуатації спеціального одягу пожежних, вимоги до нього та впровадити в підрозділах додаткову гігієну праці після роботи в задимленому середовищі.

В умовах сьогодення роботи пожежних-рятувальників необхідно врахувати і той факт, що їм доводиться виконувати завдання за призначенням в умовах обстрілів або ліквідувати наслідки обстрілів озброєнням різного характеру (ствольна артилерія, ракети, ракетні системи залпового вогню, тощо). За таких умов виникає додаткове навантаження на організм рятувальника через необхідність додаткового захисту і доводиться надягати поверх спеціального одягу бронезилет та додатковий стрес. Також слід відмітити, що роботи проводяться в місцях де на пожежних впливають порохові гази, що можуть викликати гострі отруєння (порохову хворобу), при значних концентраціях. Найбільший негативний вплив в складі порохових газів, мають монооксид та діоксид вуглецю, оксиди азоту. Ураження організму діоксидом вуглецю може спричинити збудження дихального центру, гіперкапнії, наростанням явищ респіраторного ацидозу. У тяжких випадках настає смерть від центрального паралічу дихання [12].

Окремо слід відзначити, що під час проведення робіт пожежними, після перебування в задимленому середовищі, вони лише знімають засоби захисту органів дихання, не проходять навіть мінімальної обробки (вмивання, полоскання ротової порожнини, обдування повітрям голови та верхньої частини захисного одягу) і продовжують виконувати інші спеціальні роботи на місці події, при цьому можуть пити воду, курити. Це в свою чергу дозволяє ще швидше потрапити небезпечним речовинам та їх сполукам до організму пожежних і відповідно збільшити ймовірність виникнення захворювання.

Для вирішення поставленої задачі спочатку необхідно розробити ряд обов'язкових до виконання пожежними-рятувальниками правил з дотримання додаткової особистої гігієни на місці події після роботи в задимленому (загазованому) середовищі, а саме:

- після виключення із захисного дихального апарату, здійснювати обдування голови, обличчя та плечей стиснутим повітрям з апарату;
- заборонити тривалий час знаходитися в спеціальному одязі без захисного респіратора (виконання спеціальних робіт, надання допомоги, збирання обладнання, тощо);
- заборонити палити, пити воду та приймати їжу (тільки після миття рук, вмивання, полоскання ротової порожнини та горла);
- під час прямування до місця дислокації, забруднений спеціальний одяг необхідно класти в захисні пилонепроникні чохла та перевозити у відсіках пожежно-рятувального автомобіля, а не в кабіні розрахунку;
- після повернення до пожежного депо, провести поверхневу обробку забрудненого одягу (куртка, штани, рукавиці, підкасник) (в аерокамерах обдути одяг повітрям з надлишковим тиском);
- не допускати зберігання рукавиць поруч із касками, підкасниками чи в карманах спеціального одягу, зберігати окремо;

- після зміни з чергування, до наступної зміни, спеціальний одяг розміщувати за межами основних приміщень пожежного підрозділу у приміщеннях (прибудовах) з штучною або природньою вентиляцією;
- в разі значного забруднення організувати прання спеціального одягу;
- під час проектування та виробництва пожежно-рятувальних автомобілів, передбачити влаштування системи вентиляції та кондиціонування таким чином, щоб обдування відбувалося зверху до низу, а не як у звичайних транспортних засобів знизу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 540.
2. Наказ МНС України від 07.05.2007 р. № 312 «Правила безпеки праці в органах і підрозділах ДСНС України».
3. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж. Затверджений наказом МВС України від 26.04.2018 № 340.
4. Krzemińska, SM, Szewczyńska, M. (2022). Небезпека забруднення хімічними речовинами захисного одягу для пожежників – огляд використання та обслуговування. Міжнародний журнал медицини праці та охорони навколишнього середовища, 35 (2), 235-248. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01868>.
5. Янг, А. С., Спарер-Файн, Е. Х., Пікард, Х. М. та ін. Пер- та поліфторалкільні речовини (PFAS) і загальний фтор у пилу пожежних станцій. J Expo Sci Environ Epidemiol 31, 930–942 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41370-021-00288-7>.
6. https://www.bostonglobe.com/globe-today//?p1=BGHeader_MainNav [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: INTERNATIONAL ASSOCIATION OF FIRE FIGHTERS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.iaff.org/pfas/>.
7. МІЖНАРОДНА АСОЦІАЦІЯ ПОЖЕЖНИКІВ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.iaff.org/news/taking-action-against-occupational-cancer/>.
8. ДСТУ EN 469:2017 Захисний одяг для пожежників. Вимоги щодо показників якості захисного одягу для пожежників (EN 469:2005; A1:2006; AC:2006, IDT).
9. Wolffe, TAM, Clinton, A., Robinson, A. та ін. Зараження засобів індивідуального захисту та робочих місць пожежників Великобританії. Sci Rep 13, 65 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25741-x>.
10. Lacey S, Alexander BM, Baxter CS. Plasticizer contamination of firefighter personal protective clothing--a potential factor in increased health risks in firefighters. J Occup Environ Hyg. 2014;11(5):D43-8. doi: 10.1080/15459624.2013.877142. PMID: 24467725.
11. Szmytko E, Brzezińska D, Machnowski W, Kokot S. Firefighters' Clothing Contamination in Fires of Electric Vehicle Batteries and Photovoltaic Modules-Literature Review and Pilot Tests Results. Int J Environ Res Public Health. 2022 Sep 29;19(19):12442. doi: 10.3390/ijerph191912442. PMID: 36231742; PMCID: PMC9566750.
12. Ткачишин В.С., Фоменко К.С. Вплив порохових газів на організм людини. Журнал "Медицина невідкладних станів" 6 (77) 2016.
13. МІЖНАРОДНА АСОЦІАЦІЯ ПОЖЕЖНИКІВ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.iaff.org/pfas/>.

*С. ШЕВЧЕНКО, кандидат технічних наук,
Національний університет цивільного захисту України*

ВИМОГИ ДО ПІДКАСНИКА, ЯКИЙ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПІД ЧАС ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ ПОЖЕЖНИ-РЯТУВАЛЬНИКИ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В ЗАСОБАХ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ І ЗОРУ

Підкасник – спеціальне захисне спорядження (на далі предмет), яке одягається під каску пожежника та призначене для захисту шиї та голови, а також деяких ділянок обличчя від впливу небезпечних факторів пожежі та вогнегасних речовин під час гасіння пожеж і пожежно-рятувальних робіт. Предмет – засіб індивідуального захисту, який повинен захищати від ризиків Категорії III відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 р. № 771 «Про затвердження Технічного регламенту засобів індивідуального захисту».

Третя категорія – засоби захисту, що мають конструкцію високої складності і призначаються для захисту від небезпеки, яка загрожує життю людей, або небезпеки заподіяння невиліковних тілесних ушкоджень, ступінь якої користувач засобів захисту не може визначити своєчасно. До третьої категорії належать:

– фільтрувальні пристрої для захисту дихальних шляхів від впливу твердих і рідких аерозолів, подразнювальних речовин, токсичних і радіоактивних газів; пристрої для захисту дихальних шляхів, що забезпечують повну ізоляцію від навколишнього природного середовища, зокрема призначені для застосування під водою; засоби захисту, що забезпечують частковий захист від впливу хімічних речовин та іонізуючого випромінювання;

– аварійне спорядження, що призначається для використання при високих температурах, вплив яких можна порівняти з впливом нагрітого до температури 100 градусів С° або вище повітря і які супроводжуються/не супроводжуються інфрачервоним випромінюванням, відкритим полум'ям або виділенням великої кількості розплавлених речовин;

– аварійне спорядження, що призначається для використання при низьких температурах, вплив яких можна порівняти з впливом повітря з температурою до мінус 50 градусів С°;

– засоби захисту від ураження електричним струмом;

– засоби захисту від падіння з висоти.

Ступінь вогнестійкості матеріалів, з яких виготовляються засоби захисту і які можуть піддаватися впливу відкритого вогню, а також матеріалів, що використовуються для виготовлення пожежного спорядження, повинен відповідати класу небезпеки для передбачуваних умов експлуатації. Зазначені матеріали не повинні плавитися і сприяти поширенню полум'я[1].

Предмет повинен відповідати санітарному законодавству та відповідати вимогам:

1. Технічного регламенту засобів індивідуального захисту (постанова Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 р. № 771) та пройти відповідні процедури оцінки відповідності із врахуванням категорії ризиків від яких засіб індивідуального захисту призначений захищати користувача;

2. ДСТУ EN 13911:2015 Захисний одяг для пожежників. Вимоги та методи випробування протипожежних капюшонів для пожежників (EN 13911:2004, IDT) [2].

3. ДСТУ EN 1149-5:2015 Одяг захисний. Електростатичні властивості. Характеристики матеріалів та вимоги до дизайну (EN 1149-5:2008, IDT) [3].

Предмет (рис.1) виготовляється з двох шарів основного матеріалу (Пакету матеріалів), гладкопофарбованого арамідного трикотажного полотна переплетення кулірна гладь. Предмет складається із трьох деталей (основної, нагрудної та плечової) з'єднаних між собою чотирьохлінійною шестинитковою пласкою строчкою (код стібка 607). Низ предмета обробляється швом упідгин з відкритим зрізом шириною $(2,0 \pm 0,2)$ см тринитковою дволінійною пласкою ланцюговою строчкою (код стібка 406). Усі кінці швів, а також розриви швів, фіксуються зворотнім стібком або закріпкою, кінці ниток – обрізані. У готових предметах не допускаються пропуски стібків у строчках, скривлення швів, розриви строчок та інші дефекти. Класифікація та види стібків, строчок і швів, що застосовуються для виготовлення Предмету – згідно з ДСТУ ISO 4916 Матеріали текстильні. Типи швів. Класифікація і термінологія [3].

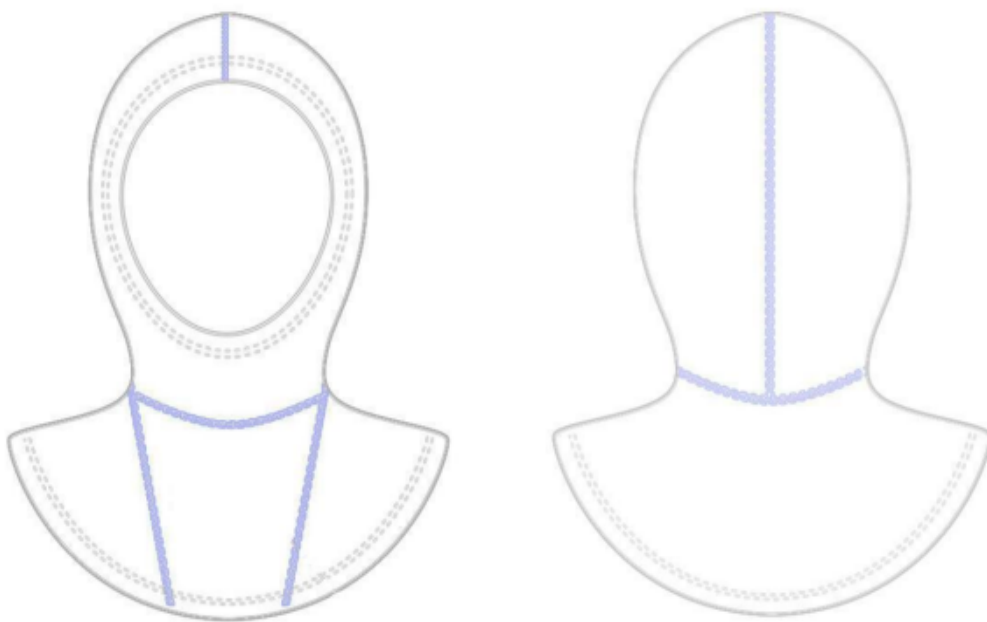


Рис. 1. Зовнішній вигляд підкасника.

ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 р. № 771 «Про затвердження Технічного регламенту засобів індивідуального захисту».

2 ДСТУ EN 13911:2015 Захисний одяг для пожежників. Вимоги та методи випробування протипожежних капюшонів для пожежників (EN 13911:2004, IDT).

3. ДСТУ EN 1149-5:2015 Одяг захисний. Електростатичні властивості. Частина 5. Характеристики матеріалів та вимоги до дизайну (EN 1149-5:2008, IDT).

4. ДСТУ ISO 4916 Матеріали текстильні. Типи швів. Класифікація і термінологія.

*О. ЯЦУХ, кандидат сільсько-господарських наук,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

МОНІТОРИНГ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ЯК СПОСІБ ЗАПОБІГАННЯ ВИРОБНИЧОМУ ТРАВМАТИЗМУ

Постановка проблеми в загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими і практичними задачами. Виробничий травматизм та захворювання, пов'язані з роботою, загрожують працівникам, їх здоров'ю та якості життя. Крім того, це також має глибокі економічні наслідки для різних сегментів промисловості. Згідно даних Європейського агентства з безпеки та гігієни праці (EU-OSHA) [1] та інших агенцій з різних країн, нещасні випадки на виробництві та захворювання, пов'язані з роботою, сильно обтяжують системи соціального забезпечення в усьому світі. У країнах, що розвиваються, це питання стоїть ще більш гостро. Створення комфортних умов у приміщенні є важливим соціальним завданням, бо внутрішнє середовище безпосередньо впливає на стан людини [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій по розглянутому питанню. В Стратегічній програмі ЄС з охорони здоров'я та безпеки на роботі на 2021-2027 рр. [3] велика увага приділяється змінам під назвою «Безпека та гігієна праці в мінливому світі праці». В ній зазначається, що для розуміння всіх аспектів безпеки та гігієни праці необхідні якісні – а часто більше й кращі – докази та інструменти моніторингу – як передумова для встановлення пріоритетів та ефективних профілактичних дій.

Krawczyk і Dębska [4] розглядали вплив температури, відносної вологості, концентрації вуглекислого газу CO₂, освітленості приміщень навчальних закладів на продуктивність навчання та самопочуття студентів у навчальних закладах Польщі.

Erika R. Chambriard, Sandro C. Izidoro, Davidson P. Mendes [5] розробили автоматизовану систему моніторингу на Arduino для підтримки розслідування факторів, що сприяють нещасним випадкам. Вони вважають, що їхній прототип допоможе з'ясувати зв'язок між роботою та професійними захворюваннями.

Сьогодні багато компаній покладаються на системи відеоспостереження (CCTV) задля безпеки працівників, захисту приміщень та цінної інформації. Але це трудомісткий процес, який не завжди дає оптимальні результати. Інтелектуальна відеоаналітика виводить спостереження на новий рівень. Камери у поєднанні зі штучним інтелектом (AI) забезпечують автоматизований аналіз подій, виявляють нетипову поведінку та надсилають відповідні сповіщення, щоби забезпечити безпеку людей, робочих місць та інформації. Технологія відеоспостереження в поєднанні з алгоритмами та штучним інтелектом (AI) дають змогу не лише бачити, але і розуміти те, що відбувається в різних ситуаціях.

Для запобігання нещасних випадків та захисту працівників все більше компаній впроваджують рішення промислового інтернету речей (industrial IoT, IIoT). Без перебільшення, розумний моніторинг може врятувати чиєсь життя, якщо стається збій в експлуатації обладнання, не встановлені ефективні заходи безпеки або існує ймовірність заподіяння шкоди здоров'ю в робочий час.

Формування цілей дослідження – висвітлення особливостей та досвіду застосування електронних пристроїв для контролю параметрів мікроклімату.

Виклад основного матеріалу дослідження. Мікроклімат – це сукупність

факторів повітряного середовища, що відображає вплив на теплообмін організму людини в приміщенні. Основними параметрами, що характеризують мікроклімат в приміщеннях, є відносна вологість, температура та швидкість руху повітря. Нормативним документом, що регламентує параметри мікроклімату виробничих приміщень, є «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ДСН 3.3.6.042-99, затверджені постановою МОЗ України від 01.12.1999 р. № 42 [6].

Вирішення проблем галузі безпеки та гігієни праці вимагає багатогранного підходу, а також збору даних на фактичних робочих місцях. Сучасні системи управління кліматом представляють собою складні системи автоматичного регулювання, які здійснюють регулювання параметрів повітря в приміщеннях в заданих межах на підставі сигналів, що надходять з датчиків температури, відносної вологості, швидкість руху повітря і вмісту CO₂.

Постійний контроль стану мікроклімату в різних точках приміщення і на робочих місцях можна забезпечити за допомогою електронних пристроїв для контролю мікроклімату, таких, наприклад, як трансмітер-регулятор якості повітря HD-4617BDTSR від італійської компанії «Delta Ohm». Прилад спеціально розроблений для використання в приміщеннях зі значною кількістю людей (школи, лікарні, аудиторії, офіси, кафе, виробничі приміщення тощо) і має подвійне призначення: контроль якості повітря та економія енергії завдяки керуванню приладами підтримки мікроклімату.

Висновки та рекомендації. Ми вважаємо, що ми розпочали важливу роботу з розробки нових технологій, які можна використовувати різними способами для допомоги в моніторингу робочого середовища, особливо актуального для країн, що розвиваються. У майбутньому ці зусилля можуть допомогти з'ясувати зв'язок між середовищем на робочому місці та розвиненими хворобами, оцінювати і краще контролювати аспекти робочого середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Occupational safety and health in Europe: state and trends 2023. URL: <https://osha.europa.eu/en/publications/occupational-safety-and-health-europe-state-and-trends-2023>.

2. Старостюк В.Є., Яцух О.В. Застосування систем моніторингу факторів мікроклімату для відстеження показників здоров'я працівників на виробництві / Безпека життєдіяльності в XXI столітті: тез. допов. XIX Всеукр. студ. наук.-практ. конф. (27-28.04.2023) / Заг. ред. А.С. Беліков. – Дніпро: ПДАБА, 2023. – С. 82-83.

3. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: EU strategic framework on health and safety at work 2021-2027: Occupational safety and health in a changing world of work, {SWD(2021) 149 final, Brussels, 28.6.2021.

4. N. Krawczyk, L. Dębska, Indoor environment, lighting conditions and productivity in the educational buildings, Civil and Environmental Engineering 18 (2022) 581–588. doi:10.2478/cee-2022-0055.

5. Chambriard, Erika & Izidoro, Sandro & Mendes, Davidson & Pires, Douglas. (2020). Automated Monitoring System to Support Investigation of Contributing Factors of Work Related Disorders and Accidents. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Health and Medical Engineering Vol:14, No:2, 2020 (43-48). doi:10.5281/zenodo.3669263.

6. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 [Електронний ресурс] : чинні від 1999-12-01. – К. : МОЗ України, 1999. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.

V. KOSTENKO, Professor, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Environmental Protection,

O. BOHOMAZ, Ph.D, Associate Professor at the Department of Environmental Protection Donetsk National Technical University

RESEARCH ON THE MECHANISM OF COAL AEROSOL EXPLOSION DEVELOPMENT IN A MINE WORKING

Explosions in mine working involving coal dust are characterized by the highest mortality rate in the coal mining industry. Analysis of accidents in the coal mines of Ukraine over the past decades showed that explosions of methane-air and hybrid dust-air mixtures are very common [1]. As a result of these accidents, 1,349 miners were injured, 732 of them were fatally injured. Despite the fact that it became possible to reduce their frequency in the 21st century, these accidents have extremely serious consequences. The progress of rescue work in such emergencies is quite time-consuming, and takes place under conditions of threat or immediate occurrence of repeated explosions. The problem of improving knowledge about the mechanism of occurrence and development of explosion of air mixture with methane and coal dust remains relevant. Currently, it is necessary for developing complex solutions in order to prevent the explosions, as well as for containment and minimization of injuries when they occur. The existing methods and means of prevention and localization of explosions do not provide reliable protection and need improvement.

Analysis of literary sources showed that the main factors that significantly affect the dynamics of coal dust explosion include the power of the initial, the length of the dust zone, the nature of the deposition of dust along the cross-section (in the roof, on the ground), as well as the amount of dust concentration, its ash content and particle-size distribution. Nevertheless, until now, there is no scientific data on the energy level and the velocity of the explosion in the actual mine workings, which have a cross-sectional area larger than experimental mine workings, where it is generally 3...7.5 m². This makes it difficult to justify such technical parameters of the means of containment of explosions as speed of operation and strength for the actual mine conditions. There are not enough publications dedicated to the study of hybrid explosions, a mixture of air with methane and coal dust.

Our research was aimed at revealing the mechanism of coal aerosol explosion development in the experimental mine working. A thorough analysis made it possible to identify areas of explosion development in different zones of the experimental mine working. It was established that the arrangement zones and the explosion development areas might not coincide in their linear dimensions. In particular, during the initiation of a coal dust explosion with the help of a methane and air mixture, the conditions for the explosion of a hybrid mixture of methane, dust and air are created at the borders of gassed and dusty zones. It is theoretically justified that in this case the released energy is much higher than the energy released when only the dust explodes.

In the dusty zone of the experimental mine working, the energy of the explosion is determined by the process of oxidation of coal particles and generally obeys expression taking into account the mass of coal suspended in the air. The velocity of the fire front depends on the rate constant of the carbon oxidation reaction. This indicator depends on a number of factors, such as type of coal, its particle-size distribution,

pressure, temperature, presence of moisture and inorganic impurities, concentration of fuel in the aerosol, etc.

The presence of moisture, impurities in dust that phlegmatize oxidation, the lack of oxygen can slow down the combustion process. It is known that despite the fact that such fronts are interconnected inseparably, the velocity of the shock front usually exceeds the velocity of the fire front [2, 3].

The wave propagation of the explosion also contributes to the uneven transition of dust deposits to the state of the curtain and the unstable content of fuel in the aerosol.

The obtained experimental data on the velocity of propagation of the explosion front in the experimental mine working are the basis for substantiating the speed of operation of automatic means of suppressing explosions. The availability of technological equipment, fastening equipment and rail vehicles helps to suppress the intensity of the explosion. On the contrary, the presence of belt conveyors will increase the intensity of the explosion.

The linear dependence between the cross-sectional plane and the amount of explosive energy developed there is justified theoretically. The given results can be used, in a first approximation, as a basis for justifying the speed of operation of means for suppressing the negative factors of coal dust explosions in mines. This allows for applying this dependence to calculate the strength indicators of the protective structure based on the results of the obtained experimental data for the coal of a certain deposit.

To this end, it is possible to apply experimental data from the tests of the velocity of propagation of the explosion front in experimental set-ups of small cross-section. This allows for justifying the length of a dust barrier with inert load or a water barrier with shelves and vessels of standard size, calculating the strength parameters of a mechanical curtain, etc.

