

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



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



ХАРКІВ 2022

Шановні колеги та колежанки!



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

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

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

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

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

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

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

Володимир САДКОВИЙ

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

Організаційний комітет:

Голова оргкомітету

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

Заступник голови комітету

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

Члени комітету

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Відповідальний секретар

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

Укладачі не несуть відповідальності за зміст опублікованих матеріалів

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

*О.В. Кулаков, кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет цивільного захисту України*
**ПРОБЛЕМИ КЛАСИФІКАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН ДЛЯ
УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК**

Встановлення класу зони простору є визначальним етапом при проектуванні та перевірці відповідності вимогам протипожежних норм електроустановок та блискавкозахисних пристроїв у вибухонебезпечних зонах (ВНЗ).

В Україні правилами [1] введено національну класифікацію ВНЗ для парогазових вибухонебезпечних сумішей (ВНС) (зони 0, 1, 2) та пилоповітряних ВНС (зони 20, 21, 22). Встановлення класу ВНЗ ґрунтується на місці знаходження небезпечних речовин, їх властивостях, умовах створення ВНС (нормальних або аварійних) та розрахунковому надлишковому тиску вибуху, якій практично визначається згідно [2]. Фактично правилами [1] встановлений детермінований підхід до визначення класів та розмірів ВНЗ.

В більшості Європейських країн (норми EN) класифікація та правила встановлення ВНЗ здійснюються за публікаціями International Electrotechnical Commission (IEC).

У 1972 році IEC вперше був опублікований стандарт IEC 79-10 (part 10) щодо класифікації ВНЗ, що створюються газопароповітряними ВНС. Стандарт тричі змінювався (редакція Ed. 2.0 – 1986 рік, редакція Ed. 3.0 – 1995 рік, поправка к редакції Ed. 3.0 – 1996 рік). У 2002 році на заміну IEC 79-10 (part 10) вийшов стандарт IEC 60079-10, якій у 2008 році був скасований та на його заміну прийнята редакція Ed.1.0 IEC 60079-10-1. У вересні 2015 року IEC було прийнято редакцію Ed. 2.0 IEC 60079-10-1, а у листопаді того ж року проведено її корегування. У грудні 2020 року проведено подальше удосконалення IEC 60079-10-1 та прийнята редакція Ed. 3.0 [3], яка є діючою до 2025 року.

Встановлення класів та розмірів парогазових ВНЗ з 1972 року й до 2008 року здійснювалися розрахунковим методом визначення гіпотетичного об'єму V_z ВНС. Зокрема згідно редакції Ed. 1.0 IEC 60079-10-1 клас і розмір ВНЗ залежать від ступеня витoku небезпечної речовини та рівня вентиляції. Клас ВНЗ визначається величиною гіпотетичного об'єму ВНС у співвідношенні до загального об'єму V_0 , що вентилюється. Якщо розрахований гіпотетичний об'єм ВНС V_z є незначним (меншим $0,1 \text{ м}^3$), то рівень вентиляції є високим; якщо V_z менший або дорівнює V_0 – рівень вентиляції середній; якщо V_z перевищує V_0 – рівень вентиляції низький. При низькому рівні вентиляції має місце ВНЗ класу 1, при середньому – 2, при значному – ВНЗ відсутня. Розмір ВНЗ визначається з величини гіпотетичного об'єму ВНС V_z .

Практика застосування методу визначення гіпотетичного об'єму V_z показала невідповідність результатів розрахунку результатам експериментальних досліджень Тому з вересні 2015 року встановлення класів і розмірів ВНЗ здійснюється іншим розрахунковим методом – методом з використанням номограм (редакція Ed. 2.0 та вищі IEC 60079-10-1).

Методом з використанням номограм для розрахунку вихідними параметрами є кліматичні умови та властивості небезпечних речовин. Визначається ступінь витoku небезпечної речовини (безперервний, першого або другого ступеня). Залежно від ступеня витoku вводиться коефіцієнт безпеки k по відношенню до нижньої концентраційної межі поширення полум'я (НКМПП). При безперервному витoku небезпечної речовини (виток, що існує постійно) створюється, як правило, ВНЗ класу 0. При витoku першого ступеня небезпечної речовини (виток, що є випадковим при нормальному режимі роботи) створюється ВНЗ класу 1. При витoku другого ступеня небезпечної речовини (виток, не можливий при нормальних режимах роботи) створюється ВНЗ класу 2.

