



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

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



«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»

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

27 – 28 жовтня 2022 року

Черкаси – 2022

УДК 543.051

Н 17

Рекомендовано до друку вченою радою факультету пожежної безпеки
Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України
(протокол № 2 від 12 жовтня 2022 р.)

Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі
експертною комісією інституту з питань таємниці
(протокол № 9 від 18 жовтня 2022 р.)

Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. – 252 с.

Редакційна колегія

Садковий В. П. – доктор наук з державного управління, професор, ректор Національного університету цивільного захисту України;

Гвоздь В. М. – кандидат технічних наук, професор, начальник ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Мирошник О. М. – доктор технічних наук, доцент, заступник начальника ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ з навчальної та наукової роботи;

Тищенко О. М. – доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Мельник В. П. – кандидат технічних наук, начальник факультету пожежної безпеки ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, **відповідальний секретар конференції**;

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

Кириченко О. В. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри пожежно-профілактичної роботи ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Поздєєв С. В. – доктор технічних наук, професор, професор кафедри безпеки об'єктів будівництва та охорони праці ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

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

Касярум С. О. – 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, що пов'язані із пожежами; технології пожежної та техногенної безпеки; інформаційні технології та математичні моделі у вирішенні проблем попередження надзвичайних ситуацій; теоретичні та практичні аспекти охорони праці та цивільної безпеки.

**ШАНОВНІ КОЛЕГИ, ФАХІВЦІ-ПРАКТИКИ,
КУРСАНТИ ТА СТУДЕНТИ!**

Від імені колективу Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України щиро вітаю всіх учасників **XII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ: БЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ»!**

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 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.

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



A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping letters and lines.

Віктор ГВОЗДЬ

АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

Асоцький В.	99	Доценко О.	21,89
Бабенко Д.	17,21	Дріжд В.	125
Балло В.	7	Дубінін Д.	23,25
Балло Я.	7	Дяченко Е.	35
Басманов О.	9,11	Ємельяненко С.	175
Башинський О.	63	Єременко С.	230
Бедратюк О.	17	Жихарев О.	188
Бенедюк В.	145	Заєць Р.	205
Бережанський Т.	79	Заїка Н.	94
Березовський А.	80	Заїка П.	94
Бикова О.	195	Земляний А.	200
Биченко А.	116	Землянський Олег.	54,96
Блащук О.	86	Землянський Олександр.	54
Богомаз О.	210	Зобенко О.	96
Бойко О.	13	Золото П.	35
Борисов А.	102	Іллюченко П.	97
Борсук О.	82	Ільченко Н.	37,74
Вавренюк С.	194	Карпов А.	215
Васильєв А.	64	Кириченко Є.	172
Васильєв І.	195,232	Кириченко О.	27,33
Васильченко О.	15	Климась Р.	29,56
Ведула С.	127	Ключко Р.	31
Власенко Є.	232	Коваленко В.	92
Вовк Н.	84,202	Коваленко С.	99
Гапоненко Ю.	25	Ковалишин В.	172
Гвоздь В.	198	Коваль Р.	175
Голікова С.	188	Ковальов А.	101
Голубець І.	219	Ковбаса В.	33
Гончар С.	200	Кодрик А.	102
Горбань Д.	171	Козяр Н.	27
Горенко Л.	45	Колесніков Д.	105
Горносталь С.	171,184	Колесніков Є.	105
Григор'ян М.	68	Копачов М.	143
Грушовінчук О.	27	Копил Б.	80
Гулик Ю.	37	Коробкін В.	207
Гурник А.	199	Корольова О.	74
Дагіль В.	39,58,128	Коссе А.	35
Даник О.	39,58,128	Костенко В.	210,212
Даруга І.	46	Костенко Т.	198
Демків А.	219,230	Костирка О.	107
Дендаренко В.	200	Кравець І.	108,110
Дендаренко Ю.	86,87	Кравченко Р.	37
Деркач А.	202	Кравченко Ю.	97
Дивень В.	21,86,89	Кришталь Д.	214
Діброва О.	33	Круть М.	39
Діденко Т.	91	Кузик А.	175
Добростан О.	17,92,125	Кулаков О.	113
Добряк Д.	19	Куліда А.	46
Долішній Ю.	92	Куліца О.	41,43

Купневич Л.....	223	Петухова О.....	184
Кустов М.....	177,215	Пирогов О.....	64
Кутателадзе З.....	45	Поздєєв С.....	19
Лагно Д.....	181	Пономаренко Є.....	116
Левченко П.....	217	Пономаренко Р.....	99
Литовченко А.....	199,236	Придатко В.....	179
Луценко Ю.....	21	Присяжнюк В.....	135,224,226,228
Майборода А.....	46	Прусський А.....	195,230
Майборода Р.....	47,49	Пурденко Р.....	101
Максименко М.....	9	Пустовий М.....	125
Максимов Д.....	15	Пустовіт М.....	116
Маладика І.....	116,125	Райкова М.....	137
Маладика Л.....	118	Рашкевич Н.....	234,238
Мельник В.....	219,232	Романенко А.....	205
Мельник О.....	221	Ротар В.....	138,140
Мельник Р.....	221	Рудаков С.....	66
Мигаленко К.....	70,94	Рудешко І.....	123,141
Мигаленко О.....	138,140	Савченко Олеся.....	7
Микитенко Д.....	107	Савченко О.....	143
Миргород О.....	50,52	Самченко Т.....	68
Мирошник О.....	54,96	Сандига Я.....	202,221
Михайлова А.....	207	Саулко О.....	198
Молчан А.....	171	Семичаєвський С.....	224,228
Мороз Д.....	140	Сенчихін Ю.....	87
Мороз О.....	102	Сидоренко В.....	230
Мосов С.....	121	Сидорчук О.....	50
Назаровець О.....	179	Сідней А.....	123
Налисько М.....	222	Сізіков О.....	188
Некора О.....	123	Скоробагатько Т.....	195
Несенюк Л.....	56	Соловійов І.....	187
Ніжник В.....	97	Стась С.....	105,137
Нікулін О.....	19,97	Стилик І.....	145
Новак С.....	125	Стрілець В.....	187
Навгородченко С.....	141	Таврель М.....	212
Ножко І.....	182	Тимошенко О.....	145
Нуянзін В.....	46	Титенко О.....	102
Нуянзін О.....	68,82,91,127	Тищенко В.....	232
Обоянський Б.....	128	Тищенко О.....	70
Одинець А.....	29,56	Тімаков Є.....	234
Олійник В.....	11	Товарянський В.....	146
Онищук А.....	145	Томенко В.....	72
Орел Б.....	31	Томенко М.....	72
Осадчук М.....	224,226	Тригуб В.....	47
Остапов К.....	131,133	Трушов Я.....	52
Отрош Ю.....	47,49,101	Федоряка О.....	177
Пазен О.....	179	Фещук Ю.....	188
Парталян С.....	207	Хаткова Л.....	148
Пашенюк О.....	58	Хижняк А.....	27
Пелешко М.....	61,63	Хижняк В.....	236
Пелипенко М.....	181,182	Хоменко М.....	148
Перегін А.....	91	Хроменков Д.....	74

<i>Циганков А.</i>	7	<i>Kostenko T.</i>	240
<i>Черпаха Р.</i>	49	<i>Kovbasa V.</i>	190
<i>Черненко О.</i>	217	<i>Kropyva M.</i>	159
<i>Черниш Р.</i>	127	<i>Krupka Ya.</i>	240
<i>Черкавська О.</i>	70	<i>Kyrychenko O.</i>	190
<i>Чорномаз І.</i>	80	<i>Lahodzynskyi M.</i>	156
<i>Чубіна Т.</i>	121	<i>Chris Lautenberger.</i>	157
<i>Шкарабура І.</i>	151	<i>Maiboroda A.</i>	159
<i>Щепак С.</i>	86	<i>Meacham B.</i>	153
<i>Щолоков Е.</i>	238	<i>Melnik V.</i>	190
<i>Юрченко К.</i>	43	<i>Nekora V.</i>	164
<i>Ягмур А.</i>	31	<i>Nesen I.</i>	166
<i>Якіменко М.</i>	228	<i>Nuianzin V.</i>	159
<i>Martin Agüera</i>	161	<i>Panchenko S.</i>	161
<i>Alvarez A.</i>	153	<i>Parchanski J.</i>	240
<i>Vychenko A.</i>	161	<i>Pozdieiev S.</i>	77,166
<i>Chubina T.</i>	154,156,162,169	<i>Saman R.</i>	162
<i>Danylchenko N.</i>	154	<i>Tomilenko O.</i>	73
<i>Dembsey N.</i>	153	<i>Frantisek Vranay.</i>	164
<i>Dyadyushenko O.</i>	190	<i>Zuzana Vranayova.</i>	166
<i>Fedchenko S.</i>	77	<i>Yelisieiev V.</i>	192
<i>Jose Gascó.</i>	161	<i>Yeroma O.</i>	159,169
<i>Kapalo P.</i>	77	<i>Zayika N.</i>	164
<i>Khizhnyak A.</i>	190		

*Пазен О., кандидат технічних наук,
Назаровець О., кандидат технічних наук, доцент, Придатко В.,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИКІВ ВІД ПЕРЕНАВАНТАЖЕННЯ

Під час експлуатації електричних мереж небезпечним, з точки зору пожежної безпеки, є процеси перегрівання проводів з горючою ізоляцією. Одними з найпоширеніших видів ізоляції для кабельно-провідникових виробів (КПВ) є полівінілхлорид (ПВХ) та гума, значним недоліком яких є низька теплостійкість (не вище 70 °С) та температура плавлення, в межах 150-220 °С. Під час перенавантаження мережі процес нагрівання провідника може викликати займання ізоляційних матеріалів та будівельних конструкцій, які знаходяться у контакті з провідником [1].

У зв'язку з цим виникає задача дослідження процесів нагрівання провідників внутрішніх електричних мереж, різного поперечного перерізу та прокладених різними способами на конструкціях будівель, електричним струмом різної густини, яка залежить від кількості одночасно приєднаних споживачів до ustalеної температури, а також визначення часу за який, даною густиною струму провідник буде нагрітий до критичної температури. Дослідження таких процесів дасть змогу виявити мінімальний час нагрівання до критичної температури, а також верифікувати параметри апаратів захисту з метою недопущення перегрівання провідників понад температури, встановлені нормами.

Процес нагрівання провідника шляхом під'єднання його до джерела електричної енергії можна сформулювати у вигляді математичної моделі. Як відомо з закону Джоуля-Ленца при проходженні струму через провідник відбувається виділення тепла. В теорії теплопровідності таке виділення тепла називається внутрішнім джерелом тепла. Щоб змодельювати процес нагрівання провідника внаслідок проходження електричного струму слід знайти розв'язок диференціального рівняння теплопровідності з внутрішнім джерелом тепла

$$c\rho \frac{\partial t(r, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r\lambda \frac{\partial t(r, \tau)}{\partial r} \right) + q_v, \quad r \in [0, r_n], \quad \tau > 0. \quad (1)$$

Для визначення інтенсивності внутрішнього джерела тепла q_v , яке буде виділятися внаслідок проходження електричного струму використаємо Закон Джоуля-Ленца $Q = I^2 R \tau$, а застосувавши до нього закон Ома отримаємо

$$Q = IU \tau. \quad (2)$$

З іншого боку в середині об'єму провідника внутрішнім джерелом q_v виділяється наступна кількість тепла

$$Q = q_v V \tau \quad (3)$$

Співставляючи між собою рівності (2) та (3) отримаємо рівність для визначення інтенсивності внутрішнього джерела

$$IU \tau = q_v V \tau \Rightarrow q_v = \frac{IU}{\pi r_{\text{пров.}}^2 l}$$

Вважатимемо, що до початку процесу перенавантаження провідник має сталу температуру, а це означає, що до рівняння (1) необхідно додати початкову умову. Припускається також що провідник контактує з навколишнім середовищем, тобто теплообмін між середовищем і поверхнею провідника відбувається за законом теплообміну Ньютона-Ріхмана, тобто виконуються крайові умови третього роду. Враховуючи, що провідник є твердим суцільним тілом, до рівняння (1) також необхідно додати умову симетрії

$$t(r, 0) = t_0 \quad (4)$$

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial r}(r_n, \tau) = \alpha (t(r_n, \tau) - t_0) \quad (5)$$

$$\frac{\partial t}{\partial r}(0, \tau) = 0 \quad (6)$$

де: $t(r, \tau)$ – температура, °С; r – радіус, м.; τ – час, сек.; c – питома теплоємність матеріалу, Дж/(кг·°С); ρ – щільність матеріалу, кг/м³; λ – теплопровідність матеріалу, Вт/(м·°С); α – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·°С).

Поставлена математична модель (1)-(6) [2, 3] може бути використаною для дослідження процесів теплообміну в провідниках та дає змогу виявити мінімальний час нагрівання до критичної температури, а також верифікувати параметри апаратів захисту з метою недопущення перегрівання провідників понад температури, встановлені нормами.

ЛІТЕРАТУРА

1. В. І. Гудим., Б. М. Юрків, О. Б. Назаровець. Математичне моделювання процесів нагрівання провідників внутрішніх електричних мереж житлових та громадських будівель. *Пожежна безпека*. 2015. №26. С. 59-64.

2. Пазен О. Ю., Тацій Р. М. Математичне моделювання процесу теплообміну в багат шаровому суцільному циліндрі з урахуванням внутрішніх джерел тепла. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2020. № 1 (9). С. 66-75. URL: <https://doi.org/10.33269/nvcz.2020.1.66-75>.

3. Tatsiy R., Stasiuk M., Pazen O., Vovk S. Modeling of boundary-value problems of heat conduction for multilayered hollow cylinder. *2018 International Scientific-Practical Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2018 - Proceedings* : 2019, P. 21-25. URL: <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2017.8246353>.