It makes sense to continue further research in the direction of broadening the understanding of the dynamics of the front movement of explosions of hybrid dust and gas mixtures. This will become the basis for improving the methods and means of both prevention and containment of underground accidents of this type with the help of systems of localization of coal dust explosions

LITERATURE

1. Kostenko, V., Zavialova, O., Pozdieiev, S., Kostenko, T., Hvozd, V. (2022): Mechanism of development of coal dust continuous explosion in a network of mine workings. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, 37(1), 45-53. <https://doi.org/10.17794/rgn.2022.1.5>

2. Kostenko, V., Zavialova, O., Novikova, Y., Bohomaz, O., Krupka, Y., & Kostenko T. (2022): Substantiating the parameters of quickly erected explosion-proof stopping. Rudarsko-geološko-Naftni Zbornik, 37(4), 143-153. <https://doi.org/10.17794/rgn.2022.4.12>

3. Romanchenko, S.B., Sobolev, V.V. (2022): Promising solutions in the field of ensuring dust and explosion safety of mines. Vestnik nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugol'noj promyshlennosti, 1, 6-13.

*J. PARCHANSKI, Silesian University of Technology,
V. KOSTENKO, Donetsk National Technical University,
T. KOSTENKO, Cherkasy Institute of Fire Safety named after Heroes of Chernobyl
of the National University of Civil Defense*

COAL DUST EXPLOSION CONTAINMENT SYSTEM

Several explosions of gas-and-dust mixtures in the coal mines of Ukraine had unacceptably severe consequences. This type of accident are characterized by the spread of explosion for several kilometres along the network of mine workings, reaching neighbouring mining sites. Several explosions happened in the workings of Zasyadko Mine Lease Enterprise: 50 people died and 49 were injured in 1999, 55 people died and 33 were injured in 2001, 20 people died and one was injured in 2002, a series of three explosions killed 106 and injured 272 people 2007, 34 people died and 14 were injured in 2015. Accidents at Skochynskyi Mine: 17 people died and 20 were injured in 1991, 63 people died and 51 were injured in 1998, and 34 and 16 people, respectively, in 2014. In 1992, 63 people died and 53 were injured at Sukhodolska-Skhidna Mine, and 28 and 2 people, respectively, in 2011. In 1994, 30 people died and 27 were injured at Slaviansoserbska Mine; at Barakov Mine, 80 and 7 people, respectively, in 2000; 37 people died and 12 were injured at Krasnolymanska Mine in 2004; 8 people died and 28 were injured at Stepova Mine in 2017. The data above determine the relevance of the issue of protection of miners from the threats of dust explosions, such as those propagating through the network of mine workings.

The authors suggested the use of a higher velocity of seismic waves relative to the shock front for early detection of explosions and activation of explosion warning and suppression systems [1], and proposed a coal dust explosion containment system (DECS) (Fig. 1) [2].

Seismic sensor Dd is embedded into the wall of the mine working at a distance L2 from the pipeline 6, which exceeds the radius L1 of seismic sensors response to rock oscillations by several times. Another sensor Do is embedded into the wall of mine working next to the exhaust pipeline 6. Electrical cables for transmitting signals from seismic sensors are connected to the amplifier 7. The cables for transmission of control signals from the amplifier 7 are connected: to the valves with electric drives 2 and 5, the means of sound and light alarm 8, as well as the lock 9, which holds the barrier 10 suspended under the roof. The possibility of lowering the barrier 10 is implemented by means of a hinge 11, which connects the barrier with the side rocks. When coal dust explodes, a shock front of compressed air is formed in the mine working. The flame front behind the shock front moves at a distance of several meters with the detonation combustion of the air dust mixture. The explosion front propagates through the mine working with a velocity not less than the sound velocity in the air, $V_f = 330 \text{ m.s}^{-1}$. Part of the energy of the shock front is transmitted to the rocks surrounding the mine working, they form seismic waves that propagate in the rock mass with a velocity of $V_s = 2,500 \dots 3,000 \text{ m.s}^{-1}$, which is several times the velocity of the shock front. However, due to natural and man-made fractures of rocks, seismic waves are scattered and absorbed, thus the radius of propagation is limited, and at a certain distance greater than L1 from the shock front their power is insufficient to excite the seismic sensor. The additional sensor Dd is triggered a few seconds before the seismic waves reach the main sensor, Do. The signal from the additional sensor Dd is sent via cable to the amplifier 7, where

the command is generated to turn on the sound and light alarm 8, as well as the to trigger the locks 9 holding the barrier 10. Light and sound alarms alert people about the presence of explosion and the need to activate self-rescuers and proceed to shelters or take safe positions behind the barrier 10. The miners will have more than five seconds to do so; this amount of time cannot be provided by the known means of combating coal dust explosions. The issue of substantiation of the DECS main technical parameters, e.g., distance L_2 of placement of the additional sensor D_d from the main one, D_o , establishment of radius where the sensor will respond to seismic waves L_1 , remains unresolved. It is equally important to establish the frequency range and amplitude of seismic oscillations to which the sensor has to respond. The sensor has to be capable of separating explosions from other types of oscillations of the rock mass, such as blasting, transport and other shocks.

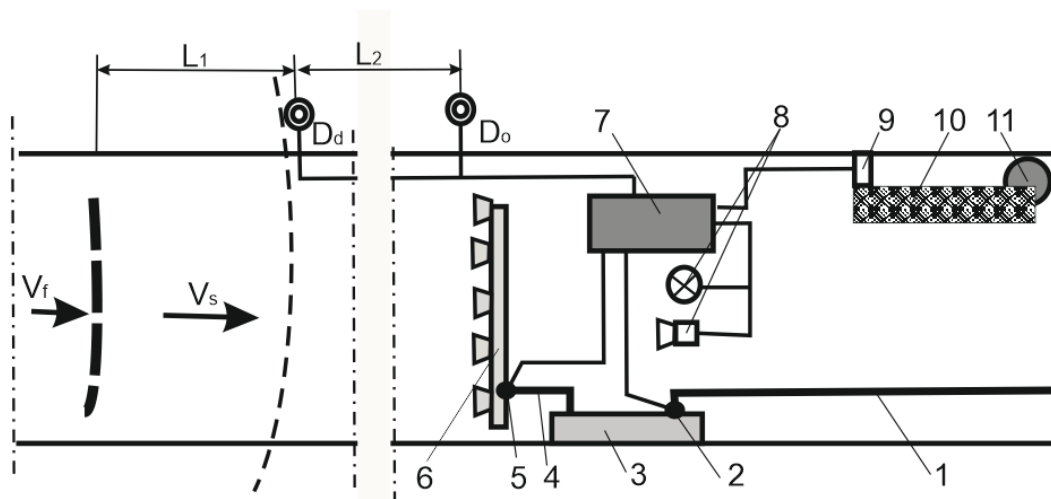


Fig. 1. Coal dust explosion containment system: 1 - pipeline for compressed gas supply; 2,5 - electrically driven valves; 3 - tank with fire extinguishing agent; 4,6 - pipeline; 7 - amplifier; 8 - sound and light alarm; 9 - lock; 10 - barrier; 11 - hinge; D_d , D_o - additional and main seismic sensors; L_1 - radius of sensor response to seismic waves; L_2 - distance between the sensors; V_f , V_s - velocity of propagation depending on the explosion front and seismic waves

Modulus of acceleration is an informational indicator, which suits the most for registration by seismic sensors responding, specifically, to the most powerful peak pulses formed by seismic waves. By revealing the qualitative and quantitative indicators of seismic wave propagation on the mine working contour and in the rock mass, the parameters of seismic sensors of the systems protecting the miners against explosion can be substantiated.

LITERATURE

1. Zavialova O.L., Kostenko V.K. (2017) The mechanism of development of explosions of coal dust in a network of mine workings. Dnipro, «Heotekhnichna mekhanika» Vol.135: 125-136.
2. Kostenko V.K., Zavialova O.L., Lyashok Ya. O., Kostenko T.V., Tavrel M.I. (2020) Device for localization of coal dust explosions. Patent for utility model 143877, Ukraine.

*M. TAVREL, Assistant of the Department of Environmental Protection
Donetsk National Technical University*

ADVANTAGES OF WATER PURIFICATION BY THE OXYGENATION METHOD FOR USE IN THE FIRE EXTINGUISHING SYSTEM

The fire extinguishing system has both surface and underground water tanks. The source of water for fire extinguishing tanks can be: drinking water, underground sources, natural surface water, industrial wastewater. In the vast majority of cases, natural sources are used to fill tanks, and the water requires further purification to the required quality.

Due to global warming, the water has a temperature of more than 25 °C, and as the temperature rises, the growth of the concentration of algae, which causes the "blooming" of the reservoir, accelerates [1]. In turn, this pollutes the water and makes it impossible to use it for fire safety purposes. Because of this, there is a need for water purification. Also, water quality directly affects metal and concrete structures of water tanks. Water containing pollutants and algae can cause corrosion and biodegradation.

There are a variety of ways to purify water from pollutants, which can be divided into groups according to the principle of action into mechanical, physicochemical, electrochemical, biological, which in turn are divided into natural and artificial, chemical.

Based on the analysis of water purification methods, mostly physical and physico-chemical water purification methods are used, but most of them require additional purification or removal of reagents, which requires additional costs and does not take into account the increase in water temperature in the summer period, during which rapid growth occurs algae leading to biodegradation.

Aeration is an effective option for preventing biofouling of equipment and getting algae into the fire extinguishing system. That will help to increase the concentration of oxygen and the mixing of water masses, which will lower the temperature of the reservoir.

In order to reflect the effect of turbulent mixing of water masses by the aerator, simulation was carried out using the demo version of the ANCIS program using the finite element method.

A virtual technical reservoir was created for simulation. A water intake pipe with a diameter of 8 cm is located near the bottom. A discharge pipe for pouring water is brought to the surface, the diameter of the pipe is 8 cm.

The result showed that for a model container with a volume of 375 liters, one aerator will reduce the temperature from 25 °C to 22 °C. Thus, it is advisable to use several aerators (pipes) for this volume of the reservoir.

REFERENCES

1. Kostenko, Viktor, Maryna Tavrel, Olha Bohomaz, Tetiana Kostenko, Olesia Kostyrka, and Oleh Zemlianskyi. "Studying the Effect of Mineral Fertilizers on the Development of the Eutrophication Process in the Water Bodies". *Ecological Engineering & Environmental Technology* 24 no. 4 (2023): 79-87. doi:10.12912/27197050/161950.

ЗМІСТ

Секція 1. Прикладні наукові аспекти прогнозування та запобігання надзвичайним ситуаціям

<i>Ярослав БАЛЛО, Роман УХАНСЬКИЙ, Олександр ЖИХАРЄВ</i> ДО ПИТАНЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ СИСТЕМ ДИМОВИДАЛЕННЯ ДЛЯ ПІДЗЕМНИХ ПРИМІЩЕНЬ	7
<i>Олена БОРСУК, Ігор ВЕЛИКИЙ, Кароліна КУРІЛЬЧУК</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ФРАГМЕНТІВ СТАЛЕВОГО ДВОТАВРА З ВОГНЕЗАХИСНИМ МІНЕРАЛОВАТНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ ПРИ ДІЇ СТАНДАРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ.....	9
<i>Віктор ГВОЗДЬ, Олександр ЄВПАК, Валентин МЕЛЬНИК</i> АНАЛІЗ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ВІРОГІДНИХ РИЗИКІВ У СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	11
<i>Сергій ГОЛОВЧЕНКО</i> ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЯКІ УТВОРЮЮТЬСЯ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ.....	13
<i>Валентин ДИВЕНЬ, Юрій ДЕНДАРЕНКО, Олександр ДОЦЕНКО</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИНИКНЕННЯ І РОЗВИТКУ ПОЖЕЖ НА ВІДКРИТИХ СТОЯНКАХ АВТОТРАНСПОРТУ	15
<i>О. ДОБРОСТАН, Т. САМЧЕНКО, О. РАТУШНИЙ, Ю. ДОЛІШНИЙ</i> ВЕРИФІКАЦІЯ ТА ВАЛІДАЦІЯ РОЗРАХУНКОВОГО МЕТОДУ	18
<i>Дмитро ДОБРЯК, Олександр КРИКУН, Наталія КРАВЧЕНКО</i> ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ РОЗКРИТТЯ ЛЕГКОСКИДНИХ КОНСТРУКЦІЙ У ВИБУХОПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРИМІЩЕННЯХ	20
<i>Д. ДУБІНІН</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ВИМІРЮВАННЯ ГЛИБИНИ ОБВУГЛЕННЯ (DEPTH OF CHAR) ВИРОБІВ З ДЕРЕВИНИ	22
<i>Д. ДУБІНІН</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОДРІБНЕННЯ ВОДИ У СТВОЛІ УСТАНОВКИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ	24
<i>Наталія ЗАЙКА, Петро ЗАЙКА, Костянтин МИГАЛЕНКО</i> ОСНОВНІ ВІДМІННОСТІ ВИБУХОВИХ І УДАРНИХ ВПЛИВІВ ВІД ЗВИЧАЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ЯКІ ВРАХОВУЮТЬСЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БУДІВЕЛЬ	26
<i>Наталія ЗАЙКА, Олеся КОСТИРКА, А. КУЦЕЛАП</i> ПОВЕДІНКА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ВИБУХАХ.....	27
<i>Л. ЗАПОЛЬСЬКИЙ, О. БЕДРАТЮК, Д. БАБЕНКО, Н. ІЛЬІНА</i> АКТУАЛЬНІ НАУКОВІ ПРОБЛЕМИ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В УКРАЇНІ.....	29
<i>Микола ЗМАГА, Яна ЗМАГА, К. БУТЕНКО</i> ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ ЩОДО ДІЙ ПРИ НС	32
<i>Олександр ЗОБЕНКО, Віктор ГВОЗДЬ, Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, Д. РАДУЦЬКА,</i> РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В МІСЦЯХ ПІДВИЩЕНИХ ПЕРЕХІДНИХ ОПОРІВ.....	34
<i>Павло ІЛЛЮЧЕНКО, Микола ГОРДЕЄВ, Олександр ЗАЗИМКО, Юлія КРАВЧЕНКО, Світлана МАСАН, Марина ВОЛОДЧЕНКО</i> ПРО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИПРОБУВАНЬ КАБЕЛІВ НА ДИМОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ	36

<i>Н. КАСЬОНКІНА, Н. РАШКЕВИЧ</i> ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТИ ЕНЕРГЕТИКИ	39
<i>А. КАТУНІН, О. КОЛОМІЙЦЕВ</i> ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОГО СКЛАДУ ДЖЕРЕЛ ЗАГОРЯНЬ В ПРОЦЕСІ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ	41
<i>Р. КЛИМАСЬ, А. ОДИНЕЦЬ</i> УДОСКОНАЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ В ЧАСТИНІ ВСТАНОВЛЕННЯ ЄДИНОЇ МЕТОДОЛОГІЇ ДО ЗБИРАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПРО ПОЖЕЖІ	43
<i>Андрій КОВАЛЬОВ, Р. ПУРДЕНКО, І. ТАРАНЕНКО</i> ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ БУДІВЛІ ІЗ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	45
<i>С. КОЖЕВНИКОВА, Лариса ХАТКОВА</i> ОСНОВНІ ЧИННИКИ РИЗИКУ НА СТАДІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РЕЗЕРВУАРІВ ДЛЯ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ	47
<i>Ігор МАЛАДИКА, Артем БИЧЕНКО, Михайло ПУСТОВІТ, Катерина ПАВЛЕНКО</i> ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА РІЗНИХ ТИПІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ У СФЕРІ КОМПЕТЕНЦІЇ ДСНС УКРАЇНИ	49
<i>Лариса МАЛАДИКА</i> ДО ПИТАННЯ ПРОВЕДЕННЯ АУДИТУ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ	52
<i>Юрій НАГІРНЯК, Андрій ДОМІНІК</i> ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВИХ ПРОЯВІВ ПОЖЕЖІ НА ПРОТИПОЖЕЖНУ ТЕХНІКУ	53
<i>Валерія НЕКОРА, Вадим НІЖНИК, Сергій ПОЗДЄЄВ, Юрій ФЕЩУК</i> ЩОДО МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ СКЛІННЯМ В УМОВАХ ТЕПЛООВОГО ВПЛИВУ ВОГНЮ	55
<i>Віталій НУЯНЗІН, Сергій ВЕДУЛА, С. МИГАЛЕНКО, О. ЄРЬОМА</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВПЛИВУ НА ФОРМУ ПОЛУМ'Я ЗВУКОВИМИ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ХВИЛЯМИ	57
<i>Олександр НУЯНЗІН, Віталій СТЕПАНЕНКО, Віталій КАЙДАШ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОМІРНОСТІ ПРОГРІВУ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ У МАЛОГАБАРИТНІЙ ВОГНЕВІЙ УСТАНОВЦІ	59
<i>Микола ПЕЛИПЕНКО</i> МАСШТАБИ ТА НАСЛІДКИ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ	60
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Олег КУЛІЦА, Сергій ТРОШКІН</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ У КАБЕЛЬНИХ ТУНЕЛЯХ АЕС ПРИ ПОЖЕЖІ	62
<i>Віталій ПРИСЯЖНЮК, Сергій СЕМИЧАЄВСЬКИЙ, Михайло ЯКІМЕНКО, Максим ОСАДЧУК, Віталій СВІРСЬКИЙ</i> ПРО РОЗРОБЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО СТАНДАРТУ УКРАЇНИ ЩОДО ГОЛОВОК З'ЄДНУВАЛЬНИХ ТИПУ «STORZ»	64
<i>А. ПЯСЕЦЬКА</i> ОЦІНКА РИЗИКУ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ МІСЦЕВОЮ БЕЗПЕКОЮ НА РІВНІ БАЗОВОЇ ОДИНИЦІ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО САМОВРЯДУВАННЯ	66
<i>В. СИДОРЕНКО, А. ПРУСЬКИЙ, С. ЄРЕМЕНКО, О. БИКОВА</i> МАТЕМАТИЧНА ФОРМАЛІЗАЦІЯ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	69
<i>О. СОБОТНІЦЬКА, Артем МАЙБОРОДА</i> ВИВЧЕННЯ ЗАКОРДОННОГО ДОСВІДУ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У ПОЖЕЖНІЙ СПРАВІ	71

<i>М. СУШКО, О. МИКИТЕНКО, Ігор ШКАРАБУРА</i>	
ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ, ПРИЙНЯТИХ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА ЩОДО ВІДПОВІДНОСТІ ВИМОГАМ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ	73
<i>І. ТАРАНЕНКО, Н. РАШКЕВИЧ, Андрій КОВАЛЬОВ</i>	
ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ	75
<i>Юрій ФЕЩУК, Олександр СІЗІКОВ, Світлана ГОЛІКОВА</i>	
ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СУТТЄВИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ОСНОВНОЮ ВИМОГОЮ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	77
<i>Сергій ЦВІРКУН, Д. КОСТЮЧУК</i>	
АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ НАСЛІДКІВ ПРИ АВАРІЇ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРУ АЕС	79
<i>Сергій ЦВІРКУН, О. КОТИЧЕНКО</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ В УМОВАХ НЕСТАЧІ ГІДРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	80
<i>Сергій ЦВІРКУН, М. МАРТИНОВСЬКИЙ</i>	
АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕНЬ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ	82
<i>П. ЦИГАНКОВ, Лариса ХАТКОВА</i>	
РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЖЕЖНО-ПРОФІЛАКТИЧНОЇ РОБОТИ НА АРСЕНАЛАХ, БАЗАХ ТА СКЛАДАХ БОЄПРИПАСІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ	83
<i>N. DANYLCHENKO, T. CHUBINA</i>	
KRAJOWY SYSTEM RATOWNICZO-GAŚNICZY RZECZPOSPOLITEJ POLSKIEJ	86
<i>Viktor HVOZD, Andrii BEREZOVSKYI, Bohdan KOPYL</i>	
FIRE PROTECTION OF METAL STRUCTURES WITH INFLATING COATINGS	88
<i>Dusan KATUNSKY, Eva KRIDLLOVA BURDOVA, Iryna RUDESHKO, Natalia ZAIKA, Ihor MATSYK</i>	
HIERARCHICAL APPROACH TO THE CALCULATION ASSESSMENT OF FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE BEAMS	91
<i>M. LAHODZINSKYI, T. CHUBINA</i>	
ROLA MIĘDZYNARODOWEJ ORGANIZACJI OBRONY CYWILNEJ I ORGANIZACJI NARODÓW ZJEDNOCZONYCH W PRZECIWDZIAŁANIU KATASTROFOM	93
<i>Serhii PANCHENKO, Artem BYCHENKO</i>	
TECHNOLOGIES FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF AERIAL FIREFIGHTING IN FOREST FIRES	95
<i>R. SAMAN, T. CHUBINA</i>	
GDAŃSKI POLIGON: GŁÓWNE CHARAKTERYSTYKI	98
<i>Frantisek VRANAY, Martina ZELENKOVA, Olga NEKORA, Stanislav SIDNEI</i>	
DETERMINATION OF TEMPERATURE DISTRIBUTION IN A RIBBED REINFORCED CONCRETE SLAB UNDER THE THERMAL INFLUENCE OF FIRE	100
<i>O. YEROMA, T. CHUBINA</i>	
RZECZPOSPOLITA POLSKA: DOŚWIADCZENIE W ZAKRESIE ZAPOBIEGANIA I ELIMINACJI SKUTKÓW SYTUACJI NADZWYCZAJNYCH	102
<i>Xihong ZHANG, Chiara BEDON</i>	
VULNERABILITY AND PROTECTION OF GLASS WINDOWS AND FACADES UNDER BLAST: EXPERIMENTS, METHODS AND CURRENT TRENDS	104

Секція 2. Технології пожежної та техногенної безпеки

<i>Вадим БЕНЕДЮК, Олексій ТИМОШЕНКО, Андрій ОНИЩУК</i> АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВИТРАТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДЯНИХ ПОЖЕЖНИХ ЗРОШУВАЧІВ.....	107
<i>Вадим БЕНЕДЮК, Олексій ТИМОШЕНКО, Андрій ОНИЩУК, Ігор СТИЛИК</i> СТВОРЕННЯ ВИПРОБУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ЩОДО ВИМІРЮВАННЯ ОПТИЧНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ДИМУ	109
<i>О. БОЙКО</i> ПОЖЕЖНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	111
<i>С. ГОНЧАР, О. ДІБРОВА, Є. ШКОЛЯР, Н. КОЗЯР</i> ЗАПОБІГАННЯ НЕКОНТРОЛЬОВАНОМУ СПРАЦЬОВУВАННЮ ПІРОТЕХНІЧНИХ СУМІШЕЙ ПІД ЧАС СТРІЛЬБИ ТА ПОЛЬОТУ	113
<i>С. ГОНЧАР, А. ПОНОМАРЕНКО</i> РОЗВИТОК ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ БОРОТЬБИ З ПОЖЕЖАМИ ТА ТЕХНОГЕННИМИ КАТАСТРОФАМИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ	115
<i>Юрій ДЕНДАРЕНКО, Ю. СЕНЧИХІН, Валентин ДИВЕНЬ, Олександр БЛАЩУК, Сергій ЦЕПАК</i> ВПЛИВ НОРМАТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ТАКТИЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДРОЗДІЛІВ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ НА ОПЕРАТИВНУ ГОТОВНІСТЬ	116
<i>Георгій ЄЛАГІН, Анатолій АЛЕКСЕЄВ, Олена АЛЕКСЕЄВА, А. СУЛЕЙМАНОВ, О. МАРЧЕНКО,</i> РОЗРОБКА ГЕНЕРАТОРІВ ВОГНЕГАСНОГО АЕРОЗОЛЮ НА ОСНОВІ ВИСОКОПОРИСТОГО НОСІЯ	117
<i>Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, Артем МАЙБОРОДА, Євген ТИЩЕНКО</i> СПОСІБ КОМБІНОВАНОГО ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ	119
<i>Вікторія КОВБАСА, Євген КИРИЧЕНКО, Євген ШКОЛЯР, Андрій ХИЖНЯК</i> АНАЛІЗ ШВИДКОСТЕЙ ГОРІННЯ ПІРОТЕХНІЧНИХ СУМІШЕЙ З УРАХУВАННЯМ КОМПОНЕНТІВ, ТАКИХ ЯК МЕТАЛЕВІ ПАЛЬНІ, ФТОРОПЛАСТИ ТА ОРГАНІЧНІ ДОБАВКИ, ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ СТАТИСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ І СТВОРЕННЯ БАЗИ ДАНИХ.....	120
<i>Анатолій КОДРИК, Андрій БОРИСОВ, Максим ОСАДЧУК</i> МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ ДЛЯ ГАСІННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ОЛИВИ	122
<i>Н. КОЗЯР, Вікторія КОВБАСА, Євген КИРИЧЕНКО, Олександр ДЯДЮШЕНКО, Даніель ГЕОРГІЄВСЬКИЙ</i> КРИТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗОВНІШНІХ ТЕРМІЧНИХ ВПЛИВІВ НА ПІРОТЕХНІЧНІ ВИРОБИ НА ОСНОВІ НІТРАТНО-МЕТАЛЕВИХ СУМІШЕЙ В УМОВАХ ТРАНСПОРТУВАННЯ.....	126
<i>Р. КРАВЧЕНКО, О. КОРОЛЬОВА, Г. ХРОМЕНКОВ, Ю. ГУЛИК, Н. ІЛЬЧЕНКО</i> ПРО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕРМІНОЛОГІЧНОГО СТАНДАРТУ СТОСОВНО ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ	128
<i>О. КУЛАКОВ</i> ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ПІДХІД ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН В УКРАЇНІ	130
<i>Е. ЛОШАНСЬКИЙ, М. ЛАВРІВСЬКИЙ</i> ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИМІННИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ.....	132

<i>Р. МАЙБОРОДА, Юрій ОТРОШ</i>	
ОГЛЯД МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ ПРИБИНИКНЕННІ ПОЖЕЖІ	135
<i>С. НОВАК, О. ДОБРОСТАН, М. ПУСТОВИЙ</i>	
ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ УМОВНОЇ ПОЖЕЖІ НА ПРОМІЖОК ЧАСУ ЗБЕРЕЖЕНОСТІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ З ОДНОШАРОВОЮ СИСТЕМОЮ ВОГНЕЗАХИСТУ	137
<i>М. НОВАК, С. НОВАК</i>	
ВАЛІДАЦІЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ МІНІМАЛЬНОЇ ТОВЩИНИ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ	139
<i>Ігор НОЖКО, В. ЛИСЕНКО</i>	
СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВИХ ІНФРАСТРУКТУР ВІД ТЕХНОГЕННИХ КАТАСТРОФ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ	141
<i>Ігор НОЖКО, В. ЛИСЕНКО</i>	
ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВОГО ПЕРСОНАЛУ ВІД ПОЖЕЖНИХ ТА ТЕХНОГЕННИХ НЕБЕЗПЕК У ЗОНІ КОНФЛІКТУ	142
<i>Б. ОБЧАРЕНКО, Т. ПОМАЗАНОВА, В. КОВАЛЕНКО, А. БОРИСОВА</i>	
ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ПРИДАТНІСТЬ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	144
<i>Костянтин ОСТАПОВ</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ГАСІННЯ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИМИ СКЛАДАМИ	146
<i>Костянтин ОСТАПОВ</i>	
ЩОДО ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТОНКОРОЗПИЛЕНИМИ СТРУМЕНЯМИ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ	148
<i>А. ПАРХОНЮК, М. ЛАВРІВСЬКИЙ</i>	
ВЛАШТУВАННЯ МОДУЛЬНИХ УКРИТТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ	150
<i>М. ПУСТОВИЙ, Ігор МАЛАДИКА, С. НОВАК</i>	
ОЦІНЮВАННЯ НЕОБХІДНОЇ ТОВЩИНИ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЛЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА НОМІНАЛЬНИМИ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ ПОЖЕЖІ	152
<i>Василь РОТАР, Олексій МИГАЛЕНКО</i>	
ВОГНЕВИЙ ТРЕНАЖЕР	154
<i>Т. СКОРОБАГАТЬКО, С. ЄРЕМЕНКО, А. ПРУСЬКИЙ, В. СИДОРЕНКО, В. СТІЛЕЦЬ, І. САВЕЛЬЄВ</i>	
ДО ПИТАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП	155
<i>Сергій СТАСЬ, Артем БИЧЕНКО, Денис КОЛЕСНИКОВ, Г. МІРОШНИЧЕНКО</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ПОДОВЖЕННЯ ПОЖЕЖНИХ НАПІРНИХ РУКАВІВ ТИПУ Т ШЛЯХОМ ПРОВЕДЕННЯ НАТУРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ	157
<i>А. ТАРНАВСЬКИЙ</i>	
ЗАХОДИ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ, ЯКІ ПОВИННІ ЗАБЕЗПЕЧУВАТИ ОБСЛУГОВУЮЧИЙ ПЕРСОНАЛ НА ТЕРИТОРІЇ ГНП	159
<i>О. ФЕДОРЯКА, М. КУСТОВ</i>	
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ ПІДРОЗДІЛІВ РІЗНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СПРОМОЖНОСТІ НА ЛОКАЛЬНИХ ТЕРИТОРІЯХ РІЗНОЇ ЩІЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ ТА ПРОМИСЛОВО-ТЕХНІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ	161

Alina NOVHORODCHENKO, Zuzana VRANAYOVA, Taras SHNAL, Roman YAKOVCHUK, Nazarii TUR

MODELING THE IMPACT OF THE EXPLOSION ON THE GROUND PROTECTIVE STRUCTURES	163
<i>Serhii POZDIEIEV, Olexandr TARASENKO, Kamran ALMAZOV, Alina NOVHORODCHENKO</i>	
MATHEMATICAL MODELING OF THE INFLUENCE OF SURFACE RELIEF ON DYNAMIC PROCESSES IN THE TANK OF A FIRE TRUCK	165

Секція 3. Інформаційні технології в попередженні та ліквідації надзвичайних ситуацій

<i>І. БАШУК, Ігор ЧАСТОКОЛЕНКО</i>	
ЩОДО КОНТРОЛЮ ПОЖЕЖНИХ ПАРАМЕТРІВ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ	168
<i>А. ДЕМКІВ, Є. ВЛАСЕНКО, В. МЕЛЬНИК, В. ЛУЦЕНКО</i>	
ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	170
<i>Владислав ДЕНДАРЕНКО</i>	
ДЖЕРЕЛА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ БАГАТОРІВНЕВОГО МОНІТОРИНГУ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ	172
<i>Сергій КАСЯРУМ</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ І ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	174
<i>Данило КИСЛИЙ, Дмитро КОПИТІН</i>	
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НАВЧАННЯ ТА СИМУЛЯЦІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ.....	175
<i>Володимир ЛИТОВЧЕНКО, Руслан БАРВІНОК, Валентин МЕЛЬНИК, Микола ПІДГОРНИЙ</i>	
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ ПО ВИБІРКОВИМ ОЗНАКАМ ТА ОБРАЗАМ.....	177
<i>Аліна НОВГОРОДЧЕНКО, Дарина РОМАНЕНКО</i>	
КРЕСЛЕННЯ ПРЯМОКУТНИХ ПРОЄКЦІЙ НАЙПРОСТІШИХ ФІГУР В КОМП'ЮТЕРНІЙ ПРОГРАМІ LIBRECAD.....	179
<i>Б. БОЯНСЬКИЙ, Вікторія ДАГІЛЬ</i>	
СПРОЩЕНІ РОЗРАХУНКИ СИСТЕМ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ	180
<i>І. ОСАУЛЕНКО</i>	
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ З УРАХУВАННЯМ БЕЗПЕКОВИХ ЧИННИКІВ.....	183
<i>Микола ПІДГОРНИЙ, Валентин МЕЛЬНИК, Володимир ЛИТОВЧЕНКО, Руслан БАРВІНОК</i>	
СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОНОМНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ	184
<i>Віталій ТОМЕНКО, І. ВЕЛИКИЙ</i>	
СТВОРЕННЯ БЕЗДРОТОВОЇ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ	186
<i>Віталій ТОМЕНКО, М. ФІЛОЗОФ</i>	
ВИБІР БЕЗДРОТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ	187
<i>Сергій ЦВІРКУН, О. КОСТЮК</i>	
УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ БПЛА В РЕЖИМІ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛЬОТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ І ОБ'ЄКТІВ	189

<i>Сергій ЦВІРКУН, В. МОГИЛЬНИЙ</i> УДОСКОНАЛЕННЯ МОНИТОРИНГУ РІВНЯ РАДІАЦІЇ НАВКОЛО ЧАЕС.....	190
<i>Сергій ЦВІРКУН, Є. ТОНКОВИД</i> АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙ НА ТРУБОПРОВОДАХ.....	191
<i>Сергій ЦВІРКУН, О. ЧЕХМЕСТРЕНКО</i> ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-ПОШУКОВИХ РОБІТ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПЛОТНИХ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ.....	192
<i>Сергій ЦВІРКУН, О. ШУМИГОРА</i> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ІНФОРМУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС ПОВІТРЯНОЇ ТРИВОГИ	193

*Секція 4. Теоретичні та практичні аспекти охорони праці
в галузі цивільної безпеки*

<i>І. БАШУК, Д. КРИШТАЛЬ</i> ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ: ЇХ РОЛЬ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	195
<i>К. БІЛОУСОВА, І. ПЕТРЕНКО</i> ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ В УМОВАХ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА	196
<i>І. ВАСИЛЬЄВ, А. ПРУСЬКИЙ, В. ТИЩЕНКО, І. ГОЛУБЕЦЬ</i> НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРАВИЛ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В ОРГАНАХ ТА ПІДРОЗДІЛАХ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ.....	198
<i>І. ВАСИЛЬЄВ, В. ТИЩЕНКО, В. ЄЛІСЄВ, І. ГОЛУБЕЦЬ</i> АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ ПІД ЧАС ПОЖЕЖ В ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЦЕНТРАХ.....	200
<i>Петро ЗАЇКА, Наталія ЗАЇКА, Л. ІЛЛАРІОНОВА</i> ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	202
<i>Л. КАЛИНЕНКО, О. СЛУЦЬКА, А. ФОМІН</i> ОРГАНІЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ РЯТУВАЛЬНИКІВ ВІД ВПЛИВУ РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЗБРОЇ МАСОВОГО УРАЖЕННЯ.....	204
<i>Тетяна КОСТЕНКО, Євген ТИЩЕНКО, Н. ГРЕЧКА</i> ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ В ЗОНАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ І ПОСТІЙНИХ ОБСТРІЛІВ	207
<i>Р. КОСТЯНИЙ, Д. РЕЗНІК</i> АНАЛІЗ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ	208
<i>Олег КУЛІЦА, Сергій ТРОШКІН, Павло ПАНЧЕНКО, Максим САГДІЄВ</i> ВИВЧЕННЯ ПЕРЕДУМОВ УТВОРЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ У МОБІЛЬНІЙ КОТЕЛЬНІ ТА ЇХ ЗАПОБІГАННЯ.....	210
<i>П. ЛЕВЧЕНКО, Олександр ЧЕРНЕНКО</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ	212
<i>В. НЕСТЕРЕНКО, Т. НЕГРІЙ</i> ВИКОРИСТАННЯ ПАРКІНГІВ ЯК УКРИТТІВ	214
<i>Сергій ЦВІРКУН, О. ГОМОНОВИЧ</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОШУКУ ЛЮДЕЙ ПІД ЗАВАЛАМИ.....	216
<i>Сергій ЦВІРКУН, В. СОРОКА</i>	

ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ БПЛА	217
<i>Сергій ЦВІРКУН, А. УШЕНКО</i>	
ТРЕНУВАННЯ ОПЕРАТОРІВ РОБОТІВ-САПЕРІВ	218
<i>Іван ЧОРНОМАЗ</i>	
ДЕЯКИ АСПЕКТИ ПРОФІЛАКТИКИ ПРОФЕСІЙНИХ ХВОРОБ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС УКРАЇНИ ПРИ ВИКОНАННІ ДІЙ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ В МІСЦЕВОСТІ, ЩО ПОТРАПЛЯЄ ПІД ОБСТРИЛИ	219
<i>С. ШЕВЧЕНКО</i>	
ВИМОГИ ДО ПІДКАСНИКА, ЯКИЙ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПІД ЧАС ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ ПОЖЕЖНІ-РЯТУВАЛЬНИКИ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В ЗАСОБАХ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ І ЗОРУ	222
<i>О. ЯЦУХ</i>	
МОНІТОРИНГ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ЯК СПОСІБ ЗАПОБІГАННЯ ВИРОБНИЧОМУ ТРАВМАТИЗМУ	224
<i>V. KOSTENKO, O. BOHOMAZ</i>	
RESEARCH ON THE MECHANISM OF COAL AEROSOL EXPLOSION DEVELOPMENT IN A MINE WORKING	226
<i>J. PARCHANSKI, V. KOSTENKO, T. KOSTENKO</i>	
COAL DUST EXPLOSION CONTAINMENT SYSTEM	228
<i>M. TAVREL</i>	
ADVANTAGES OF WATER PURIFICATION BY THE OXYGENATION METHOD FOR USE IN THE FIRE EXTINGUISHING SYSTEM	230

«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»

Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю

26 – 27 жовтня 2023 року

Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2023. – 240 с.

За зміст вміщених у збірнику матеріалів відповідальність несуть автори. Тези друкуються зі збереженням авторської орфографії та пунктуації.

Підписано до друку 13.10.2023.
Обл.-вид. арк.15,5. Ум. друк. арк. 31,5.
Замовлення № 28.

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України
вул. Онопрієнка, 8, м. Черкаси, Україна, 18034