Для легкозаймистих рідин (ЛЗР) можлива швидкість витoku W з апарату визначається за формулою:

$$W = C_d \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot \Delta p}, \text{ кг / с}, \quad (1)$$

де $C_d \leq 1$ – коефіцієнт витоку;

S – площа поперечного перерізу отвору, через який відбувається виток, m^2 ;

ρ – густина рідини, kg/m^3 ;

Δp – різниця тиску в отворі, з якого здійснюється виток, Pa .

При дозвуковій швидкості витоку ЛЗР масова швидкість витоку W_g парів з апарату визначається за формулою:

$$W_g = C_d \cdot S \cdot P \cdot \sqrt{\frac{M}{Z \cdot R \cdot T} \cdot \frac{2 \cdot \gamma}{\gamma - 1} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right] \cdot \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma}}}, \text{ кг/с}, \quad (2)$$

де P – тиск в апараті, Pa ;

P_0 – атмосферний тиск, Pa ;

M – молярна маса парів, $kg/kmol$;

Z – коефіцієнт стиснення (безрозмірний);

$R = 8,3 \cdot 10^3$ $Dж/(кмоль \cdot K)$ – універсальна газова константа;

T – абсолютна температура всередині апарату, K ;

$\gamma = \frac{M \cdot C_p}{M \cdot C_p - R}$ – відношення питомих теплоємностей (показник політропи

адіабатичного розширення);

C_p – питома теплоємність при постійному тиску, $Dж/(кг \cdot K)$.

Для використання номограм розраховується коефіцієнт витоку:

$$\frac{W_g}{\rho_g \cdot k \cdot C_{HKMP}}, \text{ м}^3/\text{с}, \text{ де } \rho_g, \text{ кг/м}^3 \text{ – щільність газу (пару), } C_{HKMP}, \text{ об./об. – НКМПП, } k \text{ –}$$

безрозмірний коефіцієнт безпеки, залежний від НКМПП (знаходиться в межах від 0,5 до 1,0; чим менше k – тим небезпечнішою є речовина).

За номограмою рис. С.1 [3] залежно від величини коефіцієнту витоку та швидкості вентиляції $u_w, \text{ м/с}$ встановлюється ступінь вентиляції (висока, середня або низька). За умов, якщо ступінь вентиляції є низькою за умов постійного витоку має місце ВНЗ класу 1, якщо ступінь вентиляції є середньою – має місце ВНЗ класу 2, якщо ступінь вентиляції є високою – ВНЗ відсутня. Таким чином, регулюючи швидкість вентиляції, можливо змінювати клас ВНЗ. За номограмою рис. D.1 [3], залежно від величини коефіцієнту витоку та властивостей джерела витоку (важкий газ або пара, дифузний газ або пара або газовий (паровий) струмінь), визначається розмір ВНЗ. Згідно додатку А.2 [3] залежно від властивостей джерела витоку встановлюється форма ВНЗ.

За рекомендаціями ІЕС класифікація пилоповітряних ВНЗ здійснюється згідно стандарту ІЕС 60079-10-2. Перша редакція Ed. 1.0 ІЕС 60079-10-2 була прийнята у квітні 2009 року. Друга редакція Ed. 2.0 ІЕС 60079-10-2 [4] прийнята у січні 2015 року з терміном дії до 2023 року. Встановлення класів та розмірів пиловітряних ВНЗ згідно [4] здійснюється детермінованим методом, що ґрунтується на місці знаходження небезпечних речовин, їх властивостях, умовах створення ВНС (нормальних або аварійних). Враховуючі, що згідно [1] розміри пилоповітряної ВНЗ залежать від надлишкового тиску вибуху пилоповітряної ВНС, що визначається згідно [2], а стандарт [4] не передбачає проведення розрахунків, метод [1] можна вважати більш точним у порівнянні з методом [4].

В Україні з 01 вересня 2018 року методом підтвердження прийнятий національний стандарт [5], який є ідентичним редакції Ed. 2.0 ІЕС 60079-10-1 2015 року. Стандарт [4] в Україні не приймався. У 2017 році Міждержавною радою по стандартизації, метрології та сертифікації за участю Мінекономрозвитку України був прийнятий міждержавний стандарт ГОСТ 31610.10-2-2017/ ІЕС 60079-10-2:2015, ідентичний [4], який за певних обставин не

був у подальшому введений в Україні як національний.

Проблемою є те, що згідно статті 23 Закону [6] національні стандарти в Україні застосовуються на добровільній основі, крім випадків, якщо обов'язковість їх застосування встановлена нормативно-правовими актами. Тому вимоги [1] є обов'язковими, вимоги [5] не є обов'язковими, вимоги [4] не оформлені як національний стандарт України. Встановлення класів та розміри ВНЗ в Україні в обов'язковому порядку здійснюється детермінованим методом, що суттєво відрізняється від рекомендованих розрахункових методів ІЕС.

