

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



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



ХАРКІВ 2022

Шановні колеги та колежанки!



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

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

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

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

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

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

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

Володимир САДКОВИЙ

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

Організаційний комітет:

Голова оргкомітету

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

Заступник голови комітету

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

Члени комітету

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Відповідальний секретар

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

Укладачі не несуть відповідальності за зміст опублікованих матеріалів

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

В.В. Тригуб, к.т.н., доцент, НУЦЗУ,

М.С. Матушкін, здобувач вищої освіти, НУЦЗУ

КРИТИЧНА ТЕМПЕРАТУРА СТАЛІ І ВОГНЕЗАХИСТ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

У будівельній світовій практиці знайшли широке поширення сталеві конструкції. Проблема забезпечення необхідних меж вогнестійкості розглянутих будівельних конструкцій є особливо актуальною. Для розрахунку їх міцності розроблені національні норми ДБН і ДСТУ, які гармонізовані з Європейськими стандартами групи А (Єврокодами).

Для розрахунку сталевих конструкцій при нормальній температурі розроблено Єврокод 3 частина 1-1, а при високих температурах пожежі проводять за Єврокодом 3 частина 1-2.

Вогнестійкість – здатність конструктивної системи, частини конструктивної системи або окремої конструкції відповідати обов'язковим вимогам (несуча здатність та/або огорожувальна здатність) для визначеного рівня навантаження, визначеного вогневого впливу та визначеного проміжку часу [1].

Кількісною характеристикою вогнестійкості конструкцій є межа вогнестійкості, яка визначається часом (у хвиликах) від початку вогневої дії пожежі із стандартним температурним режимом до настання одного з граничних станів конструкції.

Основним показником вогнестійкості для нормування класів вогнестійкості несучих сталевих конструкцій є показник втрати несучої здатності конструкцій і вузлів R.

Межа вогнестійкості більшості незахищених сталевих конструкцій надзвичайно мала і в залежності від наведеної товщини металу становить 10-15 хв.

В результаті теплового впливу настає граничний стан сталеві конструкції за ознакою втрати несучої здатності (R). Значення R при інших рівних умовах залежить від коефіцієнту перерізу і критичної температури сталеві конструкції.

Існує кілька варіантів обчислення коефіцієнтів перерізу сталевих конструкцій, але всі вони знаходяться в прямій або зворотній залежності між собою – профільний, коробчастий коефіцієнти перерізу, приведена товщина металу і т.д.

Вогнезахист – зниження пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій шляхом спеціальної обробки або нанесення покриття [2]. У більш широкому сенсі, вогнезахист є системою заходів, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд.

Оцінювання вогнезахисної здатності вогнезахисних покриттів металевих несучих будівельних конструкцій полягає в отриманні залежності мінімальної товщини вогнезахисного покриття від наведеної товщини металу (коефіцієнту перерізу) і нормованої межі вогнестійкості для заданої критичної температури металу. Значення критичної температури визначається проектною документацією залежно від марки сталі та проектних навантажень на конструкцію.

В Україні тривалий час в якості основної критичної (проектної) температури сталевих конструкцій з вогнезахисними покриттями і облицюванням згідно [3] використовувалася температура близько 500 °С.

Однак, прийняття в Україні стандартів [4] і [5] дозволяє застосовувати диференційний підхід до визначення критичної температури сталевих елементів і розрахунку вогнестійкості сталевих конструкцій відповідно до Єврокодів 3.

У разі пожежі повинен бути забезпечений достатній запас несучої здатності протягом необхідного періоду часу.

Аналіз несучої конструкції з точки зору протипожежного захисту слід проводити з застосуванням встановлених для заданих розрахункових ситуацій моделей термічних та механічних впливів, а також параметрів несучої конструкції при підвищених температурах.

У випадках, коли потрібне забезпечення механічної міцності в умовах пожежі, сталеві конструкції повинні бути запроєктовані та змонтовані таким чином, щоб вони могли виконувати свою несучу функцію протягом відповідного часу дії пожежі.

Вогнестійкість підтверджується виконанням наступних умов:

- у часових параметрах

$$t_{fi,d} \geq t_{fi,requ};$$

- у міцнісних параметрах

$$R_{fi,d,t} \geq E_{fi,d,t};$$

- у температурних параметрах

$$\Theta_d < \Theta_{cr,d},$$

де $t_{fi,d}$ – розрахункова межа вогнестійкості; $t_{fi,requ}$ – нормативна межа вогнестійкості; $R_{fi,d,t}$ – розрахункова несуча здатність елемента при пожежі у момент часу t ; $E_{fi,d,t}$ – розрахунковий результат впливу при пожежі у момент часу t ; Θ_d – розрахункова температура матеріалу; $\Theta_{cr,d}$ – розрахункова критична температура матеріалу.

Порівняння за часовими параметрами напряму, як правило, застосовується тільки у випадку використання уточнених методів (просунутих методів) розрахунку вогнестійкості конструкцій. Непрямо у спрощених методах розрахунку воно використовується для визначення необхідності у вогнезахисті елемента.

При розрахунку за параметрами міцності визначається зменшена несуча здатність через необхідний проміжок часу. На цьому критерії ґрунтується спрощений метод розрахунку для сталевих елементів, схильних до втрати стійкості. Він використовується у комбінації з порівнянням за температурними та часовими параметрами.

Порівняння за температурними параметрами є найбільш поширеним методом згідно Єврокоду 3, коли визначається критична температура сталеві конструкції для встановленого рівня навантаження. Воно застосовується в спрощених методах розрахунку.

Розрахункова оцінка вогнестійкості, будівельних конструкцій об'єкту проводиться у такій послідовності:

1. шляхом розв'язку задачі теплопровідності визначається температурне поле у перерізі елемента конструкції, що дозволяє визначити час досягнення на необігрівій стороні огорожувального елемента температури настання граничного стану теплоізолювальної здатності;

2. за отриманими температурними розподілами у перерізі елемента у мінімальний час, обумовлений класом вогнестійкості, визначається можливість настання граничного стану втрати цілісності за цей час. За отриманими даними щодо часу настання зазначених граничних станів визначається клас вогнестійкості огорожувального елемента конструкції;

3. для розрахунків при розв'язку міцнісної задачі визначаються температурні розподілення по перерізах елементів несучих конструкцій, що підлягають оцінці класу вогнестійкості. Для розрахунку використовується кінцево-різницький метод вирішення рівняння теплопровідності;

4. для оцінки класу вогнестійкості як основний використовується спрощений табличний метод відповідний до [1] та [4];

5. якщо табличним методом необхідний клас не підтверджується то для розрахунку межі вогнестійкості елементів конструкцій застосовуються основний метод – зонний метод.

Даний метод регламентований чинними стандартами України [1] та [4];

6. отримавши значення фактичної межі вогнестійкості, визначається фактичний клас вогнестійкості шляхом вибору найближчого меншого значення по відношенню до значення межі вогнестійкості для граничного стану, що настає якнайшвидше;

7. у випадку коли фактичний клас вогнестійкості досліджуваних елементів є меншим за необхідний, виконується розрахункове обґрунтування проєктних технічних вимог щодо системи вогнезахисту даних елементів;

8. для перевірки отриманих результатів використовується один з альтернативних методів, що наведений у [4].

Висновок. За результатами виконаних досліджень можна стверджувати, що розраховані критичні температури сталевих конструкцій, за винятком конструкцій з 4 класом поперечного перерізу (для перерізів Класу 4 алгоритм значно спрощується, оскільки допускається без розрахунку приймати критичну температуру сталі – 350 °C), перевищують значення загальноприйнятої критичної температури (500 °C).

Використання розрахункових значень критичної температури сталі при проєктуванні вогнезахисної обробки дозволяє значно знизити витрати вогнезахисного матеріалу, а відповідно і витрати, які пов'язані з роботами по його нанесенню. Таким чином визначення критичної температури граю дуже важливу роль у проєктуванні вогнезахисту сталевих конструкцій, і відповідно у підвищенні пожежної безпеки будівель та споруд.

ЛІТЕРАТУРА

4. ДСТУ-Н EN 1991-1-2:2010. Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі. (EN 1991-1-2:2002, IDT)

5. ДСТУ 2272:2006. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.

6. ДСТУ Б В.1.1-4-98. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Зі зміною №1.

7. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010. Єврокод 3. Проєктування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість. (EN 1993-1-2:2005, IDT)

8. ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016. Проєктування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.

*V.V. Tryhub, PhD, Associate Professor, National University of Civil Defence of Ukraine,
M.S. Matushkin, student, National University of Civil Defence of Ukraine*

CRITICAL TEMPERATURE OF STEEL AND FIRE PROTECTION OF METAL STRUCTURES

Evaluating the fire-resistant ability of fire-resistant coatings of metal load-bearing building structures consists in obtaining the dependence of the minimum thickness of the fire-resistant coating on the specified metal thickness (section coefficient) and the normalized limit of fire resistance for a given critical temperature of the metal. The value of the critical temperature is determined by the project documentation depending on the grade of steel and design loads on the structure. In Ukraine, for a long time, a temperature of about 500 °C was used as the main critical (design) temperature of steel structures with fire-resistant coatings and cladding.

The implementation of European standards in Ukraine allows applying a differential approach to determining the critical temperature of steel elements and calculating the fire resistance of steel structures in accordance with Eurocodes 3.

<i>Олейник О.С., Отрош Ю.А., Рашкевич Н.В., Skatkov Leonid</i> Проблематика збільшення часу перебування людей в укритті під час бойових дій за допомогою природної вентиляції	107
<i>Пелешко М.З.</i> Пожежна безпека пічного опалення	110
<i>Пелешко М.З.</i> Особливості евакуації з готельних комплексів	112
<i>Пелешко М.З.</i> Особливості евакуації людей з обмеженими можливостями	115
<i>Пелешко М.З., Башинський О.І.</i> Забезпечення інклюзивності простору в закладах освіти	117
<i>Петухова О.А., Черепаха Р.Е., Добринська В.Є., Кулеш Д.П.</i> Способи визначення об'єму пожежних водоймищ	119
<i>Полупан В.А., Рашкевич Н.В.</i> Актуальність удосконалення системи пожежної безпеки в висотних будівлях	122
<i>Прокопенко О.В., Рашкевич Н.В.</i> Аналіз існуючих типів безпроводних технологій в системі пожежної сигналізації	124
<i>Саєнко Н.В., Биков Р.О., Обіженко Т.М., Скрипинець А.В.</i> Застосування бромісних антипіренів для зниження горючості склопластиків	126
<i>Скрипинець А.В., Саєнко Н.В., Обіженко Т.М., Березовський А.І.</i> Вплив модифікуючих олігомерів на величину кисневого індексу уретанових композицій	128
<i>Степанко А.С., Отрош Ю.А., Кукузенко А.М., Рашкевич О.С., Рашкевич Н.В., Augusto Gerolin</i> Пожежна небезпека теплоізоляційних вогнезахисних матеріалів	130
<i>Толкунов І.О., Попов І.І.</i> Дослідження шляхів боротьби з димом в зонах задимлення при пожежах в герметизованих приміщеннях	133
<i>Трегубов Д.Г., Слепужніков Є.Д.</i> Формування вибухонебезпечних властивостей речовин	136
<i>Тригуб В.В., Майборода Р.І., Пехов Д.О.</i> Необхідність визначення критичної температури сталі згідно єврокодів	139
<i>Тригуб В.В., Матушкін М.С.</i> Критична температура сталі і вогнезахист металевих конструкцій	141
<i>Щербак С.М.</i> Втрати напору у плоскозгорнутих рукавах різного діаметру	144