

УДК 624.012.4

DOI: <https://doi.org/10.31731/2524.2636.2024.8.2.206.217>

*Наталія ЗАЙКА, ад'юнкт (ORCID: 0000-0002-8757-5709),
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України*

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЩОДО ВОГНЕЗАХИСНИХ СИСТЕМ СТАЛЕВИХ БАЛОК НА ОСНОВІ ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

У роботі проведений оглядовий аналіз останніх досліджень і публікацій стосовно поведінки металевих будівельних конструкцій при дії високих температур, сучасних методів підвищення їх вогнестійкості при використанні вогнезахисту із гіпсокартонних плит, оцінки вогнестійкості сталевих балок.

Оглядовий аналіз застосування вогнезахисних систем металевих конструкцій на основі облицювальних матеріалів у будівлях і спорудах, їх захисна здатність в умовах високих температур, методика моделювання поведінки сталевих балок із вогнезахисними системами надає можливість визначення температурних режимів, що виникають в реальних умовах пожежі та пропонувати ефективні методи вогнезахисту сталевих балок на основі гіпсокартонних плит.

Ключова слова: *вогнестійкість, сталева балка, вогнезахист, гіпсокартон, стандартний температурний режим пожежі, теплофізичні характеристики, клас вогнестійкості.*

Постановка проблеми. Аналіз стану пожежної та техногенної безпеки за 2023 рік по Україні вказує на значне збільшення кількості пожеж та наслідків від них в будівлях і спорудах житлового, громадського та виробничого призначення. За 2023 рік вогнем знищено і пошкоджено 28520 одиниць будівель і споруд. В середньому щодня вогнем знищувалось або пошкоджувалось 8 будівель і споруд, внаслідок пожеж 4 людини гинули та 4 людини травмувалися.

Через інтенсивне розповсюдження вогню та дію високої температури, що спричинило руйнування будівельних конструкцій будівель і споруд, загинуло 78 людей, що становить 5,3% від загальної кількості загиблих [4].

Руйнування будинків та споруд під час пожежі в більшості випадків відбувається через дію на них відкритого вогню. При наявності полум'я та при дії високих температур відбувається підвищення температури металевих конструкцій. При її досягненні 500 °С - для сталевих і 300 °С – для алюмінієвих сплавів через 5-20 хвилин відбувається деформація та втрата несучої здатності конструкції.

У сучасних будівлях і спорудах використовується велика кількість конструкцій з різноманітних будівельних матеріалів, в тому числі з металу, які при пожежі можуть бути небезпечними, піддаючись руйнуванню від дії високих температур або сприяти поширенню пожежі.

Вогнезахист металевих будівельних конструкцій є одним з важливих аспектів забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд. Він спрямований на підвищення фактичної межі вогнестійкості конструкцій до необхідних значень, обмеження межі поширення вогню, уповільненню або припиненню розвитку початкової стадії пожеж і забезпечення її швидкої локалізації.

Металеві будівельні конструкції, які мають широке застосування в сучасних будівлях і спорудах виробничого і громадського призначення, мають високу теплопровідність і невисоку температурну міцність (до 350 °С), тому їхній вогнезахист полягає в підвищенні вогнестійкості, а також у створенні на поверхні металевої конструкції теплоізолюючих екранів, що здатні витримати дію вогню або високих температур.

Важливим постає питання запобігання руйнування металевих конструкцій, забезпечення їх необхідної вогнестійкості. Тому проблема ефективного і надійного вогнезахисту металевих конструкцій є дуже актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує три способи вогнезахисту будівельних конструкцій: теплові екрани, конструктивні і хімічні засоби. Для вогнезахисту металевих конструкцій застосовують хімічні види вогнезахисту та конструктивний спосіб – облицювання плитковим матеріалом, до якого відносяться гіпсокартонні і мінераловатні плити.

Застосування вогнезахисту металевих конструкцій, як пасивного засобу захисту, є одним із важливих аспектів забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд, він є складовою частиною загальної системи профілактичних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

За даною тематикою щодо поведінки сталевих балок в умовах пожежі, підвищення їх вогнестійкості при дії високих температур та вогнезахисту гіпсокартонними плитами присвячено кілька наукових праць, однак наукових досліджень стосовно оцінки вогнестійкості за допомогою розрахункового методу недостатньо.

У науковій праці [15] запропоновано підвищення вогнестійкості сталеві балки вогнезахисним облицюванням мінераловатними плитами, однак такий вид облицювання при високих температурах може втрачати свою цілісність, а також можлива втрата форми і відшарування під час пожежі. Тому було прийнято рішення використовувати для вогнезахисту сталеві балки гіпсокартонні плити, які виготовляються із вогнестійкого матеріалу.

Враховуючи вищевикладене проведення досліджень щодо поведінки сталеві балки під час пожежі та методів її вогнезахисту гіпсокартонними плитами є актуальним.

Постановка завдання. Метою роботи є оглядовий аналіз поведінки сталевих балок в умовах високих температур та методів підвищення їх вогнестійкості з використанням вогнезахисту гіпсокартоном. Для досягнення мети поставлено для розв'язання наступні завдання:

1. Провести аналіз нормування вогнестійкості сталевих балок із врахуванням чинних нормативних документів, які діють в Україні та відповідають європейським стандартам.

2. Провести дослідження поведінки сталевих балок в умовах пожежі із врахуванням температурних режимів: стандартного температурного режиму, температурного режиму зовнішньої пожежі, температурного режиму вуглеводневої пожежі.

3. Обґрунтувати методи підвищення вогнестійкості сталевих балок при вогнезахисті їх гіпсокартонними плитами.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів. При проектуванні сталевих будівельних конструкцій та проведенні розрахунків їх вогнестійкості використовуються нормативні документи, які враховують норми та вимоги європейських стандартів: ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2.

Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість» (EN 1993-1-2:2005, IDT) [2]; ДСТУ-Н Б.В.2.6-211:2016 «Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість» [3]; ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [1]; ДСТУ Б В.1.1-4-98* «Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість» [7]; ДСТУ Б В.1.1-17-2007 «Захист від пожежі. Вогнезахисне покриття для будівельних несучих металевих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності (ENV 13381-4:2002, NEQ)» [8].

Дані документи розкривають порядок теплотехнічного розрахунку та методи перевірки, регламентують дію пожежі на конструкції, обумовлюють загальні положення розрахунку конструкцій на вогнестійкість, описують проектні сценарії пожежі із зазначенням температурних режимів.

Згідно ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 [2] клас вогнестійкості несучих металевих конструкцій залежить від їх ступеня захищеності. Вони можуть бути незахищеними, захищені тепловими екранами, ізольовані вогнезахисним матеріалом тощо. Зважаючи на вид захисту металеві конструкції для визначення вогнестійкості застосовують наступні методи:

- спрощену розрахункову модель;
- уточнену розрахункову модель;
- випробування.

При застосуванні спрощеної розрахункової моделі для металевих конструкцій, які працюють на розтяг, на стиск, при згині, на стиск зі згином, розрахункову несучу здатність конструкції приймають спрощено з температурою, яка розподіляється нерівномірно по ширині поперечного перерізу, як відповідну конструкцію з рівномірним розподілом температури, що при пожежі в момент часу дорівнює максимальній температурі сталі. Так, при розрахунках за спрощеною розрахунковою моделлю основною умовою є врахування виду захисту конструкції, що впливає на значення приросту температури, яке є різним для незахищених несучих металевих конструкцій та захищених тепловими екранами або ізоляційними вогнезахисними матеріалами. Показники максимальної температури у спрощеній розрахунковій моделі завищені і це забезпечує запас несучої здатності будівельних конструкцій під час пожежі.

При використанні уточнених розрахункових методів необхідно враховувати реалістичні умови при розрахунках конструкцій, які зазнають вогневого впливу. Якщо відомі властивості матеріалів для відповідної температурної стадії, то таку модель можна застосовувати за будь-якого режиму нагрівання. Суть такої моделі полягає в:

- розрахунках розвитку та розповсюдження температури в конструкціях (модель температурної реакції);
- розрахунках механічної роботи будівлі або будь-якої її частини (модель механічної реакції).

Для розрахунку вогнестійкості сталеві конструкції другим етапом після вибору проектного сценарію пожежі є визначення температурного режиму пожежі, який визначає температурно-часову залежність розвитку пожежі. Є два температурні режими: номінальні та параметричні. Номінальні температурні режими характеризуються звичайним режимом розвитку пожежі. До номінальних режимів за [6] належать:

- стандартний температурний режим;
- температурний режим зовнішньої пожежі;
- температурний режим вуглеводневої пожежі.

Температурний режим пожежі – це температурна та часова залежність розвитку пожежі при врахуванні типу протипожежного відсіку та умов обмеження простору.

Зазвичай використовують стандартний температурний режим у температурних межах 20-700°C при розгляді планів умовної пожежі, випробування в такому діапазоні згідно [7, 9] можуть продовжуватися до 1200 °С. За таких умов температурно-часова залежність визначається за виразом:

$$T = 345 \lg(8 t+1) + 20, \quad (1.1)$$

де: T - температура газу в пожежному відсіці, °С;

t – часовий показник тривалості теплового впливу від початку випробування, хв.

Графік стандартного температурного режиму відображений у вигляді кривої температура-час на рис. 1.

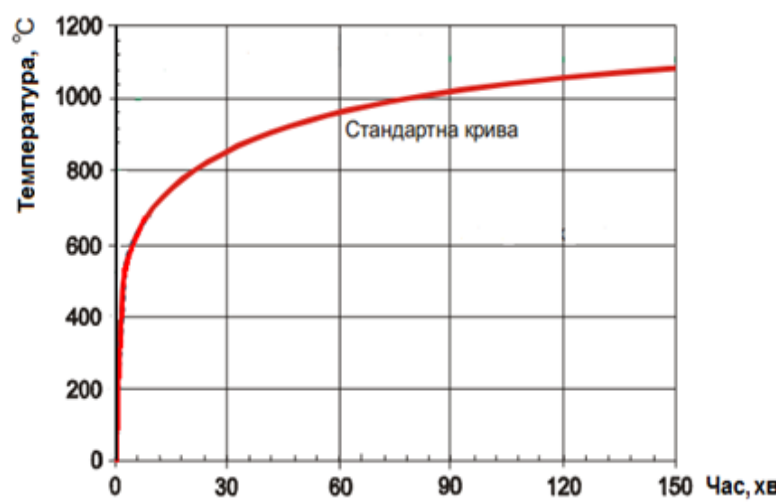


Рисунок 1 – Графік температура-час стандартного температурного режиму (відношення зростання температури до часу)

Проаналізувавши режим зовнішньої пожежі визначили, що порівняно з стандартним температурним режимом інтенсивність теплового впливу при даному режимі менша. При визначенні вогнестійкості будівельних елементів, які експлуатуються ззовні будівель, можливий режим зовнішньої пожежі. В цьому варіанті крива температура-час зовнішньої пожежі описується наступною залежністю:

$$T = 660 [1 - 0,687 e^{-0,32t} - 0,313 e^{-3,8t}] + 20 \quad (1.2)$$

де: T – температура середовища пожежі біля будівельного елемента, °С.

Режим вуглеводневої пожежі стосується проектування об'єктів пов'язаних з зберіганням, транспортуванням, переробкою нафто-газових та хімічних речовин [2, 5], а також характеризується найвищим тепловим зростанням. Крива температури-часу вуглеводної пожежі описана наступним виразом:

$$T = 1080 [1 - 0,325 \exp(-0,167 t) - 0,675 \exp(-2,5 t)] + 20. \quad (1.3)$$

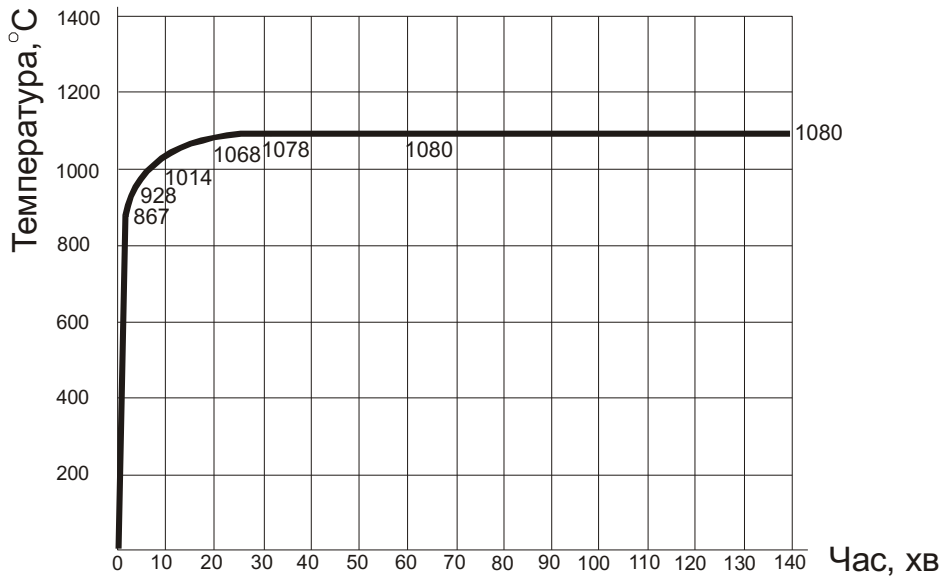


Рисунок 2 – Графік температура-час режиму вуглеводневої пожежі (відношення зростання температури до часу)

На рис. 3 показані всі три криві залежностей температура-час основних номінальних температурних режимів [7, 9].

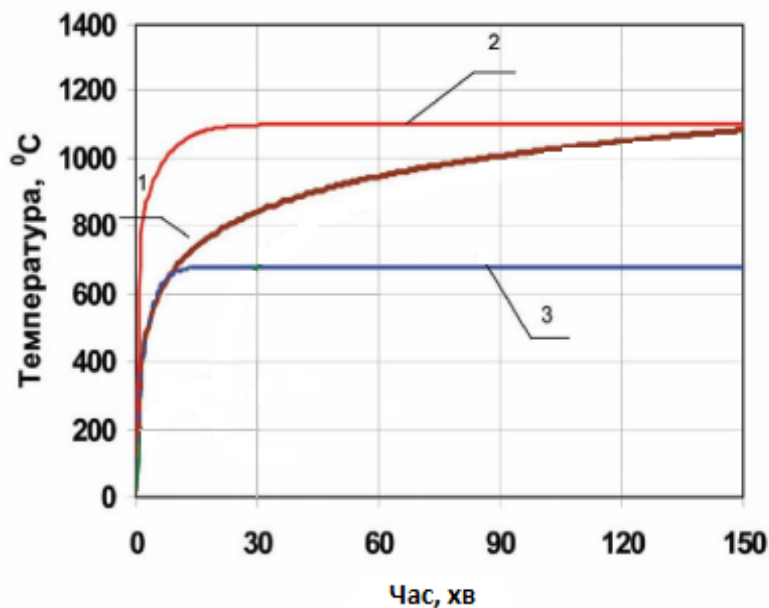


Рисунок 3 – Графік кривих температура-час номінальних температурних режимів:
1 – крива стандартної пожежі; 2 – крива вуглеводневої пожежі; 3 – крива зовнішньої пожежі

Ще одна група температурних режимів - це параметричні, вони належать до варіантів розгляду сценаріїв реальних пожеж. Параметри, які враховують при параметричних температурних режимах, що впливають на результати визначення вогнестійкості:

- фізичні параметри приміщення (пожежного відсіку),
- температура навколишнього газового середовища,

- час розвитку пожежі, пожежна навантага (тип, кількість матеріалів і їх швидкість горіння).

В залежності від розподілу температури відносно часу, існують параметричні температурні режими об'ємних та локалізованих пожеж, для об'ємних – рівномірний розподіл температури, для локальних – нерівномірний.

Об'ємний параметричний режим використовується для пожежних відсіків з максимальною площею до 500 м² і висотою до 4 м. При розрахунках даного режиму незмінним є прийняття умови про повне вигорання пожежного навантаження.

Температурний вплив на сталеві балки за умов пожежі

Зміни властивостей матеріалу при дії підвищених температур, зміни жорсткості, виникнення деформацій (розширень) - це ті характерні види руйнувань, які треба враховувати при здійсненні загального розрахунку конструктивної системи із сталевих конструкцій в умовах пожежі.

За умов силових навантажень і високих температур, при проектуванні вогнестійкості сталевих конструкцій, береться до уваги запас несучої здатності. Внаслідок дії високих температур на сталеву конструкцію відбувається перерозподіл внутрішніх зусиль, це спричиняє зміни параметрів деформацій і міцності.

Розрахункова границя текучості, границі пропорційності та нахилу лінійної пружної ділянки сталі – це значення коефіцієнтів, що є важливими показниками при підвищенні температури для міцності та деформаційних властивостей, які в свою чергу є одними з основних властивостей несучої здатності конструкції. На рис. 4 [3, 5], представлено графік залежності зниження до граничних значень коефіцієнтів від яких залежить несуча здатність конструкції при підвищенні температури.

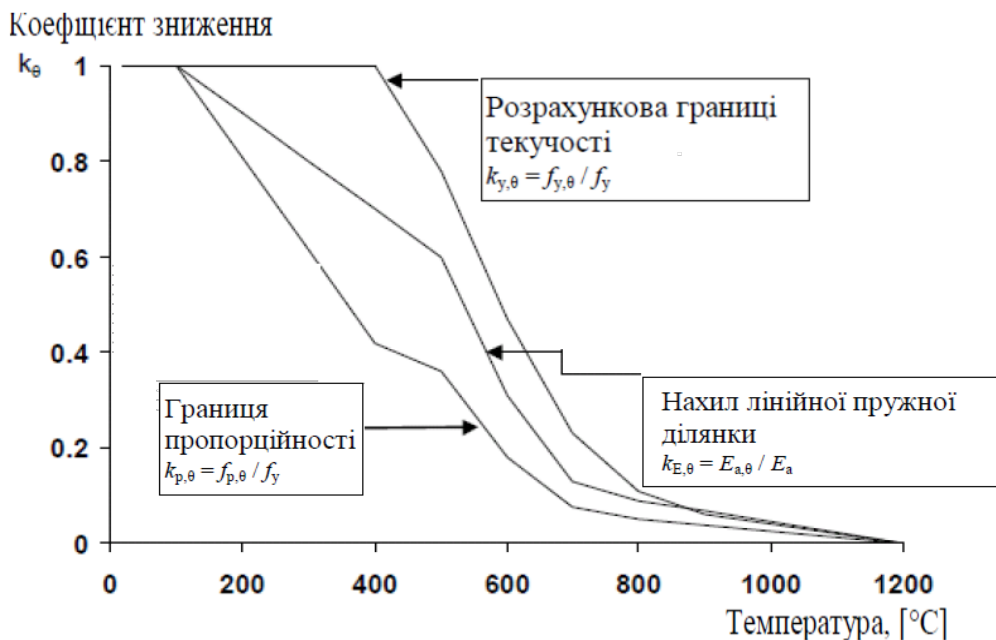


Рисунок 4 – Залежність зниження коефіцієнтів напруження-деформації при підвищенні температури: 1 – коефіцієнт зниження границі текучості; 2 – коефіцієнт зниження границі пропорційності; 3 – коефіцієнт зниження модуля пружності

Методи підвищення вогнестійкості сталевих балок

Металеві конструкції дуже чутливі до дії підвищеної температури, оскільки відбувається швидке прогрівання і досягнення критичної температури при 500 °С для сталевих і при 300 °С для алюмінієвих сплавів, а через 5-20 хвилин відбувається втрата несучої здатності конструкції, що за [1] відповідає R 15, це зумовлює необхідність спеціальних підходів при оцінці пожежно-технічних характеристик.

Даного показника недостатньо для евакуації людей при пожежі та проведення робіт оперативно-рятувальними підрозділами по її ліквідації (зумовлено Директивою № 89/106/ЄЕС [10]). Згідно цього показника необхідно застосовувати будівельні матеріали, які відповідають вимогам пожежної безпеки та мають нормовані показники межі вогнестійкості табл. 1.2. [1], які можна досягти при використанні спеціальних вогнезахисних засобів. Ці засоби мають значну різноманітність і класифікацію рис. 5 [13] та широко застосовуються.

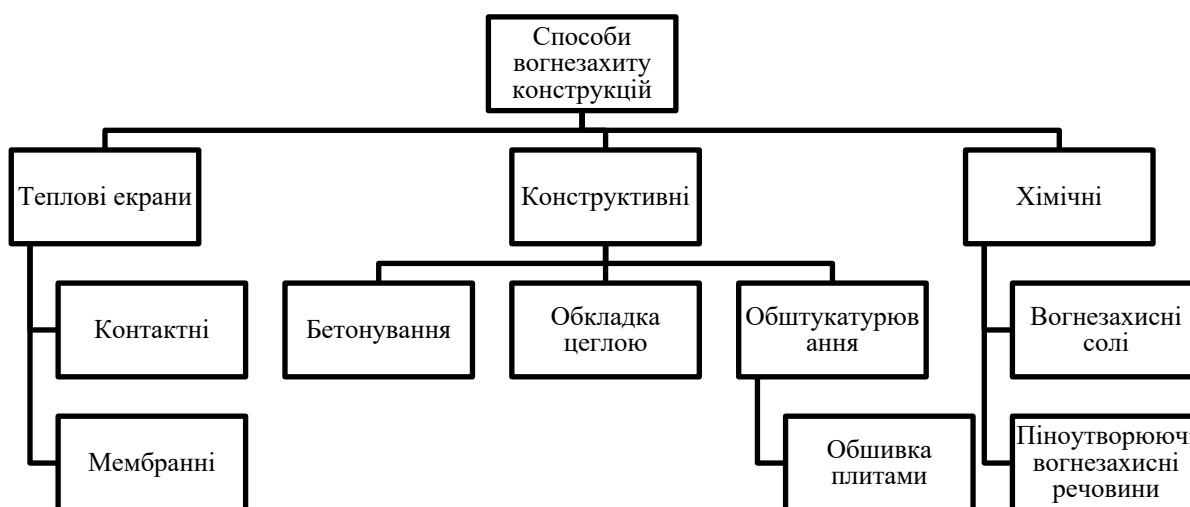


Рисунок 5 – Класифікація способів вогнезахисту

Найчастіше ці способи застосовуються для підвищення межі вогнестійкості металевих конструкцій, хоча можуть застосовуватися до різних конструктивних матеріалів.

Серед теплових екранів та хімічних видів вогнезахисту найбільш застосовувані різноманітні терморозширюючі (спучуючі) фарби та покриття (як на водній, так і органічній основі).

Терморозширюючі фарби починають спінюватись при дії температур вище +200 °С (пінистий шар утворюється на поверхні, яка оброблена, це забезпечує теплоізоляційний бар'єр, а деякі з них виділяють гази, які крім цього ще й пригнічують процес горіння (ОЗК-01). Також, деякі засоби мають ряд позитивних властивостей, серед яких:

- корозійна стійкість (Ендотерм ХТ-150, Sika® Unitherm® ACE),
- висока адгезія до поверхонь інших матеріалів (Ендотерм ХТ-150, Nullifire S 607, ОЗК-01, Interchar 973, Dossolan Ноесо FII/1),
- стійкість до кліматичних умов (Sika® Unitherm® ACE, «Unitherm 38091», «Solvetherm 3FR»).

Дані вогнезахисні засоби мають досить тривалий термін захисної дії, який складає 5-10 років, а деяких – 20 років. За допомогою терморозширюючих фарб та покриттів можна збільшити до R 45 – R 60 межу вогнестійкості металевих

конструкцій, а деякими з них навіть до R 90 – R 120 (Dossolan Ноесо FП/1, Феникс СТВ, Interchar 973).

Конструктивні види вогнезахисту поділяються на чотири способи (відповідно до рис. 5). Вогнезахисні штукатурки, такі як Неоспрей та Преградин, підходять для конструкцій споруд і будівель різного експлуатаційного призначення, винятком є ті, які у своєму складі містять гіпс та вапняк (вони є одним із дешевих способів вогнезахисту). При їх використанні захист триває 10 - 25 років, а показник класу вогнестійкості становить R 150 – R 180. Та для металевих конструкцій складної форми, типу балок, ферм і зв'язків, зокрема тих, які піддаються вібраційним впливам, використання вказаного виду вогнезахисту спричинить утворення тріщин, обсіпання, і є досить кропітким через потребу постійного контролю за цілісністю поверхні [14], тому не буде ефективним.

Обетонування металевих будівельних конструкцій збільшує час захисної дії до R 120 – R 240. Завдяки фізико-хімічним процесам у структурі бетону, що спричинені пластичними деформаціями і при нагріві до 500 – 600 °С зростанням міцності, він має широкий вибір як у видах бетонів, так і його заповнювачів, тож даний вид захисту є досить ефективним. Також бетони не горять і не поширюють полум'я [12]. Даний вид захисту використовується в основному для підсилення металевих конструкцій, які є дефектними та ураженими корозією.

Досить відомим видом вогнезахисту для металевих конструкцій є облицювання плитними матеріалами (гіпсокартонні та мінераловатні плити), він має ряд позитивних особливостей, серед яких:

- відсутність мокрих процесів (без розчинів) при виконанні,
- легкість заміни,
- незначна вага на конструкцію,
- середня за часом захисна дія – R 60 – R 180 (залежить від товщини захисного шару відносно приведеної товщини металу, що піддається вогнезахисній обробці).

Недоліками цього виду вогнезахисту є:

- негативна дія на матеріал вологи та необхідність захисту від неї,
- погана циркуляція повітря у приміщеннях,
- товщина захисного шару в одну плиту, без врахувань штукатурки складає 62,5 мм (12,5 мм товщина плити гіпсокартону і 50 мм теплоізолюючого матеріалу – мінераловати) і забезпечує межу вогнестійкості REI 60 (зменшення корисної площі),
- складність конструкцій,
- велика вартість [11].

Основним наповнювачем мінераловатних плит є мінеральна (базальтова) вата, яка є не горючим, здатним витримувати температуру до 600 °С вогнезахисним матеріалом, а завдяки своїм теплоізоляційним властивостям застосовується ще й при утепленні будинків та споруд. Мінеральну вату випускають у вигляді плит (матів) та рулонів, а основними її виробниками в Україні є Техноніколь, BauGut, Knauf, Парок, Белтеп, ROCKWOOL, IZOVAT, URSA, Termolife та інші. У рулонному варіанті в основному мінеральну вату використовують для горизонтальних конструкцій, а у плитному варіанті - для всіх напрямків. Базальтова вата є більш вогнестійкою, враховуючи показники теплопровідності. Мінеральна вата не створює значних навантажень на конструкцію завдяки невеликій вазі.

Залежно від умов експлуатації, вартості та ряду додаткових властивостей обирають спосіб вогнезахисту металевих будівельних конструкцій. Мінеральна

вата має низьку теплопровідність, тому її використовують як самостійно у ролі ефективного виду вогнезахисту, так і в складі вогнезахисних систем з гіпсокартонними плитами чи тепловідбивними покриттями, в яких базальтова вата є основним теплоізоляційним наповнювачем.

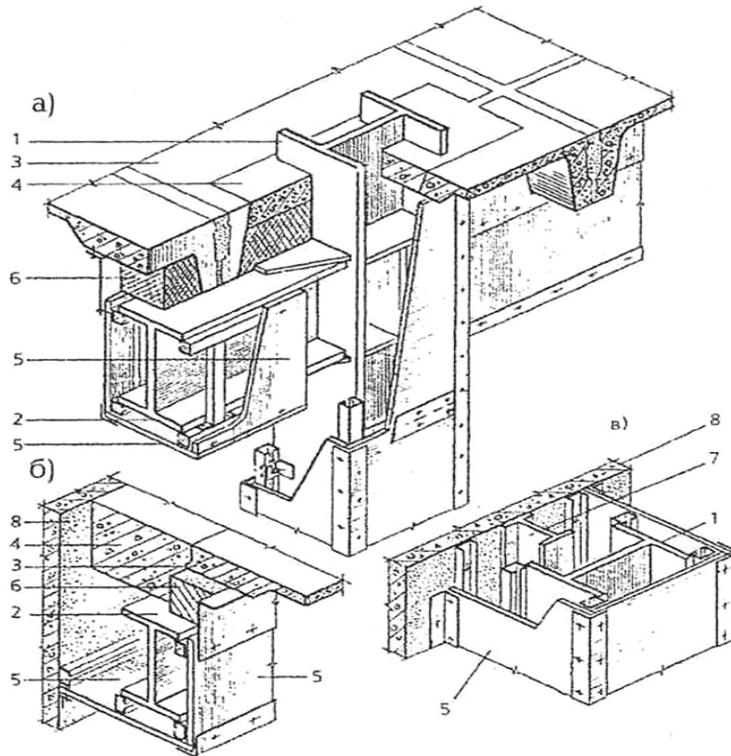


Рисунок 6 – Фрагменти сталевих конструкцій із вогнезахисним облицюванням з гіпсокартонних плит (ГКЛ):

а - захист вузла з'єднання рядової колони з ригелем; б - захист ригеля, розташованого біля стіни будівлі; в - захист колони, розташованої біля стіни будівлі; 1 - колона; 2 - ригель; 3- плити перекриття; 4- монолітний бетон; 5 - обшивка; 6 – теплоізоляційний пояс; 7 - стійка фахверка; 8 - стіна будівлі.

Гіпсокартонні плити (листи) є стандартним будівельним матеріалом, який використовується в будівлях і спорудах різного призначення, незалежно від того, чи є вони об'єктами нового будівництва або об'єктами реконструкції. Гіпсокартонні плити використовуються для облаштування стель, стін, а також для вогнезахисту сталевих конструкцій (рис. 6). Вогнезахисне облицювання з гіпсокартонних плит переважно використовується для багатоповерхових будівель і споруд зі сталевим несучим каркасом. Ці вогнезахисні конструкції значно легші за цегляне або бетонне облицювання, індустріальніші, ефективніші з погляду вогнестійкості.

Вогнезахисні облицювання з гіпсокартонних плит є досить перспективними – один шар завтовшки 16 мм може забезпечити межу вогнестійкості сталевих балок до 1 год.

Висновки. В ході оглядового аналізу доведено, що використання вогнезахисного облицювання із гіпсокартонних плит (листів) є надзвичайно перспективним способом захисту сталевих балок, проте його широкому застосуванню перешкоджає дефіцит інформації щодо теплофізичних

характеристик даного матеріалу. Важливою особливістю гіпсокартонного вогнезахисту є кріплення каркасу гіпсокартонного облицювання та внаслідок цього можливий вплив на втрату вогнезахисної здатності, що необхідно враховувати при впровадженні цього способу захисту сталевих балок. Тому актуальною задачею є вивчення поведінки сталевих балок із гіпсокартонним вогнезахисним облицюванням за умов високих температур.

Оглядовий аналіз поведінки сталевої балки в умовах пожежі передбачає подальші дослідження можливого руйнування вогнезахисного облицювання сталевих балок з використанням гіпсокартону від часу теплового впливу пожежі як наукового підґрунтя удосконалення методу розрахункової оцінки вогнестійкості сталевих балок.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».
2. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1993-1-2:2005, IDT).
3. ДСТУ-Н Б.В.2.6-211:2016 Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.
4. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2018.
5. Шналь Т. М. Вогнестійкість та вогнезахист металевих конструкцій: навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 176 с.
6. СТУ-Н Б 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).
7. ДСТУ Б В.1.1-4-98* «Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість».
8. ДСТУ Б В.1.1-17-2007 «Захист від пожежі. Вогнезахисне покриття для будівельних несучих металевих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності (ENV 13381-4:2002, NEQ)».
9. ДБН В.1.2-7-2008 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд пожежна безпека».
10. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. 2. Директива № 89/106/ЄЕС Ради ЄС про зближення законодавчих, нормативних і адміністративних положень держав-членів ЄС відносно будівельних матеріалів. Міжнародний документ від 21.12.1988 № 89/106/ЄЕС.
11. Захарченко П. В., Гавриш О. М., Карпенко О. О., Петухов О. М. Технологія та товарознавство систем сухого будівництва: вогнезахист будівельних конструкцій. Навч. посіб. КНУБА – К.: «СПД Павленко», 2012. – 392 с.
12. Осипенко В. І., Поздєєв С. В., Тищенко І. Ю. Будівельні матеріали та їх поведінка при дії високих температур: Навч. посіб. // Черкаси: 2012. – 202 с.
13. Беліков А.С., Маладика І.Г., Борсук О.В. «Підвищення вогнестійкості металевих конструкцій як шлях забезпечення вогнезахисту будівель»: Збірник наукових праць «Пожежна безпека: теорія і практика» № 18/2014. - 38-42 с.
14. Summary of the fire protection foundation report - fire safety challenges of tall wood buildings [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://firescienc>.
15. Борсук О.В., Нуянзін О.М., Кришталь В.М., Ведула С.А., Горовенко М.М. Дослідження межі вогнестійкості сталевої балки за умови втрати цілісності

вогнезахисного покриття // Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. — 2020. — Т. 4, № 2. — С. 5-15.

REFERENCE

1. DBN V.1.1-7-2016 "Fire safety of construction objects. General requirements".
2. DSTU-NB EN 1993-1-2:2010 Eurocode 3. Design of steel structures. Part 1-2. General provisions. Calculation of structures for fire resistance (EN 1993-1-2:2005, IDT).
3. DSTU-N B.V.2.6-211:2016 Design of steel structures. Calculation of structures for fire resistance.
4. Analytical review of the state of man-made and natural safety in Ukraine in 2018.
5. Shnal T. M. Fire resistance and fire protection of metal structures: training manual. – Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic, 2010. – 176 p.
6. STU-NB EN 1991-1-2:2010 Eurocode 1. Actions on structures. Part 1-2. General actions. Actions on structures during fire (EN 1991-1-2:2002, IDT).
7. DSTU B V.1.1-4-98* "Fire protection. Building structures. Test methods for fire resistance".
8. DSTU B V.1.1-17-2007 "Fire protection. Fireproof coating for building load-bearing metal structures. Method for determination of fire resistance (ENV 13381-4:2002, NEQ)".
9. DBN V.1.2-7-2008 "System of ensuring reliability and safety of construction objects. The main requirements for buildings and structures are fire safety."
10. Fire protection. Fire safety of construction sites. 2. Directive No. 89/106/EEC of the Council of the EU on approximation of legislative, regulatory and administrative provisions of the EU member states regarding construction materials. International document dated 12/21/1988 No. 89/106/EEC.
11. Zakharchenko P.V., Havrysh O.M., Karpenko O.O., Petukhov O.M. Technology and commodity science of dry construction systems: fire protection of building structures. Education manual KNUBA - K.: "SPD Pavlenko", 2012. - 392 p.
12. Osypenko V. I., Pozdeev S. V., Tyshchenko I. Yu. Building materials and their behavior at high temperatures: Education. manual // Cherkasy: 2012. – 202 p.
13. Belikov A.S., Maladyka I.G., Borsuk O.V. "Increasing the fire resistance of metal structures as a way to ensure fire protection of buildings": Collection of scientific works "Fire safety: theory and practice" No. 18/2014. - 38-42 p.
14. Summary of the fire protection foundation report - fire safety challenges of tall wood buildings [Electronic resource] – Access mode: <https://firescienc>.
15. Borsuk O.V., Nuyanzin O.M., Krystal V.M., Vedula S.A., Horovenko M.M. Investigation of the limit of fire resistance of a steel beam under the condition of loss of integrity of the fireproof coating // Emergency situations: prevention and elimination. — 2020. — Vol. 4, No. 2. — P. 5-15.

*Nataliya Zayika (ORCID: 0000-0002-8757-5709),
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes
of National University of Civil Protection of Ukraine*

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE REGARDING FIRE PROTECTION SYSTEMS OF STEEL BEAMS BASED ON FACING MATERIALS

Abstract. The work includes a review analysis of the latest research and publications on the behavior of metal building structures under the influence of high temperatures, modern methods of increasing their fire resistance when using fire protection from plasterboard boards, and assessing the fire resistance of steel beams.

An overview analysis of the use of fire protection systems of metal structures based on facing materials in buildings and structures, their protective ability in conditions of high temperatures, the method of modeling the behavior of steel beams with fire protection systems provides an opportunity to determine the temperature regimes that occur in real fire conditions and to propose effective methods of fire protection of steel beams on the basis of plasterboard plates.

Key words: fire resistance, steel beam, fire protection, plasterboard, standard fire temperature regime, thermophysical characteristics, fire resistance class.