Національну класифікацію ВНЗ згідно [1] можна розглядати як адаптовану (спрощену) класифікацію ІЕС [3, 4].

ЛІТЕРАТУРА

1. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Київ, 2001. 117 с. (Нормативно-правовий акт з охорони праці України).
2. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Київ, 2016. 61 с. (Національний стандарт України).
3. ІЕС 60079-10-1:2020. Explosive atmospheres. Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres. Geneva, 2020. 236 p. (Standard by International Electrotechnical Commission).
4. ІЕС 60079-10-2:2015 RLV. Explosive atmospheres. Part 10-2: Classification of areas - Explosive dust atmospheres. Geneva, 2015. 56 p. (Standard by International Electrotechnical Commission).
5. ДСТУ EN 60079-10-1:2018 (EN 60079-10-1:2015, IDT; ІЕС 60079-10-1:2015, IDT). Вибухонебезпечні середовища. Частина 10-1. Класифікація зон. Середовища газові вибухонебезпечні. (Національний стандарт України, прийнятий методом підтвердження).
6. Про стандартизацію: Закон України за станом на 09 червня 2022 р. // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18#Text> (дата звернення: 22.08.2022).

*Oleg Kulakov, Ph.D (Technical sciences), Associate Professor,
National University of Civil Defence of Ukraine*

PROBLEMS AT CLASSIFICATION OF EXPLOSIVE ZONES FOR ARRANGEMENT OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

Problems are analyzed at determination of classes and sizes of explosive zones for arranging for arrangement of electrical installations. In Ukraine national classification of explosive zones is accepted for explosive gas atmospheres (zones 0, 1, 2) and explosive dust atmospheres (zones 20, 21, 22) explosive mixtures, that is not identical to European classification. Determination of classes and sizes of explosive zones comes true by two methods, one of that is obligatory (determined method), and the second is not obligatory (calculation method). The determined method is founded in place of being of hazardous substances, their properties, terms of creation of explosive mixtures (normal or emergency) and calculation surplus pressure of explosion. A calculation method is base on properties, place of being and foot of source of hazardous substances, climatic terms, level of ventilation and use of nomograms.

<i>Кулаков О.В.</i> Проблеми класифікації вибухонебезпечних зон для улаштування електроустановок	32
<i>Липовий В.О.</i> Оцінка кількості нафтозалишків у резервуарах зі світлими нафтопродуктами	35
<i>Мітюк Л.О., Тупотіна Є.Д.</i> Особливості пожеж локомотивів з легкозаймистими речовинами на залізничному транспорті	38
<i>Нешпор О., Єременко С., Христин В.В.</i> До питання підвищення ефективності протипожежного захисту розподільних пристроїв електричних мереж	40
<i>Роянов О.М., Катунін А.М.</i> Проблеми урахування впливу вологості повітря на вибухопожежонебезпеку виробництв з горючим пилом	42
<i>Рудаков С.В.</i> Методичний підхід до управління пожежної безпекою складних соціально-економічних систем на основі оцінки пожежних ризиків	44
<i>Томенко В.І., Томенко М.Г.</i> Моделювання системи пожежної сигналізації на основі бездротових мереж на об'єктах критичної інфраструктури	47
<i>Хаткова Л.В., Хоменко М.І.</i> До питання пожежної безпеки об'єктів критичної інфраструктури в умовах воєнного часу	50
СЕКЦІЯ 2. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД	
<i>Fabricio Bolina, João Paulo C. Rodrigues</i> Procedures for defining the isotherms on composite steel decking concrete slabs subjected to fire	53
<i>Katarína Košťutová, Linda Makovická Osvaldová</i> Change in the reaction to fire of fireboards due to aging	56
<i>Deives J. de Paula, João Paulo C. Rodrigues, Aline L. Camargo, Rúben F. R. Lopes</i> Analysis of large-scale façade fire test methods conditions	59
<i>Бережанський Т.Г., Веселівський Р.Б., Вовк С.Я., Пазен О.Ю., Придатко В.В., Ференц Н.О.</i> Температурно-вогнестійкі захисні покриття для дерев'яних конструкційних елементів на основі оксидів металів	62
<i>Березовський А.І., Копил Б.Я.</i> Дослідження вогнезахисної здатності вогнезахисного покриття металевих будівельних конструкцій	65