УДК 614.841.45

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ СТАЛЕВОЇ КОНСТРУКЦІЇ НА СПІВВІДНОШЕННЯ ТОВЩИНИ РЕАКТИВНОГО ВОГНЕЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ЗА РІЗНИМИ НОМІНАЛЬНИМИ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ ПОЖЕЖІ

Максим ПУСТОВИЙ
Національний університет цивільного захисту, України,
Сергій НОВАК, канд. техн. наук, ст. наук. співр.
Інститут технічної теплофізики, Україна

В надзвичайних ситуаціях, пов'язаних із пожежами, що виникають у мирний та воєнний час, можуть бути втрачені механічна міцність і стійкість окремих конструкцій та будівель узагалі. Це ускладнює забезпечення безпеки рятувальних команд під час ліквідації наслідків таких надзвичайних ситуацій. Для збереженості під час пожеж несучої здатності сталевих конструкцій (балок і колон), використовуваних в будівлях, застосовують вогнезахисні покриття. Значення необхідної мінімальної товщини цих покриттів зазвичай визначають за сценарієм умовної пожежі із застосуванням стандартного температурного режиму згідно з EN 1363-1 [1]. Однак сталеві конструкції можуть піддаватися впливу інших номінальних температурних режимів пожежі – температурних режимів вуглеводневої і зовнішньої пожеж згідно з EN 1363-2 [2]. У цьому разі проблемним питанням для користувачів вогнезахисних матеріалів є визначення необхідної мінімальної товщини вогнезахисних покриттів для зазначених температурних режимів, які відрізняються від стандартного. Для прогнозування цієї товщини можливе застосовування розрахункових даних стосовно співвідношення між значеннями необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття за температурними режимами вуглеводневої і зовнішньої пожеж і її значеннями за стандартного температурного режиму, які наведені в [3]. Однак на підтвердження такого припущення не визначено цього співвідношення для реактивних і пасивних вогнезахисних покриттів конкретних торгових марок і сталевих конструкцій, які мають широкий діапазон змінювання їхніх параметрів (коефіцієнта поперечного перерізу, критичної температури і проміжку часу збереженості вогнестійкості). Тому є підстави вважати, що недостатня визначеність співвідношення між значеннями необхідної мінімальної товщини вогнезахисних покриттів сталевих конструкцій за різними номінальними температурними режимами пожежі обумовлює актуальність проведення досліджень в цьому напрямку.

За мету цього дослідження ставилося визначення співвідношення між значеннями необхідної мінімальної товщини реактивного вогнезахисного покриття певної торгової марки за температурними режимами вуглеводневої та зовнішньої пожеж і стандартного температурного режиму для сталевих конструкцій, які мають широкий діапазон змінювання їхніх параметрів. Для досягнення цієї мети застосовано метод, який полягає в експериментальному визначенні теплового стану зразків сталевих конструкцій в умовах вогневого впливу за стандартного температурного режиму, визначенні за отриманими експериментальними даними щодо температури зразків теплофізичних властивостей вогнезахисного покриття шляхом розв’язання оберненої задачі теплопровідності, розрахунку шляхом розв’язання прямої задачі теплопровідності значень необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття за різними номінальними температурними режимами пожежі й розрахунку співвідношення (відсоткової різниці) між ними для широкого діапазону параметрів сталевої конструкції [4]. Під час дослідження в якості експериментальних зразків використовували 10 ненавантажених коротких колон заввишки 1000 мм, ненавантажену високу колону

заввишки 2000 мм, 2 навантажені балки завдовжки 4700 мм і 2 ненавантажені балки для порівняння завдовжки 1000 мм.

За результатами дослідження визначено відсоткову різницю між значеннями необхідної мінімальної товщини реактивного вогнезахисного покриття торгової марки «Ендотерм 400202» за температурними режимами вуглеводневої та зовнішньої пожеж і стандартного температурного режиму згідно для сталевих конструкцій, які мають широкий діапазон змінювання їхніх параметрів – коефіцієнта поперечного перерізу від 40 $м^{-1}$ до 300 $м^{-1}$, критичної температури від 350 °С до 700 °С і проміжку часу збереженості вогнестійкості від 30 хв до 60 хв. Встановлено, що значення цієї різниці, залежно від параметрів сталевої конструкції, за температурного режиму вуглеводневої пожежі змінюється від 79 % до 874 %, а за температурного режиму зовнішньої пожежі – від 6 % до 39 %. Як для умов вогневого впливу за температурного режиму вуглеводневої пожежі так і зовнішньої пожежі величина різниці зменшується з підвищенням коефіцієнта поперечного перерізу і зниженням критичної температури і значно залежить від проміжку часу збереженості вогнестійкості сталевої конструкції. Закономірним є зменшення величини різниці з підвищенням цього проміжку часу за температурного режиму вуглеводневої пожежі та її збільшення за температурного режиму зовнішньої пожежі. Зокрема, за критичної температури 500 °С і коефіцієнта поперечного перерізу 150 $м^{-1}$ із підвищенням проміжку часу від 30 хв до 60 хв величина різниці зменшується від 213 % до 146 % за температурного режиму вуглеводневої пожежі та збільшується від 16,6 % до 34,6 % за температурного режиму зовнішньої пожежі [5].

Отримані результати дослідження можуть вважатися за доцільні з практичної точки зору, тому що дозволяють обґрунтовано підходити до оцінювання необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття сталевих конструкцій для умов вогневого впливу за іншими номінальними температурними режимами пожежі ніж стандартний. Однак неможливо не відмітити, що результати цього дослідження отримано тільки для одного реактивного вогнезахисного покриття певної торгової марки. Зазначене може призвести до наявності відмінностей в отриманих результатах стосовно співвідношення необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття за різними номінальними температурними режимами пожежі. Така невизначеність накладає певні обмеження на використання отриманих результатів, що може трактуватися, як недоліки цього дослідження. Неможливість зняти названі обмеження в рамках цього дослідження породжує потенційно цікавий напрям подальших досліджень. Вони, зокрема, можуть бути орієнтовані на виявлення впливу параметрів сталевих конструкцій на зазначене співвідношення для покриттів, створених із пасивних вогнезахисних матеріалів – штукатурок, плит, матів, а також на визначення спрощених залежностей для цього співвідношення, прийнятних для інженерних розрахунків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. EN 1363-1:2020. Fire resistance tests – Part 1: General Requirements. European committee for standardization. CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels. 2020 CEN. 54 p.

2. EN 1363-2:1999 Fire resistance tests – Part 2: Alternative and additional procedures. Central Secretariat: rue de Stassart, 36, B-1050 Brussels. 1999. CEN. 16 p.

3. 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.

4. Пустовий М., Маладика І., Новак С. Оцінювання співвідношення необхідної мінімальної товщини вогнезахисту сталевих конструкцій за різними номінальними

температурними режимами пожежі. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. 2024. Том 8, № 2. С. 104–120.

5. Новак С., Пустовий М. Співвідношення необхідної мінімальної товщини вогнезахисних покриттів сталевих конструкцій за різними номінальними температурними режимами пожежі. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2024. № 2 (14). С. 63–74.

УДК 614.841

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОФІЛАКТИЦІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

Павло РОМНИЙ
Олександр ЗОБЕНКО, доктор філософії,
Національний університет цивільного захисту України

Сьогоднішні підприємства стикаються з численними викликами у сфері пожежної безпеки, оскільки традиційні методи контролю і реагування часто виявляються недостатніми для запобігання пожежам або їх ліквідації. Інноваційні технології, такі як системи автоматизованого моніторингу, сенсорні технології, дрони, штучний інтелект та великі дані, стають ключовими інструментами у профілактиці пожеж. Ці технології дозволяють не тільки виявляти загрози на ранніх стадіях, але й здійснювати моніторинг стану об'єктів у реальному часі, що значно підвищує рівень безпеки.

Для вчасного виявлення пожеж застосовують пожежну сигналізацію. Складовими частинами систем автоматичної сигналізації є датчики, що монтуються на території об'єктів і служать для подачі сигналу про пожежу; приймальні апарати, що забезпечують прийом сигналів від датчиків; лінії комунікацій; джерела електропостачання. У чому користь пожежної сигналізації? У разі пожежі всі працівники дізнаються про неї та будуть готові до дій щодо усунення вогню або до евакуації. Якщо немає пожежної сигналізації, жертв та збитків буде значно більше.[1]

Системи автоматичного виявлення диму та температури, які використовують сенсори нового покоління, здатні оперативно реагувати на зміни в умовах навколишнього середовища, забезпечуючи своєчасне сповіщення про потенційні загрози. Впровадження таких систем дозволяє зменшити час реакції на надзвичайну ситуацію та знизити ризики для життя людей і матеріальних цінностей. Крім того, використання дронів для моніторингу важкодоступних територій підприємств може суттєво покращити ситуацію з безпекою.

Штучний інтелект (ШІ) та аналітика великих даних відіграють важливу роль у прогнозуванні можливих пожежних ризиків. Завдяки аналізу історичних даних про пожежі, а також даних про умови навколишнього середовища, ШІ може виявляти патерни та аномалії, що дозволяє підприємствам вжити превентивних заходів. Це не лише підвищує ефективність профілактичних заходів, але й оптимізує використання ресурсів.

Важливим аспектом є також навчання персоналу новим технологіям. Інноваційні рішення потребують відповідної підготовки співробітників, щоб вони могли ефективно використовувати нові системи та реагувати на надзвичайні ситуації. Тому інвестиції в навчання та підвищення кваліфікації працівників є критично важливими для успішного впровадження інновацій у сфері пожежної безпеки.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що інноваційні технології у профілактиці пожежної безпеки на підприємствах є потужним інструментом для зменшення ризиків і підвищення ефективності управління безпекою. Їх впровадження потребує