

ТЕМА 5. ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ТА ПРОТИВИБУХОВИЙ ЗАХИСТ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Мета вивчення теми

Розглянути категорії приміщень та будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою, ознайомитися з класифікацією пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зон та з класифікацією будівель і споруд за ступенем вогнестійкості, навчитися обирати дієві способи підвищення пожежозахисту та противибухового захисту будівель та споруд.

План

1. Категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою.
2. Категорії будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою.
3. Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон.
4. Класифікація будівель і споруд за ступенем вогнестійкості.
5. Класифікація будівельних матеріалів.
6. Основні частини будинків та будівельних конструкцій, їхня поведінка в умовах пожежі.
7. Способи підвищення вогнестійкості залізобетонних конструкцій та методи захисту несучих металевих конструкцій і конструкцій з деревини.
8. Обмеження поширення пожежі між будинками та в середині будинків.
9. Противибуховий захист будівель та споруд.

1 Категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

Категорія пожежної (вибухопожежної) небезпеки – це класифікаційна характеристика пожежної (вибухопожежної) небезпеки будинку (або частини будинку у межах протипожежного відсіку), приміщення, зовнішньої установки що визначається кількістю та пожежовибухонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) в них, з урахуванням особливостей технологічних процесів виробництва.

Відповідно до національного стандарту ДСТУ Б В.1.1-36:2016 6.1 категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою визначають шляхом перевірки належності приміщень до категорій від найбільш вибухопожежонебезпечної категорії А до найменш небезпечної категорії Д, за винятком категорії Г (табл. 13).

Таблиця 13 – Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) у приміщенні
А вибухопожежо небезпечна	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не вище ніж 28 °С у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газо-, пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який

	перевищує 5 кПа, і/або речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.
Б вибухопожежо небезпечна	Горючі пил і/або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху вище ніж 28 °С, горючі рідини у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пило-, пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, який перевищує 5 кПа.
В пожежо небезпечна	Горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, а також речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним; тверді горючі і/або важкогорючі речовини і матеріали (включно горючий пил і/або волокна), за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються), не відносяться до категорій А або Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймистих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше 10 м ² кожна перевищує 180 МДж·м ⁻² . Якщо питома пожежна навантага не перевищує 180 МДж·м ⁻² , то приміщення відноситься до категорії Д за умови виконання вимог, що наведені нижче табл.13 (пункти 7.6.1, 7.6.5 та 7.6.8 в ДСТУ Б В.1.1-36:2016 6.1)
Г помірнопожежо небезпечна	Негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я; горючі гази, рідини і/або тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо
Д зниженопожежо небезпечна	Речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорії приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В.
Примітка 3.	

Під час встановлення категорій приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою необхідно дотримуватися наступних рекомендацій [ДСТУ Б В.1.1-36:2016 6.1], що наведені нижче.

Площу окремих ділянок для твердих і рідких легкозаймистих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів, що складають пожежну навантагу, визначають за розмірами проєкції їх площі розміщення (складування), а також площі розливу під час розрахункової аварії на горизонтальну поверхню підлоги. У разі якщо граничні відстані між окремими ділянками, що містять складові пожежної навантаги, менші за мінімальні, які наведені у табл. 14, то площу пожежної навантаги визначають як загальну площу цих ділянок з урахуванням площі між ділянками.

Таблиця 14 – Значення мінімальних граничних відстаней, залежно від величини критичної поверхневої густини падаючих променистих потоків

Критична поверхнева	5	10	15	20	25	30	40	50
------------------------	---	----	----	----	----	----	----	----

густина падаючих променистих потоків, $q_{кр}$, $кВт \cdot м^{-2}$								
Мінімальні граничні відстані, $l_{гр1}$, м	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

В табл. 14 за критичну поверхневу густину променистого потоку прийняте мінімальне значення густини теплового потоку, за якого виникає стійке полуменеве горіння матеріалів, на які падає променистий потік. Значення $l_{гр1}$ приймають за умови, якщо $H \geq 11$ м; якщо $H < 11$ м, то мінімальну граничну відстань визначають як:

$$l_{гр} = l_{гр1} + (11 - H), \quad (5)$$

де $l_{гр1}$ – мінімальні граничні відстані, м, приймають відповідно до табл. 14;
 H – мінімальна відстань від поверхні пожежної навантаги до нижнього пояса ферм перекриття (покриття), м.

Значення критичної поверхневої густини падаючих променистих потоків, $q_{кр}$, (за тривалості опромінення 15 хв) для деяких матеріалів пожежної навантаги наведені у табл. 15.

Таблиця 15 – Значення $q_{кр}$ для деяких матеріалів пожежної навантаги

Матеріали	Критична поверхнева густина падаючих променистих потоків, $q_{кр}$, $кВт \cdot м^{-2}$
Деревина (сосна вологістю 12 %)	13,9
Деревостружкові плити (питома вага $417 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$)	8,3
Торфобрикет	13,2
Торф кусковий	9,8
Бавовна-волокно	7,5
Шаруватий пластик	15,4
Склопластик	15,3
Пергамін	17,4
Гума	14,8
Вугуля	35,0
Рулонна покрівля	17,4
Сіно, солома (при мінімальній вологості до 8 %)	7,0

Окрім цього, якщо пожежна навантага під час розрахункової аварії складається з різних матеріалів, то значення $q_{кр}$ визначають за матеріалом з мінімальним значенням $q_{кр}$. Для матеріалів пожежної навантаги з невідомими значеннями $q_{кр}$ приймають $l_{гр1} \geq 12$ м. Також, якщо пожежна навантага складається з **легкозаймистих рідин (ЛЗР)** та **горючих речовин (ГР)**, мінімальну граничну відстань $l_{гр2}$ між сусідніми ділянками розміщення (розливу) складових пожежної навантаги у приміщеннях категорії Д визначають за формулами:

$$l_{гр2} \geq 15 \text{ м при } H \geq 11 \text{ м,}$$

$$l_{гр2} \geq (26 - H) \text{ м при } H < 11 \text{ м.}$$

Горюча речовина – речовина, здатна до участі у горінні у якості відновника.

Легкозаймиста рідина – горюча рідина з температурою спалаху не більше ніж 61 °С у закритому тиглі або 66 °С у відкритому тиглі. Особливо небезпечними називають легкозаймісті рідини з температурою спалаху не більше ніж 28 °С

Значення мінімальних граничних відстаней можуть бути зменшені за умови застосування конструктивних рішень, спрямованих на створення перешкод поширенню пожежі між ділянками, що містять складові пожежної навантаги.

Але, якщо площа приміщення не перевищує 10 м² і в ньому знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) речовини і/або матеріали, зазначені в табл.15, що складають пожежну навантагу під час розрахункової аварії, віднесення даного приміщення до певної категорії здійснюється за результатами наступних розрахунків:

- надлишкового тиску вибуху для горючих газів, парів легкозаймистих та горючих рідин;
- надлишкового тиску вибуху для горючого пилу;
- надлишкового тиску вибуху для речовин і/або матеріалів, які здатні вибухати і горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним;
- розрахунок надлишкового тиску вибуху для вибухонебезпечних сумішей, які містять горючі гази, пари ЛЗР та ГР і/або горючий пил.

Розрахункова площа при визначенні питомої пожежної навантаги дорівнює фактичній площі приміщення.

При визначенні категорій приміщень під час розрахунку пожежної навантаги за формулою (6), важкогорючі речовини і матеріали (відповідно до ГОСТ 12.1.044) включаються у розрахунок у тому випадку, якщо вони знаходяться разом з горючими речовинами і матеріалами. Якщо у приміщенні знаходяться тільки важкогорючі речовини і матеріали, приміщення відноситься до категорії Д.

Пожежну навантагу Q, у мегаджоулях, складові якої є тверді й рідкі легкозаймісті, горючі та важкогорючі речовини і/або матеріали у межах пожежонебезпечної ділянки, визначають за формулою:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_i^p \quad (6)$$

де G_i – кількість і-ої складової пожежної навантаги, кг;

Q_i^p – найнижча теплота згоряння і-ої складової пожежної навантаги, МДж·кг⁻¹

2 Категорії будівель за вибухопожежною і пожежною безпекою

Категорії будівель за вибухопожежною і пожежною безпекою. На практиці інколи за вибухопожежною та пожежною безпекою категорують не весь будинок, а протипожежні відсіки, які є частинами будинку та які відокремлені від інших його частин протипожежною стіною 1-го типу та/або протипожежним перекриттям 1-го типу [ДСТУ Б В.1.1-36:2016 6.1].

Будинок або протипожежний відсік відноситься до **категорії А**, якщо в ньому сумарний об'єм приміщень категорії А перевищує більше ніж 5 % загального об'єму будинку або протипожежного відсіку.

Будинок або протипожежний відсік відноситься до **категорії Б**, якщо одночасно виконуються дві умови:

- будинок або протипожежний відсік не відноситься до категорії А;
- сумарний об'єм приміщень категорій А і Б перевищує більше ніж 5 % загального об'єму будинку або протипожежного відсіку.

Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії В, якщо одночасно виконуються дві умови: а) будинок або протипожежний відсік не відноситься до категорії А або Б; б) сумарний об'єм приміщень категорій А, Б і В перевищує більше ніж 5 % (10 %, якщо в будинку або протипожежному відсіку відсутні приміщення категорій А і Б) загального об'єму будинку або протипожежного відсіку.

Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії Г, якщо одночасно виконуються дві умови:

- будинок або протипожежний відсік не відноситься до категорій А, Б або В;
- сумарний об'єм приміщень категорій А, Б, В і Г перевищує більше ніж 5 % загального об'єму будинку або протипожежного відсіку.

Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії Д, якщо він не відноситься до категорій А, Б, В або Г.

Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою приймають відповідно до табл. 16 [ДСТУ Б В.1.1-36:2016 6.1].

Визначення категорій зовнішніх установок потрібно здійснювати шляхом перевірки їхньої належності до категорій, які наведені у табл. 16, від найбільш **вибухопожежонебезпечної категорії Аз** до найменш небезпечної **категорії Дз**.

У табл. 16 одними з критеріїв, за якими зовнішня установка відноситься до певної категорії, є горизонтальний розмір зони (відстань від апарата (установки) до краю зони), що обмежує газо-, пароповітряні суміші з концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я ($C_{нкмл}$), розрахунковий надлишковий тиск, що розвивається у разі займання газо-, паро- або пилоповітряних сумішей, та інтенсивність теплового випромінювання від вогнища пожежі.

Таблиця 16 – Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою

Категорія зовнішньої установки	Критерії віднесення зовнішньої установки до тієї або іншої категорії за вибухопожежною та пожежною безпекою
А_з вибухопожежно небезпечна	Установка відноситься до категорії А _з , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази; легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше ніж 28 °С; речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним. При цьому горизонтальний розмір зони, що обмежує газо-, пароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я (С _{НКМП}), перевищує 30 м (даний критерій застосовується тільки для горючих газів і парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск вибуху, що розвивається в разі займання газо-, пароповітряних сумішей, і/або під час вибуху речовин і/або матеріалів, які здатні вибухати і горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, перевищує більше ніж 5 кПа на відстані 30 м від зовнішньої установки
Б_з вибухопожежно небезпечна	Установка відноситься до категорії Б _з , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі пил і/або волокна; легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше ніж 28 °С; горючі рідини. При цьому горизонтальний розмір зони, що обмежує пароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я (С _{НКМП}), перевищує 30 м (даний критерій застосовується тільки для горючих парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск вибуху, що розвивається у разі займання пило-, пароповітряних сумішей, перевищує більше ніж 5 кПа на відстані 30 м від зовнішньої установки
В_з пожежонебезпечна	Установка відноситься до категорії В _з , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, тверді горючі і/або важкогорючі речовини і/або матеріали (включно з горючим пилом і/або волокнами), а також речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, за умови, що установка не відноситься до категорій А _з або Б _з . При цьому інтенсивність теплового випромінювання від вогнища пожежі перевищує 4 кВт· м ² на відстані 30 м від зовнішньої установки
Г_з помірно пожежонебезпечна	Установка відноситься до категорії Г _з , якщо в ній знаходяться (обертаються) негорючі речовини і/або матеріали в гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я, а також горючі гази, рідини і/або тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо
Д_з знижено пожежонебезпечна	Установка відноситься до категорії Д _з , якщо вона не відноситься до категорій А _з , Б _з , В _з або Г _з .
Примітка. Якщо в установці знаходяться (обертаються) тільки важкогорючі речовини і матеріали, то вона відноситься до категорії Д _з	

3 Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон

Вибухонебезпечна зона – простір у приміщенні або навколо зовнішньої установки, у якому є або можуть утворитися вибухонебезпечні суміші (рис. 10).

У приміщенні вибухонебезпечною вважається зона в межах до 5 м по горизонталі та вертикалі від обладнання з якого можливе виділення горючих газів або парів ЛЗР (легкозаймистих рідин).

Згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 **газо-, пароповітряні** вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів **0, 1, 2**, а **пилоповітряні** – вибухонебезпечні зони класів **20, 21, 22**.

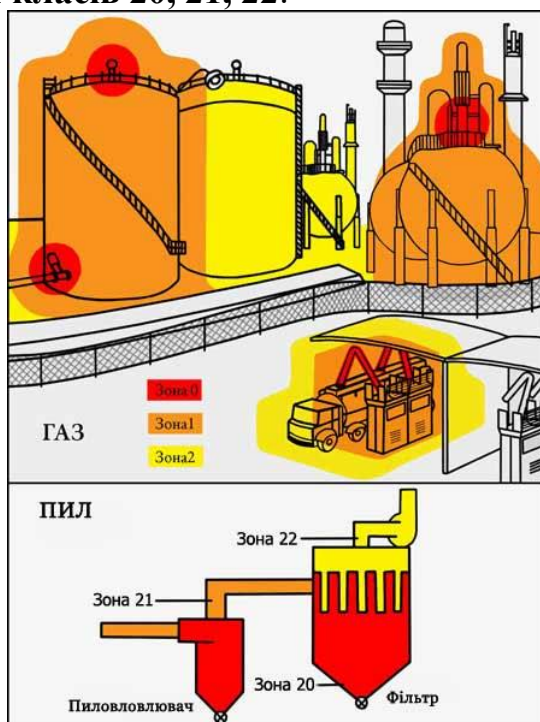


Рисунок 10 – Приклади розташування небезпечних зон
[<https://vatra.in.ua/info/statti/klasy-vybukhonebezpechnykh-zon/>]

Вибухонебезпечна зона класу 0 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище наявне постійно або протягом тривалого часу. Вибухонебезпечна зона класу 0 може мати місце тільки в межах корпусів технологічного обладнання.

Приклад вибухонебезпечної зони класу 0: резервуар, в якому зберігається ЛЗР, наприклад, бензин.

Вибухонебезпечна зона класу 1 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи (нормальна робота – ситуація, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів).

Приклад вибухонебезпечної зони класу 1: муловідстійник ацетиленової станції.

Вибухонебезпечна зона класу 2 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних

розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості) не повинні розглядатися під час проектування електроустановок.

Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газопароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.

Приклад вибухонебезпечної зони класу 2: фарбувальне приміщення за наявності основного та резервного вентиляційних агрегатів.

Вибухонебезпечна зона класу 20 – простір, в якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто в кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, і (або) простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини. Звичайно це має місце всередині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.

Приклад вибухонебезпечної зони класу 20: верстати, що використовуються у технологічному процесі отримання борошна (наприклад, ситовійка).

Вибухонебезпечна зона класу 21 – простір, в якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

Ця зона може включати простір поблизу місця порошкового заповнення або осідання і простір, де під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилових шарів, які можуть утворювати небезпечну концентрацію вибухонебезпечної пилоповітряної суміші.

Приклад вибухонебезпечної зони класу 21: приміщення для дрібнювання кам'яного вугілля за відсутності резервних агрегатів системи аспірації.

Вибухонебезпечна зона класу 22 – простір, в якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися нечасто й існувати недовго або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати й утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії. Ця зона може включати простір поблизу обладнання, що містить пил, який може вивільнюватися шляхом витoku і формувати пилові утворення.

Згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 (Правила улаштування електрообладнання) **пожежонебезпечною зоною** називається простір у приміщенні або за його межами, в якому постійно або періодично знаходяться горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

Зона класу П-I – простір у приміщенні, в якому знаходиться ГР, яка має температуру спалаху більше +61 °С.

Приклади зони класу П-I: приміщення складів мінеральних оливо, приміщення для просочування бавовняно-паперових виробів оливою, камери оливоливних трансформаторів.

Зона класу П-II – простір у приміщенні, в якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна.

Приклади зони класу П-II: деревообробні, прядильні цеха, мало запилені приміщення елеваторів.

Зона класу П-IIIa – простір у приміщенні, в якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

Приклади зони класу П-IIIa: склади або виробничі приміщення з наявністю паперу (бібліотеки, архіви), деревини, горючих пластмас.

Зона класу П-IIIb – простір поза приміщенням, в якому знаходяться ГР з температурою спалаху понад +61°C або тверді горючі речовини.

Приклади зони класу П-IIIb: відкриті або під навісом склади мінеральних олив, пиломатеріалів.

У разі розміщенні в приміщеннях або на відкритому повітрі одиничного пожежонебезпечного технологічного обладнання, коли спеціальних заходів проти розповсюдження пожежі не передбачено, зона в межах до 3 м по горизонталі і вертикалі від цього обладнання вважається пожежонебезпечною.

Найбільш пожежонебезпечними зонами є зони класів П-I і П-II.

4 Класифікація будівель і споруд за ступенем вогнестійкості

Ступінь вогнестійкості – нормована характеристика вогнестійкості будівель і споруд, яка визначається межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій і межами поширення вогню по цих конструкціях, відповідно.

Відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 (Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги). Всі будівлі і споруди поділяються на вісім ступенів вогнестійкості, які встановлюються в залежності від призначення, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою будівлі, його висоти (поверховості), площі поверху в межах протипожежного відсіку і т.д.

Ступінь вогнестійкості будівель і споруд характеризується групою займистості і межею вогнестійкості їх елементів.

Межа вогнестійкості конструкції – показник вогнестійкості конструкції, який визначається часом від початку вогневого випробування за стандартного температурного режиму до настання одного з нормованих для даної конструкції граничних станів з вогнестійкості.

До граничного стану належать:

- втрата несучої здатності;
- втрата цілісності;
- втрата теплоізолювальної здатності.

Втрата несучої здатності визначається заваленням конструкції або виникненням її граничних деформацій.

Втрата цілісності – це вид граничного стану конструкції за вогнестійкістю, що характеризується утворенням в конструкціях наскрізних тріщин або наскрізних отворів, через які проникають продукти горіння або полум'я.

Втрата теплоізолювальної здатності – вид граничного стану конструкції за вогнестійкістю, що характеризується підвищенням температури

на поверхні, що не обігривається, до встановлених граничних значень. Вона визначається підвищенням температури на поверхні конструкції, що не обігривається, в середньому більше ніж на 140 °С або в будь-якій точці цієї поверхні – більше ніж на 180 °С у порівнянні з температурою конструкцій до випробування.

Для колон, балок, ферм, стовпів межа вогнестійкості визначається тільки втратою несучої здатності конструкцій. Для зовнішніх несучих стін та покриттів – втратою несучої здатності та цілісності. Для ненесучих внутрішніх стін та перегородок – втратою цілісності та теплоізолювальної здатності. Для несучих внутрішніх стін та протипожежних перешкод - всіма трьома граничними станами.

Вогнестійкість (вогнетривкість) конструкції – здатність конструкції зберігати несучі та (або) огорожувальні функції в умовах пожежі.

Відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 виділяється п'ять конструктивних характеристик будинків залежно від ступеня їх вогнестійкості.

I, II ступінь – будинки з несучими та загороджувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів;

III ступінь – будинки з несучими та загороджувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосувати дерев'яні конструкції, які захищені штукатуркою або мають вогнезахистну обробку;

III а, III б ступінь – будинки переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу – з металевих незахищених конструкцій. Загороджувальні конструкції – з негорючих листових матеріалів з негорючим утеплювачем або утеплювачем групи низької та помірної горючості;

IV ступінь – будинки з несучими та загороджувальними конструкціями з деревини або інших горючих матеріалів, захищених від вогню та високих температур штукатуркою або іншим листовим, плитним матеріалом. До елементів покриття не пред'являються вимоги щодо межі вогнестійкості, але деревина має пройти вогнезахисну обробку;

IV а ступінь – будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу – з металевих незахищених конструкцій. Загороджувальні конструкції – з металевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з утеплювачем груп середньої та підвищеної горючості;

V ступінь – будинки до несучих і загороджувальних конструкцій яких не пред'являються вимоги щодо межі вогнестійкості та межі поширення вогню.

Найбільшу межу вогнестійкості у будівлях будь-якого ступеня мають забезпечувати несучі будівельні конструкції, найменшу – внутрішні перегородки, а відтак вогнестійкість будівель і споруд визначається певними часовими діапазонами.

5 Класифікація будівельних матеріалів

За своїм походженням будівельні матеріали розподіляють на **[Рожков]**:

- **природні**, які зустрічаються в природі в готовому вигляді та можуть використовуватися в будівництві без суттєвого оброблення;
- **штучні**, які не зустрічаються в природі, а виробляються із застосуванням різних технологічних процесів.

За функціональним призначенням можна виділити такі групи будівельних матеріалів:

- призначені для будівництва стін (цегла, бетон, залізобетон, метал, дерево);
- в'язучі (цемент, вапно, гіпс), які використовують для виробництва безвипалювальних виробів, цегляної кладки та штукатурки;
- теплоізоляційні (мінеральна вата, піно- та газобетони, пінопласти, повсть тощо);
- опоряджувальні та облицювальні (керамічні плитки, кам'яні породи, різні пластики, деревностружкові та деревноволокнисті плити, «вагонка», лінолеум тощо);
- покрівельні та гідроізоляційні (шифер, черепиця, покрівельне залізо, руберойд тощо).

Основні властивості будівельних матеріалів.

Теплопровідність – молекулярне перенесення тепла в суцільному середовищі, зумовлене наявністю градієнта температури. Дана властивість враховується при виборі матеріалів для огорожувальних конструкцій будівель, призначених для збереження тепла в приміщеннях та при розрахунках конструкцій на вогнестійкість.

Теплоємність – фізична величина, яка дорівнює відношенню кількості теплоти, що поглинається системою при безмежно малій зміні її температури, до цієї зміни. Теплоємність, як і теплопровідність, не є фізичною константою матеріалу, тому що вона змінюється залежно від температури.

Міцність – здатність матеріалу чинити опір руйнуванню від дії напруг, які виникають у ньому під впливом прикладеного навантаження.

Твердість – властивість матеріалу чинити опір деформуванню або руйнуванню при місцевому силовому впливові; характеризується проникненням у нього іншого, більш твердого, матеріалу.

Пружність – властивість матеріалу змінювати під дією навантаження свою форму та об'єм без ознаки руйнування та відновлювати їх після припинення дії деформувальних сил.

Пластичність – властивість матеріалу змінювати без руйнування форму та розміри під дією навантаження або внутрішніх напруг, стійко зберігаючи утворену форму і розміри після припинення цього впливу.

Істинна густина – маса одиниці об'єму матеріалу в абсолютно щільному стані. Густина більшості будівельних матеріалів більше одиниці. Виключення являють деревина, пластики.

Середня густина – маса одиниці об'єму матеріалу, включаючи пори і порожнини.

Залежно від густини та пористості середня маса будівельних матеріалів змінюється від $20 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ (для деяких легких теплоізоляційних матеріалів) до $7850 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ (для сталей).

Пористість – ступінь насиченості матеріалу повітряними включеннями у вигляді пор. З пористістю пов'язані такі властивості матеріалів, як міцність, теплопровідність, звуконепроникність тощо. Пористість будівельних матеріалів змінюється від 0 (сталь, скло) до 85% (поропласт, пінобетон).

Теплове розширення – збільшення геометричних розмірів зразка, викликане зміною його температури при постійному тиску.

Жаростійкість – здатність матеріалу за умов тривалого впливу температур від 200 до $2000 \text{ }^\circ\text{C}$ зберігати або незначно змінювати свої фізичні або механічні властивості; визначається температурою, при якій матеріали в умовах довгочасного нагріву та наступного охолодження починають руйнуватися або переходити в пластичний стан.

Вогнетривкість – властивість матеріалу протистояти, не розплавляючись, впливу високих температур, прийнятих у випробуваннях, залежно від групи матеріалів. Характеризується температурою, під впливом якої зразок випробовуваного матеріалу у вигляді тригранної піраміди розм'якшується та деформується так, що його вершина дотикається основи.

Вогнестійкість – здатність матеріалу зберігати фізико-хімічні властивості під дією вогню; характеризується довготривалістю опору дії вогню до втрати міцності.

Термостійкість – здатність матеріалу витримувати різні коливання температур, не руйнуючись; визначається числом попереми́нних нагрівань (до $1300 \text{ }^\circ\text{C}$) і охолоджень у проточній воді з температурою $5\text{-}25 \text{ }^\circ\text{C}$, які витримує матеріал до втрати ним 20% своєї початкової маси.

Термін служби – період часу від початку експлуатації виробу до моменту виникнення граничного стану, зазначеного в технічній документації.

Старіння – зміна фізико-хімічних і механічних властивостей та структури матеріалів при експлуатації або тривалому зберіганні, яке відбувається у матеріалах з підвищеним рівнем внутрішньої енергії.

Деформованість – властивість твердих матеріалів змінювати форму або об'єм під дією механічного навантаження, власної маси, намагнічування, електричного заряду; визначається рівнем пружних та залишкових деформацій при заданих зовнішніх діях.

Електричний опір – властивість матеріалу перешкоджати проходженню електричного струму.

Електропровідність – властивість матеріалу проводити електричний струм під впливом незмінного в часі електричного поля.

Будівельні матеріали залежно від значень параметрів горючості поділяють на негорючі (НГ) та горючі (Г).

До негорючих відносять будівельні матеріали при таких значеннях параметрів горючості:

- приріст температури в печі не більше $50 \text{ }^\circ\text{C}$;
- втрата маси зразка не більше 50% ;

- тривалість стійкого полуменевого горіння не більше 10 с.

Будівельні матеріали, що не відповідають хоча б одному з вказаних значень параметрів, відносяться до горючих.

Під **стійким полуменевим горінням** слід розуміти безперервне полуменеве горіння матеріалів протягом не менше 5 с.

Віднесення будівельних матеріалів до негорючих здійснюється експериментальним шляхом.

Горючі будівельні матеріали залежно від значень параметрів горючості поділяють на чотири групи (тема 2, табл. 5).

У цілому ряді випадків крім характеристик горючості будівельних матеріалів необхідно мати дані про здатність їх до займання під впливом променистої теплоти, для визначення займистості [Рожков].

Під **займистістю** розуміють здатність речовин та матеріалів до спалахування.

Спалахування – це початок полуменевого горіння під дією джерела запалювання. При даному стандартному випробуванні характеризується усталеним полуменевим горінням.

Поверхнева густина теплового потоку (ПГТП) – променистий тепловий потік, що діє на одиницю поверхні зразка.

Критична поверхнева густина теплового потоку (КПГТП) – мінімальне значення поверхневої густини теплового потоку, при якій виникає стійке полуменеве горіння.

Горючі будівельні матеріали залежно від величини КПГТП поділяють на три групи займистості (Тема 2, табл. 9).

6 Основні частини будинків та будівельних конструкцій, їхня поведінка в умовах пожежі

Будівлею вважається наземна споруда, що має внутрішній закритий простір та призначена для виконання побутових, громадських, виробничих, складських або господарських функцій.

За своїм функціональним призначенням будівлі поділяють на цивільні (житлові та громадські), промислові та сільськогосподарські.

Капітальність будівлі характеризується її довговічністю та ступенем вогнестійкості. **Довговічність** визначається строком служби будівлі (її будівельних конструкцій) без втрати експлуатаційних якостей, що вимагаються. За довговічністю будівлі поділяють на чотири ступені: перший визначає строк служби більший ніж 100 років; другий – 50-100 років; третій – 20-50 років; четвертий – менше 20 років [Рожков].

Будівлі можуть бути одноповерховими та багатоповерховими. При визначенні поверховості враховують тільки надземні поверхи, що розташовані вище нульової позначки будівлі, тобто над рівнем землі. Поверх, підлога якого заглиблена нижче поверхні землі більш ніж на половину висоти, називається **підвальним**. При меншому заглибленні підлоги нижче нульової позначки поверх називається цокольним. Будівлі висотою 10 та більше поверхів, а також

будівлі висотою понад 30 м від планувальної позначки землі до рівня підлоги верхнього поверху відносяться до **будівель підвищеної поверховості**.

Всі інші споруджені об'єкти, які не відносяться до будівель та служать для виконання суто технічних завдань, вважаються інженерними спорудами, наприклад: естакади, мости, відкриті виробничі установки, резервуари, димові труби тощо.

Кожний збудований об'єкт складається з будівельних конструкцій, що являють собою елементи будівлі та споруди, виконують несучі, огорожувальні або суміщені (несучі та огорожувальні) функції.

До основних частин (конструктивних елементів) будівель та споруд відносяться фундаменти, стіни, перекриття, опори, перегородки, покрівлі, сходи, вікна, двері, ворота, світлові ліхтарі.

Фундамент – підземна частина будівлі (конструкції), призначена для сприймання та розподілу навантажень від будівлі на її основу.

Стіна – частина будівлі, що виконує функції вертикальної огорожувальної та несучої конструкції. Стіни служать для огороження приміщень від зовнішнього атмосферного впливу (зовнішні стіни) та для розділення внутрішнього об'єму будівлі на окремі приміщення (внутрішні стіни). Стіни визначають **як самонесучі**, коли вони обпираються на фундамент та несуть навантаження тільки під дією власної маси; **несучими**, якщо крім власної маси вони сприймають й інші навантаження (наприклад, від міжповерхових перекриттів); **ненесучими**, якщо вони виконують тільки огорожувальні функції, тобто не обпираються на фундаменти та передають навантаження від власної маси в межах кожного поверху на інші елементи будівлі.

Ненесучі стіни з панелей, що навішені на колони або балки, називають **навісними каркасно-панельними**.

Стіни також поділяють на поздовжні та поперечні.

Перегородка – внутрішня ненесуча стіна, призначена для поділу поверху будівлі на окремі приміщення.

Цоколь – нижня частина зовнішньої стіни, що частково виступає за її зовнішню площину.

Фронтон – ділянка поперечної стіни, яка відгороджує горищний простір при двосхилій покрівлі.

Парапет – невисока стінка, що огорожує покрівлю. На цей час здебільшого виготовляється з металевих конструкцій.

Вертикальні прямокутні виступи стіни називають пілястрами, напівкруглі – **напівколонами**, з похилою гранню – **контрфорсом**. Всі ці виступи служать для посилення міцності та стійкості стін.

Опори – будівельні пристрої у вигляді вертикальних стрижневих елементів, які з'єднують конструкції та передають навантаження на фундаменти. Опори залежно від матеріалу називають стояками, стовпами або колонами. Стояки найчастіше виробляють з дерева, стовпи – з каміння, а колони бувають сталевими або залізобетонними.

Розташовані всередині будівлі окремі опори та балки утворюють внутрішній каркас будівлі.

Перекрыття сприймають навантаження, розділяють будівлю на поверхи та являють собою горизонтальні несучі конструкції. Перекрыття спираються на вкладені по опорах балки, що називаються прогонами або ригелями, чи безпосередньо на опори. Поверхи відділяються один від одного міжповерховими перекрыттями. Перекрыття над підвалом називають **надпідвальними**, а перекрыття під горищем – **горищним**.

Покрівля – верхнє огороження будівлі, що сприймає навантаження від своєї маси, снігу та вітру і призначене для захисту приміщень від зовнішніх кліматичних факторів та впливів. Складається з двох частин: несучої (стропила, ферми, арки, рами, склепіння) та огорожувальної (покрівля).

Покриття – частина будівлі, що огорожує її зверху та суміщає функції стелі приміщення (горищного перекрыття) та покрівлі.

Покрив – верхня оболонка даху, що складається з водонепроникного килима та основи.

Сходи – конструктивний елемент будівлі, що служить для сполучення між поверхами, руху людей та пересування предметів. Сходи складаються з сходових маршів та площадок сходів. Для безпеки та зручності пересування сходові марші огорожуються перилами. Приміщення, в яких розміщені сходи, називаються сходовими клітками.

Двері складаються з коробки та дверного полотна і закривають відповідні прорізи.

Вікна – огорожувальні елементи будівель, призначені для природного освітлення та вентиляції приміщень.

Ліхтарі – засклені надбудови на покритті будівель, що призначені для верхнього освітлення.

Залежно від матеріалу виготовлення, основні будівельні конструкції поділяють на кам'яні, залізобетонні, металеві, дерев'яні, а також такі, що вміщують полімерні матеріали.

Будівельні конструкції характеризуються показниками: межею вогнестійкості та допустимою межею поширення вогню.

У всіх будівлях мають бути обов'язково передбачені конструктивні, об'ємно-планувальні та інженерно-технічні рішення, які у випадку пожежі здатні забезпечити:

- можливість евакуації людей, незалежно від їх віку та фізичного стану, назовні на прилеглу до будівлі територію до настання загрози їх життю та здоров'ю як результату впливу небезпечних факторів пожежі; можливість рятування людей;

- доступ особового складу пожежних підрозділів та подачу засобів пожежогасіння до осередку пожежі, а також можливість виконання заходів щодо рятування людей та матеріальних цінностей;

- обмеження прямих та побічних збитків, включаючи саму будівлю та її вміст;

- обмеження розповсюдження пожежі у будівлі, а також на сусідні будівлі та споруди, в тому числі при заваленні будівлі, яка горить.

7 Способи підвищення вогнестійкості залізобетонних конструкцій та методи захисту несучих металевих конструкцій і конструкцій з деревини

При впровадженні відповідних конструктивних рішень та при використанні матеріалів з покращеними термоміцними характеристиками можна збільшити межу вогнестійкості залізобетонних конструкцій [Рожков].

Підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій можна досягти шляхом:

- збільшення товщини та площі поперечного перерізу конструктивних елементів;
- збільшення товщини шару бетону в залізобетонних конструкціях, що працюють на прогин та розтяг;
- зменшення навантажень та вибору арматури з більш високими критичними температурами;
- нанесення штукатурних та облицювальних матеріалів з низькою теплопровідністю.

Як показали досліди та спостереження на пожежах вогнестійкість металевих несучих конструкцій є невеликою (близько 0,2-0,4 год.), під дією високих температур вони швидко втрачають стійкість та міцність. Збільшення вогнестійкості металевих будівельних конструкцій здійснюється за допомогою технічних та проектних рішень [<https://studfile.net/preview/5157322/page:100/>].

До технічних рішень, що уповільнюють нагрівання належать: встановлення захисного шару шляхом бетонування, штукатурення, обкладання цеглою; виконання теплоізоляційних екранів; нанесення вогнезахисного покриття.

Застосування того чи іншого способу вогнезахисту залежить:

- від величини необхідної межі вогнестійкості;
- типу конструкції, що підлягає захисту та її положення в просторі (вертикальні, горизонтальні, похилі);
- виду навантажень, що діють на конструкцію (статичні, динамічні);
- температури, вологості та агресивності навколишнього середовища;
- від збільшення навантаження на конструкцію внаслідок ваги вогнезахисних матеріалів;
- естетичних вимог.

Використовують два методи захисту металевих конструкцій: тепловідвід та теплоізоляцію.

Тепловідвід здійснюється охолодженням порожнистих сталевих конструкцій рідиною, що циркулює, та заповненням порожнистих колон бетоном. У ряді зарубіжних країн побудовані будівлі з металевими каркасами, які заповнюються водою для збільшення межі їх вогнестійкості. Водою заповнюють колони каркаса будівлі, в окремих випадках також водою заповнюють балки перекриттів [Рожков]. Для цих цілей використовують воду з антикорозійними добавками, а для неопалювальних будівель - антифриз. Такі системи можуть бути з разовим наповненням під час пожежі, з постійним

заповненням водою з природною або примусовою циркуляцією. Межа вогнестійкості захищених таким чином конструкцій, залежно від їх товщини та швидкості руху води, може досягати двох годин.

Для вогнезахисту методом теплоізоляції, в основному, використовують три способи:

- збільшення товщини захисного шару шляхом облицювання цеглою, бетонуванням, штукатуренням;
- встановлення теплоізолювальних облицювань (екранів);
- нанесення вогнезахисних покриттів.

Традиційним способом вогнезахисту сталевих колон є облицювання (обкладення) їх цеглою. Приклади облицювання колон цеглою наведено на рис.7 [Рожков].

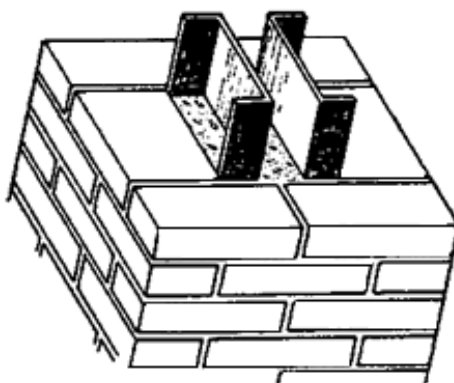


Рисунок 7 – Облицювання колон цеглою

Щоб запобігти руйнуванню цегляної кладки внаслідок неоднакового теплового розширення колони та кладки, між ними влаштовують невеликий зазор. Саму кладку армують за допомогою сталевих анкерів, які зварюють із захисної конструкцією.

Облицювання сталевих колон у півцеглини зберігається при всіх вогневих випробуваннях та забезпечує захист колон протягом 5 год. Колони, обкладені у чверть цеглини, за результатами випробувань, мали межу вогнестійкості 2 год 10 хв. У той же час, якщо в таких колонах простір між облицюванням та сталевим стрижнем заповнюють бетоном, шлаком, іншими негорючими матеріалами, то межа вогнестійкості такої конструкції може бути збільшена до 3 год.

Для захисних облицювань найчастіше використовують легкий бетон, керамічну цеглу, збірні плити з легких бетонів, порожнисте керамічне каміння, гіпсові, азбоцементні, скловолокнисті та мінеральні плити, штукатурку.

Вогнезахисні штукатурки виготовляють із суміші порожнистого заповнювача (перліт, вермикуліт) та в'язучої речовини (цемент, вапно, гіпс, рідке скло).

Перед нанесенням штукатурки металеві конструкції ретельно очищують від бруду та іржі та армують сталеву сіткою 3 з розміром вічка до 100 мм, прикріпленою до захищуваної конструкції 2 анкерами 1 на відстані 10 мм від

її поверхні. При використанні об'ємної сітки 5 (сітки рабиця) її можна накладати безпосередньо на поверхню конструкції.

При нанесенні штукатурки методом напівсухого торкретування в якості армуючих елементів можна використовувати Г-подібні шпильки 4, виконані з дроту діаметром 3-4 мм та завдовжки не менше 80 мм, які кріпляться до захищеної поверхні з кроком 200 мм та після приварювання відгинаються таким чином, щоб відстань від її кінцевих крайок до поверхні конструкції не перевищувала 10 мм. Кінці шпильок, суміжні з кутами конструкції, повинні виступати за крайки грані на 10 мм.

Колони та балки, виконані зі швелера або двотавра поличками назовні, перед кріпленням армуючої сітки 5 обертають склотканиною або фольгою 6, які закривають порожнини та знижують витрати теплоізоляційних матеріалів. З метою збільшення жорсткості облицювання використовують армований каркас 7.

Шар штукатурки завтовшки 25 мм, нанесений по металевій сітці, підвищує межу вогнестійкості сталевій колони до 50 хв, а шар товщиною 50 мм – до 2 год.

Вогнезахисні штукатурки наносять як на заводі, де виробляють будівельні конструкції, так і безпосередньо на новобудові вручну або механізованими способами.

Для захисту металевих конструкцій широко використовують різні теплоізоляційні плити, виконані з керамзиту, вермикуліту, мінеральної вати, керамічного волокна, азбоцементу. Межа вогнестійкості сталевій колони, захищеної гіпсовими плитами завтовшки 30 мм та шаром штукатурки 20 мм, досягає 2 год. До недоліків такого захисту слід віднести усадку гіпсових плит та наступне їх завалення при пожежі. Причиною усадки є фізико-хімічні процеси, які протікають у гіпсі під час нагрівання. Цю властивість плит усувають шляхом додання до гіпсу дрібного шлаку або деревної тирси об'ємом 2%.

Азбоцементні плити завтовшки 40 мм з шаром штукатурки 20 мм забезпечують захист сталевій колони також протягом 2 год. Керамзитові плити завтовшки 40 мм зі штукатуркою завтовшки 20 мм забезпечують двогодинний захист сталевій колони, а плити завтовшки 65 мм при тому ж шарі штукатурки збільшують межу вогнестійкості до 3,5 год.

Для підвищення вогнестійкості металевих конструкцій використовують й теплоізоляційні елементи, які оберігають захищену поверхню від безпосереднього теплового впливу під час пожежі. З метою вогнезахисту горизонтальних конструкцій використовують вогнезахисні підвісні стелі, вертикальних конструкцій – вогнезахисні шкаралупи.

Одним з найперспективніших напрямків у галузі захисту сталевих елементів та конструкцій від вогню є використання спучуваних складів (фарб, обмазок), вогнезахисні властивості яких проявляються за рахунок збільшення товщини їх шарів та змінювання теплофізичних характеристик при інтенсивному тепловому впливі. Розглянемо дію таких складів на прикладі вогнезахисної інтумісцентної (такої, що спінюється під впливом високої

температури) фарби Протект-1, розробленої на основі кислотного та вуглецевого донорів, стартових реактивів, органічного зв'язуючого.

Під впливом високої температури (більше 200 °С) кислотний донор розкладається й при цьому виділяється поліфосфатна кислота, під дією якої вуглецевий донор перетворюється в складний фосфатний ефір і воду. Ефір утворює суміш вуглецю, фосфатної кислоти та води. Через те, що такі реакції проходять за температурою 200-250 °С, вода перетворюється у пару, а вуглецево-фосфатнокисла суміш утворює піну, яка розширюється газами, що виділяються стартовими реактивами. Саме така піна й виконує вогнетермозахисні функції.

Для захисту горючих матеріалів від займання застосовують такі способи: термоізоляцію, вогнезахисне просочування, нанесення вогнезахисного покриття. Термоізоляція досягається при обштукатурюванні дерев'яних конструкцій, обшивці сталевими листами по азбесту чи повсті з глиною. Оброблення горючих матеріалів вогнезахисним покриттям полягає в тому, що на їх поверхню наносять густий шар спеціальної фарби, що складається з речовин, які самі по собі не горять, досить довго не руйнуються у вогні і мають низьку теплопровідність. Вогнезахисне просочування здійснюється антипіренами та їх водними розчинами (рідке скло, фтористий натрій, хлористий кальцій тощо). Цей спосіб оброблення деревини ефективніший ніж покриття вогнезахисною фарбою, однак дорожчий та трудомісткіший.

За просочуваністю породи деревини поділяють на три групи:

- 1 – легкопросочувані;
- 2 – помірно просочувані;
- 3 – важкопросочувані.

Розглянемо основні способи вогнезахисного просочування деревини [Рожков].

Поверхнєве просочування здійснюється нанесенням на поверхню деревини вогнезахисного засобу способами занурення, нанесення пензлем, обприскуванням.

Поверхнєве просочування має забезпечувати проникнення антипіренів вглиб деревного комплексу, не менше: для 1-ї та 2-ї груп просочуваності – 3 мм; для 3-ї групи просочуваності – 1 мм.

Просочування вимочуванням здійснюється способом вимочування та способом прогрів – холодна ванна. При останньому використовуються три варіанти:

- прогрів та просочування здійснюються у ванні з заміною гарячого розчину захисного засобу холодним без оголення виробів з деревини або заповнюванням ванни холодним розчином захисного засобу після прогріву просочуваної деревини паром;

- здійснюється прогрів та просочування в одній ванні, залишаючи захисний засіб в гарячому розчині до остигання;

- прогрів та просочування здійснюють у двох ваннах з перенесенням деревини, що просочується, з однієї ванни в іншу.

Просочування вимочуванням має забезпечити проникнення захисного засобу вглиб деревного комплексу, не менше: для 1-ї та 2-ї груп просочуваності – 5 мм; для 3-ї групи просочуваності – 3 мм.

Автоклавне просочування здійснюється під тиском в автоклавах такими способами: автоклавне просочування водорозчинними захисними засобами під тиском; просочування способом вакуум – атмосферний тиск – вакуум; автоклавне-дифузійне просочування; сушіння-просочування.

Автоклавне просочування повинно забезпечити проникнення захисних засобів вглиб деревного комплексу, не менше: для 1-ї та 2-ї груп просочуваності – 15 мм; для 3-ї групи просочуваності – 10 мм.

Під час просочування в автоклавах або методом гаряче-холодних ванн використовуються в ролі захисних засобів солі сірчаноокислого та фосфорноокислого амонію. Солі амонію зменшують температуру обуглення деревини і тому ще в початковій стадії пожежі на її поверхні утворюється шар вугілля, зменшується теплота згоряння деревини, в результаті чого її самостійне горіння стає важким.

Поглинання деревиною сухих солей антипірену при глибокому просочуванні має складати не менше $66 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ [Рожков].

Тепер, беручи до уваги принцип ізоляції поверхні деревини від впливу теплового потоку, використовують різні лакофарбові покриття та обмазки, які спучуються під впливом полум'я та температури під час пожежі і таким чином запобігають розкладу деревини протягом часу, який потрібен для виявлення та гасіння пожежі в приміщенні.

Вогнезахищену деревину за ефективністю вогнезахисту поділяють на дві групи:

I – деревина, що належить до важкогорючих матеріалів;

II – деревина, що належить до важкозаймистих матеріалів.

Вогнезахищена деревина I групи включає такі три підгрупи:

IA – важкогорюча деревина, не здатна до самостійного горіння протягом тривалого часу в умовах розвиненої пожежі. При спеціальних випробуваннях середня втрата маси десяти зразків після двохвилинного впливу джерела запалювання повинна бути не більше 5%, максимальна температура димових газів – не більше $220 \text{ }^\circ\text{C}$, самостійне горіння та тління відсутні;

IB – важкогорюча деревина, не здатна до самостійного горіння протягом тривалого часу в умовах розвиненої пожежі. При випробуваннях середня втрата маси десяти зразків має бути не більше 7%, максимальна температура димових газів – не більше $250 \text{ }^\circ\text{C}$, час самостійного горіння та тління – не більше 1 хв;

IV – важкогорюча деревина, не здатна до самостійного горіння в початковій стадії пожежі. Допустима втрата при випробуваннях маси десяти зразків має бути не більше 9%, максимальна температура димових газів – не більше $350 \text{ }^\circ\text{C}$, час самостійного горіння та тління – не більше 1хв.

Вогнезахищена деревина II групи – це важкозаймиста деревина, не здатна до горіння від малокалорійних джерел запалювання. При відповідних

випробуваннях середня втрата маси десяти зразків повинна бути не більше 25%.

Вогнезахисні покриття для деревини випробують за методом, суть якого полягає у впливі полум'я пальника із заданими параметрами на зразок деревини з вогнезахисним покриттям або просоченням, який розміщується в керамічній трубі спеціальної установки, в умовах, що сприяють акумулюванню тепла, та визначенню втрати маси цих зразків деревини після вогневих випробувань.

Залежно від величини втрати маси цих зразків покриття чи просочувальний засіб належить до відповідних груп вогнезахисної ефективності:

I – засоби, що забезпечують одержання важкогорючої деревини;

II – засоби, що забезпечують одержання важкозаймистої деревини;

III – засоби, що не забезпечують вогнезахист деревини.

Періодичність повторного вогнезахисту деревини в період її експлуатації визначається відповідно до технічних умов на просочувальні склади [Рожков].

Для перевірки якості вогнезахисту, виконаного поверхневими способами, можна використовувати експрес-метод. Зі зразків вогнезахисленої деревини, яка висушена до повітряно-сухого стану (досягнення рівноважної вологості), зрізають стружку (пробу) завтовшки до 1 мм. Загальна кількість проб з усіх зразків повинна бути не менше десяти, а при просочуванні одиначної великогабаритної продукції (конструкції, виробу тощо) – не менше десяти проб з кожної одиниці продукції. Проби мають зрізатися, як правило, з різних місць. Стружку деревини (пробу) поміщують в полум'я сірника та витримують протягом 15 с. По закінченні цього строку експозиції визначають тривалість часу (здатність) самостійного горіння та тління стружки.

Поверхнєве вогнезахисне просочування визначається як якісне, а вогнезахислена деревина – такою, що відповідає II групі, якщо після видалення джерела вогню не менше 90 % проб не будуть підтримувати самостійного горіння та тління.

Вогнезахислена деревина при місцевому впливові на неї будь-якого джерела вогню може обвуглюватися, однак полум'я, яке при цьому виникає, не повинно поширюватися по її поверхні, а обвуглювання та руйнування повинно бути обмежене місцем прикладання джерела запалювання.

Вогнезахисне просочування здійснюється всіма способами, що забезпечують потрібну групу вогнезахисної ефективності. Вибір способу вогнезахисту деревини, захисного засобу проводять з урахуванням конструктивних, технологічних та техніко-економічних вимог, що висуваються до вогнезахисленої деревини, та згідно з умовами її експлуатації.

Особливістю горіння ряду дерев'яних конструкцій є розповсюдження пожежі по порожнинах, які влаштовуються, зокрема, для вентиляції з метою запобігання гниттю деревини. Полум'я при пожежах всередині порожнин поширюється зі швидкістю понад $3 \text{ м} \cdot \text{хв}^{-1}$ і тривати такий процес може приховано. Тому порожнини необхідно виключати, а при їх наявності -

заповнювати негорючими матеріалами або розділяти на секції по 3 м² діафрагмами з важкогорючих матеріалів.

Особливу увагу слід приділяти виявленню уражених вузлів дерев'яних конструкцій, здатних викликати їх передчасне завалення, та захисту таких вузлів. Дерев'яні конструкції мають випробовуватися або розраховуватися на вогнестійкість разом з вузлами кріплення, з'єднання, опорами, затяжками тощо.

8 Обмеження поширення пожежі між будинками та в середині будинків

Відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 *обмеження поширення пожежі між будинками* досягається:

- розміщенням вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних виробничих і складських будинків, зовнішніх установок, складів горючих рідин, горючих газів з урахуванням переважаючого напрямку вітру, а також рельєфу місцевості;

- встановленням протипожежних відстаней між будинками, зовнішніми установками, а також відкритими майданчиками для зберігання пожежонебезпечних речовин і матеріалів;

- зниженням пожежної небезпечності будівельних матеріалів, що використовуються в зовнішніх огорожувальних конструкціях, у тому числі облицювання, оздоблення, опорядження (далі – облицювання) фасадів будинків, а також у покриттях;

- застосуванням конструктивних рішень, спрямованих на створення перешкоди поширенню пожежі між будинками, наприклад: влаштування протипожежних стін, обмеження площі віконних та інших прорізів у зовнішніх стінах, використання вогнестійкого скління віконних прорізів, протипожежних завіс (екранів) тощо.

Протипожежні відстані слід встановлювати залежно від призначення, категорії за вибухопожежною та пожежною безпекою, ступеня вогнестійкості будинків. Визначення величини протипожежної відстані, якщо така величина не встановлена нормативним документом, може здійснюватися з використанням розрахункових або експериментальних методів.

Обмеження поширення пожежі в будинках досягається ДБН В.1.1-7:2016:

- застосуванням конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, спрямованих на створення перешкод поширенню небезпечних чинників пожежі приміщеннями, між приміщеннями, поверхами, протипожежними відсіками та секціями; зменшенням пожежної небезпеки будівельних матеріалів (у тому числі облицювань), конструкцій, елементів систем електропроводки, що застосовуються у приміщеннях і на шляхах евакуації;

- зменшенням вибухопожежної та пожежної небезпеки технологічного процесу, використанням засобів, що перешкоджають розливанню та розтіканню горючих рідин під час пожежі;

- застосуванням систем протипожежного захисту (автоматичних систем пожежогасіння, систем протидимного захисту), а також інших інженерно-технічних рішень, спрямованих на обмеження поширення небезпечних чинників пожежі.

До протипожежних перешкод відносять:

- протипожежні стіни
- перегородки
- перекриття

Для заповнення прорізів у протипожежних перешкодах застосовують протипожежні: двері, ворота, вікна, люки, клапани, завіси (екрани).

Для захисту прорізів також використовують протипожежні тамбур-шлюзи.

Область застосування протипожежних дверей, воріт, люків. За способом монтажу найбільш широке застосування в будівлях і спорудах отримали однопільні протипожежні двері навісного типу. Дверні прорізи, захищені ними, використовують як евакуаційні виходи, якщо пристрої для самозачинення та ущільнення дверей в сінях не перешкоджають їх відкриванню з будь-якого боку без ключа. Розсувні і підйомно-опускні двері, ворота, люки застосовують в основному для захисту технологічних прорізів в складських приміщеннях і сушильних камерах. Розсувні і підйомно-опускні двері не влаштовують на шляхах евакуації. У вибухонебезпечних приміщеннях застосовують іскробезпечні двері, в яких для попередження іскріння від механічних впливів все труться, а також кромки полотна захищають латунню або іншим кольоровим металом.

Захист технологічних прорізів. При пропуску через протипожежні перешкоди різного роду комунікацій необхідно ретельно закладати шви і щілини, як правило, цементним розчином. Для захисту періодично використовуваних технологічних прорізів застосовують протипожежні двері, ворота, люки, клапани та тамбур-шлюзи. Особливу турботу викликає захист прорізів при пропуску через них різного роду конвеєрів і технологічних ліній. Отвори в стінах для пропуску конвеєрів досить значні і часто служать причиною поширення пожежі. Прорізи для транспортерів, які переміщують штучні великогабаритні вироби, зазвичай захищають розсувними заслони, спосіб самозачинення яких аналогічний описаному вище для розсувних протипожежних дверей. Оскільки заслони не забезпечують досить щільного перекриття отвору, їх доповнюють кругової водяною завісою. У всіх розглянутих випадках мінімальна межа вогнестійкості клапанів і заслонів відповідає типу і виду протипожежної перешкоди, в якій передбачають захист технологічного отвору.

Захист дверних і технологічних прорізів у протипожежних перешкодах [Рожков]. Для захисту дверних та технологічних прорізів у протипожежних перешкодах застосовуються протипожежні двері, ворота, люки, клапани та тамбур-шлюзи. За способом навішування розрізняють навісні, розсувні і підйомно-опускні протипожежні двері (ворота). Всі протипожежні двері, що влаштовуються в протипожежних перешкодах,

незалежно від способу установки обладнають механізмом для самозачинення. Навісних одностулкові двері є більш надійними, ніж двостулкові, так як забезпечують більшу щільність.

Противопожежна завіса. Противопожежна завіса являє собою пристрій для захисту порталних прорізів сцен клубів і театрів. Відповідно до норм проектування протипожежні завіси передбачають в будинках клубів, театрів та інших установ аналогічного призначення із залами для глядачів місткістю 800 місць і більше. Надійна і ефективна робота протипожежної завіси має велике значення для забезпечення безпечної евакуації глядачів і успішного гасіння пожежі. Це визначає конструкцію завіси, яка повинна володіти відповідним межею вогнестійкості, міцністю і газонепроницаемостью.

9 Противибуховий захист будівель та споруд

Головною ознакою вибуху є миттєва зміна тиску, що залежить від температури та об'єму продуктів горіння. Завдання попередження вибуху у виробничих будівлях та спорудах вирішують на стадії їх проектування з урахуванням не тільки економічної ефективності технологічного процесу, але й безпеки. Навантаження, яке виникає при вибуху, на огорожувальні будівельні конструкції може досягати сотень тисяч Паскалей, що значно перевищує допустимий тиск, при якому такі конструкції зберігають несучу здатність й цілісність. Ступінь руйнування конструкцій та будівель залежно від величини тиску вибуху наведена в табл. 17.

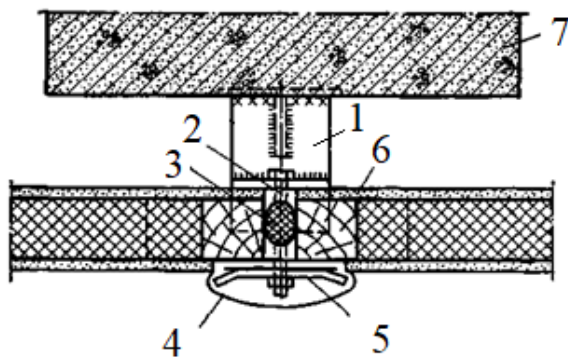
Таблиця 17 – Ступінь руйнування конструкцій та будівель залежно від величини тиску вибуху

Надлишковий тиск на конструкції, Па	Ступінь руйнування конструкцій
$\Delta P_B \leq 5 \cdot 10^3$	Руйнування застосування, легких перегородок, розкриття легкоскиданих конструкцій, дверей, воріт
$5 \cdot 10^3 < \Delta P_B \leq 5 \cdot 10^4$	Руйнування плит покриття, перекриттів, покрівлі, цегляних стін завтовшки до 51 см, бетонних стін завтовшки до 26 см
$5 \cdot 10^4 < \Delta P_B \leq 10^5$	Руйнування будівель зі сталевим каркасом, цегляних стін завтовшки до 64 см, бетонних стін завтовшки до 36 см
$\Delta P_B > 10^5$	Повне руйнування цегляних та залізобетонних будівель

Для забезпечення вибухозахисту будівель слід прагнути того, щоб тиск вибуху не перевищував допустимого для будівельних конструкцій. У цих цілях використовуються легкоскидані конструкції [Рожков].

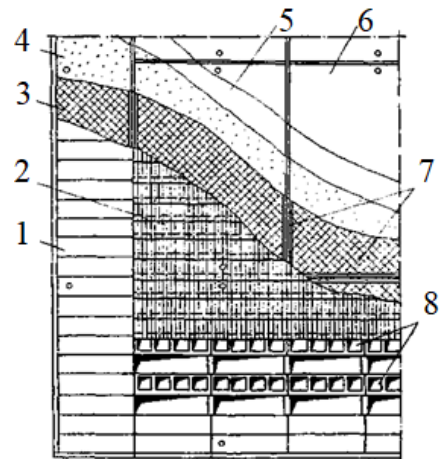
До легкоскиданих конструкцій належать стінові та покрівельні панелі, вікна, двостулкові двері та ворота, а також інші огорожувальні конструктивні елементи, руйнування та розкриття яких у разі вибуху має місце при надлишковому тиску, що не перевищує допустимого для основних несучих та огорожувальних конструкцій будівлі.

Стінові вибивні панелі являють собою полегшені огорожувальні конструкції, надійність спрацювання яких при вибуху забезпечується відповідним кріпленням до каркаса. Зміщення панелі виникає за рахунок її локального руйнування в місцях кріплення або руйнувань вузлів кріплення. Варіант поєднання легкоскиданих стінових панелей з каркасом будівлі наведений на рис. 9. При улаштуванні ділянок легкоскиданих покриттів використовуються спеціальні залізобетонні плити з отвором типу ПЛ (плита легкоскидана) або полегшені покрівельні панелі. Будова легкоскиданого покриття показана на рис. 10.



1 – анкер; 2 – кріпильний болт; 3 – герметик; 4 – нащільник; 5 – шайба; 6 – стінова тришарова панель; 7 – колона

Рисунок 9 – Схема кріплення стінових легкоскиданих конструкцій



1 – суцільні залізобетонні плити; 2 – азбоцементні листи; 3 – теплоізоляція; 4 – цементно-піщана стяжка; 5 – водоізоляційний килим; 6 – захисний шар; 7 – розкривні шви; 8 – плити

Рисунок 10 – Схема улаштування легкоскиданого покриття

Для забезпечення просторової роботи каркаса будівлі з легкоскиданою покрівлею по контуру, а також по середнім поздовжнім рядам колон укладають плити без отворів [Рожков].

Недоліками такого роду покриттів є відносно велика маса, малий коефіцієнт прорізовості та наявність суцільного килиму м'якої покрівлі по основі. Наявність килиму м'якої покрівлі призводить до підвищення надлишкового тиску при вибуху. Тому саме при проектуванні легкоскиданих покриттів з вказаної покрівлі передбачаються розкривні шви, що розрізають рулонний килим та цементну стяжку.

Розкривні шви обов'язково передбачають на межах ділянок легкоскиданої конструкції покрівлі.

Значно збільшити коефіцієнт прорізовості й зменшити масу покриттів можна шляхом використання панелей із відповідних матеріалів. При використанні малорозмірних плит конструкції покриттів виконують з

прогонами по балках або верхніх поясах ферм. Обпирання великорозмірних панелей виконують безпосередньо по кроквяних конструкціях.

Для улаштування покриттів, що вентилуються, використовують великорозмірні азбоцементні панелі. Така панель монтується з чотирьох поздовжніх азбоцементних швелерів, трьох поперечних азбоцементних діафрагм, двох плоских листів завтовшки 10 мм та мінераловатного утеплювача. При улаштуванні з цих панелей легкоскиданого покриття також потрібно передбачати розкривні шви.

Можна ефективно використовувати для ділянок легкоскиданих покриттів алюмінієво-пластмасові панелі, що складаються з облямування, плоских алюмінієвих листів завтовшки 1-2 мм та утеплювача.

Покриття по профільованому настилу, що використовуються у промисловості, також можуть бути використані під легкоскидану покрівлю при відповідному кріпленні до прогонів.

Найкращий ефект дають легкоскидані конструкції та елементи у вигляді засклених прорізів. Величина надлишкового тиску, що руйнує засклення, залежить від товщини, площини одного скла в рамі та співвідношення його сторін. При площі скла менше 0,8 м² руйнівний тиск різко зростає та може, в деяких випадках, перевищувати допустимий тиск на конструкції. Тому для віконних рам з площею одного скла менше нормованої величини необхідно передбачати поворотні шарніри або завіси. Залежно від розміщення осі обертання елементи засклення можуть бути верхньо-, нижньо- та середньопідвісними. За ефективністю спрацьовування легкоскидані конструкції (за усіма іншими рівними умовами) поступаються стіновим вибивним панелям. Отже їх потрібно передбачати тільки в таких випадках, коли за будь-якими причинами відсутня можливість улаштування засклення або стінових вибивних панелей [Рожков].

При перевірці проектних рішень противибухового захисту будівель на відповідність існуючим вимогам, в першу чергу, визначають перелік приміщень, де існує можливість вибуху.

Для локалізації ймовірного вибуху в межах одного приміщення вибивні елементи розміщують в зовнішніх огорожувальних конструкціях будівель, а приміщення з вибухонебезпечними технологічними процесами – коло зовнішніх стін або на верхніх поверхах багатоповерхових будівель.

Питання до самоконтролю: