



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ДСТУ EN 1991-1-2:202_
(EN 1991-1-2:2024, IDT)

ЄВРОКОД 1. ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ.
ЧАСТИНА 1-2. ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ

Видання офіційне
(Проект, перша редакція)

Київ
ДП «УкрНДНЦ»
20__

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Технічний комітет стандартизації «Металобудівництво» (ТК 301), Товариство з обмеженою відповідальністю «Український інститут сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського»
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від ____ 201_ р. № ____ з ____ - ____ - ____
- 3 Національний стандарт відповідає EN 1991-1-2:2024 Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-2: Actions on structures exposed to fire (Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Дії на конструкції під час пожежі) і внесений з дозволу CENELEC, Rue de la Science 23, B-1040 Brussels, Belgium. Усі права щодо використання європейських стандартів у будь-якій формі й будь-яким способом залишається за CEN-CENELEC
Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)
- 4 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України
- 5 НА ЗАМІНУ ДСТУ-Н EN 1991-1-2:2010 (EN 1991-1-2:2002, IDT)

Право власності на цей національний стандарт належить державі.
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати задля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання цей національний стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи

ДП «УкрНДНЦ», 20____

ЗМІСТ

	с.
Національний вступ.....	VII
Вступ	VIII
1 Сфера застосування.....	1
1.1 Сфера застосування EN 1991-1-2.....	1
1.2 Припущення.....	2
2 Нормативні посилання.....	2
3 Терміни та визначення понять та умовні позначки	3
3.1 Терміни та визначення понять.....	3
3.1.1 Загальні терміни, вживані в Єврокодах, які стосуються забезпечення пожежної безпеки.....	3
3.1.2 Спеціальні терміни, що стосуються проектування в цілому.....	7
3.1.3 Терміни, що стосуються чинників теплового впливу.....	9
3.1.4 Терміни, що стосуються теплообміну.....	12
3.2 Умовні позначки та скорочення.....	12
3.2.1 Великі літери латинської абетки.....	13
3.2.2 Малі літери латинської абетки.....	16
3.2.3 Великі літери грецької абетки.....	19
3.2.4 Малі літери грецької абетки.....	20
4 Процедура розрахунку конструкцій на вогнестійкість.....	21
4.1 Загальні положення.....	21
4.2 Сценарій проєктної пожежі.....	22
4.3 Проєктна пожежа.....	22
4.4 Теплотехнічний розрахунок конструкцій.....	22
4.5 Статичний розрахунок конструкцій.....	23
5 Чинники теплового впливу для теплотехнічного розрахунку.....	24
5.1 Тепловий потік.....	24
5.2 Номінальні температурні режими.....	27
5.2.1 Стандартний температурний режим.....	27
5.2.2 Температурний режим зовнішньої пожежі.....	27
5.2.3 Температурний режим вуглеводневої пожежі.....	27
5.3 Фізично обґрунтовані моделі пожежі.....	28
5.3.1 Спрощені моделі пожежі.....	28
5.3.2 Уточнені моделі пожежі.....	29
6 Чинники механічного впливу для розрахунку конструкційної системи	30
6.1 Загальні положення.....	30

6.2 Одночасність дії чинників впливу.....	31
6.2.1 Чинники впливу, прийняті для розрахунку за звичайних температур.....	31
6.2.2 Додаткові чинники впливу.....	32
6.3 Правила комбінування чинників впливу.....	32
6.3.1 Загальне правило.....	32
6.3.2 Спрощені правила.....	33
6.3.3 Рівень навантаження.....	35
Додаток А (довідковий) Параметричні температурні режими пожежі	37
А.1 Призначення додатка.....	37
А.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності.....	37
А.3 Температурні режими пожежі у фазі нагрівання.....	37
А.4 Температурні режими пожежі у фазі охолодження.....	41
Додаток В (довідковий) Чинники теплового впливу для зовнішніх конструкцій. Спрощений метод розрахунку.....	42
В.1 Призначення додатка.....	42
В.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності.....	42
В.3 Умови застосування.....	42
В.4 Вітрові впливи.....	44
В.4.1 Режим вентиляції.....	44
В.4.2 Відхилення полум'я внаслідок вітрового впливу.....	44
В.5 Характеристики пожежі та полум'я.....	45
В.5.1 Природна тяга.....	45
В.5.2 Механічна тяга.....	50
В.6 Загальні кутові коефіцієнти.....	53
Додаток С (довідковий) Локальні пожежі	
С.1 Призначення додатка.....	55
С.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності.....	55
С.3 Уявне суцільне полум'я.....	56

	С.3.1 Форма уявного суцільного полум'я.....	56
	С.3.2 Температура уявного суцільного полум'я	57
	С.3.3 Місцеположення та збільшення в розмірах уявного суцільного полум'я.....	58
	С.3.4 Результівний тепловий потік.....	63
Додаток D (довідковий)	Уточнені моделі пожежі.....	
	D.1 Призначення додатка.....	65
	D.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності.....	65
	D.3 Однозонні моделі.....	65
	D.4 Двостонні моделі.....	67
	D.5 Розрахункові моделі гідрогазодинаміки потоків.....	68
Додаток E (довідковий)	Щільності потоку, швидкості розвитку пожежі та інтенсивності тепловиділення.....	69
	E.1 Призначення додатка.....	69
	E.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності.....	69
	E.3 Розрахункове значення питомої пожежної навантаги.....	69
	E.4 Визначення питомої пожежної навантаги.....	74
	E.4.1 Загальні положення.....	74
	E.4.2 Визначення.....	74
	E.4.3 Захищені пожежні навантаги.....	75
	E.4.4 Вищі теплоти згоряння.....	76
	E.4.5 Класифікація приміщень за пожежною навантагою.....	77
	E.4.6 Індивідуальне оцінювання значень питомої пожежної навантаги.....	79
	E.5 Особливості процесу горіння.....	79
	E.6 Інтенсивність тепловиділення Q	79
Додаток F (довідковий)	Еквівалентна тривалість вогневого впливу.....	
	F.1 Призначення додатка.....	83
	F.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності.....	83
	F.3 Еквівалентна тривалість вогневого впливу за стандартного температурного режиму.....	83

Додаток G (довідковий)	Кутовий коефіцієнт.....	87
	G.1 Призначення додатка.....	87
	G.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності.....	87
	G.3 Загальні положення.....	87
	G.4 Ефекти затінення.....	89
	G.5 Зовнішні конструкції.....	89
	G.6 Уявне суцільне полум'я.....	93
Додаток H (довідковий)	Чинники теплового впливу для конструкційних пожежних навантаг у дерев'яних спорудах.....	98
	H.1 Призначення додатка.....	98
	H.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності.....	98
	H.3 Загальні положення.....	99
	H.4 Конструкційна пожежна навантага, створювана дерев'яними конструкціями.....	101
Бібліографія		105
Додаток НА	Перелік національних стандартів України, ідентичних європейським нормативним документам, посилання на які є в цьому стандарті.....	107

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ EN 1991-1-2_ (EN 1991-1-2:2024, IDT) «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Дії на конструкції під час пожежі», прийнятий методом перекладу, — ідентичний щодо EN 1991-1-2:2024 (версія en) Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-2: Actions on structures exposed to fire (EN 1991-1-2:2024).

Технічний комітет стандартизації, відповідальний за цей стандарт в Україні, — Технічний комітет стандартизації «Металобудівництво» (ТК 301).

Цей стандарт прийнято на заміну ДСТУ-Н EN 1991-1-2:2010 (EN 1991-1-2:2002, IDT) «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі».

У цьому національному стандарті зазначено вимоги, які відповідають законодавству України.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» і «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;

- у «Вступі», розділі «Нормативні посилання» та в «Бібліографії» наведено «Національні пояснення», виділені в тексті рамкою;

- вилучено «Передмову» до EN 1991-1-2:2024 як таку, що безпосередньо не стосується технічного змісту цього стандарту;

- долучено довідковий додаток НА (Перелік національних стандартів України, ідентичних європейським нормативним документам, посилання на які є в цьому стандарті).

- європейські стандарти: EN 1990:2023, EN 1993-1-2:2024 на які є посилання у цьому стандарті, в Україні не прийнято, як національні.

пр ДСТУ EN 1991-1-2:202X

Копії нормативних документів, посилання на які є в цьому стандарті, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.

ВСТУП

0.1 Вступ до Єврокодів

До будівельних Єврокодів належать такі стандарти, більшість з яких складаються з ряду частин:

- EN 1990, Eurocode — Basis of structural and Geotechnical design
- EN 1991, Eurocode 1 — Actions on structures
- EN 1992, Eurocode 2 — Design of concrete structures
- EN 1993, Eurocode 3 — Design of steel structures
- EN 1994, Eurocode 4 — Design of composite steel and concrete structure
- EN 1995, Eurocode 5 — Design of timber structures
- EN 1996, Eurocode 6 — Design of masonry structures
- EN 1997, Eurocode 7 — Geotechnical design
- EN 1998, Eurocode 8 — Design of structures for earthquake resistance
- EN 1999, Eurocode 9 — Design of aluminium structures
- New Eurocodes under development, e.g. Eurocode for design of structural glass

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

- EN 1990 Єврокод. Основи будівельного та геотехнічного проєктування;
- EN 1991 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції;
- EN 1992 Єврокод 2. Проєктування залізобетонних конструкцій;
- EN 1993 Єврокод 3. Проєктування сталевих конструкцій;
- EN 1994 Єврокод 4. Проєктування сталезалізобетонних конструкцій;
- EN 1995 Єврокод 5. Проєктування дерев'яних конструкцій;
- EN 1996 Єврокод 6. Проєктування кам'яних конструкцій;
- EN 1997 Єврокод 7. Геотехнічне проєктування;
- EN 1998 Єврокод 8. Проєктування сейсмостійких конструкцій;

- EN 1999 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій;
- Розроблюються нові Єврокоди, наприклад, Єврокод щодо проектування скляних конструкцій.

Єврокоди призначено для використання проєктувальниками, замовниками, виробниками, конструкторами, відповідними органами влади (в рамках виконання ними своїх обов'язків, передбачених національними або міжнародними нормативними документами), викладачами, розробниками програмного забезпечення, а також технічними комітетами стандартизації, які займаються розроблянням стандартів щодо відповідних виробів, випробувань і порядку дій.

Примітка. Деякі аспекти проєктування найкраще нормувати відповідним органам влади або, коли їх не нормують, такі аспекти відповідні сторони, як-от проєктувальники і замовники, можуть узгоджувати між собою, виходячи з особливостей проєкту. Єврокоди ідентифікують такі аспекти, чітко зазначаючи відповідні органи влади і сторони.

0.2 Вступ до EN 1991

EN 1991 (усі частини) стосується проєктування будівель, мостів, а також інших об'єктів цивільного будівництва або їхніх частин, включно з тимчасовими спорудами, разом з EN 1990 та іншими Єврокодами.

EN 1991 не встановлює спеціальних вимог щодо чинників впливу для проєктування сейсмостійких споруд. Положення, пов'язані з такими вимогами, подано в EN 1998 (усі частини), які доповнюють EN 1991 та узгоджуються з ним.

EN 1991 застосовний також до існуючих споруд у частині:

- оцінювання їхнього конструкційного виконання;
- їхнього зміцнення або ремонтування;
- змінювання їхнього призначення.

Примітка 1. В таких випадках можуть знадобитися додаткові або змінені положення.

EN 1991 застосовний також до проектування споруд, у складі яких використовують матеріали або які зазнають зовнішніх чинників впливу, що не належать до сфери застосування інших Єврокодів.

Примітка 2. У цьому випадку можуть знадобитися додаткові або змінені положення.

EN 1991 Поділено на такі частини:

EN 1991-1-1, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-1: Specific weight of materials, self-weight of construction works and imposed loads for buildings

EN 1991-1-2, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-2: Actions on structures exposed to fire

EN 1991-1-3, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-3: Snow Loads

EN 1991-1-4, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-4: Wind Actions

EN 1991-1-5, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-5: Thermal Actions

EN 1991-1-6, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-6: Actions during execution

EN 1991-1-7, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-7: Accidental actions

EN 1991-1-8, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-8: Actions from waves and currents on coastal structures

EN 1991-1-9, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-9: Atmospheric icing

EN 1991-2, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 2: Traffic loads on bridges and other civil engineering works

EN 1991-3, Eurocode 1 — Actions on structures — Part 3: Actions induced by cranes and machines

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 1991-1-1 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 1-1. Питома вага матеріалів, власна маса споруди та експлуатаційні навантаження на будівлі

EN 1991-1-2 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 1-2. Чинники впливу на конструкції під час пожежі

EN 1991-1-3 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 1-3. Снігові навантаження

EN 1991-1-4 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 1-4. Чинники вітрового впливу

EN 1991-1-5 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 1-5. Чинники теплового впливу

EN 1991-1-6 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 1-6. Чинники впливу під час зведення

EN 1991-1-7 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 1-7. Випадкові чинники впливу

EN 1991-1-8 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 1-8. Чинники впливу хвиль і течій на прибережні споруди

EN 1991-1-9 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 1-9. Атмосферне обмерзання

EN 1991-2 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 2. Транспортні навантаження на мости та інші об'єкти цивільного будівництва

EN 1991-3 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 3. Чинники впливу, спричинені підйомними кранами та будівельною технікою

EN 1991-4 Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції. Частина 4. Силоси та резервуари.

0.3 Вступ до EN 1991-1-2

EN 1991-1-2 описує чинники теплового та механічного впливів для розрахунку конструкцій будівель, що зазнають вогневого впливу, включно з поданими нижче вимогами щодо безпеки і процедурами проектування.

EN 1991-1-2 розраховано на використання разом з EN 1990, іншими частинами EN 1991, а також EN 1992 — EN 1999 для проектування споруд.

0.3.1 Вимоги щодо безпеки

Загальними задачами є обмежування ризиків для осіб та суспільства, розташованих поруч об'єктів майна і, де це необхідно, навколишнього середовища або об'єктів майна, які зазнають прямого впливу у разі пожежі.

Регламент щодо будівельних виробів (ЄС) №305/2011 встановлює таку вимогу щодо обмежування наслідків у разі пожежі:

«Об'єкт будівництва необхідно проектувати і будувати таким чином, щоб у разі виникнення пожежі:

- забезпечувалася несуча здатність споруди упродовж заданого проміжку часу;
- забезпечувалося обмежування утворення та поширювання вогню і диму всередині об'єкта будівництва;
- поширювання пожежі на сусідні об'єкти будівництва обмежувалося;
- наявні на об'єкті будівництва особи могли залишити його або бути врятовані іншими способами;
- враховувалася безпека рятувальних підрозділів».

Відповідно до Тлумачного документа №2 «Safety in Case of Fire»¹, виконання основної вимоги можна забезпечити, користуючись

¹ Див. 2.2, 3.2(4), 4.2.3.3 Тлумачного документи №2

різноманітними можливостями стратегій забезпечення пожежної безпеки, які переважно застосовують у державах-членах, як-от сценарії умовної (номінальної пожежі) або «реальної» (фізично обґрунтованої) пожежі включно з заходами щодо пасивного та/або активного протипожежного захисту.

Необхідні функції та рівні експлуатаційних характеристик можна задавати у формі вогнестійкості за номінального (стандартного) температурного режиму, який зазвичай наводять у національних нормах щодо пожежної безпеки, або, коли це дозволене такими нормами, застосуванням інжинірингу пожежної безпеки для оцінювання заходів щодо пасивного й активного протипожежного захисту.

Частини Будівельних Єврокодів, які стосуються забезпечення пожежної безпеки, встановлюють специфічні аспекти пасивного протипожежного захисту з огляду на проектування конструкцій та їхніх частин для забезпечення належної несучої здатності та обмежування поширювання пожежі залежно від того, що необхідно.

Числові значення часткових коефіцієнтів та інших складників надійності подано з метою встановлення прийнятного рівня надійності. Їх вибрано з припущення про забезпечення належного рівня кваліфікації та управління якістю.

0.3.2 Процедури проектування

Повна аналітична процедура розрахунку конструкцій на вогнестійкість має враховувати особливості поведінки конструкційної системи за підвищених температур, можливе впливання теплоти і сприятливі чинники впливу систем активного та пасивного протипожежного захисту з урахуванням невизначеностей, пов'язаних з цими трьома особливостями, а також клас відповідальності споруди (наслідки обвалення).

В теперішній час можливо реалізувати процедуру визначення належних експлуатаційних характеристик, яка враховує частину, якщо не

всі, вищезазначені параметри, і продемонструвати, що конструкційна система або її компоненти забезпечать належні експлуатаційні характеристики у разі реальної пожежі в будівлі. Водночас, у випадках, коли процедура ґрунтується на реалізації номінальної (стандартної) пожежі, система класифікації, яка передбачає задані проміжки часу збереженості вогнестійкості, враховує (хоча й непрямо) вищезазначені особливості та невизначеності.

На рисунку 1 показано дві процедури проєктування, передбачені EN 1991-1-2, тобто директивний (нормативний) підхід, що передбачає проєктування із застосуванням обов'язкових вимог, і параметричний підхід, що передбачає параметричне проєктування. Підхід, що передбачає проєктування із застосуванням обов'язкових вимог, характеризується використанням номінальних (стандартних) пожеж з метою відтворення теплових чинників впливу. Параметричний підхід, що передбачає застосування інжинірингу пожежної безпеки, враховує чинники теплового впливу, зумовлені фізичними та хімічними параметрами.

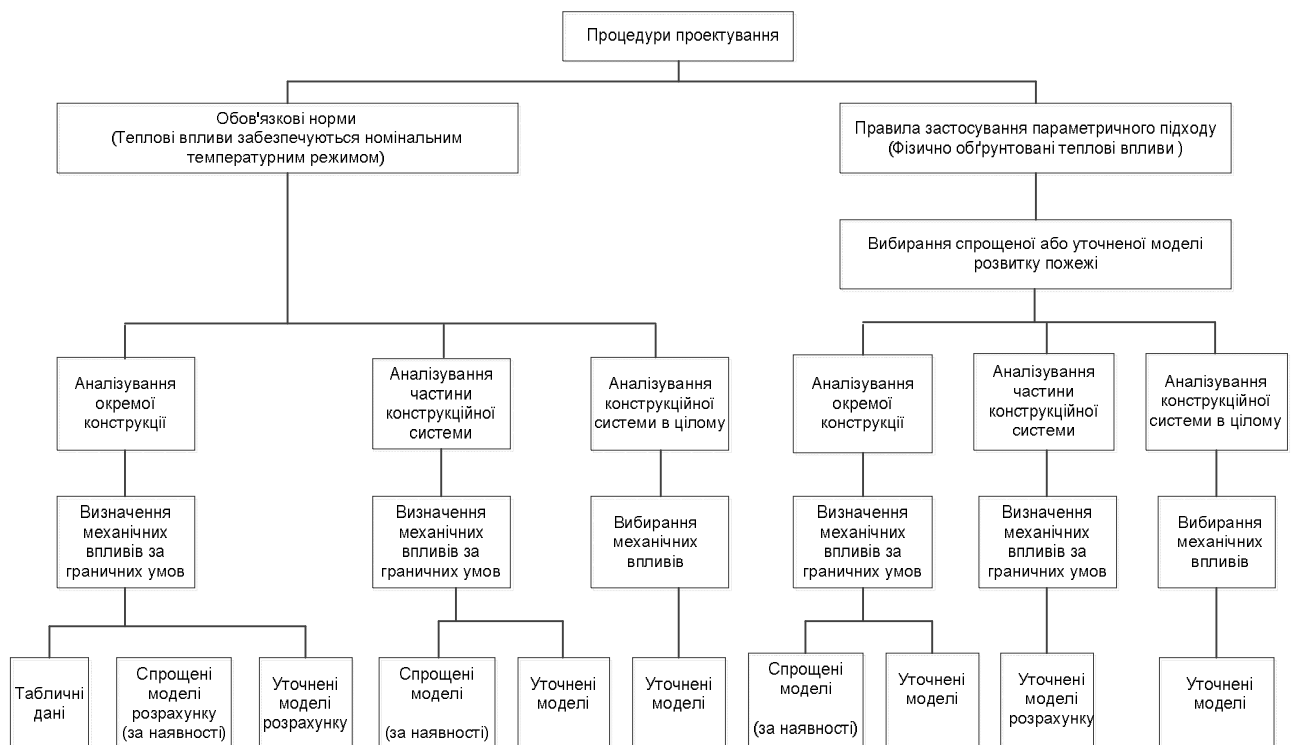


Рисунок 1 — Альтернативи процедури проєктування

0.4 Дієслівні форми, вживані в Єврокодах

Дієслово «shall» означає вимогу, якої необхідно суворо дотримуватися і відхилів від якої для забезпечення відповідності Єврокодам не дозволено.

Дієслово «should» означає наполегливо рекомендований вибір або порядок дій, який наполегливо рекомендовано дотримуватися. Залежно від вимог національних нормативних документів та/або положень контракту, можна застосовувати/приймати альтернативні підходи у випадках, коли це технічно виправдано.

Дієслово «may» означає порядок дій, дозволений в рамках Єврокодів.

Дієслово «can» означає можливість і здатність; його вживають для тверджень про факти і тлумачення понять.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

У цьому стандарті використовують такі дієслівні форми:

- «повинен», «треба» («shall») означає вимогу;
- «слід» («should») означає рекомендацію;
- «може» («may») означає дозвіл;
- «може» («can») означає можливість або здатність

0.5 Національний додаток до EN 1991-1-2

Цим стандартом дозволено вибір на національному рівні у випадках, коли це чітко вказано в примітках. Вибір на національному рівні включає в себе вибирання значень для параметрів, визначених на національному рівні (NDP).

Національний стандарт, яким впроваджено EN 1991-1-2, може мати національний додаток, в якому викладено всі варіанти вибору на національному рівні, якими потрібно користуватися для проектування

будівель і споруд цивільного призначення, які передбачено збудувати у відповідній країні.

У випадках, коли варіанти вибору на національному рівні не зазначено, потрібно користуватися варіантом вибору, вказаним за умовчанням у цьому стандарті.

У випадках, коли вибір на національному рівні не наведено і в цьому стандарті не вказано положення, прийняті за умовчанням, варіант вибору може зазначати відповідний орган влади або, у випадках, коли його не зазначено, він може бути визначений для конкретного проєкту відповідними сторонами.

Вибирання на національному рівні дозволено примітками до таких пунктів EN 1991-1-2:

4.4(4) Примітка	6.2.2(2)	6.3.1(2)	H.3(4)
-----------------	----------	----------	--------

Вибір на національному рівні дозволено щодо застосування таких довідкових додатків до EN 1991-1-2:

Додаток А	Додаток В	Додаток С	Додаток D
Додаток Е	Додаток F	Додаток G	Додаток H

Національний додаток може містити додаткову інформацію, подану безпосередньо або у формі посилань на інші документи, що не суперечить інформації, поданій у цьому стандарті, для зручності користування ним, за умови що вона не змінює жодних положень Єврокодів.

**ЄВРОКОД 1. ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ.
ЧАСТИНА 1-2. ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ**

EUROCODE 1 - ACTIONS ON STRUCTURES - PART 1-2: ACTIONS ON
STRUCTURES EXPOSED TO FIRE

Чинний від 201__-__-__

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Сфера застосування EN 1991-1-2

(1) Методи, подані в цьому Єврокодi, застосовні до будiвель i споруд цивiльного призначення з пожежною навантагою, визначеною типом будiвлi та її призначенням.

(2) В EN 1991-1-2 iдеться про чинники теплового та механiчного впливiв на конструкцiйні системи, що зазнають вогневого впливу. Його призначено для використання разом з частинами EN 1992 – EN 1996, а також EN 1999, якими встановлено правила розрахунку конструкцiй на вогнестiйкiсть, з метою проектування споруд iз заданою вогнестiйкiстю.

(3) EN 1991-1-2 мiстить iнформацiю про номiнальнi або фiзично обґрунтованi чинники теплового впливу. Докладнiшу iнформацiю i моделi для фiзично обґрунтованих теплових чинникiв впливу подано в додатках.

(4) EN 1991-1-2 не встановлює порядку оцiнювання пошкоджень споруди пiсля пожежi.

(5) EN 1991-1-2 не встановлює додаткових вимог, якi стосуються, наприклад:

- можливого монтування та технічного обслуговування спринклерних систем;
- умов, що стосуються призначення будівлі або протипожежного відсіку;
- використання дозволених теплоізоляційних і покривних матеріалів включно з доглядом за ними.

1.2 Припущення

(1) Додатково до загальних припущень, поданих в EN 1990, застосовні такі припущення:

- вибирання належного проєктного сценарію пожежі здійснює персонал з відповідними кваліфікацією і досвідом або ж його вказано у відповідному національному нормативному документі;
- засоби протипожежного захисту, які враховано в проєктуванні, піддаватимуть належному технічному обслуговуванню.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У наведених нижче нормативних документах зазначено положення, які через посилання в цьому тексті становлять положення цього стандарту. У разі датованих посилань застосовують тільки наведені видання. У разі недатованих посилань потрібно користуватись останнім виданням нормативних документів (разом зі змінами).

Примітка. Перелік інших документів, посилання на які не є нормативними, включно з тими, на які посилаються як на рекомендовані вимоги (тобто в пунктах з дієсловом «should»), дозволи (тобто в пунктах з дієсловом «may») і можливість (тобто в пунктах з дієсловом «can»), а також на які посилаються в примітках, подано в розділі «Бібліографія».

EN 1990:2023, Eurocode — Basis of structural and Geotechnical design

EN 1992 (all parts), Eurocode 2 — Design of concrete structures

EN 1996 (all parts), Eurocode 6 — Design of masonry structures

EN 1999 (all parts), Eurocode 9 — Design of aluminium structures

EN 1993-1-2:2024, Eurocode 3 — Design of steel structures — Part 1-2: Structural fire design

EN 13501-2, Fire classification of construction products and building elements — Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 1990:2023 Єврокод. Основи будівельного та геотехнічного проектування

EN 1992 (усі частини) Єврокод 2. Проектування залізобетонних споруд

EN 1996 (усі частини) Єврокод 6. Проектування кам'яних споруд

EN 1999 (усі частини) Єврокод 9. Проектування алюмінієвих споруд

EN 1993-1-2:2024 Єврокод 3. Проектування сталевих споруд. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість

EN 13501-2 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 2. Класифікація за результатами випробувань на вогнестійкість, крім складників вентиляційних систем

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

3.1 Терміни та визначення понять

У цьому стандарті вжито терміни та визначення позначених ними понять, зазначені EN 1990, а також наведені нижче.

3.1.1 Загальні терміни, вживані в Єврокодах, які стосуються забезпечення пожежної безпеки

3.1.1.1 еквівалентна тривалість вогневого впливу (*equivalent time of fire exposure*)

Тривалість вогневого впливу за стандартного температурного режиму, за якої передбачається отримання такого ж теплового впливу у відсіку, як для реальної пожежі

3.1.1.2 зовнішня конструкція (*external member*)

Елемент конструкційної системи, розташований зовні будівлі, що може зазнавати вогневого впливу крізь отвори в огорожувальних конструкціях будівлі

3.1.1.3 відсік, протипожежний відсік (*compartment, fire compartment*)

Простір всередині будівлі, який включає в себе один або декілька поверхів, обмежений огорожувальними конструкціями з таким розрахунком, щоб запобігти поширюванню пожежі поза його межі упродовж відповідного вогневого впливу

3.1.1.4 вогнестійкість (*fire resistance*)

Здатність споруди, частини конструкційної системи або конструкції виконувати необхідні функції (несучу функцію та/або огорожувальну функцію) за заданого рівня навантаження, заданого вогневого впливу або упродовж заданого проміжку часу

3.1.1.5 повністю розвинена пожежа (*fully developed fire*)

Стан повного охоплення поверхонь усіх горючих матеріалів вогнем у межах заданого простору

3.1.1.6 загальний розрахунок конструкційної системи (для умов пожежі) (*global structural analysis (for fire)*)

Розрахунок конструкційної системи в цілому для умов, коли ця система в цілому або її частина зазнають вогневого впливу під час пожежі

Примітка 1. Непрямі чинники вогневого впливу розглядаються для всієї конструкційної системи.

3.1.1.7 чинники непрямого вогневого впливу (*indirect fire actions*)

Внутрішні сили або моменти сил, спричинені тепловим розширенням

3.1.1.8 цілісність E (*integrity E*)

Здатність огорожувальної конструкції будівлі, що зазнає вогневого впливу з одного боку, запобігати проникненню крізь себе полум'я і гарячих газоподібних продуктів, а також появи полум'я на необігрівному боці

3.1.1.9 теплоізолювальна здатність I (*insulation I*)

Здатність огорожувальної конструкції будівлі, що зазнає вогневого впливу з одного боку, обмежувати підвищення температури на необігрівному боці до заданих значень

3.1.1.10 несуча здатність R (*load bearing function R*)

Здатність конструкційної системи або конструкції витримувати задані навантаження під час перебігу пожежі з відповідними параметрами згідно із заданими критеріями

3.1.1.11 конструкція (*member*)

Основна частина конструкційної системи (як-от балка, колона, але це можуть бути також збірні конструкції, як-от каркасна стіна, ферма), яку розглядають як ізольовану з відповідними граничними умовами та умовами кріплення

3.1.1.12 розрахунок конструкції (для умов пожежі) (*member analysis (for fire)*)

Тепловий і статичний розрахунки елемента конструкційної системи, що зазнає вогневого впливу, у складі якої цей елемент розглядають як ізольований з відповідними граничними умовами та умовами кріплення

Примітка 1. Чинники непрямого вогневого впливу, окрім тих, що є результатом градієнта температури, не розглядають.

3.1.1.13 проєктування за нормальної температури (*normal temperature design*)

Проєктування з розрахунком остаточного граничного стану для температур навколишнього середовища згідно з частиною 1-1 EN 1992 – EN 1996 або EN 1999.

3.1.1.14 огорожувальна функція (*separating function*)

Здатність огорожувальної конструкції запобігати поширюванню пожежі (наприклад, проникненням полум'я або гарячих газоподібних продуктів, порівняйте з «цілісність») або займання поза межами обігрівної поверхні (порівняйте з «теплоізолювальна здатність») під час відповідної пожежі

3.1.1.15 огорожувальна конструкція (*separating element*)

Несуча або не несуча конструкція (наприклад, стіна), що являє собою частину огороження протипожежного відсіку

3.1.1.16 нормована вогнестійкість (*standard fire resistance*)

Здатність конструкційної системи або її частини (зазвичай тільки конструкцій) виконувати необхідні функції (несучу функцію та/або огорожувальну функцію) в умовах нагрівання за стандартного температурного режиму з прикладенням регламентованого комбінованого навантаження упродовж заданого проміжку часу

3.1.1.17 елемент конструкційної системи (*structural members*)

Окремий складник конструкційної системи, наприклад, колона, балка, плита, фундамент

3.1.1.18 теплотехнічний розрахунок (*temperature analysis*)

Процедура визначення процесу змінювання температури конструкцій виходячи з чинників теплового впливу (результівного теплового потоку), теплофізичних властивостей матеріалів, з яких виготовлено конструкції, і, за потреби, вогнезахисних покривів

3.1.1.19 чинники теплового впливу (*thermal actions*)

Чинники впливу на конструкційну систему, що визначаються результативним тепловим потоком на конструкції

3.1.2 Спеціальні терміни, що стосуються проєктування в цілому

3.1.2.1 уточнена модель пожежі (*advanced fire model*)

Проектна пожежа, що враховує аспекти збереженості маси та енергії

3.1.2.2 розрахункова модель гідрогазодинаміки потоків (*computational fluid dynamics model*)

Модель пожежі, здатна за допомогою чисельного розв'язання диференціальних рівнянь у часткових похідних визначити термодинамічні та аеродинамічні змінні в усіх точках відсіку

3.1.2.3 протипожежна стіна (*fire wall*)

Огороджувальна конструкція, а саме стіна, що відокремлює два простори (наприклад, дві будівлі), спроектована з огляду на забезпечення вогнестійкості та конструкційної стійкості, а також може забезпечувати стійкість до горизонтального навантаження, з тим щоб у разі пожежі та обвалення конструкційної системи з одного боку стіни, поширювання пожежі поза межі цієї стіни не відбувалося

3.1.2.4 однозонна модель (*one-zone model*)

Модель пожежі, для якої температуру газового середовища у відсіку вважають однаковою

3.1.2.5 спрощена модель пожежі (*simplified fire model*)

Проектна пожежа, яка ґрунтується на обмеженій сфері застосування певних фізичних параметрів

3.1.2.6 двозонна модель (*two-zone model*)

Модель пожежі, в якій у межах відсіку розрізняють різноманітні зони: верхній шар, нижній шар, осередок пожежі і шлейф летких продуктів згоряння від нього, а також газове середовище назовні і стіни

Примітка 1. Температуру газового середовища у верхньому та нижньому шарах вважають однаковою.

3.1.3 Терміни, що стосуються теплових чинників впливу

3.1.3.1 коефіцієнт повноти згоряння (*combustion factor*)

Коефіцієнт, що визначає повноту згоряння та перебуває в межах від 1 для повного згоряння до 0 для цілковито інгібованого згоряння

3.1.3.2 проєктна пожежа (*design fire*)

Кількісний опис характеристик уявної пожежі в рамках заданого сценарію проєктної пожежі

3.1.3.3 розрахункова питома пожежна навантага (*design fire load density*)

Питома пожежна навантага, яку приймають для визначення чинників теплового впливу під час розрахунків на вогнестійкість

3.1.3.4 сценарій проєктної пожежі (*design fire scenario*)

Специфічний сценарій пожежі, на основі якого проводять розрахунки

3.1.3.5 температурний режим зовнішньої пожежі (*external fire curve*)

Номинальний температурний режим пожежі, призначений до застосування до зовнішньої поверхні огорожувальних (таких, що класифікуються за характеристиками EI) зовнішніх стін і парапетів, які можуть зазнавати вогневого впливу внаслідок пожежі у відсіку, розташованому нижче, або у відсіку, суміжному з відповідною зовнішньою стіною

3.1.3.6 ризик виникнення пожежі (*fire activation risk*)

Параметр, що враховує ймовірність займання і залежить від площі та призначення відсіку

3.1.3.7 питома пожежна навантага (*fire load density*)

пожежна навантага, що припадає на площу підлоги q_f або на площу поверхні всіх огорожувальних конструкцій включно з прорізами q_t

3.1.3.8 пожежна навантага (*fire load*)

Кількість енергії, що вивільнюється в результаті повного згоряння всіх горючих матеріалів, наявних у відсіку або в локальному осередку пожежі

Примітка 1. Вона складається з предметів, наявних у будівлі (тобто пожежної навантаги у відсіку) і горючих будівельних елементів конструкційної системи (тобто конструкційної пожежної навантаги).

3.1.3.9 сценарій пожежі (*fire scenario*)

Кількісний опис перебігу пожежі в часі, що визначає ключові події, які характеризують певну пожежу та відрізняють її від інших можливих пожеж

Примітка 1. Він зазвичай визначає процеси займання та розвитку пожежі, стадію повного розвитку і стадію загасання разом з системами, які впливають на перебіг пожежі, та особливостями локального навколишнього середовища.

3.1.3.10 загальний спалах (*flash-over*)

Одночасне займання всієї пожежної навантаги у протипожежному відсіку

3.1.3.11 температурний режим вуглеводневої пожежі
(*hydrocarbon fire curve*)

Номінальний температурний режим пожежі, що відображає чинники впливу пожежі з горінням вуглеводнів

3.1.3.12 локальна пожежа (*localised fire*)

Пожежа, що охоплює лише обмежену площу відсіку

3.1.3.13 коефіцієнт урахування прорізів (*opening factor*)

Коефіцієнт, що характеризує умови вентиляції залежно від площі прорізів у стінах відсіку, висоти цих прорізів та загальної площі поверхонь огорожувальних конструкцій

3.1.3.14 інтенсивність тепловиділення (*rate of heat release*)

Теплота (енергія), яку вивільнює горючий матеріал, залежно від часу

3.1.3.15 стандартний температурний режим (*standard fire curve*)

Номінальний температурний режим, визначений в EN 13501-2 для відображення моделі повністю розвиненої пожежі у відсіку

3.1.3.16 температурний режим (*fire curve*)

Температура газоподібних продуктів у просторі між поверхнями будівельних конструкцій залежно від часу

Примітка 1. Він може бути:

— **номінальним:** звичайні температурні режими, прийняті для класифікації за вогнестійкістю або її перевіряння, наприклад, стандартний температурний режим, температурний режим зовнішньої пожежі, температурний режим вуглеводневої пожежі;

— **фізично обґрунтованим:** таким, який визначають на основі моделей пожеж та специфічних фізичних параметрів, від яких залежать умови в протипожежному відсіку.

3.1.4 Терміни, що стосуються теплообміну

3.1.4.1 кутовий коефіцієнт (*configuration factor*)

Для теплопередачі випромінюванням від поверхні А до поверхні В, — частка енергії, що передається дифузно випромінюваною енергією від поверхні А і надходить до поверхні В

3.1.4.2 коефіцієнт конвекційного теплообміну (*convective heat transfer coefficient*)

Конвекційний тепловий потік до конструкції, віднесений до різниці між температурою газового середовища, яке межує з відповідною поверхнею конструкції, і температурою зазначеної поверхні

3.1.4.3 коефіцієнт теплового випромінювання (*emissivity*)

Дорівнює коефіцієнту поглинання поверхні, тобто співвідношенню між теплотою, переданою випромінюванням і поглинутою певною поверхнею, та енергією, поглинутою поверхнею абсолютно чорного тіла

3.1.4.4 результівний тепловий потік (*net heat flux*)

Енергія, яку одиниця площі поверхні конструкцій безповоротно сприймає в одиницю часу

3.2 Умовні позначки та скорочення

Для цілей цього стандарту застосовують такі умовні позначки.

3.2.1 Великі літери латинської абетки

A	площа протипожежного відсіку
$A_{ind,d}$	проектне значення результату дії чинника непрямого впливу внаслідок пожежі
A_f	площа підлоги в межах протипожежного відсіку
A_{fi}	площа осередку пожежі
A_h	площа горизонтальних прорізів у покритті відсіку
$A_{h,v}$	загальна площа прорізів в огорожувальних конструкціях ($A_{h,v} = A_h + A_v$)
A_j	площа поверхні j -ї огорожувальної конструкції без прорізів
A_t	загальна площа огорожувальних конструкцій (стіни, стеля і підлога, включно з отворами)
A_{st}	площа звугленої ділянки дерев'яних конструкцій
A_v	загальна площа вертикальних прорізів в усіх стінах ($A_v = \sum_i A_{v,i}$)
$A_{v,i}$	площа i -го вертикального прорізу
C_i	коефіцієнт захищеності поверхні i -ї конструкції
D	глибина протипожежного відсіку, діаметр осередку пожежі
E_d	розрахункове значення результатів дії відповідних чинників впливу для основної комбінації згідно з EN 1990
$E_{d,fi}$	стале розрахункове значення результатів дії відповідних чинників впливу під час пожежі
$E_{d,fi,t}$	розрахункове значення результатів дії відповідних чинників впливу під час пожежі в момент часу t
E_g	внутрішня енергія газу

H	відстань від осередку пожежі до стелі
H_u	вища теплота згоряння включно з теплотою, яку несе водяна пара
H_{u0}	вища теплота згоряння сухого матеріалу
H_{ui}	вища теплота згоряння i -го матеріалу
L_c	довжина центральної частини
L_f	довжина полум'я вздовж осі
L_H	довжина горизонтальної проекції полум'я (від фасаду)
L_h	горизонтальна довжина полум'я
L_L	висота полум'я (від верхньої частини вікна)
L_x	осьова довжина від вікна до точки, для якої проводять розрахунок
$M_{k,i}$	кількість i -го горючого матеріалу
O	коефіцієнт урахування прорізів у протипожежному відсіку ($O = A_v \sqrt{h_{eq}} / A_t$)
O_{lim}	зменшений коефіцієнт урахування прорізів у разі пожежі, розвиток якої обмежено кількістю горючих матеріалів
P_{int}	внутрішній тиск
Q	інтенсивність тепловиділення під час пожежі
Q_c	конвекційний складник інтенсивності тепловиділення
$Q_{k,fi}$	характеристична пожежна навантага
$Q_{k,fi,i}$	характеристична пожежна навантага, зумовлена наявністю i -го матеріалу
Q_D^*	коефіцієнт тепловиділення, що залежить від діаметра D локального осередку пожежі
Q_H^*	коефіцієнт тепловиділення, віднесений до висоти H відсіку

$Q_{k,1}$	характеристичне значення основного змінного впливу
$Q_{\max}$	максимальна інтенсивність тепловиділення
Q_{in}	інтенсивність виділення теплоти, що надходить з газовим потоком крізь прорізи
Q_{out}	інтенсивність виділення теплоти, що втрачається газовим потоком, який надходить крізь прорізи
Q_{rad}	інтенсивність виділення теплоти, що втрачається крізь прорізи випромінюванням
Q_{wall}	інтенсивність виділення теплоти, що втрачається в результаті випромінювання та конвекції в бік поверхонь відсіку
R_d	розрахункове значення опору конструкції за звичайної температури
$R_{d,fi,t}$	розрахункове значення опору конструкції під час пожежі в момент часу t
RHR_f	максимальна інтенсивність тепловиділення з одного квадратного метра
RHR_{st}	інтенсивність тепловиділення з одного квадратного метра зугленої ділянки дерев'яних конструкцій
T	температура [K]
T_{amb}	температура навколишнього середовища [K]
T_0	початкова температура [K]
T_f	температура в протипожежному відсіку [K]
T_g	температура газового середовища [K]
T_w	температура полум'я у вікні [K]
T_z	температура полум'я вздовж його осі [K]
W	ширина стіни з вікном(-ами)
W_1	ширина стіни 1 з припущенням, що площа вікон у ній

найбільша

W_2 ширина стіни протипожежного відсіку, перпендикулярної до стіни з шириною W_1

W_a горизонтальна проекція навісу або балкона

W_c ширина центральної частини

3.2.2 Малі літери латинської абетки

b коефіцієнт теплового поглинання огорожувальних конструкцій в цілому ($b = \sqrt{(\rho c \lambda)}$)

b_i коефіцієнт теплового поглинання i -го шару поверхонь огорожувальних конструкцій

b_j коефіцієнт теплового поглинання однієї j -ї поверхні огорожувальних конструкцій

c питома теплоємність

d_{eq} геометрична характеристика зовнішнього елемента конструкційної системи (діаметр або довжина сторони)

d_f товщина полум'я

d_i розмір поперечного перерізу i -ї поверхні конструкції

g прискорення сили тяжіння

h_{eq} середньозважена висота вікон на всіх стінах
($h_{eq} = (\sum_i (A_{v,i} h_i)) / A_v$)

h_i висота i -го вікна

$\dot{h}$ тепловий потік до одиниці площі поверхні

$\dot{h}_{net}$ результативний тепловий потік до одиниці площі поверхні

$\dot{h}_{net,c}$ результативний тепловий потік, зумовлений конвекцією, до одиниці площі поверхні

$\dot{h}_{\text{net},r}$	результівний тепловий потік, зумовлений випромінюванням, до одиниці площі поверхні
$\dot{h}_{\text{tot}}$	сумарний тепловий потік до одиниці площі поверхні
$\dot{h}_i$	тепловий потік, спричинений i -м осередком пожежі, до одиниці площі поверхні
k	коефіцієнт поправки
k_b	коефіцієнт перерахунку
k_c	коефіцієнт поправки, що залежить від матеріалу поперечних перерізів будівельних конструкцій
m	маса, коефіцієнт повноти згоряння
$\dot{m}$	масова швидкість
$\dot{m}_{\text{in}}$	масова швидкість надходження газоподібних речовин крізь прорізи
$\dot{m}_{\text{out}}$	масова швидкість втрати газоподібних речовин крізь прорізи
$\dot{m}_{\text{fl}}$	швидкість піролізу утворюваних продуктів
q_{fi}	питома пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f
$q_{\text{d,fi}}$	розрахункова питома пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f
$q_{\text{k,st}}$	характеристична питома конструкційна пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f
$q_{\text{k,tot}}$	характеристична питома повна пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f
$q_{\text{k,fi}}$	характеристична питома пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f
q_t	питома пожежна навантага, віднесена до сумарної площі огороженого простору A_t
$q_{\text{d,t}}$	розрахункова пожежна навантага на сумарній площі

	огороженого простору A_t
$q_{k,t}$	характеристична пожежна навантага, віднесена до сумарної площі огороженого простору A_t
r	відстань у горизонтальній площині від вертикальної осі осередку пожежі до точки на стелі, в якій розраховують тепловий потік
s_t	товщина i -го шару
s_{lim}	гранична товщина
t	проміжок часу
t_{ign}	проміжок часу до займання
$t_{end,i}$	проміжок часу до самостійного припинення горіння для i -ї ітерації
$t_{e,d}$	еквівалентна тривалість вогневого впливу
$t_{d,fi}$	розрахунковий проміжок часу збереженості вогнестійкості (властивість конструкції або конструкційної системи)
$t_{requi,fi}$	необхідний проміжок часу збереженості вогнестійкості
t_{lim}	проміжок часу до досягнення максимальної температури газоподібних продуктів під час пожежі, перебіг якої визначається наявною кількістю горючих матеріалів
t_{max}	проміжок часу до досягнення максимальної температури газоподібних продуктів
t_α	коефіцієнт швидкості розвитку пожежі
u	швидкість вітру, вміст вологи
w_i	ширина i -го вікна
w_t	сума значень ширини на всіх стінах ($w_t = \sum w_i$); коефіцієнт вентиляції, віднесений до площі A_t
w_f	ширина полум'я; коефіцієнт вентиляції

y	коефіцієнт параметра
z	висота
z_0	уявний початок висоти z
z'	місцеположення уявного джерела теплоти у вертикальній площині

3.2.3 Великі літери грецької абетки

Φ	кутовий коефіцієнт
Φ_f	повний кутовий коефіцієнт конструкції для теплопередачі випромінюванням від прорізу
$\Phi_{f,i}$	кутовий коефіцієнт поверхні i -ї конструкції для заданого прорізу
Φ_z	повний кутовий коефіцієнт конструкції для теплопередачі випромінюванням від полум'я
$\Phi_{z,i}$	кутовий коефіцієнт поверхні i -ї конструкції для заданого полум'я
Γ	коефіцієнт часу, що залежить від коефіцієнта врахування прорізів O та коефіцієнта теплового поглинання b
Γ_{lim}	коефіцієнт часу, що залежить від коефіцієнта врахування прорізів O_{lim} та коефіцієнта теплового поглинання b
θ	температура [°C]; θ [°C] = T [K] – 273
$\theta_{cr,d}$	розрахункове значення критичної температури матеріалу [°C]
θ_d	розрахункове значення температури матеріалу [°C]
θ_g	температура газоподібних речовин у протипожежному відсіку або біля конструкції [°C]
θ_m	температура поверхні конструкції [°C]
θ_{max}	максимальна температура [°C]

θ_r ефективна температура випромінювання осередку пожежі [°C]

ψ_i коефіцієнт захищеної пожежної навантаги

3.2.4 Малі літери грецької абетки

α_c коефіцієнт тепловіддачі конвекцією

α_h площа горизонтальних прорізів, віднесена до площі підлоги

α_v площа вертикальних прорізів, віднесена до площі підлоги

δ_{ni} коефіцієнт, що враховує застосування i -го заходу щодо протипожежного захисту

δ_{q1} коефіцієнт, що враховує ризик виникнення пожежі, зумовлений розмірами відсіку

δ_{q2} коефіцієнт, що враховує ризик виникнення пожежі, зумовлений призначення приміщення

ε_m коефіцієнт теплового випромінювання поверхні конструкції

ε_f коефіцієнт теплового випромінювання полум'я, вогню

η_{fi} коефіцієнт послаблення

$\eta_{fi,t}$ величина навантаження для розрахунків на вогнестійкість

λ коефіцієнт теплопровідності

ρ густина

ρ_g густина внутрішнього газового середовища

σ Стала Стефана — Больцмана ($= 5,67 \cdot 10^{-8}$ [Вт/(м²К⁴)])

τ_f тривалість вільного розвитку пожежі

ψ_0 коефіцієнт комбінування, застосовуваний до змінного чинника впливу з метою визначення його комбінованого значення

- ψ_1 коефіцієнт комбінування, застосовуваний до змінного чинника впливу з метою визначення його часто повторюваного значення
- ψ_2 коефіцієнт комбінування, застосовуваний до змінного чинника впливу з метою визначення його квазісталого значення

4 ПРОЦЕДУРА РОЗРАХУНКУ КОНСТРУКЦІЙ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ

4.1 Загальні положення

(1) Аналізування в рамках розрахунку конструкцій на вогнестійкість має передбачати принаймні такі етапи у міру їх застосовності:

- вибирання застосовних сценаріїв проектної пожежі;
- визначення відповідних проектних пожеж;
- розрахунок змінювання температури в межах елементів конструкційної системи;
- розрахунок механічних властивостей конструкційної системи, що зазнає вогневого впливу.

Примітка. Механічні властивості конструкційної системи залежать від такого:

- чинники теплового впливу та їхній вплив на властивості матеріалу;
- непрямі чинники впливу пожежі;
- прямі і непрямі результати дії чинників механічного впливу.

(2) Розрахунок конструкцій на вогнестійкість має передбачати розглядання чинників впливу для теплотехнічного розрахунку, а також для статичного розрахунку згідно з EN 1991-1-2 та EN 1991 (усі частини).

(3) Чинники вогневого впливу на конструкційні системи класифікують як чинники впливу в надзвичайних ситуаціях (див. EN 1990:2023 (8.3.3.4)).

4.2 Сценарій проєктної пожежі

(1) Для ідентифікації сценарію проєктної надзвичайної ситуації потрібно визначити застосовні сценарії проєктної пожежі, а також відповідні проєктні пожежі на підставі результатів оцінювання пожежного ризику.

(2) Для споруд, в яких особливі пожежні ризики виникають унаслідок інших надзвичайних подій, цей ризик потрібно враховувати під час визначення концепції забезпечення безпеки в цілому.

(3) Властивості конструкцій, залежні від часу і навантаження до моменту виникнення надзвичайної ситуації, можна не враховувати, крім випадків, коли застосовний пункт (2).

4.3 Проєктна пожежа

(1) Для кожного сценарію проєктної пожежі, проєктну пожежу в протипожежному відсіку потрібно визначати згідно з розділом 5 або ж користуючись існуючими фізичними моделями з обґрунтуванням.

(2) Проєктну пожежі потрібно застосовувати тільки для одного протипожежного відсіку будівлі одночасно, окрім випадків, коли сценарій проєктної пожежі передбачає інше.

(3) Для споруд, щодо яких національні органи влади встановлюють вимоги до вогнестійкості конструкцій, можна виходити з припущення, що перебіг відповідної проєктної пожежі відбувається за стандартної пожежі, якщо не вказано інше.

4.4 Теплотехнічний розрахунок конструкцій

(1) Під час проведення теплотехнічного розрахунку конструкції необхідно враховувати місцеположення осередку проєктної пожежі відносно цієї конструкції.

(2) Для зовнішніх конструкцій, потрібно враховувати вогневий вплив крізь прорізи у фасадах і покриттях.

(3) Для огорожувальних зовнішніх стін, за необхідності потрібно враховувати вогневий вплив зсередини (з відповідного протипожежного відсіку) та, як альтернатива, ззовні (з інших протипожежних відсіків).

(4) Залежно від проєктної пожежі, вибраної згідно з розділом 5, потрібно користуватися такими процедурами:

— для фізично обґрунтованої моделі пожежі, теплотехнічний розрахунок елементів конструкційної системи виконують для всього проміжку часу перебігу пожежі включно з фазою охолодження;

Примітка. Проміжки часу збереженості вогнестійкості можуть регламентувати національний додаток або національні будівельні норми.

— за номінального температурного режиму, теплотехнічний розрахунок елементів конструкційної системи проводять для заданого проміжку часу без урахування фази охолодження.

(5) Відповідний проміжок часу для певного проєкту можуть задавати відповідні сторони, якщо інше не вказано органом влади. Див. також додаток F.

4.5 Статичний розрахунок конструкцій

(1) Статичний розрахунок потрібно виконувати для того самого проміжку часу, що й для теплотехнічного розрахунку.

(2) Перевіряння вогнестійкості потрібно проводити в інтервалі часу

$$t_{d,fi} \geq t_{requi,fi} \quad (4.1)$$

або в інтервалі міцності

$$R_{d,fi,t} \geq E_{d,fi,t} \quad (4.2)$$

або в інтервалі температури

$$\theta_d \leq \theta_{cr,d} \quad (4.3)$$

де

$t_{d,fi}$ — розрахункове значення проміжку часу збереженості вогнестійкості;

$t_{requi,fi}$ — необхідний проміжок часу збереженості вогнестійкості;

$R_{d,fi,t}$ — розрахункове значення опору конструкції під час пожежі в момент часу t ;

$E_{d,fi,t}$ — розрахункове значення відповідних наслідків дії чинників впливу під час пожежі в момент часу t ;

θ_d — розрахункове значення температури матеріалу;

$\theta_{cr,d}$ — розрахункове значення критичної температури матеріалу.

5 ЧИННИКИ ТЕПЛОВОГО ВПЛИВУ ДЛЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ

5.1 Тепловий потік

(1) Чинники теплового впливу необхідно подавати у формі результативного теплового потоку $\dot{h}_{net}$ [Вт/м²], що надходить на поверхню конструкції.

(2) На обігрівних поверхнях, результативний тепловий потік $\dot{h}_{net}$ потрібно визначати, враховуючи теплообмін конвекцією та випромінюванням, як вказано у формулі (5.1):

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r} \text{ [Вт/м}^2\text{]}, \quad (5.1)$$

де

$\dot{h}_{\text{net},c}$ — конвекційна компонента результівного теплового потоку, що визначається формулою (5.2);

$\dot{h}_{\text{net},r}$ — випромінювальна компонента результівного теплового потоку, що визначається формулою (5.3).

(3) Конвекційну компоненту результівного теплового потоку потрібно визначати за формулою (5.2):

$$\dot{h}_{\text{net},c} = \alpha_c \cdot (\theta_g - \theta_m) \text{ [Вт/м}^2\text{]}, \quad (5.2)$$

де

α_c — коефіцієнт тепловіддачі конвекцією [Вт/(м²·К)];

θ_g — температура газового середовища у протипожежному відсіку поблизу конструкції [°C];

θ_m — температура поверхні будівельної конструкції згідно з частинами EN 1992 — EN 1996, а також EN 1999, якими встановлено правила розрахунку на вогнестійкість, у міру їх застосовності, [°C].

(4) На обігрівному боці, коефіцієнт тепловіддачі конвекцією α_c , що відповідає номінальним температурним режимам пожежі, потрібно приймати таким, як вказано в 5.2.

(5) На необігрівному боці огорожувальних конструкцій, результівний тепловий потік $\dot{h}_{\text{net}}$ потрібно визначати, користуючись формулою (5.1), з таким коефіцієнтом тепловіддачі:

— $\alpha_c = 9 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$ у разі прийняття припущення про врахування ним чинників впливу тепловіддачі випромінюванням;

— $\alpha_c = 4 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$ у решті випадків.

(6) Випромінювальну компоненту результативного теплового потоку, що припадає на одиницю площі поверхні, визначають за формулою (5.3):

$$\dot{h}_{\text{net,r}} = \Phi \cdot \varepsilon_m \cdot \varepsilon_f \cdot \sigma \cdot [(\theta_r + 273)^4 - (\theta_m + 273)^4] \text{ [Вт/м}^2\text{]}, \quad (5.2)$$

де

Φ — кутовий коефіцієнт;

ε_m — коефіцієнт теплового випромінювання поверхні конструкції;

ε_f — коефіцієнт теплового випромінювання осередку пожежі;

σ — стала Стефана — Больцмана ($= 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$);

θ_r — ефективна температура випромінювання осередку пожежі [°C]

θ_m — температура поверхні конструкції [°C].

(7) У випадках, коли в цьому стандарті або в частинах EN 1992 — EN 1996, а також EN 1999, якими регламентовано порядок розрахунку на вогнестійкість, конкретних даних не подано, кутовий коефіцієнт потрібно приймати таким, що дорівнює $\Phi = 1,0$. Для врахування впливів місцеположення і затінення можна приймати менше значення кутового коефіцієнта.

Примітка. Метод розрахунку кутового коефіцієнта Φ подано в додатку G. У цьому додатку також подано інформацію щодо впливів місцеположення і затінення.

(8) Якщо інше не вказано в частинах EN 1992 — EN 1996, а також EN 1999, якими регламентовано порядок розрахунку на вогнестійкість для відповідних матеріалів, то потрібно користуватися значенням $\varepsilon_m = 0,8$.

(9) Коефіцієнт теплового випромінювання осередку пожежі потрібно приймати $\varepsilon_f = 1,0$.

(10) У разі повністю охоплених вогнем конструкцій, за температуру випромінювання θ_r можна приймати температуру газового середовища θ_g навколо цієї конструкції.

(11) Температуру газового середовища θ_g можна приймати відповідно до кривих номінального температурного режиму пожежі згідно з 5.2 або розраховувати згідно з фізично обґрунтованими моделями пожежі згідно з 5.3.

5.2 Номінальні температурні режими

5.2.1 Стандартний температурний режим

(1) Стандартний температурний режим описує формула (5.4):

$$\theta_g = 20 + 345 + \log_{10}(8t + 1), \quad (5.4)$$

де

θ_g — температура газового середовища у протипожежному відсіку [$^{\circ}\text{C}$];

t — проміжок часу [хв].

(2) Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією α_c для стандартного температурного режиму потрібно приймати $\alpha_c = 25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

5.2.2 Температурний режим зовнішньої пожежі

(1) Температурний режим зовнішньої пожежі описує формула (5.5):

$$\theta_g = 660(1 - 0,687e^{-0,32t} - 0,313e^{-3,8t}) + 20, \quad (5.5)$$

де

θ_g — температура газового середовища поблизу конструкції [$^{\circ}\text{C}$];

t — проміжок часу [хв].

(2) Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією α_c для температурного режиму зовнішньої пожежі потрібно приймати $\alpha_c = 25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

5.2.3 Температурний режим вуглеводневої пожежі

(1) Температурний режим вуглеводневої пожежі описує формула (5.6):

$$\theta_g = 1080(1 - 0,325e^{-0,167t} - 0,675e^{-2,5t}) + 20, \quad (5.6)$$

де

θ_g — температура газового середовища у протипожежному відсіку [$^{\circ}\text{C}$];

t — проміжок часу [хв].

(2) Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією для температурного режиму вуглеводневої пожежі потрібно приймати $\alpha_c = 50 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

5.3 Фізично обґрунтовані моделі пожежі

5.3.1 Спрощені моделі пожежі

5.3.1.1 Загальні положення

(1) Спрощені моделі пожежі ґрунтуються на специфічних фізичних параметрах з обмеженою сферою використання.

Примітка 1. Метод розрахунку проєктної питомої пожежної навантаги $q_{f,d}$ подано в додатку Е.

Примітка 2. Довідкову інформацію щодо теплових чинників впливу для конструкційних пожежних навантаг у дерев'яних спорудах подано в додатку Н.

(2) Для пожеж усередині відсіків потрібно приймати рівномірний розподіл температури як функції часу. Нерівномірний розподіл температури як функції часу потрібно приймати у випадку локальних

пожеж.

(3) У разі користування спрощеними моделями пожежі, коефіцієнт тепловіддачі конвекцією потрібно приймати $\alpha_c = 35 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$.

5.3.1.2 Пожежі у відсіку

(1) Температури газового середовища потрібно визначати на основі фізичних параметрів, враховуючи принаймні питому пожежну навантагу та умови вентиляції.

Примітка 1. Для внутрішніх конструкцій протипожежних відсіків, метод розрахунку температури газового середовища у відсіку подано в додатках А, Е.

Примітка 2. Для зовнішніх конструкцій, що зазнають вогневого впливу крізь прорізи у фасаді, метод розрахунку умов нагрівання подано в додатку В.

5.3.1.3 Локальні пожежі

(1) Локальну пожежу потрібно брати до уваги у відсіку, де загальний спалах виникнути не може, або на ранній стадії пожежі.

Примітка. Метод розрахунку чинників теплового впливу локальних пожеж подано в додатку С.

5.3.2 Уточнені моделі пожежі

(1) Уточнені моделі пожежі мають враховувати таке:

- властивості газового середовища;
- масообмін;
- енергетичний обмін.

Примітка. Методи розрахунку проектної питомої пожежної навантаги $q_{f,d}$, швидкості розвитку пожежі й інтенсивності тепловиділення Q подано в додатку Е.

(2) Потрібно користуватися однією з таких моделей:

- однозонні моделі, побудовані на припущенні про рівномірний розподіл температури, що змінюється в часі, у відсіку;
- двозонні моделі, побудовані на припущенні про існування верхнього шару змінної в часі товщини з рівномірним розподілом температури, що змінюється в часі, а також нижнього шару з рівномірним розподілом нижчої температури, що змінюється в часі;
- моделі гідрогазодинаміки потоків, які дають змогу визначити змінювання температури у відсіку з повним урахуванням її залежності від часу і точок простору.

Примітка. Метод розрахунку чинників теплового впливу у разі користування однозонними, двозонними моделями або моделями гідрогазодинаміки потоків подано в додатку D.

(3) Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією для уточнених моделей пожежі потрібно приймати $\alpha_c = 35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, крім випадків, коли наявна докладніша інформація.

(4) Для більш точного розрахунку розподілу температури за довжиною конструкції, у разі локальної пожежі можна враховувати комбінацію результатів, одержаних з використанням двозонної моделі виходячи з припущення про локальну пожежу. Температурне поле всередині конструкції можна визначити, беручи до уваги максимальні ефекти, визначені за допомогою двох моделей пожежі, у кожній точці.

6 ЧИННИКИ МЕХАНІЧНОГО ВПЛИВУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ КОНСТРУКЦІЙ

6.1 Загальні положення

(1) Прикладені та обмежені розширення і деформації, спричинені змінами температури в результаті вогневого впливу, призводять, наприклад, до виникнення сил і моментів сил, які потрібно враховувати, за винятком випадків, коли вони:

— є такими, які можна апріорі визнати такими, якими можна знехтувати, або сприятливими;

— є такими, які враховано консервативно вибраними опорними моделями і та граничними умовами та/або які можна неявно вважати заданими консервативно вимогами щодо забезпечення пожежної безпеки.

(2) Для оцінювання чинників непрямого впливу потрібно враховувати таке:

— обмежене теплове розширення самих конструкцій, наприклад, колон у багатоповерхових каркасних спорудах з жорсткими стінами;

— нерівномірне теплове розширення усередині статично невизначених конструкцій, наприклад, суцільних плит перекриття;

— градієнти температури всередині поперечних перерізів, які спричиняють внутрішні напруження;

— теплове розширення суміжних конструкцій, наприклад, зміщення капітелі колони через розширення плити перекриття або розширення підвісних тросів;

— теплове розширення конструкцій, які чинять вплив на інші конструкції поза межами протипожежного відсіку

(3) Розрахункові значення чинників непрямих впливів, спричинених пожежею, $A_{ind,d}$, потрібно визначати виходячи з розрахункових значень теплових і механічних властивостей матеріалу, вказаних у частинах EN 1992 — EN 1996, а також EN 1999, якими регламентовано порядок розрахунку конструкцій на вогнестійкість та які відповідають відповідному вогневому впливу.

(4) Чинники непрямого впливу суміжних конструкцій не потрібно враховувати у випадках, коли вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки стосуються конструкцій за стандартних умов пожежі.

6.2 Одночасність дії чинників впливу

6.2.1 Чинники впливу, прийняті для розрахунку за звичайних температур

(1) Чинники впливу, які, ймовірно, матимуть місце під час пожежі, потрібно приймати такими, як для проєктування за звичайної температури.

(2) Репрезентативні значення змінних чинників впливу, які враховують проєктний сценарій вогневого впливу за надзвичайної ситуації, потрібно приймати згідно з EN 1990.

(3) Зменшенням прикладених навантажень завдяки згорянню можна нехтувати.

(4) Ситуації, коли сніговими навантаженнями під час пожежі можна знехтувати завдяки таненню снігу, потрібно оцінювати окремо в кожному випадку.

(5) Впливами, зумовленими технологічними процесами, можна нехтувати.

6.2.2 Додаткові чинники впливу

(1) Одночасне виникнення пожежі та інших незалежних чинників впливу, спричинених надзвичайними ситуаціями, розглядати не потрібно.

(2) Залежно від особливостей надзвичайних ситуацій, для яких потрібно проводити проєктування, що розглядаються, може існувати потреба в урахуванні додаткових чинників впливу, спричинених пожежею, упродовж проміжку часу вогневого впливу, наприклад, впливу, спричиненого руйнуванням елемента конструкційної системи або важким машинним обладнанням.

Примітка. Вибір додаткових чинників впливу може регламентуватися національним додатком.

(3) У випадках, коли потрібно, щоб протипожежні стіни були

стійкими до горизонтального ударного навантаження, це необхідно регламентувати згідно з EN 1363-2.

6.3 Правила комбінування чинників впливу

6.3.1 Загальне правило

(1) Для досягнення відповідних результатів дії чинників впливу $E_{d,fi,t}$ під час вогневого впливу, чинники механічного впливу необхідно комбінувати згідно з EN 1990 для проєктних надзвичайних ситуацій.

(2) Репрезентативне значення змінного чинника впливу Q_1 можна розглядати як квазістале значення $\psi_{2,1}Q_1$ або, як альтернатива, таке, що виникає часто, значення $\psi_{1,1}Q_1$.

Примітка. Репрезентативним значенням змінного чинника впливу Q_1 є квазістале значення $\psi_{2,1}Q_1$, крім випадків, коли національний додаток регламентує таке, що виникає часто, значення $\psi_{1,1}Q_1$.

6.3.2 Спрощені правила

(1) У випадках, коли чинники непрямого впливу пожежі не потрібно розглядати безпосередньо, результати їх дії можна визначити аналізуванням конструкційної системи щодо комбінованих чинників впливу згідно 6.3.1 і тільки для $t = 0$. Ці результати дії чинників впливу $E_{d,fi}$ можна задавати незмінними упродовж усього проміжку часу вогневого впливу.

Примітка. Цей пункт стосується, наприклад, результатів дії чинників впливу на межових ділянках та кріпильних елементах, коли розрахунок частин конструкційної системи проводять згідно з частинами EN 1992 — EN 1996, а також EN 1999, якими регламентовано порядок розрахунку на вогнестійкість.

(2) Як подальше спрощення (1), результати дії чинників впливу можна визначити виходячи з результатів, одержаних для проєктування

за звичайних температур з використанням формули (6.1):

$$E_{d,fi,t} = E_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot E_d, \quad (6.1)$$

де

E_d — розрахункове значення результатів дії відповідних чинників впливу для основних (стаціонарних і перехідних) проектних ситуацій згідно з EN 1990;

$E_{d,fi}$ — відповідне стале розрахункове значення під час пожежі;

η_{fi} — коефіцієнт послаблення.

(3) Для комбінацій чинників впливу, вказаних в EN 1990:2023 (формула (8.12)), коефіцієнт послаблення потрібно визначати як

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (6.2)$$

або, для комбінацій чинників впливу, вказаних в EN 1990:2023 (формула (8.13)), як найменше із значень, визначених за формулами (6.3), (6.4):

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \psi_{0,1} \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (6.3)$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\xi \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}}, \quad (6.4)$$

де

$Q_{k,1}$ — характеристичне значення основного змінного чиннику впливу 1;

G_k — характеристичне значення незмінного чинника впливу;

γ_G — парціальний коефіцієнт для незмінного чинника впливу;

$\gamma_{Q,1}$ — парціальний коефіцієнт для основного змінного чиннику впливу 1;

ψ_{fi} — коефіцієнт комбінування для змінних чинників впливу під

час пожежі, заданий як $\psi_{1,1}$ або як $\psi_{2,1}$ (6.3.1(2)).

ξ — коефіцієнт послаблення для несприятливого незмінного чинника впливу G_k .

Примітка 1. Інформацію щодо вибирання комбінації чинників впливу, якою необхідно користуватися, подають у національному додатку до EN 1990.

Примітка 2. Приклад змінювання коефіцієнта послаблення ψ_{fi} залежно від коефіцієнта навантаження $Q_{k,1}/G_k$ для різних значень коефіцієнта комбінації ψ_{fi} , визначених за формулою (6.2), показано на рисунку 6.1 з такими припущеннями: $\gamma_G = 1,35$, $\gamma_{Q,1} = 1,5$. парціальні коефіцієнти вказано у відповідному національному додатку до ен 1990. значення, одержані за формулами (6.3), (6.4), трохи вищі.

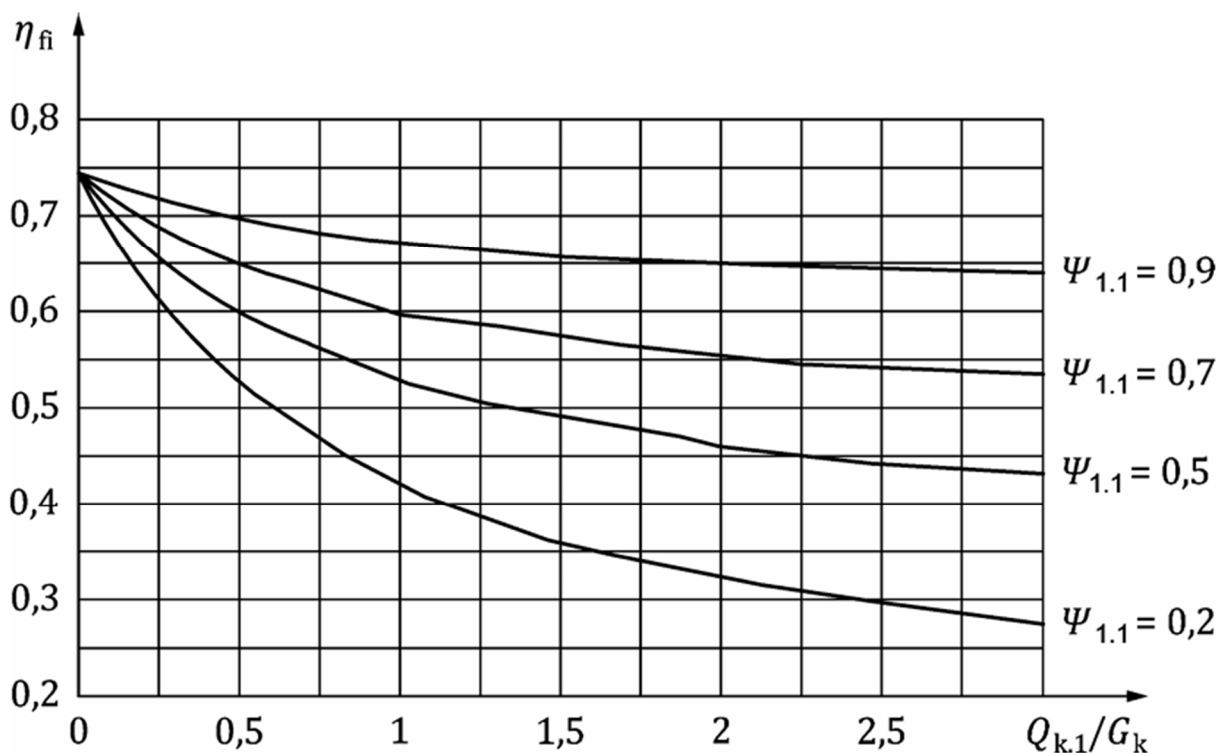


Рисунок 6.1 — Приклади коефіцієнта послаблення η_{fi} залежно від коефіцієнта навантаження згідно з формулою (6.2)

(1) Як спрощення, значення η_{fi} можна використовувати таким чином, як це визначено в Єврокодi щодо відповідного матеріалу.

6.3.3 Рівень навантаження

(1) У випадках, коли для референтного рівня навантаження вказано табличні дані, цей рівень навантаження потрібно розраховувати за формулою (6.5):

$$E_{d,fi,t} = \eta_{fi,t} \cdot R_d, \quad (6.5)$$

де

R_d — розрахункове значення опору конструкції за звичайної температури, визначене згідно з EN 1992 — EN 1996, а також EN 1999;

$\eta_{fi,t}$ — рівень навантаження для розрахунку на вогнестійкість.

ДОДАТОК А

(довідковий)

ПАРАМЕТРИЧНІ ТЕМПЕРАТУРНІ РЕЖИМИ ПОЖЕЖІ

А.1 Призначення додатка

(1) Цей довідковий додаток містить інформаційні матеріали, додаткові до поданих у 5.3.1.2.

Примітка. Національний вибір на користь застосування цього довідкового додатка подають у національному додатку. Якщо національний додаток не містить інформації щодо застосування цього довідкового додатка, то ним можна користуватися.

А.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності

(1) Криві температурного режиму, подані в цьому додатку, застосовні для відсіків з площею підлоги до 500 м² без прорізів у покритті, максимальна висота яких дорівнює 4 м. Виходять з припущення, що пожежна навантага у відсіку згоряє повністю.

(2) Якщо значення питомої пожежної навантаги задають без окремого врахування особливостей процесу горіння (див. додаток Е), то цей підхід обмежено протипожежними відсіками з пожежною навантагою, що складається переважно з целюлозних матеріалів.

А.3 Температурні режими пожежі у фазі нагрівання

(1) Температурні режими пожежі у фазі нагрівання потрібно розраховувати за формулою (А.1):

$$\theta_g = 20 + 135(1 - 0,324e^{-0,2t^*} - 0,204e^{-1,7t^*} - 0,472e^{-19t^*}), \quad (\text{A.1})$$

де

θ_g — температура газового середовища у протипожежному відсіку [$^{\circ}\text{C}$]

$$t^* = t \cdot \Gamma \text{ [год]}, \quad (\text{A.2})$$

в якому

t — проміжок часу; [год]

Γ — $= [O/b]^2 / (0,04/1\,160)^2$; [—]

b — коефіцієнт теплового поглинання для всього огороженого простору $= \sqrt{(\rho c \lambda)}$;

з такими обмеженнями:

$$100 \leq b \leq 2\,200; \quad [\text{Дж}/\text{м}^2\text{с}^{1/2}\text{К}]$$

ρ — густина матеріалу межових конструкцій [$\text{кг}/\text{м}^3$]
огороженого простору;

c — питома теплоємність матеріалу межових конструкцій огороженого простору; [$\text{Дж}/\text{кг}\cdot\text{К}$]

λ — коефіцієнт теплопровідності матеріалу [$\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$]
межових конструкцій огороженого простору;

O — коефіцієнт урахування прорізів $A_v \sqrt{h_{eq}} / A_t$; [$\text{м}^{1/2}$]

з такими обмеженнями: $0,02 \leq O \leq 0,20$

A_v — загальна площа вертикальних прорізів на всіх стінах; [м^2]

h_{eq} — середньозважене значення висоти вікон на всіх стінах; [м]

A_t — загальна площа огорожувальних конструкцій (стіл, стін, [м^2]

стелі та підлоги включно з прорізами).

(2) Для розрахунку коефіцієнта b , густину ρ , питому теплоємність c та коефіцієнт теплопровідності λ матеріалу огорожувальних конструкцій можна приймати за температури навколишнього середовища

(3) Для врахування наявності шарів різних матеріалів на поверхнях огорожувальних конструкцій, $b = \sqrt{(\rho c \lambda)}$ потрібно приймати таким:

— Якщо $b_1 < b_2$, то $b = b_1$ (A.3)

— Якщо $b_1 > b_2$, то граничну товщину s_{lim} розраховують для незахищеного матеріалу за таким рівнянням:

$$s_{\text{lim}} = \sqrt{\frac{3600 t_{\text{max}} \lambda_1}{c_1 \rho_1}}, \text{ в якому } t_{\text{max}} \text{ визначають за формулою (A.9) [м]} \quad (\text{A.4})$$

Якщо $s_1 > s_{\text{lim}}$, то $b = b_1$ (A.5)

Якщо $s_1 < s_{\text{lim}}$, то $b = \frac{s_1}{s_{\text{lim}}} b_1 + \left(1 - \frac{s_1}{s_{\text{lim}}}\right) b_2$, (A.6)

де

індекс «1» відповідає шару, який зазнає вогневого впливу безпосередньо, індекс «2» — наступному шару тощо;

s_i — товщина i -го шару;

b_i — $= \sqrt{(\rho_i c_i \lambda_i)}$

ρ_i — густина i -го шару;

c_i — питома теплоємність i -го шару;

λ_i — коефіцієнт теплопровідності i -го шару.

(4) Для врахування відмінностей значень коефіцієнта b для стін, стелі та підлоги, $b = \sqrt{(\rho c \lambda)}$ потрібно розраховувати за формулою (A.7):

$$b = \sum (b_j A_j) / A_t - A_v, \quad (\text{A.7})$$

де

A_j — площа j -ї поверхні огорожувальних конструкцій без урахування прорізів;

b_j — теплова властивість j -ї поверхні огорожувальних конструкцій, розрахована за формулами (A.3), (A.4).

(5) Максимальна температура θ_{max} у фазі нагрівання має місце в момент часу $t^* = t_{max}^*$

$$t_{max}^* = t_{max} \cdot \Gamma \text{ (год)}, \quad (\text{A.8})$$

в якому

$$t_{max} = \max[(0,2 \cdot 10^{-3} \cdot q_{d,t}/O); t_{lim}] \text{ (год)}, \quad (\text{A.9})$$

де

$q_{d,t}$ — розрахункове значення питомої пожежної навантаги, віднесене до загальної площі A_t огорожувальних конструкцій, у той час як $q_{d,t} = q_{d,fi} \cdot A_f / A_t$ [МДж/м²].

Потрібно передбачати такі межі:

$$50 \leq q_{d,t} \leq 1\,000 \text{ [МДж/м}^2\text{]}$$

$q_{d,fi}$ — розрахункове значення питомої пожежної навантаги, віднесене до площі підлоги $q_{d,t}$ [МДж/м²], яке приймають згідно з додатком Е;

t_{lim} — потрібно визначати за (10) і подавати в [год].

Примітка. Момент часу t_{max} , що відповідає максимальній температурі, визначається t_{lim} у випадку, якщо перебіг пожежі обмежується наявними горючими матеріалами. Якщо t_{max} визначається виразом $(0,2 \cdot 10^{-3} \cdot q_{d,t}/O)$, то перебіг пожежі обмежується надходженням повітря.

(6) В момент, коли $t_{max} = t_{lim}$, величину t^* , використовувану у формулі (A.1), потрібно замінювати на

$$t^* = t \cdot \Gamma_{\text{lim}} [\text{год}], \quad (\text{A.10})$$

в якому

$$\Gamma_{\text{lim}} = [O_{\text{lim}}/b]^2 / 0,04 / 1160^2, \quad (\text{A.11})$$

де

$$O_{\text{lim}} = 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot q_{\text{d,t}} / t_{\text{lim}} \quad (\text{A.12})$$

(7) Якщо ($O > 0,04$, $q_{\text{d,t}} < 75$ і $b < 1\,160$), то Γ_{lim} у формулі (A.1) потрібно множити на коефіцієнт k , який визначають таким чином:

$$k = 1 + \left(\frac{O - 0,04}{0,04} \right) \left(\frac{q_{\text{d,t}} - 75}{75} \right) \left(\frac{1160 + b}{1160} \right) \quad (\text{A.13})$$

(8) У разі повільного розвитку пожежі $t_{\text{lim}} = 25$ хв; у разі розвитку пожежі з помірною швидкістю $t_{\text{lim}} = 20$ хв, а у разі швидкого розвитку пожежі $t_{\text{lim}} = 15$ хв.

Примітка. Поради, що стосуються швидкості розвитку пожежі, подано в таблиці Е.6.

А.4 Температурні режими пожежі у фазі охолодження

(1) Температурні режими пожежі у фазі охолодження потрібно розраховувати за такими формулами, відповідно:

$$\theta_g = \theta_{\text{max}} - 625(t^* - t_{\text{max}}^* \cdot x) \text{ для } t_{\text{max}}^* \leq 0,5 \quad (\text{A.14})$$

$$\theta_g = \theta_{\text{max}} - 250(3 - t_{\text{max}}^*)(t^* - t_{\text{max}}^* \cdot x) \text{ для } 0,5 < t_{\text{max}}^* \leq 2 \quad (\text{A.15})$$

$$\theta_g = \theta_{\text{max}} - 250(t^* - t_{\text{max}}^* \cdot x) \text{ для } t_{\text{max}}^* \geq 2, \quad (\text{A.16})$$

де

t^* потрібно визначати за (A.2).

$$t_{\text{max}}^* (0,2 \cdot 10^{-3} \cdot q_{\text{t,d}} / O) \cdot \Gamma \quad (\text{A.17})$$

пр ДСТУ EN 1991-1-2:202X

$$x = 1,0, \text{ якщо } t_{\max} > t_{\lim}; x = t_{\lim} \cdot \Gamma / t_{\max}^*, \text{ якщо } t_{\max} = t_{\lim}$$

ДОДАТОК В

(довідковий)

ЧИННИКИ ТЕПЛООВОГО ВПЛИВУ ДЛЯ ЗОВНІШНІХ КОНСТРУКЦІЙ. СПРОЩЕНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ

В.1 Призначення додатка

(1) Цей довідковий додаток містить інформаційні матеріали, додаткові до поданих у 5.3.1.2.

Примітка. Національний вибір на користь застосування цього довідкового додатка подають у національному додатку. Якщо національний додаток не містить інформації щодо застосування цього довідкового додатка, то ним можна користуватися.

В.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності

(1) Метод, поданий в цьому довідковому додатку, дає змогу визначати:

- максимальні температури під час пожежі у відсіку;
- геометричні розміри і температуру полум'я, що виходить крізь прорізи;
- параметри випромінювання та конвекції.

(2) Цей метод побудовано на припущення про стаціонарні умови для різноманітних параметрів.

(3) Цей метод застосовний тільки для значень пожежної навантаги $q_{d,fi}$ понад 200 МДж/м².

(4) Цей метод застосовний разом з EN 1993-1-2:2024 (додаток В).

В.3 Умови застосування

(1) У випадках, коли у відповідному протипожежному відсіку більше одного вікна, використовують середньозважені значення

висоти вікон h_{eq} , загальної площі вертикальних прорізів A_v і суми значень ширини вікон ($w_t = \sum w_i$).

(2) Співвідношення D/W потрібно визначати таким чином:

$$D/W = \frac{W_2}{W_1} \text{ у випадку, коли стіни наявні тільки на стіні 1} \quad (B.1)$$

$$D/W = \frac{W_2}{W_1} \frac{A_{v1}}{A_v} \text{ у випадку, коли стіни наявні більше ніж на одній стіні} \quad (B.2)$$

де

W_1 — ширина стіни 1, якою вважають стіну з вікном найбільшої площі;

A_{v1} — сумарна площа вікон на стіні 1;

W_2 — ширина стіни, перпендикулярної стіні 1 у протипожежному відсіку.

(3) За наявності в протипожежному відсіку внутрішньої конструкції, співвідношення D/W потрібно визначати за формулою (B.3) (застосовні обмеження, подані в (6)):

$$D/W = \frac{(W_2 - L_c)A_{v1}}{(W_1 - W_c)A_v}, \quad (B.3)$$

де

L_c та W_c — довжина та ширина внутрішньої конструкції;

W_1 та W_2 — довжина та ширина протипожежного відсіку.

(4) Усі частини зовнішньої стіни, які не мають вогнестійкості (REI), необхідної для забезпечення стійкості будівлі, потрібно класифікувати як ділянки вікон.

(5) Загальну площу вікон у зовнішній стіні потрібно розраховувати таким чином:

— загальна площа згідно з (4), якщо вона менша за 50 % від площі відповідної зовнішньої стіни відсіку;

— у першу чергу загальна площа, у другу чергу — 50 % від площі відповідної зовнішньої стіни відсіку, якщо, відповідно до (5), площа перевищує 50 %. Для розрахунку потрібно розглядати обидві ці ситуації. У разі використання 50 % від площі зовнішньої стіни, місцеположення та геометричні параметри відкритих поверхонь потрібно вибирати таким чином, щоб розглядати випадок з найжорсткішими умовами.

(6) Геометричні розміри протипожежного відсіку мають бути не більшими за 70 м за довжиною, 18 м за шириною і 5 м за висотою.

(7) Температуру полум'я потрібно приймати однаковою за його шириною і товщиною.

В.4 Вітрові впливи

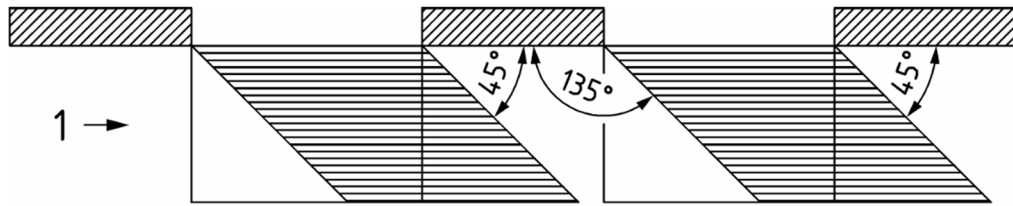
В.4.1 Режим вентиляції

(1) За наявності вікон на протилежних боках протипожежного відсіку або у разі надходження до осередку пожежі додаткової кількості повітря від іншого джерела (крім вікон), розрахунок потрібно виконувати для умов механічної тяги (див. В.5.2). В іншому випадку розрахунок проводять для умов відсутності механічної тяги (див. В.5.1).

В.4.2 Відхилення полум'я внаслідок вітрового впливу

(1) Полум'я, що проникає крізь проріз, вважають таким, яке виходить за межі протипожежного відсіку (див. рисунок В.1):

- перпендикулярно до фасаду;
- з відхилом на кут 45° через вітрові впливи.



Умовні позначки:

- 1 — напрямок вітру;
2 — горизонтальний переріз

Рисунок В.1 — Відхилення полум'я вітром

В.5 Характеристики пожежі та полум'я

В.5.1 Природна тяга

(1) Швидкість згоряння або інтенсивність тепловиділення потрібно розраховувати за формулою (В.4):

$$Q = \min \left(\frac{(A_f \cdot q_{d,fi})}{\tau_F}; 3,15(1 - e^{-0,036/\theta}) A_v \frac{h_{eq}^{1/2}}{D/W} \right) [\text{МВт}], \quad (\text{В.4})$$

де

- A_f — площа підлоги протипожежного відсіку;
 $q_{d,fi}$ — розрахункова питома пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f ;
 τ_F — вважають таким, що дорівнює 1 200 [с];
 A_v — загальна площа вертикальних прорізів на всіх стінах ($A_v = \sum_i A_{v,i}$);
 h_{eq} — середньозважене значення висоти вікон на всіх стінах ($h_{eq} = \sum_i (A_{v,i} h_i) / A_v$);
 D/W — співвідношення, яке розраховують за формулою (В.3).

(2) Температуру в протипожежному відсіку потрібно розраховувати за формулою (В.5):

$$T_f = 6000(1 - e^{-0,1/O})O^{1/2}(1 - e^{-0,00286\Omega}) + T_0, \quad (\text{B.5})$$

де

O — коефіцієнт урахування прорізів у протипожежному відсіку

$$(O = A_v \sqrt{h_{eq}} / A_t);$$

T_0 — початкова температура;

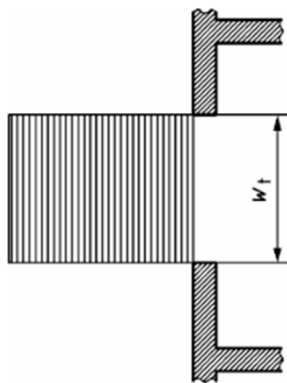
$$\Omega — A_f \cdot q_{d,fi} / (A_v \cdot A_t)^{1/2}$$

(3) Висоту полум'я (див. рисунок В.2) потрібно розраховувати за формулою (В.6):

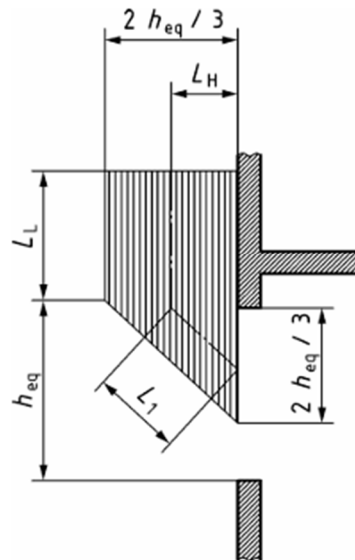
$$L_L = \max \left(0; h_{eq} \left(\frac{Q}{A_v \rho_g (h_{eq} g)^{1/2}} \right)^{2/3} - 1 \right), \quad (\text{B.6})$$

У разі, якщо $\rho_g = 0,45 \text{ кг/м}^3$, а $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, формулу (В.6) можна спростити таким чином:

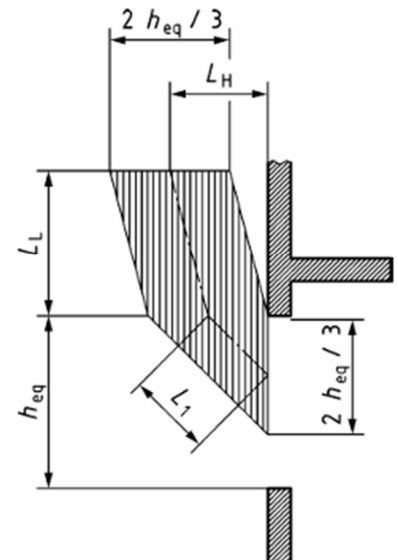
$$L_L = 1,9 \left(\frac{Q}{w_t} \right)^{2/3} - h_{eq} \quad (\text{B.7})$$



горизонтальний
поперечний переріз



вертикальний поперечний
переріз



вертикальний поперечний
переріз

Рисунок В.2 — Геометричні розміри полум'я, наскрізної тяги
немає

$L_H = \frac{h_{eq}}{3} \Rightarrow L_1 = \sqrt{L_H^2 + \frac{h_{eq}^2}{9}} \cong \frac{h_{eq}}{2}$	$L_1 \cong \frac{h_{eq}}{2}$
$L_f = L_L + L_1$	$L_f = \sqrt{L_L^2 + \left(L_H - \frac{h_{eq}}{3}\right)^2} + L_1$
$h_{eq} < 1,25w_t$ і вище розташовано стіну $h_{eq} < 1,25w_t$ and wall above	стіни вище немає і $h_{eq} > 1,25w_t$ no wall above or $h_{eq} > 1,25w_t$

Рисунок В.2 — аркуш 2

(4) Ширину полум'я потрібно приймати такою, яка дорівнює ширині вікна (див. рисунок В.2).

(5) Глибину полум'я потрібно приймати такою, яка дорівнює 2/3 висоти вікна: $2/3h_{eq}$ (див. рисунок В.2).

(6) Горизонтальну проекцію полум'я:

— за наявності стіни над вікном потрібно приймати такою, яка дорівнює

$$L_H = h_{eq}/3 \text{ якщо } h_{eq} \leq 1,25w_i \quad (\text{В.8})$$

$$L_H = 0,3h_{eq}(h_{eq}/w_i)^{0,54} \text{ якщо } h_{eq} > 1,25w_i \text{ і відстань до будь-якого іншого вікна } > 4w_i \quad (\text{В.9})$$

$$L_H = 0,454h_{eq}(h_{eq}/w_i)^{0,54} \text{ у решті випадків} \quad (\text{В.10})$$

— за відсутності стіни над вікном потрібно приймати такою, яка дорівнює

$$L_H = 0,6h_{eq}(L_L/h_{eq})^{1/3} \quad (\text{В.11})$$

(7) Довжину полум'я вздовж осі потрібно приймати такою:
якщо

$L_L > 0$, то

$$L_f = L_L + h_{eq}/2 \text{ за наявності стіни над вікном та якщо } h_{eq} < 1,25w_t \quad (B.12)$$

$$L_f = \left(L_L^2 + (L_H - h_{eq}/2)^2 \right)^{1/2} + h_{eq}/2 \text{ за відсутності стіни} \quad (B.13)$$

над вікном або якщо $h_{eq} > 1,25w_t$

якщо

$$L_L = 0, \text{ то } L_f = 0.$$

(8) Температуру полум'я у вікні потрібно приймати такою:

$$T_w = 520 / (1 - 0,4725(L_f \cdot w_t/Q)) + T_0 \text{ [K]} \quad (B.14)$$

в якому

$$L_f \cdot w_t/Q < 1$$

(9) Коефіцієнт теплового випромінювання полум'я у вікні потрібно приймати за $\varepsilon_f = 1,0$.

(10) Температуру полум'я вздовж осі потрібно приймати такою:

$$T_z = (T_w - T_0)(1 - 0,4725(L_x \cdot w_t/Q)) + T_0 \text{ [K]} \quad (B.15)$$

в якому

$$L_x \cdot w_t/Q < 1$$

L_x — довжина осі на ділянці від вікна до точки, для якої проводять розрахунок.

(11) Коефіцієнт теплового випромінювання полум'я можна приймати таким, який дорівнює

$$\varepsilon_t = 1 - e^{-0,3d_f}, \quad (B.16)$$

де

d_f — товщина полум'я [м].

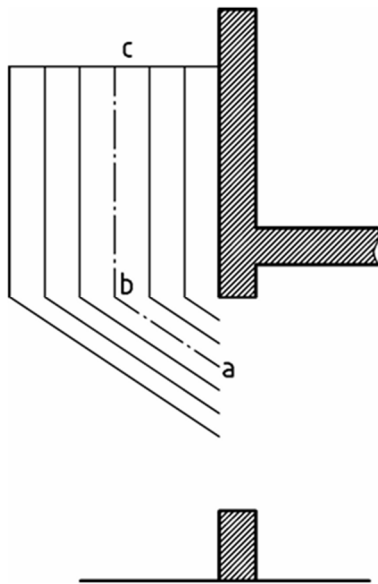
(12) Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією потрібно розраховувати за формулою (B.17):

$$\alpha_c = 4,67(1/d_{eq})^{0,4}(Q/A_v)^{0,6} \quad (B.17)$$

(13) Якщо балкон або будь-яка конструкція (з горизонтальною проекцією W_a), яка відхиляє полум'я упродовж проміжку часу перебігу пожежі, знаходиться на рівні верху вікна над всією його шириною (див. рисунок В.3), то для стіни над вікном і за $h_{eq} \leq 1,25w_t$, висоту та горизонтальну проекцію полум'я потрібно змінювати таким чином:

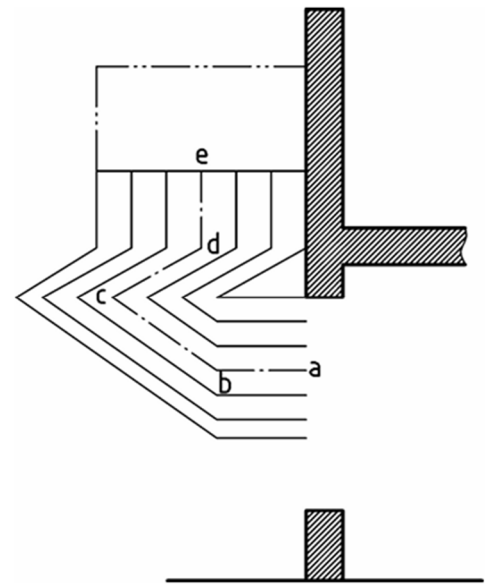
— висоту полум'я L_L , вказану в (3), потрібно зменшувати на $W_a(1 + \sqrt{2})$;

— горизонтальну проекцію полум'я L_H , вказану в (6), потрібно збільшувати на W_a .



а) вертикальний поперечний переріз

$$a \ b \ c = L_f$$



б) вертикальний поперечний переріз

$$a \ b \ c \ d = L_f \text{ і } w_a = a \ b$$

$$a \ b \ c \ d = L_f \text{ and } w_a = a \ b$$

Рисунок В.3 — Відхилення полум'я балконом

(14) За тих самих умов для балкона, які зазначено в (13), за відсутності стіни над вікном або у разі, якщо $h_{eq} > 1,25w_t$, висоту та горизонтальну проекцію полум'я потрібно змінювати таким чином:

— висоту полум'я L_L , вказану в (3), потрібно зменшувати на W_a ;

— горизонтальну проекцію полум'я L_H , визначену згідно з (6) за вищезазначеної величини L_L , потрібно збільшувати на W_a .

В.5.2 Механічна тяга

(1) Швидкість згоряння або інтенсивність тепловиділення потрібно розраховувати за формулою (В.18):

$$Q = A_f \cdot q_{d,fi} / \tau_F, \quad (\text{В.18})$$

де

A_f — площа підлоги протипожежного відсіку;

$q_{d,fi}$ — розрахункова питома пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f ;

τ_F — тривалість вільного розвитку пожежі.

(2) Температуру в протипожежному відсіку потрібно розраховувати за формулою (В.19):

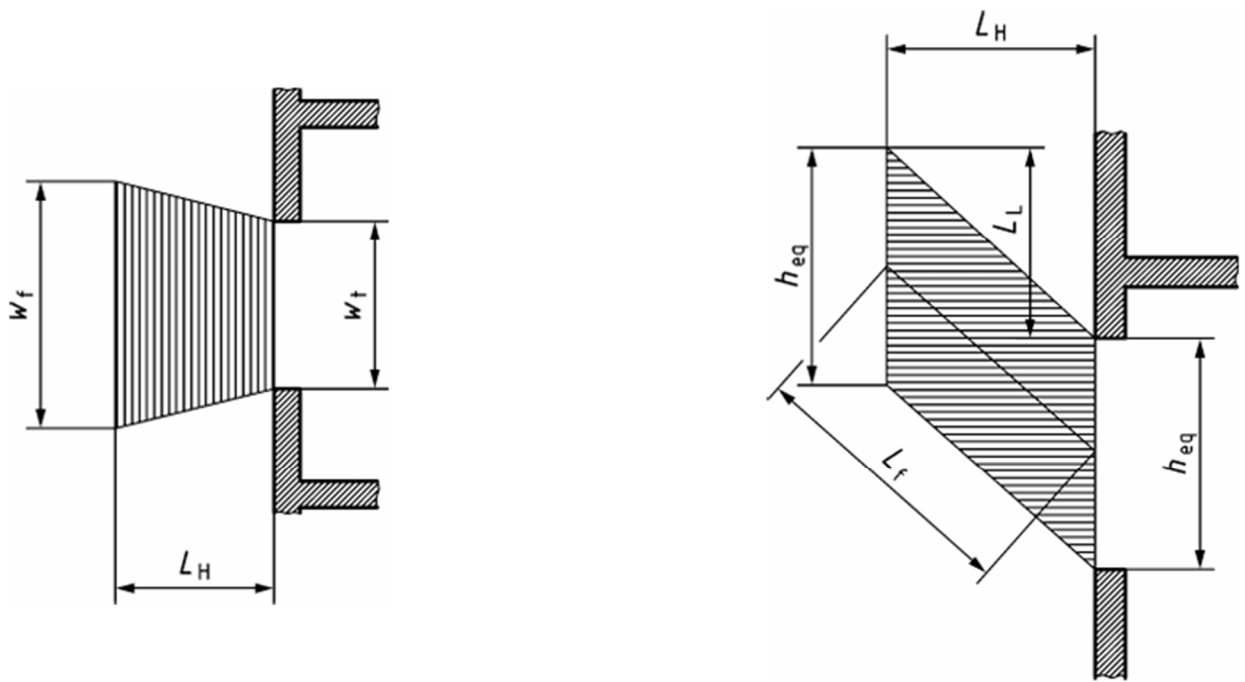
$$T_f = 1\,200(1 - e^{-0,00228\Omega}) \quad (\text{В.19})$$

(3) Висоту полум'я (див. рисунок В.4) потрібно розраховувати за формулою (В.20):

(3) Висоту полум'я (див. рисунок В.4) потрібно розраховувати за формулою (В.20):

$$L_L = \left(1,366 \left(\frac{1}{u} \right)^{0,43} \frac{Q}{A_v^{1/2}} \right) - h_{eq} \quad (\text{В.20})$$

Примітка. У випадку, якщо $u = 6$ м/с, $L_L \approx 0,63 Q / A_v^{1/2} - h_{eq}$.



а) горизонтальний поперечний
переріз

$$w_f = w_t + 0,4L_H$$

б) вертикальний поперечний
переріз

$$L_f = (L_L^2 + L_H^2)^{1/2}$$

Рисунок В.4 — Геометричні розміри полум'я за наявності
наскрізної або механічної тяги

(4) Горизонтальну проекцію полум'я потрібно визначати за формулою (В.21):

$$L_H = 0,605(u^2/h_{eq})^{0,22}(L_L + h_{eq}) \quad (\text{В.21})$$

Примітка. У випадку, якщо $u = 6$ м/с, $L_H = 1,33 \cdot 1,33(L_L + h_{eq})/h_{eq}^{0,22}$.

(5) Ширину полум'я потрібно визначати за формулою (В.22):

$$w_f = w_t + 0,4L_H \quad (\text{В.22})$$

(6) Довжину полум'я вздовж осі потрібно визначати за формулою (В.23):

$$L_f = (L_L^2 + L_H^2)^{1/2} \quad (\text{В.23})$$

(7) Температуру полум'я у вікні потрібно визначати за формулою (B.24):

$$T_w = 520 / (1 - 0,3325 L_f (A_v)^{1/2} / Q) + T_0 \text{ [K]} \quad (\text{B.24})$$

в якому

$$L_f A_v^{1/2} / Q < 1$$

(8) Коефіцієнт теплового випромінювання полум'я у вікні потрібно приймати за $\varepsilon_f = 1,0$.

(9) Температуру полум'я вздовж осі потрібно визначати за формулою (B.25):

$$T_z = \left(1 - 0,3325 \frac{L_x (A_v)^{1/2}}{Q} \right) (T_w - T_0) + T_0 \text{ [K]}, \quad (\text{B.25})$$

де

L_x — довжина осі на ділянці від вікна до точки, для якої проводять розрахунок.

(10) Коефіцієнт теплового випромінювання полум'я можна визначати за формулою (B.26):

$$\varepsilon_f = 1 - e^{-0,3 d_f} \text{ [K]}, \quad (\text{B.26})$$

де

d_f — товщина полум'я [м].

(11) Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією потрібно розраховувати за формулою (B.27):

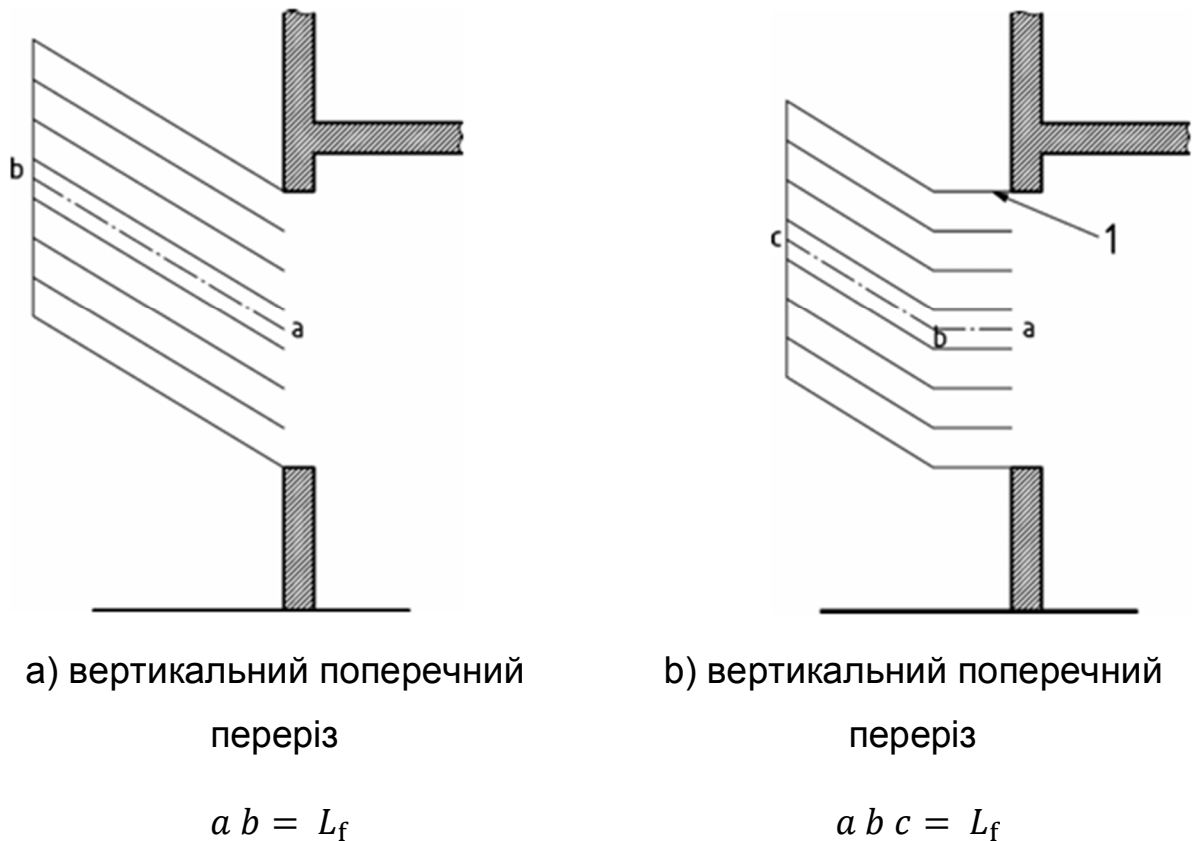
$$\alpha_c = 9,8 (1/d_{eq})^{0,4} (Q/(17,5 A_v) + u/1,6)^{0,6} \quad (\text{B.27})$$

Примітка. У випадку, якщо $u = 6$ м/с, коефіцієнт тепловіддачі конвекцією визначають як

$$\alpha_c = 9,8 (1/d_{eq})^{0,4} (Q/(17,5 A_v) + 3,75)^{0,6}$$

(12) Стосовно чинників впливу балконів або конструкцій, які відхиляють полум'я упродовж проміжку часу перебігу пожежі (див.

рисунок В.5), траєкторія полум'я після його відхилення балконом у горизонтальній площині залишається такою самою, якою вона була до цього, тобто має місце зміщення назовні на глибину балкона, проте довжина полум'я L_f залишається незмінною.



Умовні позначки:

1 — навіс

Рисунок В.5 — Відхилення полум'я

В.6 Загальні кутові коефіцієнти

(1) Загальний кутовий коефіцієнт Φ_f конструкції для тепловіддачі випромінюванням від прорізу потрібно визначати за формулою (В.28):

$$\Phi_f = \frac{(C_1 \Phi_{f,1} + C_2 \Phi_{f,2})d_1 + (C_3 \Phi_{f,3} + C_4 \Phi_{f,4})d_2}{(C_1 + C_2)d_1 + (C_3 + C_4)d_2}, \quad (\text{В.28})$$

де

$\Phi_{f,i}$ — кутовий коефіцієнт i -ї поверхні конструкції для цього прорізу (див. додаток G);

d_i — розмір поперечного перерізу i -ї поверхні конструкції;

C_i — коефіцієнт захисту i -ї поверхні конструкції, що має такі значення:

— для захищеної поверхні: $C_i = 0$;

— для незахищеної поверхні: $C_i = 1$.

(2) Кутовий коефіцієнт $\Phi_{f,i}$ для поверхні конструкції, з якої проріз не видно. Потрібно приймати таким, що дорівнює нулеві.

(3) Загальний кутовий коефіцієнт Φ_z конструкції для тепловіддачі випромінюванням від полум'я потрібно визначати за формулою (B.29):

$$\Phi_z = \frac{(C_1\Phi_{z,1} + C_2\Phi_{z,2})d_1 + (C_3\Phi_{z,3} + C_4\Phi_{z,4})d_2}{(C_1 + C_2)d_1 + (C_3 + C_4)d_2}, \quad (\text{B.29})$$

$\Phi_{z,i}$ — кутовий коефіцієнт i -ї поверхні конструкції для цього полум'я (див. додаток G);

(4) Кутові коефіцієнти $\Phi_{z,i}$ поверхонь окремих конструкцій для тепловіддачі випромінюванням від полум'я може залежати від еквівалентних геометричних розмірів полум'я прямокутної форми. Геометричні розміри та місцезоположення відповідних трикутників, що відповідають фронту та бокам полум'я, з цією метою потрібно визначати порядком, поданим в EN 1993-1-2:2024 (B.2) для колон та в EN 1993-1-2:2024 (B.3) для балок. Для решти цілей потрібно використовувати геометричні розміри полум'я, вказані в EN 1993-1-2:2024 (B.4).

ДОДАТОК С
(довідковий)
ЛОКАЛЬНІ ПОЖЕЖІ

С.1 Призначення додатка

(1) Цей довідковий додаток містить інформаційні матеріали, додаткові до поданих у 5.3.1.3.

Примітка. Національний вибір на користь застосування цього довідкового додатка подають у національному додатку. Якщо національний додаток не містить інформації щодо застосування цього довідкового додатка, то ним можна користуватися.

С.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності

(1) Чинник теплового впливу локальної пожежі можна подати у формі уявного суцільного полум'я, дотримуючись метода, викладеного в цьому додатку.

(2) Методологія, подана в цьому довідковому додатку, застосовна у разі виконання таких умов:

- а) діаметр осередку пожежі обмежується величиною ≤ 10 м;
- б) інтенсивність тепловиділення осередку пожежі обмежується величиною $Q \leq 50$ МВт.

Примітка. Ця методологія не враховує впливання шару диму (див. 5.3.2 (4)).

(3) Необхідно розрізняти:

- (а) відносну висоту полум'я відносно стелі;
- (б) місцеположення елемента конструкційної системи відносно геометричних особливостей полум'я;
- (с) місцеположення елемента конструкційної системи відносно рівня стелі.

С.3 Уявне суцільне полум'я

С.3.1 Форма уявного суцільного полум'я

(1) Уявне суцільне полум'я, що являє собою чинник теплового впливу локальної пожежі, вважають конічним.

(2) Висоту уявного суцільного полум'я L_f потрібно визначати за формулою (С.1) (див. також рисунок С.1):

$$L_f = -1,02D + 0,0148Q^{2/5} \text{ [м]}, \quad (\text{С.1})$$

де

D — діаметр осередку пожежі [м];

Q — інтенсивність тепловиділення [Вт].

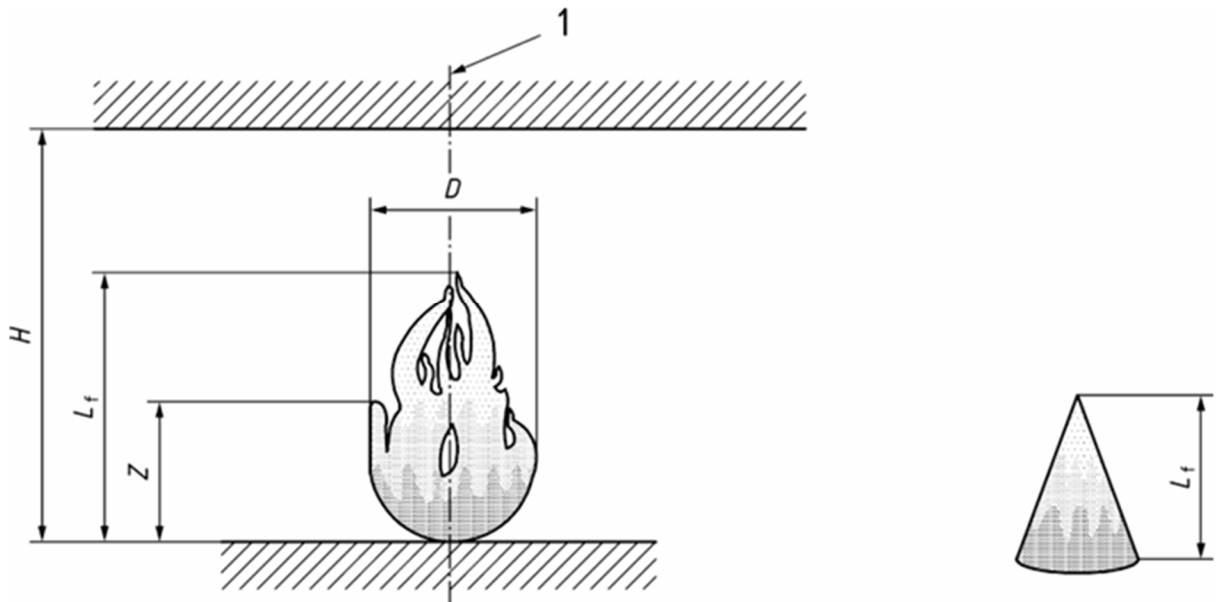
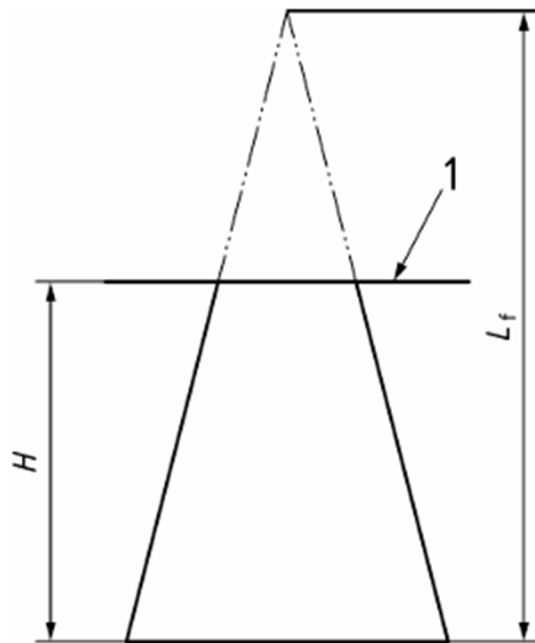


Рисунок С.1 — Висота уявного полум'я L_f

(3) Коли уявне суцільне полум'я стикається зі стелею, його форма стає такою, як являє собою усічений конус (див. рисунок С.2).



Умовні позначки:

1 — рівень стелі

Рисунок С.2 — Змінена форма уявного конічного суцільного полум'я після відсікання

С.3.2 температура уявного суцільного полум'я

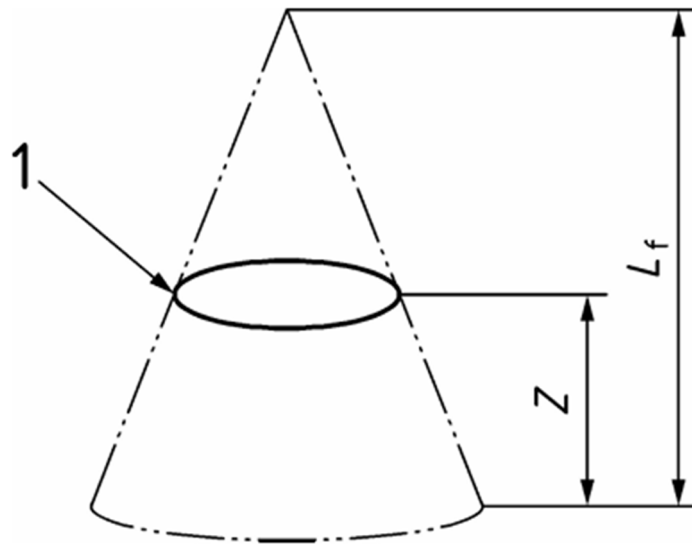
(1) температура на конічній частині має бути незмінною на вертикальному рівні z (див. рисунок с.3), її потрібно визначати за формулою (с.2):

$$\theta(z) = 20 + 0,25Q_c^{2/3}(z - z_0)^{-5/3} \leq 900 \text{ [}^\circ\text{C]} - \quad (\text{C.2})$$

де

Q_c — конвекційний складник інтенсивності тепловиділення [Вт],
за умовчанням приймають $Q_c = 0,8 Q$;

z_0 — уявний початок вертикальної осі.



Умовні позначки:

1 — температура $\theta(z)$

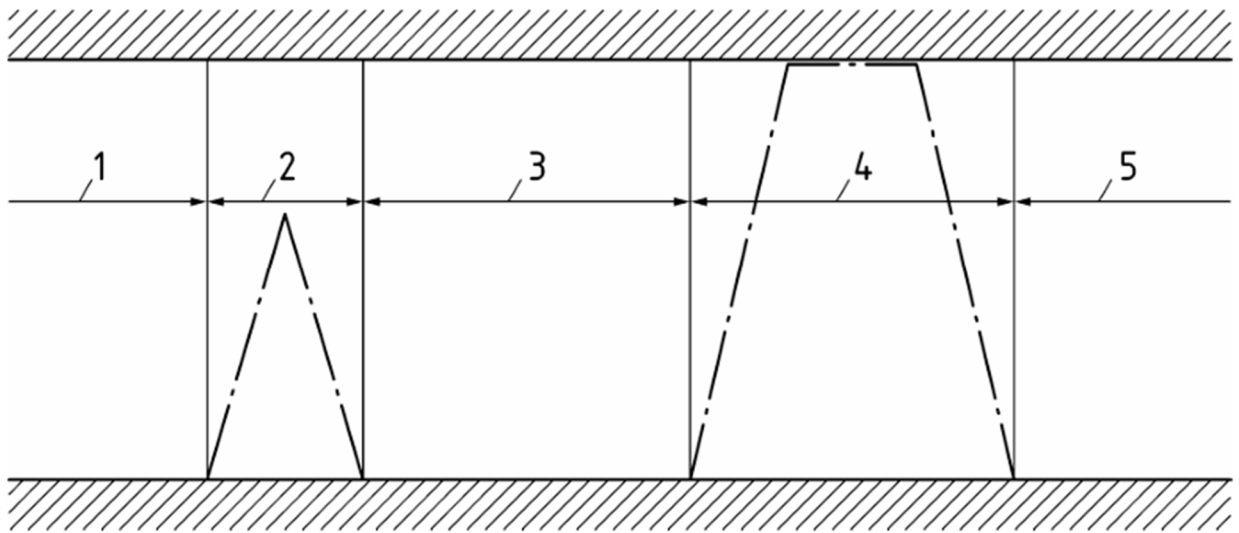
Рисунок С.3 — Змінювання температури на конічній поверхні

(2) Уявний початок z_0 вертикальної осі потрібно визначати за формулою (С.3):

$$z_0 = -1,02S + 0,00524Q^{2/5} \text{ [м]} \quad (\text{С.3})$$

С.3.3 Місцеположення та збільшення в розмірах уявного суцільного полум'я

(1) Елемент конструкційної системи вважають таким, який охоплено локальною пожежею, якщо вертикальна проекція цього елемента є частиною уявної основи полум'я (див. рисунок с.4).



Умовні позначки:

- 1 — не охоплена пожежею;
- 2 — охоплена пожежею;
- 3 — не охоплена пожежею;
- 4 — охоплена пожежею;
- 5 — не охоплена пожежею

Рисунок С.4 — Зони, які вважають охопленими пожежею та не охопленими нею

(2) Якщо елемент конструкційної системи охоплено локальною пожежею та він не знаходиться на рівні стелі ($z < 0,9H$, див. рисунок С.6), то тепловий потік $\dot{h}$ [Вт/м²], який надходить на одиницю площі обігрівної поверхні, потрібно визначати за формулою (С.4), в якій $\theta(z)$ — це температура уявного суцільного полум'я, яку потрібно визначати за формулою (С.2).

$$\dot{h} = \alpha_c(\theta(z) - 20) + \Phi \cdot \epsilon_m \cdot \sigma[(\theta(z) + 273)^4 - 293^4] \quad (\text{С.4})$$

Кутовий коефіцієнт Φ можна приймати таким, що дорівнює 1.

3) Якщо уявне суцільне полум'я стикається зі стелею, а елемент конструкційної системи знаходиться на рівні стелі ($z \geq 0,9H$, див. рисунок С.6), то тепловий потік $\dot{h}$ [Вт/м²], який надходить на одиницю площі обігрівної поверхні, потрібно визначати таким чином:

$$\begin{aligned} \dot{h} &= 100000 && \text{якщо } y \leq 0,30 \\ \dot{h} &= 136300 - 121000y && \text{якщо } 0,30 < y < 1,0 \\ \dot{h} &= 15000y^{-3,7} && \text{якщо } y \geq 1,0 \end{aligned} \quad (C.5)$$

де

- y — параметр [безрозмірний], що визначається як $y = \frac{r+H+z'}{L_h+H+z'}$
- r — відстань у горизонтальній площині [м] між вертикальною віссю осередку пожежі і конструкцією, на якій розраховують тепловий потік (див. рисунок С.5);
- H — відстань [м] між осередком пожежі і стелею (див. рисунок С.5).

де

- z' — місцеположення уявного джерела теплоти у вертикальній площині [м], яке потрібно визначати за формулою (С.6):

$$\begin{aligned} z' &= 2,4D \left(Q_D^{\pm 2/5} - Q_D^{\pm 2/3} \right), \text{ коли } Q_D^* < 1,0 \\ z' &= 2,4D \left(1,0 - Q_D^{\pm 2/3} \right), \text{ коли } Q_D^* \geq 1,0 \end{aligned} \quad (C.6)$$

(4) У випадку, коли полум'я стикається зі стелею, його довжину в горизонтальній площині L_H потрібно визначати за формулою (С.7):

$$L_H = (2,9H(Q_H^*)^{0,33}) - H \quad (C.7)$$

де

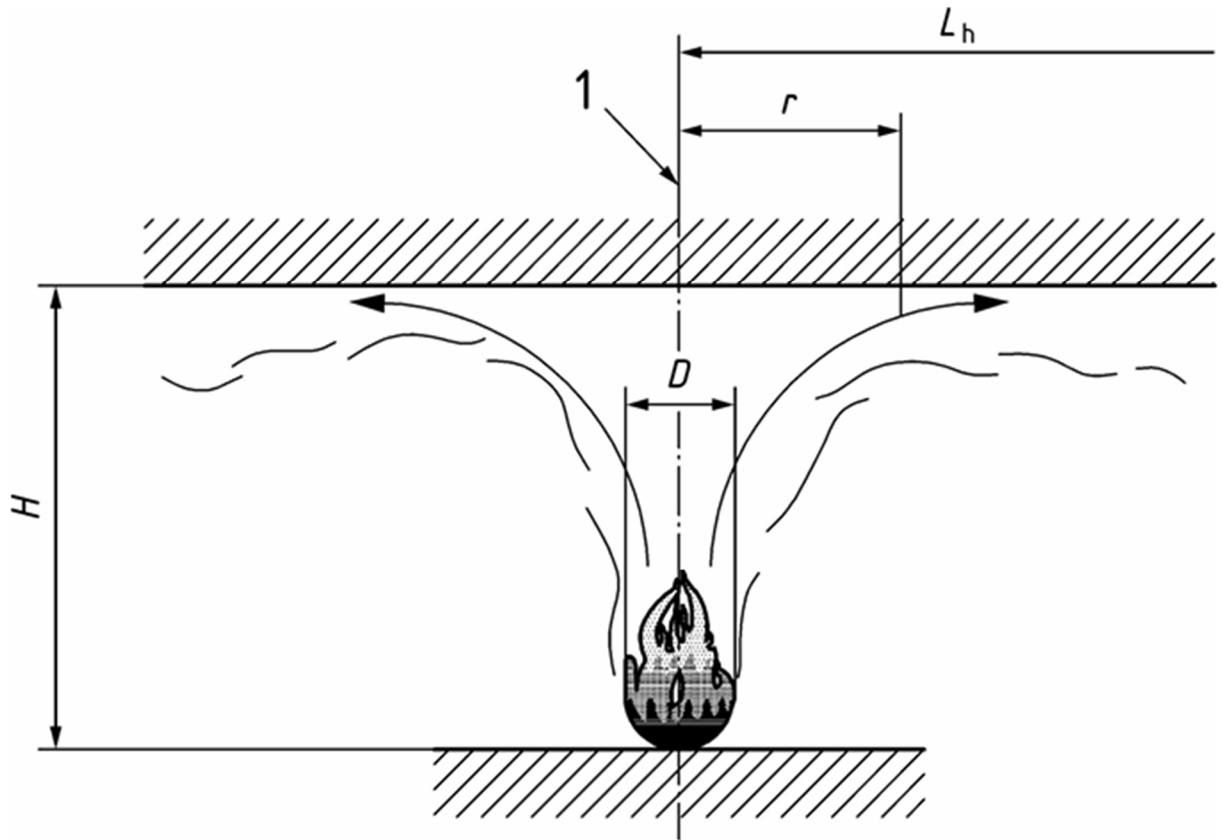
- H — відстань [м] між основою осередку пожежі і стелею (див. рисунок С.5)
- Q_H^* — безрозмірна інтенсивність тепловиділення, яку потрібно визначати за формулою (С.8):

$$Q_H^* = Q / (1,11 \cdot 10^6 \cdot H^{2,5}) \quad (C.8)$$

де

D — діаметр осередку пожежі [м] (див. рисунок С.5)

$$Q_{DH}^* = Q / (1,11 \cdot 10^6 \cdot D^{2,5}) \quad (C.9)$$



Умовні позначки:

1 — вісь полум'я

Рисунок С.5 — Стикання полум'я зі стелею

(5) Якщо умови (2) і (3) не виконуються (див. рисунок С.6), то сумарний тепловий потік $\dot{h}$ [Вт/м²], який надходить на одиницю площі обігрівної поверхні, дорівнює тепловому потоку випромінювання, який надходить від поверхні уявного суцільного полум'я.

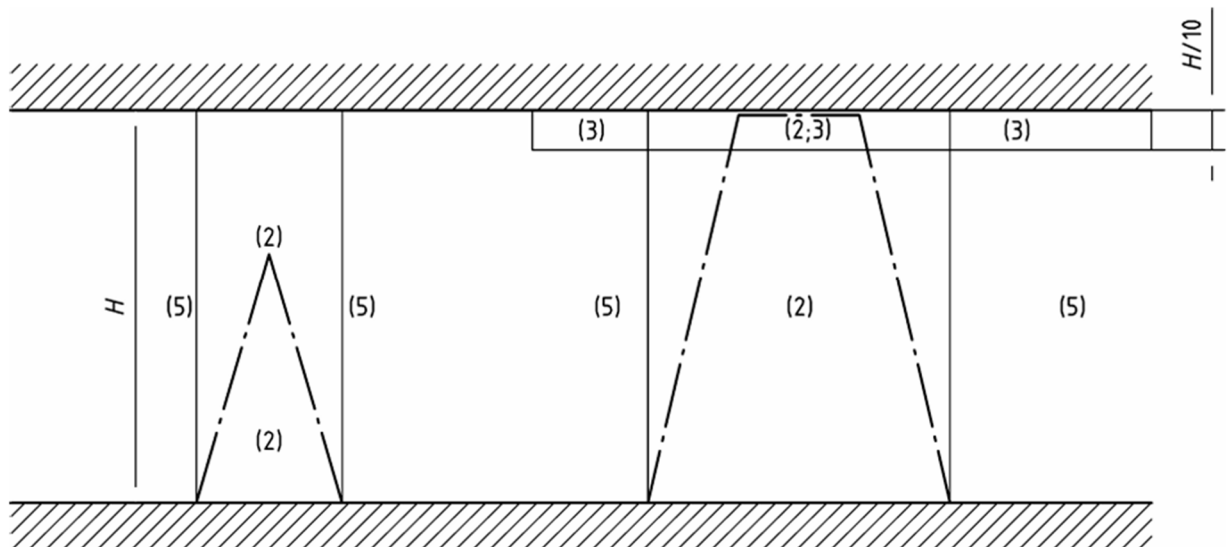


Рисунок С.6 — Зони, до яких застосовні пункти (2), (3) і (5)

(6) Питання щодо їх застосування не розглядають для співвідношень між висотою та діаметром полум'я менше ніж 0,625. Для низької інтенсивності тепловиділення, діаметр осередку пожежі потрібно зменшувати для виконання цієї вимоги.

(7) Уявне суцільне полум'я поділяють на послідовність елементарних циліндрів з різними діаметрами. Для кожного моменту часу розглядають тепловий потік випромінювання, який надходить від проміжних горизонтальних кілець, розташованих нижче поверхні обігрівної конструкції ($z > z_{ring,j}$), див. рисунок С.7) (формула (С.10)).

$$\dot{h} = \sum_{i=1}^n \Phi_{cylinder_i} \cdot \epsilon_m \cdot \epsilon_f \cdot \sigma \cdot [(\theta(z_i + 273))^4 - 293^4] + \sum_{i=1}^m \Phi_{ring_j} \cdot \epsilon_m \cdot \epsilon_f \cdot \sigma \cdot \left[\left(\theta(z_{ring_j} + 273) \right)^4 - 293^4 \right] \quad (C.10)$$

де n — кількість елементарних циліндрів, а m — число видимих кілець.

(8) Товщина елементарного циліндра b_j не може бути більшою за 0,5 м (див. рисунок С.7). Температура θ_j елементарного циліндра відповідає температурі на рівні середини товщини z_j у разі користування формулою (С.2). Якщо уявне суцільне полум'я вважати конічним, то діаметр елементарного циліндра D_j відповідатиме максимальному діаметру конуса в цьому зрізі полум'я (див.

рисунок С.7). Використовують тільки ті кільця, які знаходяться нижче конструкції (видимі безпосередньо з точки оглядання на ній) (див. рисунок С.7). Метод розрахунку кутового коефіцієнта Φ подано в додатку G.

Розміри в метрах

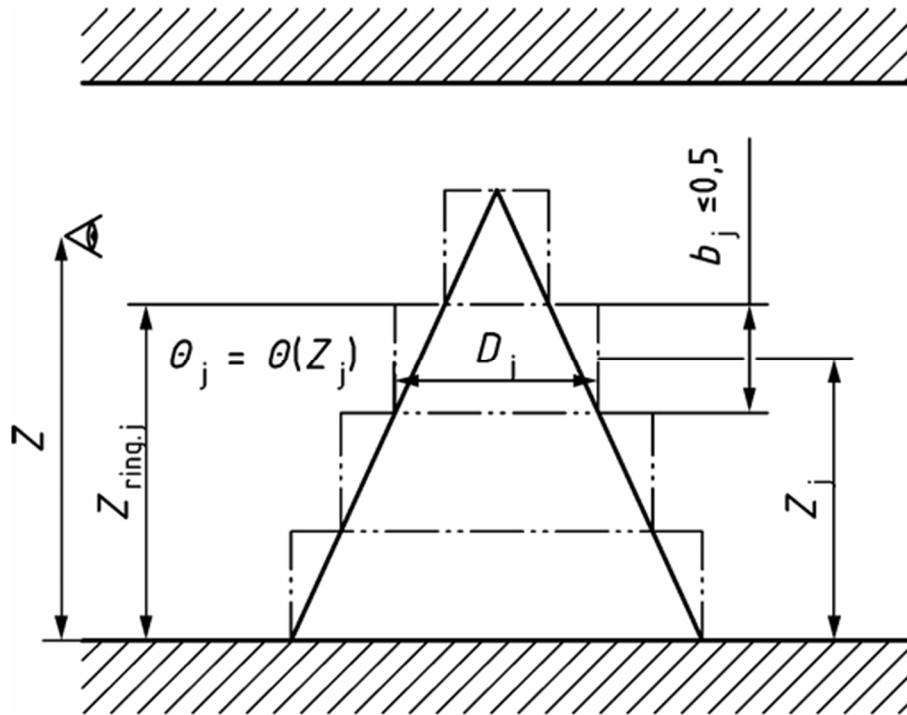


Рисунок С.7 — Поділ суцільного конічного полум'я на елементарні циліндри

С.3.4 Результівний тепловий потік

(1) Результівний тепловий потік $\dot{h}_{\text{net}}$ [Вт/м²], який надходить на одиницю площі обігрівної поверхні, потрібно розраховувати з формулою (С.11), реалізуючи ітераційну процедуру:

$$\dot{h}_{\text{net}} = h - \alpha_c(\theta_m - 20) - \Phi \cdot \epsilon_m \cdot \epsilon_f \cdot \sigma[(\theta_m + 273)^4 - (293)^4] \quad (\text{С.11})$$

де h розраховують згідно з С.3.3(2), С.3.3(3) або С.3.3(5).

(2) У випадку окремих локальних осередків пожежі, сумарний тепловий потік, який надходить на одиницю площі обігрівної поверхні, можна розраховувати за формулою (С.12):

$$\dot{h}_{\text{tot}} = \dot{h}_1 + \dot{h}_2 \dots \leq 100000 \text{ Вт/м}^2 \quad (\text{C.12})$$

де різні індивідуальні теплові потоки $\dot{h}_1 + \dot{h}_2 \dots$, які надходять на одиницю площі обігрівної поверхні, розраховують згідно з С.3.3(2), С.3.3(3) або С.3.3(5).

ДОДАТОК D
(довідковий)
УТОЧНЕНІ МОДЕЛІ ПОЖЕЖІ

D.1 Призначення додатка

(1) Цей довідковий додаток містить інформаційні матеріали, додаткові до поданих у 5.3.2.

Примітка. Національний вибір на користь застосування цього довідкового додатка подають у національному додатку. Якщо національний додаток не містить інформації щодо застосування цього довідкового додатка, то ним можна користуватися.

D.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності

(1) Цей довідковий додаток поширюється на однозонні, двозонні моделі, а також розрахункові моделі гідрогазодинаміки потоків.

D.3 Однозонні моделі

(1) Однозонна модель застосовна до умов, що мають місце після загального спалаху. Виходять з припущення про однорідність температури, густини, внутрішньої енергії і тиску газоподібних речовин у відсіку.

(2) Температуру потрібно розраховувати з урахуванням:

- розв'язків рівнянь збереженості маси та енергії;
- масообміну між внутрішнім газовим середовищем, зовнішнім газовим середовищем (крізь прорізи) та осередком пожежі (швидкості піролізу);
- обміну енергією між осередком пожежі, внутрішнім газовим середовищем, стінами та прорізами.

(3) Рівняння стану ідеального газу потрібно розглядати в такому вигляді:

$$P_{\text{int}} = \rho_g R T_g \text{ Н/м}^2 \quad (\text{D.1})$$

(4) Рівняння балансу мас у газоподібних речовинах у відсіку має такий вигляд:

$$\frac{dm}{dt} = \dot{m}_{\text{in}} - \dot{m}_{\text{out}} + \dot{m}_{\text{fi}} \text{ кг/с}, \quad (\text{D.2})$$

де

$\frac{dm}{dt}$ — швидкість змінювання маси газоподібних речовин у протипожежному відсіку;

$\dot{m}_{\text{out}}$ — швидкість виходу маси газоподібних речовин крізь прорізи;

$\dot{m}_{\text{in}}$ — швидкість надходження маси газоподібних речовин крізь прорізи;

$\dot{m}_{\text{fi}}$ — швидкість утворення продуктів піролізу.

(5) Швидкістю змінювання маси газоподібних речовин та швидкістю піролізу можна знехтувати. Тому

$$\dot{m}_{\text{in}} = \dot{m}_{\text{out}} \quad (\text{D.3})$$

Ці масові витрати можна розрахувати виходячи з величини статичного тиску, спричиненого різницями густини повітря за температури навколишнього середовища та підвищеної температури, відповідно.

(6) Енергетичний баланс газоподібних речовин у протипожежному відсіку можна приймати у вигляді

$$\frac{dE_g}{dt} = Q - Q_{\text{out}} + Q_{\text{in}} - Q_{\text{wall}} - Q_{\text{rad}} [\text{Вт}] \quad (\text{D.4})$$

де

E_g — внутрішня енергія газоподібних речовин;

Q — інтенсивність тепловиділення від осередку пожежі;

$Q_{\text{out}} = \dot{m}_{\text{out}} c T_f$;

$$Q_{\text{in}} = \dot{m}_{\text{in}} c T_{\text{amb}};$$

$$Q_{\text{wall}} = (A_t - A_{h,v}) \dot{h}_{\text{net}}, \text{ це втрати енергії, що надходить до}$$

— поверхонь огороженого простору

$$Q_{\text{rad}} = A_{h,v} \sigma T_f^4, \text{ це втрати енергії випромінюванням крізь}$$

прорізи

в якому

$$c — \text{питома теплоємність;} \quad [\text{Дж/кг} \cdot \text{К}]$$

$$\dot{h}_{\text{net}} — \text{потрібно визначати за}$$

формулою (5.1);

$$\dot{m} — \text{масова витрата газоподібних}$$

речовин; [кг/с]

$$T — \text{температура;} \quad [\text{К}]$$

D.4 Двостонні моделі

(1) Двостонна модель ґрунтується на припущенні про накопичування продуктів згоряння в шарі під стелею з горизонтальною межею розділу. Виокремлюють декілька зон: верхній шар, нижній шар, осередок пожежі та шлейф летких продуктів згоряння від нього, зовнішнє газове середовище і стіни.

(2) У верхньому шарі, характеристики газового середовища можна вважати однорідними.

(3) Існує можливість проведення розрахунку масообміну, обміну енергією та обміну хімічними речовинами між цими окремими зонами.

(4) У заданому протипожежному відсіку з рівномірно розподіленою пожежною навантагою, двостонну модель пожежі можна звести до одностонної моделі в одній з таких ситуацій:

— якщо температура газового середовища у верхньому шарі перевищує 500 °C;

— якщо товщина верхнього шару збільшується і він покриває 80 % висоти відсіку.

D.5 Розрахункові моделі гідрогазодинаміки потоків

(1) Модель гідрогазодинаміки потоків можна використовувати для чисельного розв'язання часткових диференціальних рівнянь, які дають змогу визначати термодинамічні та аеродинамічні змінні в усіх точках відсіку.

Примітка. Моделі гідрогазодинаміки потоків (CFD) забезпечують аналізування систем, в яких мають місце потоки речовини, теплопередачі та пов'язані з ними явища розв'язуванням фундаментальних рівнянь руху рідин. Ці рівняння являють собою математичне відображення законів збереження фізичних величин.

ДОДАТОК Е

(довідковий)

ЩІЛЬНОСТІ ПОТОКУ, ШВИДКОСТІ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖІ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ

Е.1 Призначення додатка

(1) Цей довідковий додаток містить інформаційні матеріали, додаткові до поданих у 5.3.1.2, 5.3.2.

Примітка. Національний вибір на користь застосування цього довідкового додатка подають у національному додатку. Якщо національний додаток не містить інформації щодо застосування цього довідкового додатка, то ним можна користуватися.

Е.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності

(1) Цей довідковий додаток стосується величин питомої пожежної навантаги, швидкості розвитку пожежі й інтенсивності тепловиділення.

Е.3 Розрахункове значення питомої пожежної навантаги

(1) Питома пожежна навантага, використовувана в розрахунках, має відповідати розрахунковому значенню, яке ґрунтується на результатах визначень або на статистичному розподілі для приміщень, як вказано в цьому додатку.

(2) Розрахункове значення можна визначати:

— з національної класифікації приміщень за пожежною навантагою; та/або

— як значення, специфічне для індивідуального проєкту, досліджуючи пожежну навантагу.

(3) Розрахункове значення питомої пожежної навантаги $q_{d,fi}$, віднесене до площі підлоги A_f , потрібно визначати, користуючись формулою (Е1):

$$q_{d,fi} = q_{k,fi} \cdot m \cdot \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_{qn} \cdot \delta_{q3} \quad [\text{МДж/м}^2], \quad (\text{Е.1})$$

де

- m — коефіцієнт повноти згоряння (див. Е.3)
- δ_{q1} — коефіцієнт, що враховує ризик виникнення пожежі, зумовлений геометричними розмірами відсіку (див. таблицю Е.1);
- δ_{q2} — коефіцієнт, що враховує ризик виникнення пожежі, зумовлений призначенням приміщення (див. таблицю Е.1);
- $\delta_n = \prod_{i=1}^{10} \delta_{n1}$ — коефіцієнт, що враховує передбачення різноманітних i -х заходів щодо активного протипожежного захисту (улаштування спринклерної системи, системи пожежної сигналізації, автоматичного передавання тривожних сповіщень, організація чергування працівників пожежно-рятувальних підрозділів тощо). Цих заходів щодо активного протипожежного захисту вживають зазвичай з міркувань забезпечення безпеки життя (див. таблицю Е.2, а також (4), (5)).
- δ_{q3} — коефіцієнт, що враховує клас наслідків будівлі, наведений в EN 1990 (див. таблицю Е.3);
- $q_{k,fi}$ — характеристична питома пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f [МДж/м²] (див., наприклад, таблицю Е.5).

Таблиця Е.1 — Коефіцієнти δ_{q1} , δ_{q2}

Площа підлоги в межах протипожежного відсіку A_f [м²]	Небезпека виникнення пожежі δ_{q1}	Небезпека виникнення пожежі δ_{q2}	Приклади приміщень
25	1,10	0,78	Художня галерея, музей, плавальний басейн
250	1,50	1,00	Офісна будівля, житловий будинок, готель, підприємства паперової промисловості
2 500	1,90	1,22	Виробництво верстатів і двигунів
5 000	2,00	1,44	Хімічна лабораторія, фарбувальний цех
10 000	2,13	1,66	Виробництво феєрверків або фарб

Таблиця Е.2 — Коефіцієнти δ_{ni}

Автоматичне пожежогасіння				Автоматична пожежна сигналізація та оповіщування				Ручні засоби пожежогасіння								
Автоматична система водяного пожежогасіння	Незалежні водоживильники			Автоматична пожежна сигналізація та оповіщування			Автоматичне передавання сигналів тривоги пожежно-рятувальному підрозділу	Пожежно-рятувальний підрозділ		Безпечний маршрут доступу			Засіб пожежогасіння		Система димовидалення	
	0	1	2	3 тепловими пожежними сповіщувачами	3 димовими пожежними сповіщувачами	3 комбінованими пожежними сповіщувачами теплоти та диму		Об'єктовий	Необ'єктовий	Покращений	Звичайний	Ускладнений	Наявний	Відсутній	Наявна	Відсутня
δ_{n1}	δ_{n2}			δ_{n3}			δ_{n4}	δ_{n5}		δ_{n6}			δ_{n7}		δ_{n8}	
0,61	1	0,87	0,7	0,9	0,73	0,73	0,87	0,61	0,78/0,84	0,9	1	1,5	1	1,5	1	1,5

(4) Для традиційно застосовуваних заходів щодо пожежогасіння, необхідних відповідно до національних нормативних документів, як-от передбачення безпечних шляхів доступу, засобів пожежогасіння, а також улаштування систем димовидалення на сходових клітках, значення δ_{ni} в таблиці Е.2 потрібно приймати такими, що дорівнюють 1,0. Водночас, якщо ці заходи щодо пожежогасіння передбачено не було, але вони необхідні відповідно до національних нормативних документів, то значення δ_{ni} потрібно приймати таким, що дорівнює 1,5.

(5) Якщо на сходових клітках у разі подання сигналу пожежної тривоги забезпечують підпір повітря, то коефіцієнт δ_{n8} з таблиці Е.2 допустимо приймати таким, що дорівнює 0,9.

(6) Коефіцієнт δ_{n5} з таблиці Е.2, що відповідає пожежно-рятувальному підрозділу, який не є об'єктовим, відображає вплив наявності професійного пожежно-рятувального підрозділу; його потрібно приймати таким, що дорівнює 0,78 або 0,84, якщо пожежний підрозділ реагує упродовж проміжків часу не більше ніж 20 хв або 30 хв після подання сигналу пожежної тривоги, відповідно.

(7) Ця процедура ґрунтується на припущенні про те, що вимоги, подані у відповідних європейських стандартах щодо спринклерних систем, систем пожежної сигналізації та оповіщення, а також систем димовидалення виконуються.

Таблиця Е.3 — Коефіцієнт δ_{q3}

Клас наслідків	Приклади будівель	δ_{q3}
СС3	Трибуни, громадські будівлі з тяжкими наслідками надзвичайної ситуації (наприклад, концертний зал)	1,19
СС2	Житлові будинки та офісні будівлі, громадські будівлі із середніми наслідками надзвичайної ситуації (наприклад, офісна будівля)	1
СС1	Будівлі агропромислових підприємств, будівлі без постійного перебування людей (наприклад, склади, теплиці)	0,83

Е.4 Визначення питомої пожежної навантаги

Е.4.1 Загальні положення

(1) Пожежна навантага складається з усіх наявних у будівлі горючих предметів, а також відповідних горючих елементів конструкційної системи включно з оздобленням та фінішними покриттями. Горючі елементи, зуглювання яких внаслідок пожежі не відбувається, дозволено не враховувати.

(2) Подані нижче пункти стосуються визначення питомої пожежної навантаги:

— виходячи з класифікації приміщень за пожежною навантагою (див. Е.4.5); та/або

— специфічної для індивідуального проєкту (див. Е.4.6).

(3) У випадках, коли величини питомої пожежної навантаги визначають виходячи з класифікації приміщень за величиною пожежної навантаги, розрізняють такі види пожежної навантаги:

— пожежні навантаги, зумовлені різновидом приміщення, що визначаються класифікацією;

— пожежні навантаги, зумовлені особливостями будівлі (елементи конструкційної системи, оздоблення та фінішні покриття), які зазвичай не враховують у класифікації і, відповідно, визначають згідно з Е.4.2 в міру застосовності.

Е.4.2 Визначення

(1) Характеристичну пожежну навантагу визначають за формулою (Е.2):

$$Q_{k,fi} = \sum M_{k,i} \cdot H_{ui} \cdot \psi_i = \sum Q_{k,fi,i} \text{ [МДж/м}^2\text{]}, \quad (\text{Е.2})$$

де

$M_{k,i}$ — кількість горючих матеріалів [кг] згідно з (3) і (4);

H_{ui} — питома теплотворна здатність i -го матеріалу [МДж/кг] (див. Е.4.4);

ψ_i — додатковий коефіцієнт для оцінювання захищеної пожежної навантаги (див. Е.4.3).

(2) Характеристичну питому пожежну навантагу q_k , що припадає на одиницю площі, визначають за формулою (Е.3):

$$q_k = Q_{k,fi}/A \text{ [МДж/м}^2\text{]} \quad (\text{Е.3})$$

де

A — площа підлоги (A_f) протипожежного відсіку або референтного приміщення або ж загальна площа огороженого простору (A_t) протипожежного відсіку, що забезпечує $q_{k,fi}$ або $q_{k,t}$.

(3) Стаціонарні пожежні навантаги, що можуть змінюватися упродовж терміну експлуатації споруди, потрібно враховувати у вигляді прогнозованих значень, одержаних в результаті дослідження.

(4) Змінні пожежні навантаги, що можуть змінюватися упродовж терміну експлуатації споруди, потрібно відображати у формі прогнозованих значень, які не повинні бути перевищені упродовж 80 % часу.

Е.4.3 Захищені пожежні навантаги

(1) Пожежні навантаги, що зберігаються в контейнерах, розрахованих на забезпечення збереженості під час вогневого впливу, дозволено не враховувати.

(2) Пожежні навантаги, що зберігаються в негорючих контейнерах, які не забезпечують заданого захисту від пожежі, але залишаються неушкодженими під час вогневого впливу, дозволено враховувати таким чином:

— Найбільшу пожежну навантагу, але не менше ніж 10 % від захищених пожежних навантаг, потрібно приймати з $\psi_i = 1,0$.

— Якщо суми цієї пожежної навантаги і незахищених пожежних навантаг недостатньо для нагрівання решти пожежних навантаг до температур, вищих за температуру займання, то цю решту пожежних навантаг потрібно приймати з $\psi_i = 1,0$.

— В інших випадках ψ_i величини потрібно оцінювати індивідуально.

Е.4.4 Вищі теплоти згоряння

(1) Значення питомої теплотворної здатності потрібно визначати згідно з EN ISO 1716.

(2) Вологість матеріалів можна враховувати таким чином:

$$H_u = \frac{H_{uo} - 0,025u}{1 + 0,01u} \left[\frac{\text{МДж}}{\text{кг}} \right], \quad (\text{Е.4})$$

де

u — вологість, подана у вигляді відсотка від маси в сухому стані;

H_{uo} — питома теплотворна здатність сухих матеріалів.

(3) Дозволено користуватися значеннями питомої теплотворної здатності деяких твердих матеріалів, рідин і газів, поданими в таблиці Е.4.

Таблиця Е.4 — Значення питомої теплотворної здатності [МДж/кг] горючих матеріалів для розрахунку пожежних навантаг

Тверді матеріали	
Деревина	17,5
Інші целюлозні матеріали — Тканини — Корот — Бавовна — Папір, картон — Шовк — Солома — Шерсть	20
Звуглений шар	30
Вуглець — Антрацит — Деревне вугілля — Кам'яне вугілля	30

Кінець таблиці Е.4

Хімічні речовини	
Парафіновий ряд — Метан — Етан — Пропан — Бутан	50
Олефіновий ряд — Етилен — Пропілен — Бутен	45
Ароматичний ряд — Бензол — Толуол	40
Спирти — Метанол — Етанол — Етиловий спирт	30
Пальне — Бензин, нафта — Дизельне паливо	45
Вуглеводневі пластмаси без добавок — Поліетилен — Полістирол — Поліпропілен	40

Інші продукти	
Акрилонітрил-бутадієн-стирол (пластмаса)	35
Поліестер (пластмаса)	30
Поліізоціанурат та поліуретан (пластмаси)	25
Полівінілхлорид ПВХ (пластмаса)	20
Бітум, асфальт	40
Шкіра	20
Лінолеум	20
Гумові шини	30

Е.4.5 Класифікація приміщень за пожежною навантагою

(1) Значення питомої пожежної навантаги потрібно класифікувати залежно від виду приміщення, вони мають бути віднесені до площі підлоги, а також використовуватися як характеристичні значення питомої пожежної навантаги [МДж/м²], подані в таблиці Е.5.

Таблиця Е.5 — Значення питомої пожежної навантаги $q_{k,fi}$ [МДж/м²] для різних приміщень

Приміщення Оссурансу	Середнє значення	80 %-й квантіль
Житлове	780	948
Лікарня (палата)	230	280
Готель (номер)	310	377
Бібліотека, архів	1 500	1 824
Щільно завантажений офіс (офіс, в якому не менше ніж 20 % площі припадає на архів)	744	905
Офіс	420	511
Офіс з обмеженим простором (офіс відкритого типу з обмеженою кількістю горючих меблів, офіс без паперових носіїв інформації та архівів)	206	250
Шкільний клас	285	347
Торгове приміщення	600	730
Театр (кінотеатр)	300	365
Простір загального користування (простори переходів, проходи)	100	122
Примітка. Виходять з припущення про розподіл Гумбеля.		

(2) Значення питомої пожежної навантаги $q_{k,fi}$, подані в таблиці Е.5, застосовні у випадку, якщо коефіцієнт δ_{q2} дорівнює 1,0 (див. таблицю Е.1).

(3) Значення пожежної навантаги, подані в таблиці Е.5, застосовні до звичайних відсіків, з огляду на особливості яких вказано призначення. Спеціальні приміщення розглядають згідно з Е.4.2.

(4) Значення пожежної навантаги, зумовленої особливостями будівлі (елементами конструкційної системи, конструкціями, оздобленнями та фінішними покриттями), потрібно визначати згідно з Е.4.2. Їх за необхідності потрібно додавати до значень пожежної навантаги згідно з (1).

Е.4.6 Індивідуальне оцінювання значень питомої пожежної навантаги

(1) За відсутності класів приміщення, значення питомої пожежної навантаги можна визначати окремо для індивідуального проєкту, досліджуючи пожежні навантаги, наявні в приміщенні.

(2) Пожежні навантаги та їхнє локальне розміщення потрібно оцінювати, беручи до уваги призначення, оздоблення і змонтоване обладнання, зміни, що відбуваються з часом, несприятливі тенденції та можливі зміни в приміщенні.

(3) У випадках, коли існує така можливість, потрібно проводити дослідження в існуючих проєктах, порівняння з якими можливе, з тим щоб замовникові доводилося зазначати лише можливі відмінності між передбачуваним та існуючим проєктами.

Е.5 Особливості процесу горіння

(1) Особливості процесу горіння потрібно розглядати залежно від призначення приміщення і типу пожежної навантаги.

(2) Для матеріалів, що складаються переважно з целюлози, коефіцієнт повноти згоряння дозволено приймати таким, що дорівнює $m = 0,8$.

Е.6 Інтенсивність тепловиділення Q

(1) Фазу розвитку пожежу можна описати, користуючись формулою (Е.5):

$$Q = 10^6 \left(\frac{t}{t_\alpha} \right)^2, \quad (\text{Е.5})$$

де

Q — інтенсивність тепловиділення у [Вт];

t — проміжок часу d [с];

t_{α} — проміжок часу, необхідний для досягнення інтенсивності тепловиділення 1 МВт.

(2) Потрібно користуватися значеннями t_{α} , а також максимальної інтенсивності тепловиділення RHR_f для приміщень різних видів, які вказано в таблиці Е.6.

Таблиця Е.6 — Швидкість розвитку пожежі та RHR_f для різноманітних приміщень

Вид приміщення	Швидкість розвитку пожежі	t_{α} [с]	RHR_f [кВт/м ²]]
Житлове	Помірна	300	250
Лікарня (палата)	Помірна	300	250
Готель (номер)	Помірна	300	250
Бібліотека, архів	Висока	150	500
Щільно завантажений офіс (офіс, в якому не менше ніж 20 % площі припадає на архів)	Помірна	300	250
Офіс	Помірна	300	250
Офіс з обмеженим простором (офіс відкритого типу з обмеженою кількістю горючих меблів, офіс без паперових носіїв інформації та архівів)	Помірна	300	250
Шкільний клас	Помірна	300	250
Торгове приміщення	Висока	150	250
Театр (кінотеатр)	Висока	150	500
Простір загального користування (простори переходів, проходи)	Низька	600	250
Примітка. 1. Значення швидкості розвитку пожежі та RHR_f застосовні у випадку, коли коефіцієнт δ_{q2} дорівнює 1,0.			

Примітка. 2. Для надвисокої швидкості розвитку пожежі t_{α} відповідає 75 с.

(3) Фазу розвитку пожежі обмежено горизонтальним плато, що відповідає стаціонарному режиму та значенню Q , яке визначається $(RHR_f \cdot A_{fi})$

де

A_{fi} — максимальна площа осередку пожежі [m^2], яка дорівнює площі протипожежного відсіку у разі рівномірного розподілу пожежної навантаги, проте може бути меншою у разі локальної пожежі;

RHR_f — максимальна інтенсивність тепловиділення, забезпечувана $1 m^2$ площі осередку пожежі в умовах, коли її розвиток обмежено кількістю наявних горючих матеріалів [$МДж/м^2$] (див. таблицю Е.6).

Примітка. Горизонтальне плато обмежене фазою загасання, яка розпочинається після вичерпання 70 % від загальної кількості пожежної навантаги.

(4) Фазу загасання можна вважати такою, яка описується лінійним зниженням починаючи з моменту згоряння 70 % пожежної навантаги та закінчуючи повним згорянням пожежної навантаги.

(5) Якщо розвиток пожежі обмежено надходженням повітря, то рівень цього плато потрібно знижувати відповідно до наявного вмісту кисню в автоматичному режимі у разі користування комп'ютерною програмою, побудованою на основі однозонної моделі, або користуючись спрощеною формулою (Е.6):

$$Q_{\max} = 1,57 \cdot m_{O_2} \cdot A_v \cdot \sqrt{h_{eq}} \text{ [МВт]}, \quad (\text{Е.6})$$

де

A_v — площа прорізу [m^2];

h_{eq} — середня висота прорізів [м];

m_{O_2} — коефіцієнт споживання кисню, який дорівнює $m_{O_2} = 0,8$.

(6) У разі, якщо максимальну величину інтенсивності тепловиділення знижено у випадку обмеженого надходження повітря, криву тепловиділення потрібно продовжувати з таким розрахунком, щоб вона відповідала наявному запасу енергії, забезпечуваному пожежною навантагою. Якщо криву не продовжено, то виходять з припущення про перебіг горіння назовні, що зменшує нижнє значення температури газоподібних речовин у відсіку.

(7) Як альтернативу (2), дозволено здійснювати проектування на основі ймовірнісних методів у разі, якщо на це вказує відповідний орган влади, або, якщо це не вказано, за узгодженням між відповідними сторонами для конкретного проєкту.

Розрахункове значення інтенсивності тепловиділення $Q_{d,fi}$ потрібно розраховувати за формулою (Е.7):

$$Q_{d,fi} = RHR_f \cdot \delta_{q1} \text{ [кВт/м}^2\text{]}, \quad (\text{Е.7})$$

де

δ_{q1} — ймовірнісний коефіцієнт, застосовуваний до інтенсивності тепловиділення. За відсутності статистичного розподілу значень інтенсивності тепловиділення і спеціального дозволу відповідних органів влади, цей коефіцієнт необхідно приймати таким, що дорівнює 1;

RHR_f — максимальна інтенсивність тепловиділення від 1 м^2 площі осередку пожежі в умовах, коли її розвиток обмежено кількістю наявних горючих матеріалів, $[\text{кВт/м}^2]$ (див., наприклад, таблицю Е.6).

ДОДАТОК F

(довідковий)

ЕКВІВАЛЕНТНА ТРИВАЛІСТЬ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ

F.1 Призначення додатка

(1) Цей довідковий додаток містить інформаційні матеріали, додаткові до поданих у 4.4.

Примітка. Національний вибір на користь застосування цього довідкового додатка подають у національному додатку. Якщо національний додаток не містить інформації щодо застосування цього довідкового додатка, то ним можна користуватися.

F.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності

(1) Метод, поданий у цьому довідковому додатку, застосовний до проектування конструкцій з використанням табличних даних або інших спрощених правил, пов'язаних із стандартним температурним режимом.

(2) Метод, поданий у цьому додатку, залежить від матеріалу. Він незастосовний до сталезалізобетонних або дерев'яних споруд.

(3) Якщо значення питомої пожежної навантаги подано без окремого зазначення особливостей процесу горіння (див. додаток E), то цей підхід обмежується протипожежними відсіками з пожежними навантагами, що складаються переважно з целюлозних матеріалів.

F.3 Еквівалентна тривалість вогневого впливу за стандартного температурного режиму

(1) Еквівалентну тривалість вогневого впливу за стандартного температурного режиму потрібно розраховувати таким чином:

$$t_{e,d} = (q_{d,fi} \cdot k_b \cdot w_f) k_c \text{ [хв]} \text{ або} \quad (F.1)$$

$$t_{e,d} = (q_{d,t} \cdot k_b \cdot w_t) k_c ,$$

де

$q_{d,fi}$ — розрахункова питома пожежна навантага згідно з додатком Е, у той час як $q_{d,t} = q_{d,fi} \cdot A_t/A_f$;

k_b — коефіцієнт перерахунку згідно з (2);

w_f — коефіцієнт вентиляції згідно з (3), у той час як $w_t = w_t \cdot A_t/A_f$;

k_c — коефіцієнт поправки, що залежить від матеріалу та площ поперечного перерізу конструкцій, значення якого вказано в таблиці F.1.

Таблиця F.1 — Коефіцієнт поправки для врахування розмаїття матеріалів

Матеріал поперечного перерізу	Коефіцієнт поправки k_c
Залізобетон	1,0
Сталь з вогнезахистом	1,0
Сталь без вогнезахисту	13,7 · 0
Примітка. 0 — коефіцієнт урахування прорізів, визначений в додатку А.	

(2) У випадках, коли докладне оцінювання теплових властивостей огороженого простору не проводили, коефіцієнт перерахунку k_b можна приймати таким:

$$k_b = 0,07[\text{хв} \cdot \text{м}^2/\text{МДж}] \text{ якщо } q_d \text{ подано в } [\text{МДж}/\text{м}^2] \quad (F.2)$$

В іншому разі k_b може бути пов'язаним з тепловою властивістю $b = \sqrt{(\rho c \lambda)}$ огороженого простору, як вказано в таблиці F.2. Інформацію щодо визначення b для декількох шарів матеріалів або за наявності різних матеріалів у стінах, підлозі, стелі подано в А.3 (3) та А.3 (4).

Таблиця F.2 — Коефіцієнт перерахунку k_b , що залежить від теплових характеристик огороженого простору

$b = \sqrt{(\rho c \lambda)}$ [Дж/м ² с ^{1/2} К]	k_b [хв·м ² /МДж]
$b > 2\,500$	0,04
$720 \leq b \leq 2\,500$	0,055
$b < 720$	0,07

(3) Коефіцієнт вентиляції w_f можна розраховувати за формулою (F.3):

$$w_f = (6,0/H)^{0,3} [0,62 + 90(0,4 - \alpha_v)^4 / (1 + b_v \alpha_h)] \geq 0,5 \quad [—] \quad (F.3)$$

де

$\alpha_v = A_v/A_f$ — площа вертикальних прорізів у фасаді (A_v), віднесена до площі підлоги відсіку (A_f); необхідно забезпечувати значення цього співвідношення в межах $0,025 \leq \alpha_v \leq 0,25$;

$\alpha_h = A_h/A_f$ — площа вертикальних отворів у покритті (A_h), віднесена до площі підлоги відсіку (A_f);

$$b_v = 12,5(1 + 10\alpha_v - \alpha_v^2) \geq 10,0;$$

H — висота протипожежного відсіку [м].

Для невеликих протипожежних відсіків [$A_f < 100 \text{ м}^2$] без прорізів у покритті, коефіцієнт w_f можна розраховувати також за формулою (F.4):

$$w_f = O^{-1/2} \cdot A_f/A_t \quad (F.4)$$

де

O — коефіцієнт урахування прорізів згідно з додатком А.

(6) Необхідно переконатися, що

$$t_{e,d} < t_{d,fi} \quad (F.5)$$

де

$t_{d,fi}$ — розрахункове значення проміжку часу збереженості вогнестійкості конструкцій за стандартного температурного режиму, оцінене згідно з частинами EN 1992 — EN 1996, а також EN 1992, які регламентують порядок розрахунків на вогнестійкість.

ДОДАТОК G

(довідковий)

КУТОВИЙ КОЕФІЦІЄНТ

G.1 Призначення додатка

(1) Цей довідковий додаток містить інформаційні матеріали, додаткові до поданих у 3.1.4.1.

Примітка 1. Національний вибір на користь застосування цього довідкового додатка подають у національному додатку. Якщо національний додаток не містить інформації щодо застосування цього довідкового додатка, то ним можна користуватися.

G.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності

(1) Цей довідковий додаток стосується кутового коефіцієнта Φ для результативного теплового потоку випромінювання.

G.3 Загальні положення

(1) Кутовий коефіцієнт у математичному вигляді потрібно визначати за формулою

$$dF_{d1-d2} = \frac{\cos \theta_1 \cos \theta_2}{\pi S_{1-2}^2} dA_2 \quad (G.1)$$

Примітка. Кутовий коефіцієнт відображає частку повного теплового потоку випромінювання, який відходить від заданої випромінювальної поверхні, яка досягає заданої поглинальної поверхні. Його величина залежить від геометричних розмірів випромінювальної поверхні, відстані між випромінювальною та поглинальною поверхнями, а також від їхнього взаємного орієнтування (див. рисунок G.1).

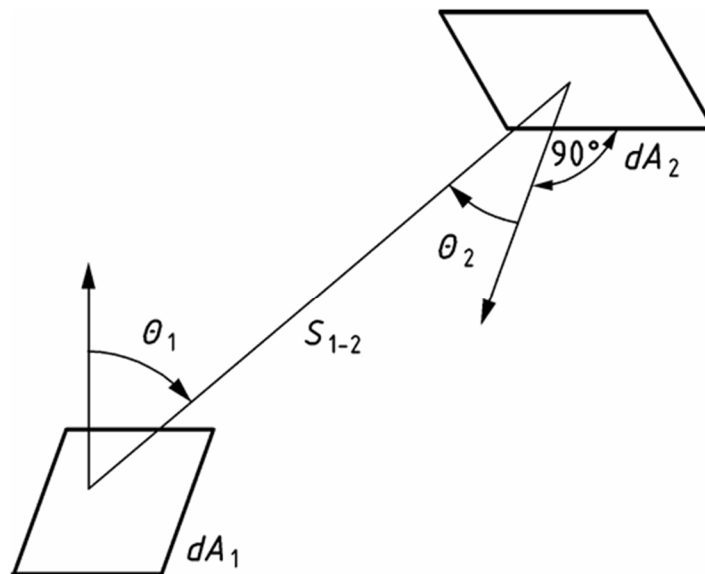


Рисунок G.1 — Теплообмін випромінюванням між двома площинами нескінченно малої площі

(2) У випадках, коли випромінювальний об'єкт має однорідні температуру та коефіцієнт теплового випромінювання, це визначення можна спростити до такого: тілесний кут, у межах якого випромінювальне середовище є видимим від певної ділянки поверхні нескінченно малої площі, поділеної на 2π .

(3) Теплообмін випромінюванням до опуклої поверхні будівельної конструкції нескінченно малої площі визначається тільки місцеположенням та геометричними розмірами осередку пожежі (ефект місцеположення).

(4) Теплообмін випромінюванням до увігнутої поверхні будівельної конструкції нескінченно малої площі визначається місцеположенням та геометричними розмірами осередку пожежі (ефект місцеположення), а також випромінюванням від інших частин цієї конструкції (ефекти затінення).

(5) Верхні граничні значення кутового коефіцієнта Φ подано в таблиці G.1.

Таблиця G.1 — Граничні значення кутового коефіцієнта Φ

		Локальна пожежа	Повністю розвинена пожежа
вплив місцеположення		$\Phi \leq 1$	$\Phi = 1$
вплив затінення	опуклої форми	$\Phi = 1$	$\Phi = 1$
	увігнутої форми	$\Phi \leq 1$	$\Phi \leq 1$

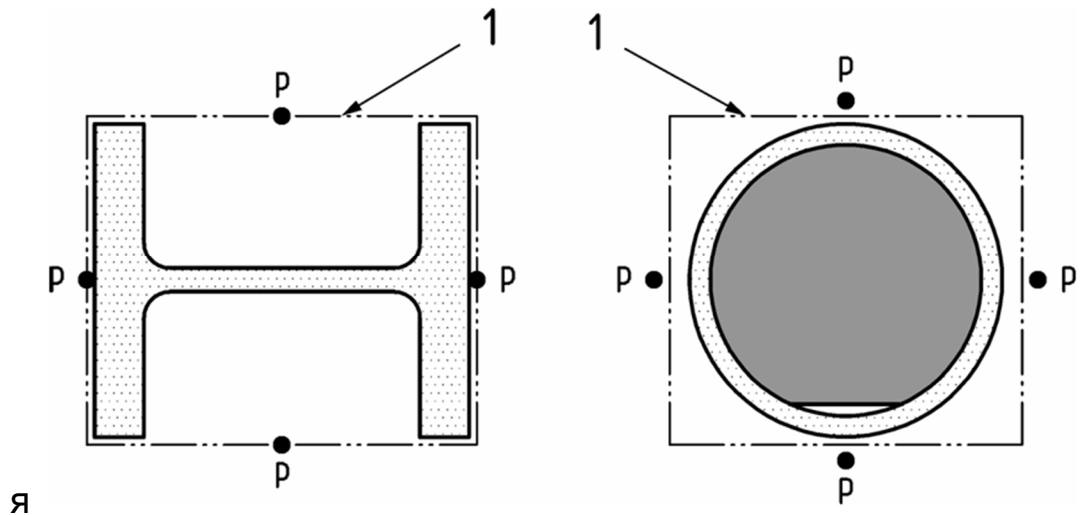
G.4 Ефекти затінення

(1) Специфічні правила кількісного визначення ефекту затінення подано в частинах Єврокодів, що стосуються конкретних матеріалів.

G.5 Зовнішні конструкції

(1) Для розрахунку температур зовнішніх конструкцій, усі випромінювальні поверхні можна вважати такими, що мають прямокутну форму. Вони являють собою вікна та інші прорізи в стінах протипожежного відсіку, а також еквівалентні поверхні полум'я прямокутної форми (див. додаток B).

(2) Для розрахунку кутового коефіцієнта для певної ситуації, навколо поперечного перерізу конструкції, до якої теплота надходить випромінюванням, потрібно спочатку намалювати огороження прямокутної форми, як показано на рисунку G.2. (Це приблизно враховує ефект затінення). Після цього потрібно визначити величину Φ для центральної точки P кожної з поверхонь цього прямокутника.

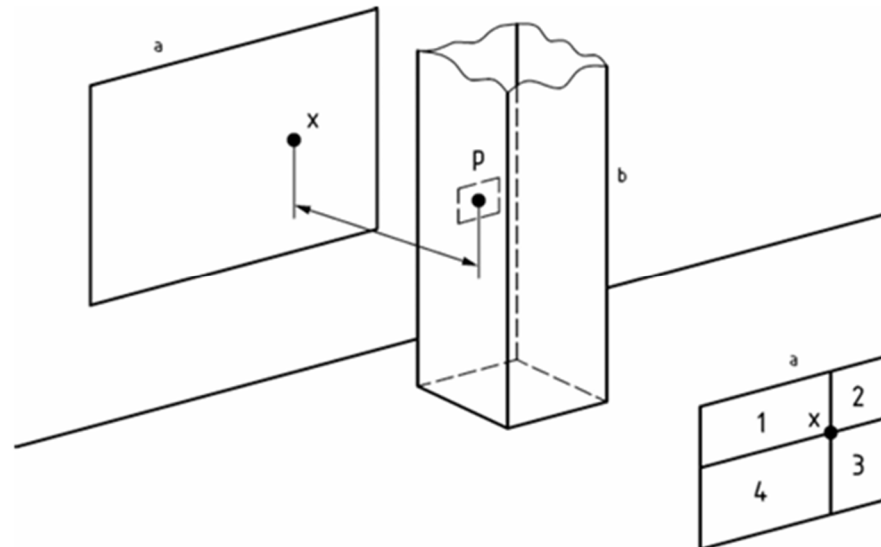


Умовні позначки:

1 — огорожувальні конструкції

Рисунок G.2 — Огороджувальні конструкції, до поверхонь яких надходить тепловий потік

(3) Кутовий коефіцієнт для кожної з поверхонь, що сприймають теплове випромінювання, потрібно визначати як суму складників від кожної з зон випромінювальної поверхні (їх зазвичай чотири), видимих з точки P поверхні, що сприймає теплове випромінювання, як показано на рисунку G.3 (коли поверхня, що сприймає теплове випромінювання, перпендикулярна до випромінювальної поверхні). Ці зони потрібно задавати відносно точки X , в якій горизонтальна лінія, перпендикулярна до поверхні, що сприймає теплове випромінювання, перетинається з площиною, в якій розташовано випромінювальну поверхню. Складники від зон, невидимих з точки P , як-от затінених зон, показаних на рисунку G.4, враховувати не потрібно.



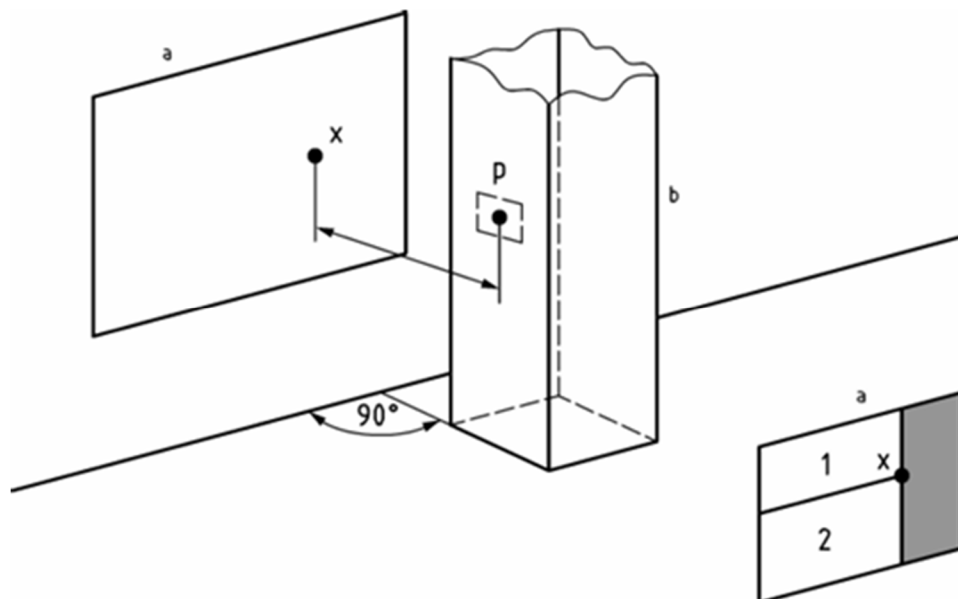
Умовні позначки:

a — поверхня, що випромінює тепловий потік;

b — поверхня, що сприймає тепловий потік

$$\Phi = (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4)$$

Рисунок G.3 — Поверхня, що сприймає тепловий потік, в площині, паралельній до площини випромінювальної поверхні



Умовні позначки:

a — випромінювальна поверхня;

b — поверхня, що сприймає тепловий потік;

$$\Phi = (\Phi_1 + \Phi_2)$$

Рисунок G.4 — Поверхня, що сприймає тепловий потік, в площині, перпендикулярній до площини випромінювальної поверхні

(4) Якщо точка X знаходиться поза межами випромінювальної поверхні, то ефективний кутовий коефіцієнт потрібно визначати додаванням складників від двох прямокутників, витягнутих від точки X до дальнього боку випромінювальної поверхні з подальшим відніманням складників від двох прямокутників, витягнутих від точки X до ближнього боку випромінювальної поверхні.

(5) Складник від кожної з зон потрібно визначати таким чином:

а) поверхня, що сприймає тепловий потік, паралельна до випромінювальної поверхні:

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{a}{(1+a^2)^{0,5}} \tan^{-1} \left(\frac{b}{(1+a^2)^{0,5}} \right) + \frac{b}{(1+b^2)^{0,5}} \tan^{-1} \left(\frac{a}{(1+b^2)^{0,5}} \right) \right], \quad (G.2)$$

де

a — $= h/s$

b — $= w/s$

s — відстань від P до X;

h — висота зони випромінювальної поверхні;

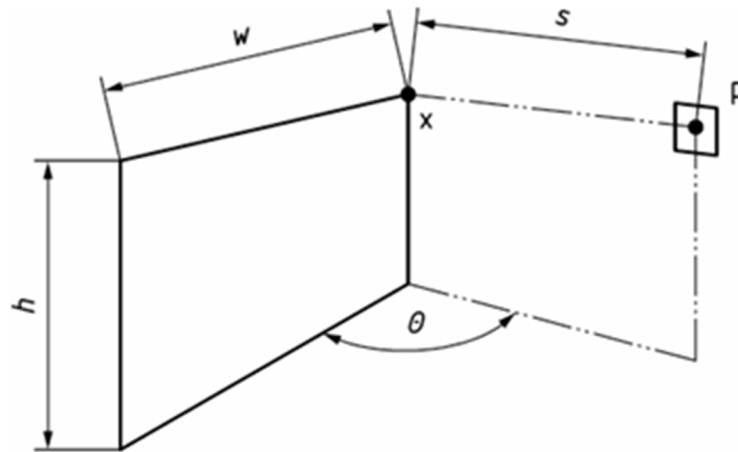
w — ширина цієї зони.

б) поверхня, що сприймає тепловий потік, перпендикулярна до випромінювальної поверхні (див. рисунок G.4):

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \left[\tan^{-1}(a) - \frac{b}{(1+b^2)^{0,5}} \tan^{-1} \left(\frac{a}{(1+b^2)^{0,5}} \right) \right] \quad (G.3)$$

в) поверхня, що сприймає тепловий потік, знаходиться в площині, розташованій під кутом θ до випромінювальної поверхні (див. рисунок G.5):

$$\begin{aligned} \Phi = \frac{1}{2\pi} & \left[\tan^{-1}(a) - \frac{(1-b \cos \theta)}{(1+b^2-2b \cos \theta)^{0,5}} \tan^{-1} \left(\frac{a}{(1+b^2)^{0,5} 2b \cos \theta} \right) \right] \quad (G.4) \\ & + \frac{a \cos \theta}{(a^2 + \sin^2 \theta)^{0,5}} \left[\tan^{-1} \left(\frac{(b - \cos \theta)}{(a^2 + \sin^2 \theta)^{0,5}} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{\cos \theta}{(a^2 + \sin^2 \theta)^{0,5}} \right) \right] \end{aligned}$$



Умовні позначки:

- 1 — випромінювальна поверхня;
- 2 — поверхня, що сприймає тепловий потік

Рисунок G.5 — Поверхня, що сприймає тепловий потік, у площині, розташованій під кутом θ до площини випромінювальної поверхні

G.6 Уявне суцільне полум'я

(1) Як зазначалося в додатку С, осередок локальної пожежі можна подати у формі послідовності елементарних циліндрів, що мають різні діаметри і складають конус, а повний тепловий потік випромінювання $[\text{Вт}/\text{м}^2]$ являє собою суму теплового потоку, який надходить від бокової поверхні циліндрів, і теплового потоку кілець, що знаходяться на верхній поверхні кожного з циліндрів (див. рисунок G.6).

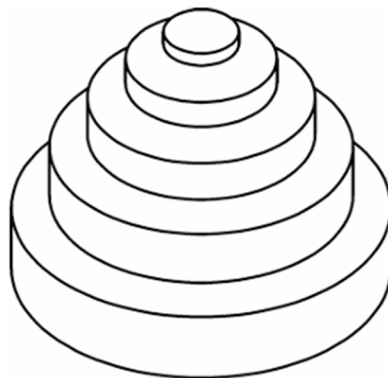
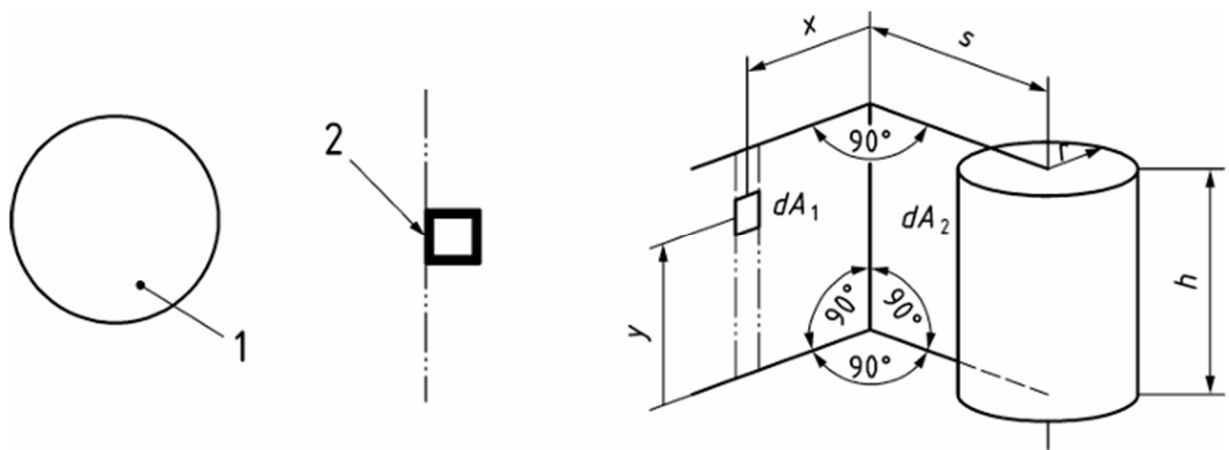


Рисунок G.6 — Поділ уявного суцільного полум'я на послідовність елементарних циліндрів і кілець

(2) У розрахунку кутового коефіцієнта для певного локального осередку пожежі, навколо поперечного перерізу конструкції, до якої теплота надходить випромінюванням, потрібно спочатку намалювати огороження прямокутної форми, як показано на рисунку G.2. Після цього потрібно визначити величину Φ для центральної точки Р кожної з поверхонь цього прямокутника.

(3) Складник від бокової поверхні кожного з циліндрів потрібно визначати, користуючись формулою (G.5). Якщо площа поверхні, що сприймає тепловий потік, не перетинає циліндр, то цей циліндр потрібно зменшити таким чином, щоб його розміри відповідали розмірам найбільшого циліндра, який поміщується в початковий циліндр і знаходиться в межах видимої ділянки (рисунок G.8).

(а) Якщо площа поверхні, що сприймає тепловий потік, не перетинає циліндр, то (див. рисунок G.7):



Умовні позначки:

- 1 — циліндр;
- 2 — поверхня, до якої надходить тепловий потік

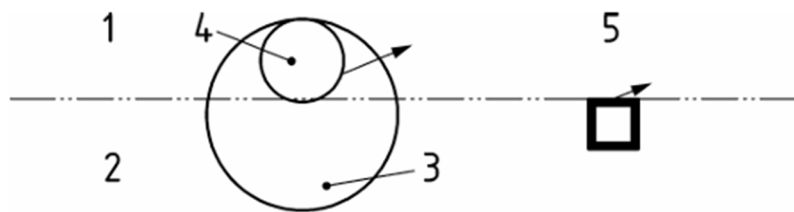
Рисунок G.7 — Площина поверхні, що сприймає тепловий потік та яка не перетинає циліндр

$$F_{dA_1 \rightarrow A_2} = \frac{S}{B} - \frac{S}{2B\pi} \left\{ \begin{aligned} &\cos^{-1} \left(\frac{Y^2 - B + 1}{A - 1} \right) + \cos^{-1} \left(\frac{C - B + 1}{C + B - 1} \right) \\ &- Y \left[\frac{A + 1}{\sqrt{(A - 1)^2 + 4Y^2}} \cos^{-1} \left(\frac{Y^2 - B + 1}{\sqrt{B}(A - 1)} \right) \right] \\ & - \sqrt{C} \frac{C + B + 1}{\sqrt{(C + B - 1)^2 + 4C}} \cos^{-1} \left(\frac{C - B + 1}{\sqrt{B}(C + B - 1)} \right) \\ &+ H \cos^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{B}} \right) \end{aligned} \right\} \quad (G.5)$$

в якому

$$S = s/r, X = x/r, Y = y/r, A = X^2 + Y^2 + S^2, B = S^2 + X^2, C = (H - Y)^2$$

б) Якщо площа поверхні, що сприймає тепловий потік, перетинає циліндр, то (див. рисунок G.8):

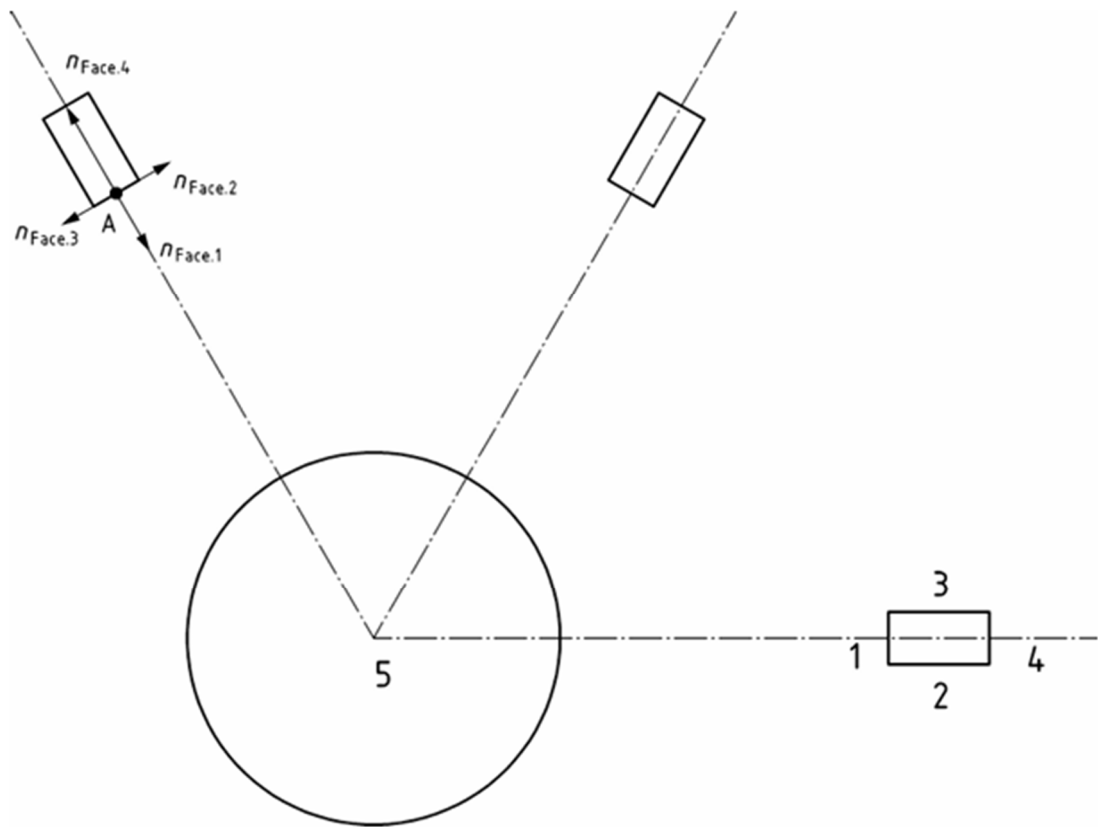


Умовні позначки:

- 1 — видима ділянка
- 2 — невидима ділянка
- 3 — циліндр
- 4 — зменшений циліндр
- 5 — поверхня, що сприймає тепловий потік

Рисунок G.8 — Площина поверхні, що сприймає тепловий потік та яка перетинає циліндр

(4) Як консервативне спрощення, тепловий потік випромінюванням $[Вт/м^2]$, який сприймає поверхня в площині, що перетинає циліндр, можна оцінювати як 50 % від теплового потоку випромінюванням, який сприймає основна поверхня. Основна поверхня характеризується нормальним вектором, спрямованим до центра циліндра (осовною є поверхня 1 на рисунку G.9)

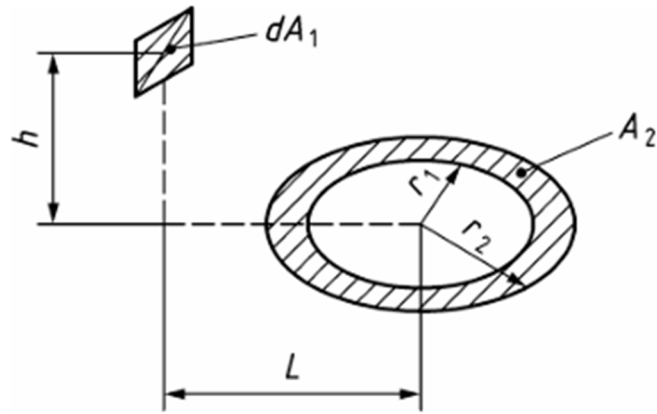


Умовні позначки:

- 1 — поверхня 1;
- 2 — поверхня 2;
- 3 — поверхня 3;
- 4 — поверхня 4;
- 5 — осередок пожежі

Рисунок G.9 — Основна поверхня для різних положень конструкції, що сприймає тепловий потік

(
5) Кутовий коефіцієнт кожного кільця потрібно визначати, користуючись формулою (G.6) (див. рисунок G.10).



$$F_{dA_1 \rightarrow A_2} = \frac{H}{2} \left(\frac{H^2 + R_2^2 + 1}{\sqrt{((H^2 + R_2^2 + 1))^2 - 4R_2^2}} - \frac{H^2 + R_2^2 + 1}{\sqrt{((H^2 + R_2^2 + 1))^2 - 4R_1^2}} \right) \quad (\text{G.6})$$

де

$$H = h/l, R = r/l$$

Рисунок G.10 — Відносне положення поверхні, що сприймає тепловий потік, і кільця

ДОДАТОК Н

(довідковий)

ЧИННИКИ ТЕПЛООВОГО ВПЛИВУ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПОЖЕЖНИХ НАВАНТАГ У ДЕРЕВ'ЯНИХ СПОРУДАХ

Н.1 Призначення додатка

(1) Цей довідковий додаток містить додаткові пояснювальні матеріали щодо чинників теплового впливу для конструкційних пожежних навантаж дерев'яних споруд.

Примітка 1. Національний вибір на користь застосування цього довідкового додатка подають у національному додатку. Якщо національний додаток не містить інформації щодо застосування цього довідкового додатка, то ним можна користуватися.

Примітка 2. Методи проєктування дерев'яних споруд, які зазнають дії фізично обґрунтованих чинників теплового впливу, подано в EN 1995-1-2:—² (додаток А).

Н.2 Сфера застосування та обмеження щодо застосовності

(1) Правила, викладені в додатку Н, потрібно застосовувати, коли використовують фізично обґрунтовані моделі пожежі і значна частина будівлі складається з дерев'яних конструкцій без вогнезахисту або ж значна частина дерев'яних конструкцій є неізованими упродовж усього проміжку часу перебігу пожежі.

Примітка 1. Для будівель, виготовлених із збірних дерев'яних каркасів з відповідними покриттями та негорючою теплоізоляцією порожнин, конструкційні схеми яких складаються з колон і балок, складники повної пожежної навантаги, зумовлені дерев'яними конструкціями, зазвичай вважають нехтовно малими.

² Розроблюється. Етап на момент опублікування: prEN 1995-1-2:2023.

Примітка 2. Відповідні покриви являють собою негорючі пасивні системи вогнезахисту, якими покрито дерев'яну(-і) конструкцію(-ї), та які можуть запобігти віднесенню дерев'яної(-их) конструкції(-й) до сумарної пожежної навантаги. Для перевіряння факту наявності покривів, можна оцінювати необхідну мінімальну товщину згідно з EN 1995-1-2:—3 (додаток A).

Н.3 Загальні положення

(1) Для перевіряння будови дерев'яних споруд, на які діють фізично обґрунтовані чинники теплового впливу, вибирання проєктної пожежі потрібно здійснюватися виходячи з результатів вивчення параметрів, які відображають відповідні змінні. До відповідних змінних належать частка охопленої пожежею площі підлоги відсіку, частка палаючої поверхні горючих матеріалів, а також частка загальної площі вентиляційних прорізів.

(2) Дослідження параметрів потрібно проводити, змінюючи умови вентиляції відсіку, для досягнення умов пожеж, розвиток яких обмежується надходженням повітря та кількістю горючих матеріалів. Це можна здійснювати, змінюючи площі прорізів від мінімуму (наприклад, величини, що відповідає площі наявних постійно відкритих вентиляційних прорізів) до величини, що дорівнює 100 % площі фасадних елементів, які не мають належної вогнестійкості.

(3) Дослідження параметрів надалі має передбачати виключення з подальшого врахування наявних коефіцієнтів безпечності для збільшення вентиляційного(-их) прорізу(-ів).

Примітка 1. Незалежно від джерела горючих матеріалів, наявність додаткової енергії може призвести до збільшення тривалості перебігу пожежі та/або підвищення пікової температури.

Примітка 2. Для дерев'яних конструкцій, на які діють фізично обґрунтовані чинники впливу, сценарій пожежі з більшою тривалістю її перебігу та нижчою максимальною температурою може спричинити запалювання більшої кількості

пожежної навантаги, ніж сценарій пожежі з меншою її тривалістю та вищою максимальною температурою.

(4) Для визначення проєктної пожежі для дерев'яних будівель, проєктування засобів забезпечення пожежної безпеки дозволено здійснювати з проведенням інжинірингу пожежної безпеки.

Примітка. Інформацію щодо вибору на національному рівні на користь інжинірингу пожежної безпеки для дерев'яних будівель можна подавати в національному додатку або національних нормативних документах.

(5) Для різних цілей проєктування дерев'яних будівель (наприклад, проєктування фасаду, статичних розрахунків несучих конструкцій), потрібно передбачати різні представницькі сценарії пожежі.

Примітка. Представницький сценарій проєктної пожежі може бути застосовним для різних цілей проєктування.

(6) На додаток до перевіряння несучої конструкційної системи, концепцією забезпечення пожежної безпеки необхідно передбачати вжиття належних заходів щодо досягнення самостійного припинення горіння або перебігу пожежі в режимі тління.

Примітка 1. Тління може відбуватися в порожнинах, з'єднувальних елементах, поблизу стиків та вузьких просторів, а також через наявність предметів з низькою швидкістю згоряння.

Примітка 2. Тління може призвести до руйнування конструкції після самостійного загасання полум'я.

(7) Впливання дерев'яних конструкцій на процес можна описати інтенсивністю тепловиділення виходячи із зміни маси або швидкості зуглювання (див. Н.4).

Примітка. Звуглювання відбувається в конструкціях, поверхні яких від початку не було піддано вогнезахисному оброблянню, а також може відбуватися в конструкціях, поверхні яких такому оброблянню на початку піддавали.

(8) Для визначення вогневого впливу на дерев'яні споруди з використанням уточнених моделей пожежі необхідно враховувати положення Н.4.

Примітка. Визначення щодо уточнених моделей пожежі подано в 5.3.2.

Н.4 Конструкційна пожежна навантага, створювана дерев'яними будівельними конструкціями

(1) Повну питому пожежну навантагу, а також інтенсивність тепловиділення необхідно розраховувати, беручи до уваги наявність змінної пожежної навантаги, зумовленої призначенням приміщення, включно з оздобленням та фінішними покриттями, а також конструкційною пожежною навантагою.

Примітка. Конструкційною пожежною навантагою називають пожежну навантагу, забезпечувану конструкційними системами.

(2) Характеристичну питому пожежну навантагу, що залежить від особливостей підлоги, включно з часткою, що припадає на дерев'яні конструкції, потрібно розраховувати за формулою (Н.1).

$$q_{k,not} = q_{k,fi} + q_{k,st} , \quad (Н.1)$$

де

$q_{k,not}$ — характеристична сумарна питома пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f , у МДж/м²;

$q_{k,fi}$ — характеристична питома пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f , згідно з додатком Е.4, у МДж/м²;

$q_{k,st}$ — характеристична конструкційна питома пожежна навантага, віднесена до площі підлоги A_f , згідно з додатком Е.4, у МДж/м².

Примітка 1. Формула (Н.1) являє собою доповнення до Е.4, подане з метою врахування звуглювання дерев'яних конструкцій.

Примітка 2. Залежні від часу горіння значення $q_{k,fi}$ відрізняються від залежних від часу характеристик горіння $q_{k,st}$.

(3) Характеристику питомої пожежної навантаги дерев'яних конструкцій, віднесену до площі підлоги, можна розрахувати за формулою (Н.2):

$$q_{k,st} = \frac{A_{st}}{A_f} \int_{t_{ign}}^{t_{end,i}} RHR_{st} \cdot dt \quad (Н.2)$$

де

A_{st} — площа звугленої ділянки дерев'яних конструкцій у м²;

A_f — площа підлоги протипожежного відсіку у м²;

$q_{k,st}$ — характеристична питома конструкційна пожежна навантага у МДж/м²;

RHR_{st} — інтенсивність тепловиділення, забезпечувана 1 м² звугленої ділянки дерев'яних конструкцій, визначена за формулою (Н.3), у МДж/м²;

t_{ign} — проміжок часу до запалювання в с;

$t_{end,i}$ — проміжок часу до настання самотійного загасання для i -ї ітерації в с.

Примітка 1. Формула (Н.2) забезпечує розрахунок сконцентрованої характеристичної питомої пожежної навантаги.

(4) Формулою (Н.2) можна користуватися у випадках, коли встановлено вимогу (наприклад, органами влади) щодо задавання сконцентрованої характеристичної питомої пожежної навантаги.

(5) Сконцентровану характеристичну питому пожежну навантагу можна розраховувати після завершення процесу проєктування.

(6) Конструкційну питому пожежну навантагу, а також інтенсивність тепловиділення від дерев'яних конструкцій можна розраховувати, беручи до уваги площу звугленої ділянки деревини, температуру у відсіку, тривалість перебігу пожежі та швидкість звуглювання дерев'яних конструкцій.

(7) Необхідно враховувати площу відкритих ділянок дерев'яних конструкцій під час вогневого впливу, наприклад, після виходу з ладу систем вогнезахисту.

Примітка. Метод забезпечення уникнення виходу з ладу систем вогнезахисту під час пожеж, температурний режим яких відрізняється від стандартного, подано в EN 1995-1-2:—3 (додаток А).

(8) Необхідно враховувати впливання на конструкційну пожежну навантагу процесу звуглювання під системою вогнезахисту.

(9) Дозволено враховувати зменшування відкритої поверхні дерев'яних конструкцій під час вогневого впливу.

(10) Під час визначення питомої конструкційної пожежної навантаги, а також інтенсивності тепловиділення від будівельних конструкцій необхідно враховувати особливості процесу горіння дерев'яних конструкцій у протипожежному відсіку.

(11) Інтенсивність тепловиділення від дерев'яних конструкцій можна розраховувати виходячи із зміни маси за формулою (Н.3) або за інтенсивністю звуглювання згідно з EN 1995-1-2:—3 (додаток А).

Примітка. До особливостей процесу горіння дерев'яних конструкцій у протипожежному відсіку належать утворення з деревини газоподібних продуктів, горіння летких горючих речовин, утворення звугленого шару та його окислення.

(12) Інтенсивність тепловиділення від дерев'яних конструкцій потрібно розраховувати, беручи до уваги зміну маси та запасу енергії під час звуглювання, а також втрату маси під час процесу окислення, як передбачено формулою (Н.3):

$$RHR_{st} = H_w \cdot \dot{m}_w'' - H_{ch} \cdot \dot{m}_{ch,tm}'' + H_{ch} \cdot \dot{m}_{ch,ox}'', \quad (\text{Н.3})$$

де

RHR_{st} — інтенсивність тепловиділення, забезпечувана 1 м² звугленої поверхні дерев'яних конструкцій, у МДж/м²;

H_i — питома теплотворна здатність i -го матеріалу у МДж/кг;

$\dot{m}_i''$ — швидкість змінювання маси, що залежить від площі, i -го матеріалу в кг/(м²·с);

w — індекс для деревини включно з вологою;

ch — індекс для звугленого шару;

ox — індекс для окислення;

tm — індекс для термічного перетворення деревини на звуглений шар.

Примітка. Модель залежної від часу інтенсивності тепловиділення RHR_{st} , яка ґрунтується на залежній від часу швидкості звуглювання, подано в EN 1995-1-2:—³ (додаток А).

БІБЛІОГРАФІЯ

Посилання, наведені в рекомендаціях (тобто через пункти «слід»)

Посилання на названі нижче документи подано в тексті таким чином, що частина або всі їхні положення, хоча й не є вимогами, яких потрібно суворо дотримуватися, являють собою наполегливо рекомендовані варіанти вибору або способи дій відповідно до цього стандарту. Залежно від національних нормативних документів та/або положень контракту, можна користуватися/приймати альтернативні стандарти, якщо це технічно виправдано. Для датованих посилань застосовують тільки вказане видання. Для недатованих посилань застосовують останнє видання стандарту, на який подано посилання (із змінами).

EN 1363-2, *Fire resistance tests — Part 2: Alternative and additional procedures*

EN 1991 (all parts), *Eurocode 1— Actions on structures*

EN ISO 1716, *Reaction to fire tests for products — Determination of the gross heat of combustion (calorific value) (ISO 1716)*

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 1363-2 Випробування на вогнестійкість. Частина 2. Альтернативні і додаткові процедури

EN 1991 (усі частини) Єврокод 1. Чинники впливу на конструкції

EN ISO 1716 Випробування виробів щодо реакції на вогонь. Визначення вищої теплоти згоряння (теплотворної здатності) (ISO 1716)

Посилання, наведені в рекомендаціях, (тобто через пункти «може»)

Посилання на названі нижче документи подано в тексті таким чином, що частина або всі їхні положення описують порядок дій, дозволений в рамках Єврокодів. Для датованих посилань застосовують тільки вказане видання. Для недатованих посилань застосовують останнє видання стандарту, на який подано посилання (із змінами).

Відсутні.

Посилання, наведені із зазначенням можливості або здатності (тобто через пункти «може») та примітках

Посилання на нижчезазначені документи в цьому стандарті подано з метою інформування, наприклад, в пунктах з дієсловом «can» та примітках.

EN 1995-1-2:—³, Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: Structural fire design

Construction Products Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products

DOCUMENT I. N°2 “Safety in Case of Fire”

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 1995-1-2:—³ Єврокод 5. Проектування дерев'яних споруд. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість

Регламент щодо будівельних виробів (ЄС) №305/2011 Європейського парламенту і Ради Європи від 9 березня 2011 р., яким встановлено гармонізовані умови для розміщення будівельних виробів на ринку

Тлумачний документ №2 “Безпека під час пожежі”

ДОДАТОК НА

(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ, ІДЕНТИЧНИХ
ЄВРОПЕЙСЬКИМ НОРМАТИВНИМ ДОКУМЕНТАМ, ПОСИЛАННЯ НА
ЯКІ Є В ЦЬОМУ СТАНДАРТІ**

1. ДСТУ EN 1992 (усі частини) Єврокод 2. Проєктування залізобетонних споруд
2. ДСТУ EN 1996 (усі частини) Єврокод 6. Проєктування кам'яних споруд
3. ДСТУ EN 1999 (усі частини) Єврокод 9. Проєктування алюмінієвих споруд
4. ДСТУ EN 13501-2:2023 (EN 13501-2:2016, IDT) Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 2. Класифікація за результатами випробувань на вогнестійкість (крім складників вентиляційних систем)

Код згідно з НК 004: 13.220.50; 91.010.30

Ключові слова: вогнестійкість, температурний режим, стандартний температурний режим, пожежна навантага, пожежна безпека.

Розробник: