



Вогнезахисне оброблення
будівельних матеріалів
і конструкцій

Вогнезахисне оброблення будівельних матеріалів і конструкцій

А.С. Пушкаренко, О.В. Васильченко,
Ю.В. Квітковський, Ю.В. Луценко,
О.В. Миргород



Вогнезахисне оброблення
будівельних матеріалів і конструкцій

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

**А.С. Пушкаренко, О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський,
Ю.В. Луценко, О.В. Миргород**

ВОГНЕЗАХИСНЕ ОБРОБЛЯННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

Навчальний посібник

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Харків 2011

УДК 614.841.22:691

ББК 38.96

В61

Авторський колектив:

А.С. Пушкаренко — глави 1, 3, 4, 7, 8;

О.В. Васильченко — глави 1–12;

Ю.В. Квітковський — глави 1–12;

Ю.В. Луценко — глави 2, 3;

О.В. Миргород — глава 2

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів,
які навчаються за напрямом підготовки "Пожежна безпека"
(лист МОН України від 27.09.2010 № 1/11-8980)*

Рецензенти: доктор технічних наук, професор О.Л. Шагін, завідувачий кафедрою залізобетонних та кам'яних конструкцій Харківського Державного технічного університету будівництва та архітектури;
доктор технічних наук, професор Г.М. Шабанова, головний науковий співробітник кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей Національного технічного університету "Харківський політехнічний університет";
кандидат технічних наук, доцент О.А. Стельмах, начальник Науково-методичного центру навчальних закладів МНС України.

Пушкаренко А.С.

В61 Вогнезахисне обробляння будівельних матеріалів і конструкцій: навч. посіб./ А.С. Пушкаренко, О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський, Ю.В. Луценко, О.В. Миргород. – Х.: НУЦЗУ, КП "Міська друкарня", 2011. – 176 с.

ISBN 978-617-619-003-5

Даний навчальний посібник призначено для курсантів, студентів та слухачів, які проходять навчання за напрямом «Пожежна безпека», а також для слухачів категорій спеціального навчання керівників та виконавців робіт протипожежного призначення. В ньому наведено класифікацію будівельних матеріалів та конструкцій за пожежною небезпекою, викладено теоретичні основи вогнезахисту будівельних матеріалів та конструкцій. Розглянуто способи зниження пожежної небезпеки для конструкцій із залізобетону, сталі і деревини, а також для матеріалів на полімерній основі. Надано вимоги до методів випробування, ліцензування, якості виконання вогнезахисту та безпеки праці при проведенні відповідних робіт.

УДК 614.841.22:691

ISBN 978-617-619-003-5

© Пушкаренко А.С., Васильченко О.В.,
Квітковський Ю.В., Луценко Ю.В.,
Миргород О.В., 2011

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ГЛАВА 1. Поняття про будівельні матеріали та їх горіння.....	6
1.1 Загальні відомості про будівельні матеріали.....	6
1.2 Загальні відомості про горіння будівельних матеріалів.....	8
Контрольні запитання до глави 1.....	12
ГЛАВА 2. Класифікація будівельних матеріалів за пожежною небезпекою.....	14
2.1 Основні пожежонебезпечні характеристики будівельних матеріалів.....	14
2.2 Методи визначення показників пожежної небезпеки будівельних матеріалів.....	15
Контрольні запитання до глави 2.....	22
ГЛАВА 3. Класифікація будівельних конструкцій за пожежною небезпекою.....	24
Контрольні запитання до глави 3.....	28
ГЛАВА 4. Теоретичні основи вогнезахисту будівельних матеріалів та конструкцій.....	29
Контрольні запитання до глави 4.....	31
ГЛАВА 5. Вогнезахист залізобетонних конструкцій.....	32
5.1 Поведінка бетону під час пожежі.....	32
5.2 Поведінка залізобетону в умовах пожежі.....	34
5.3 Конструктивні способи підвищення вогнестійкості залізобетонних конструкцій.....	38
Контрольні запитання до глави 5.....	42
ГЛАВА 6. Вогнезахист металевих конструкцій.....	44
6.1 Основи вогнезахисту металів.....	44
6.2 Легування металів.....	44
6.3 Основні засоби вогнезахисту металевих конструкцій.....	45
Контрольні запитання до глави 6.....	56
ГЛАВА 7. Вогнезахист дерев'яних конструкцій та матеріалів на основі целюлози.....	58
7.1 Матеріали та способи вогнезахисту дерев'яних конструкцій.....	58
7.1.1 Просочування деревини.....	61
7.1.2 Вогнезахисні покриття.....	68
7.1.3 Вогнезахисне облицювання.....	84
7.2 Вогнезахист елементів дерев'яних конструкцій і їх вузлів.....	84
7.3 Вогнезахист тканин та паперу.....	90
Контрольні запитання до глави 7.....	98
ГЛАВА 8. Вогнезахист будівельних виробів з матеріалів на полімерній основі.....	100
Контрольні запитання до глави 8.....	107

ГЛАВА 9. Вогнезахист кабельних мереж	109
9.1 Показники пожежної небезпеки кабельної продукції.....	110
9.2 Показники пожежної небезпеки кабельних проходок.....	112
9.3 Засоби для вогнезахисту кабелів.....	116
Контрольні запитання до глави 9	120
ГЛАВА 10. Правові засади до виконання робіт з вогнезахисту.....	122
10.1 Ліцензування робіт з вогнезахисту	122
10.2 Контроль якості виконання робіт з вогнезахисту.....	124
10.2.1 Вимоги щодо якості робіт з вогнезахисної обробки деревини або тканини.....	125
10.2.2 Вимоги щодо якості робіт з поверхневої вогнезахисної обробки.....	125
10.2.3 Вимоги щодо якості робіт з вогнезахисного заповнення	126
Контрольні запитання до глави 10	126
ГЛАВА 11. Організація робіт з вогнезахисту.....	127
11.1 Проектування вогнезахисної обробки	128
11.2 Виконання робіт з вогнезахисної обробки	128
Контрольні запитання до глави 11	130
ГЛАВА 12. Вимоги безпеки при виконанні робіт з вогнезахисту.....	132
12.1 Загальні вимоги	132
12.2 Приймання, транспортування й зберігання засобів вогнезахисту	132
12.2.1 Правила приймання	132
12.2.2 Транспортування	133
12.2.3 Зберігання вогнезахисних засобів	133
Контрольні запитання до глави 12	134
ЛІТЕРАТУРА	135
Додатки	139
Додаток 1	139
Додаток 2	157

ВСТУП

Вогнезахист будівельних конструкцій є одним з важливих аспектів забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд.

Вогнезахист – це зниження пожежної небезпеки різних конструкцій і матеріалів шляхом спеціальної обробки.

Він є складовою частиною загальної системи заходів щодо забезпечення пожежної безпеки, основним засобом профілактики пожеж, пасивним засобом захисту від них. Він спрямований на підвищення фактичної межі вогнестійкості конструкцій до необхідних значень і обмеження межі розповсюдження вогню, а також на зниження горючості матеріалів, запобігання загорянням, уповільненню або припиненню розвитку початкової стадії пожеж і забезпечення її швидкої локалізації.

Вогнезахист сприяє ліквідації пожежі, спрощує реалізацію нових прогресивних рішень у будівництві. Вогнезахист конструкцій і матеріалів збільшує фактичну межу вогнестійкості конструкцій і зменшує швидкість розповсюдження вогню.

Стосовно будівельних конструкцій термін «вогнезахист» має конкретне значення, що полягає в підвищенні їх вогнестійкості і пожежної безпеки за рахунок використання різних вогнезахисних сполук. Найширше їх застосовують для захисту металевих несучих конструкцій (зокрема повітропроводів), дерев'яних конструкцій, елементів легких огорож, килимових покриттів і декоративних тканин.

У сучасних будівлях і спорудах використовується велика кількість конструкцій з різноманітних будівельних матеріалів. Багато з них можуть бути небезпечними при пожежі або сприяти її розповсюдженню.

Важливим постає питання зниження пожежної небезпеки будівельних матеріалів та конструкцій. Тому проблема їх вогнезахисту є дуже актуальною.

У даному навчальному посібнику розглянуто основні процеси, що мають місце при дії високих температур і вогню на будівельні матеріали і конструкції та вплив різних факторів на їх поведінку у цих умовах; методи оцінювання пожежонебезпечних властивостей матеріалів; способи підвищення пожежної безпеки будівельних матеріалів та конструкцій. З цією метою наведено дані про вогнезахист армокам'яних, металевих, дерев'яних, полімерних будівельних конструкцій, кабельних мереж. Також приділено увагу правовим питанням застосування вогнезахисту, вимогам порядку виконання та забезпечення безпеки робіт з вогнезахисту.

Видання призначене для курсантів, студентів, слухачів навчальних закладів та фахівців системи Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій, а також може використовуватися для навчання студентів вищих навчальних закладів та підвищення кваліфікації фахівців будівельних спеціальностей.

ГЛАВА 1. ПОНЯТТЯ ПРО БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЇХ ГОРІННЯ

1.1 Загальні відомості про будівельні матеріали

Матеріал – це хімічна речовина (або сукупність речовин), з якої складається або може бути виготовлений виріб чи конструкція, що мають певне функціональне призначення.

Склад, будову та властивості матеріалів вивчає наука, яка зветься *матеріалознавством*. Складовою частиною матеріалознавства є *будівельне матеріалознавство*. Воно вивчає закономірності протікання процесів, що лежать в основі отримання і використання будівельних матеріалів та виробів, встановлює взаємозв'язок між їх складом, будовою і властивостями.

Будівельні матеріали виконують різноманітні функції:

- забезпечують ізоляцію та належні умови експлуатації збудованих споруд;
- сприймають механічні навантаження від ваги будов та різного транспортного обладнання;
- забезпечують естетичні показники та інше.

За використанням матеріалів та виробів у будівництві їх можна розбити на наступні групи:

- *в'язучі будівельні матеріали* (повітряні та гідравлічні в'язучі) – до цієї групи відносять різні види цементів, вапно, гіпс;
- *конструкційні матеріали* – бетон, залізобетон, цегла, сталь, деревина, що застосовуються для виготовлення несучих конструкцій (фундаментів, колон, балок, ферм);
- *стінові матеріали* – до цієї групи відносять матеріали, з яких виробляють огорожуючі конструкції: природні кам'яні матеріали, глиняну та силікатну цеглу, бетонні, гіпсові та азбестоцементні плити і блоки, вироби з деревини, скла, силікатного ніздрюватого та щільного бетону, панелі і дрібні блоки із залізобетону;
- *оздоблювальні матеріали* – вироби з кераміки, природного лицювального каменю, архітектурно-будівельного скла, гіпсу, цементу, азбесту, а також вироби на основі полімерів, деревини, паперу;
- *тепло-звукоізоляційні матеріали* та вироби – матеріали та вироби на основі мінеральних волокон, скла, гіпсу, азбесту, полімерів;
- *покрівельні матеріали* – м'яка покрівля на основі бітуму, картону і склотканини, азбестоцементу (шифер), мастичне покриття плоских покрівель, черепиця;
- *заповнювачі* для бетону – природні з осадових та вивержених порід (щебінь, пісок), штучні пористі;
- *санітарно-технічні вироби* – опалювальні прилади, котли, ванни, мийки, обладнання для кухонь та сантехнічних вузлів з металу, кераміки, фарфору, полімерів;
- *труби* – чавунні, залізобетонні, азбестоцементні, керамічні, полімерні.

Номенклатура матеріалів, що використовується у будівництві, достатньо велика і поступово розширюється. Класифікують будівельні матеріали за різними ознаками, головні з яких:

1. За походженням:

- *природні* (використовуються без суттєвої переробки природної сировини) - кам'яні плити, блоки, щебінь;
- *штучні* (одержують внаслідок достатньо складної технологічної переробки природної сировини) – гіпс, вапно, цементи, бетони.

2. За призначенням:

- *конструкційні* (для спорудження стін, перекриттів, каркасів) – метал, цегла, деревина, бетон, залізобетон;
- *в'язучі* (для кам'яної кладки, бетонів, штукатурки) – цементи, гіпс, вапно, бітуми;
- *теплоізоляційні* (пінобетон, повсть, мінеральна вата, пінопласт);
- *покрівельні та гідроізоляційні* (черепиця, шифер, толь, руберойд, покрівельне залізо);
- *оздоблювальні та лицевальні* (камінь, кераміка, пластики, лінолеум).

3. За агрегатним станом – тверді, рідкі, газу.

4. За структурою – кристалічні, аморфні, коагуляційні, щільні, пористі, пілоподібні.

5. За речовим складом – мінерали, деревина, метал, органіка.

6. За кількістю компонентів – одно-, дво- та багатокомпонентні.

7. За способом отримання – плавлені, полімеризовані, спечені, обпалені.

8. За техніко-економічними показниками – надійність, довговічність, вартість.

9. За показниками пожежної небезпеки – горючість, димоутворююча здатність, токсичність продуктів горіння, спалахування.

Усі види матеріалів, виробів і конструкцій, які застосовуються у будівництві, мають чітке функціональне призначення. Вони можуть сприймати як силові навантаження різного діапазону величин, так і комплекс інших впливів, що визначаються умовами експлуатації та навколишнього середовища. При цьому вони повинні мати певний запас міцності і бути здатними довгий час опиратися фізичним, хімічним і біологічним впливам у різних умовах. Тому в будинках і спорудах повинні бути закладені матеріали з такими властивостями, які б забезпечили їм не тільки міцність, але й необхідну жорсткість, стійкість і довговічність, щоб вони у повній мірі відповідали санітарно-гігієнічним, архітектурним, протипожежним, економічним та екологічним вимогам.

Якість матеріалів оцінюють кількісно, тобто числовими показниками, які визначають шляхом лабораторних, польових, виробничих випробувань. Випробування виконують за спеціальними методиками, які передбачені відповідними нормативними документами.

1.2 Загальні відомості про горіння будівельних матеріалів

Вогнезахист являє собою широку систему заходів, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки будинків і споруд. Вона включає різноманітні засоби зниження займистості і токсичності продуктів згоряння будівельних матеріалів, використання обмазок, просочень і покриттів, різноманітних конструктивних заходів для захисту конструкцій (наприклад, підвісних стель), застосування протипожежних пристроїв, спринклерних і дренчерних систем і спеціальних планувальних рішень для будинків і споруджень. Проте стосовно до конструкцій термін "вогнезахист" має також більш конкретне поняття, що полягає у використанні вогнезахисних складів і речовин. Найбільш широко їх застосовують для вогнезахисту металевих і дерев'яних конструкцій, а також елементів легких захисних конструкцій.

Згідно з ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять», **пожежа** – позарегламентний процес знищення або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для живих істот і довкілля. **Горіння** – екзотермічний процес, який охоплює окисно-водневі перетворення речовин та (або) матеріалів і характеризується наявністю легких продуктів і (або) світлового випромінювання. Для виникнення процесу горіння необхідні три основні умови:

- наявність *горючої речовини*;
- наявність *окислювача*;
- наявність *джерела запалювання*.

Причому пальна речовина та окислювач повинні бути нагріті до певної температури і знаходитися у відповідному кількісному співвідношенні. Протікання процесу горіння умовно ілюструє схема на рис.1.1.

Джерело запалювання – об'єкт, який виділяє теплову енергію, достатню для запалювання. Відповідно, **запалювання** – ініціювання горіння.

На процес горіння впливають такі фактори:

- хімічний склад матеріалів і/або властивості їх окремих компонентів (реагування з окислювачем);
- густина та агрегатний стан пальної речовини;
- кількість окислювача (кисню): при його нестачі реакція йде не інтенсивно, згоряння неповне, утворюється багато диму;
- вид джерела запалювання: полум'я, іскри, тління, перегріта по-верхня.

Температура горючої речовини, при якій виникає її стійке горіння після впливу джерела запалювання, і є **температурою запалювання** матеріалу. Кількість тепла, що виділяється при згорянні 1 кг горючої речовини, є **теплотою згоряння**. Кількість горючої речовини, що згоряє за одиницю часу на площі 1 м², характеризує **швидкість вигорання** матеріалу.

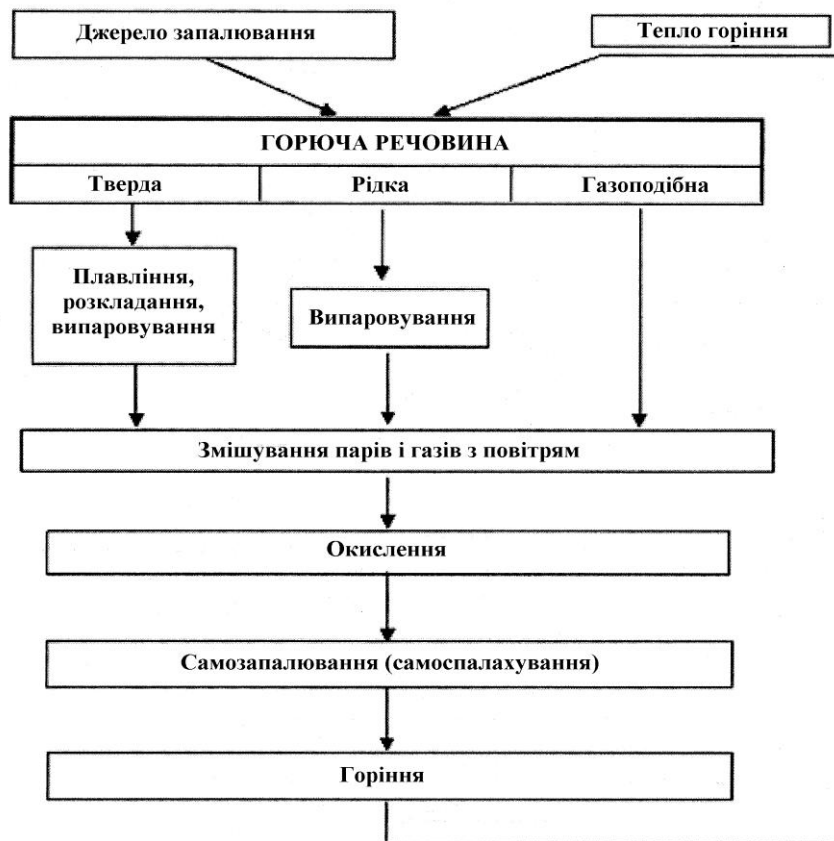


Рисунок 1.1 — Умовна схема протікання процесу горіння

Пальні системи бувають:

- 1) хімічно неоднорідні, у яких горючі речовини та окислювач не перемішані і мають поверхню поділу (горючі тверді матеріали та рідини, струми горючих газів та випарів);
- 2) хімічно однорідні, в яких горючі речовини рівномірно перемішані з окислювачем (суміші горючих газів, випарів або пилу з повітрям).

Повний час згорання будь-якої системи (τ_r) складається з часу, необхідного для виникнення фізичного контакту між горючою речовиною і киснем повітря τ_ϕ , та часу, що витрачається на проходження самої хімічної реакції τ_x

$$\tau_r = \tau_\phi + \tau_x,$$

де τ_ϕ — фізична взаємодія — час виникнення контакту між горючою речовиною та окислювачем; час сумішеутворення (гомогенне горіння); час транспорту окислювача до твердої поверхні горіння (гетерогенне горіння); τ_x — хімічна взаємодія — час протікання хімічної реакції.

У неоднорідній системі $\tau_\phi > \tau_x$ і, практично, $\tau_r \approx \tau_\phi$. Тобто швидкість горіння визначається тільки дифузією кисню і/або горючої речовини до зони

горіння. Серед неоднорідних систем розрізняють *гетерогенне та гомогенне* горіння, у залежності від властивостей горючої системи.

Гетерогенне горіння характеризується наявністю розжареної поверхні або конденсованої фази, що горить безпосередньо. Реакція окислення тут відбувається на межі розподілу різних за агрегатним станом фаз (як правило, твердого тіла та газу). Це спостерігається для кам'яного вугілля, антрациту, коксу, деревного вугілля та деяких металів (калію, натрію, танталу, ніобію), які горять без полум'я. У цьому випадку кисень дифундує до зони горіння ще перетинаючи шар твердих продуктів згорання. Концентрація кисню в об'ємі повітря C_1 значно більша, ніж поблизу зони горіння C_0 . Поблизу зони горіння вона поступово зменшується, але не дорівнює нулю (див. рис.1.2.б). За відсутності достатньої кількості кисню у межах зони горіння хімічна реакція горіння гальмується.

Гомогенне горіння відбувається при взаємодії однорідних за агрегатним станом фаз, як правило, газів. У залежності від взаємного розташування горючої речовини та окислювача розрізняють горіння *дифузійне та ламінарне*.

При *дифузійному горінні* горюча речовина та окислювач не перемішані і окислення відбувається на їх межі, в досить добре окресленій зоні горіння. Концентрація окислювача у зоні горіння різко зменшується до нуля. Дифузійне горіння лімітується або дифузією окислювача у зону полум'я, або дифузією горючих випарів, або обома процесами. Воно буває *стаціонарним і турбулентним*. Прикладом дифузійного горіння є горіння випарів, що підіймаються з вільної поверхні рідини (рис.1.2.а). Кисень повітря дифундує крізь шар газоподібних продуктів згорання до зони горіння. Швидкість реакції горіння залежить від швидкості дифузії кисню.

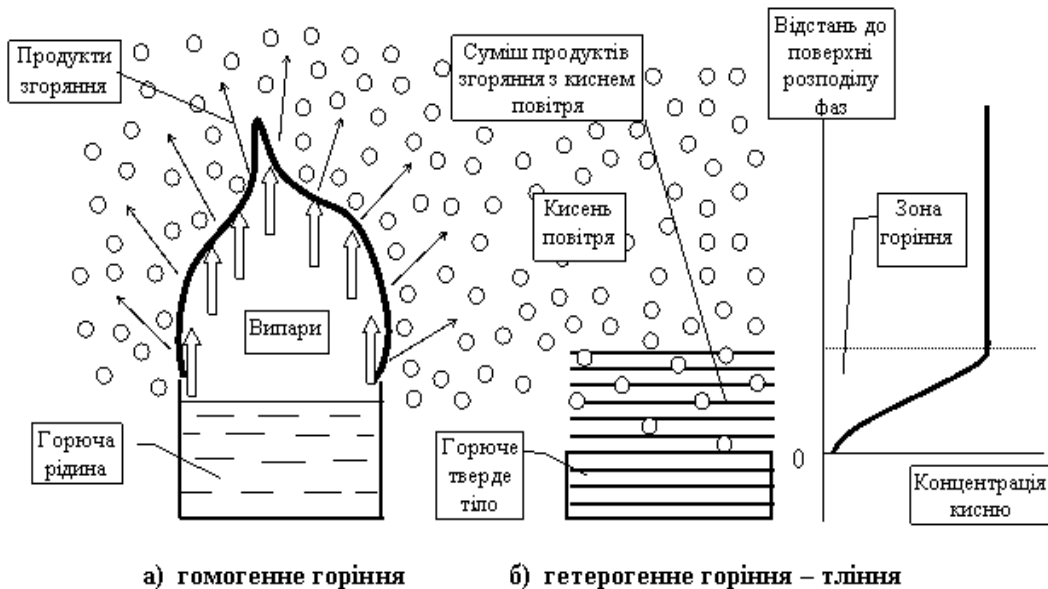


Рисунок 1.2 — Схеми гомогенного та гетерогенного горіння

Ознакою *стаціонарного горіння* є стійке полум'я або факел. Наприклад, горіння газової запальнички, свічки. При *турбулентному горінні* горючі компоненти окислюються не повністю, утворюються крупні моли з надлишком горючих випарів, які лише частково згоряють, а значна частина випарів, що не повністю окислилися, виноситься за вогнище. Наприклад, горіння деревини або резервуарів з рідким паливом. Усі пожежі характеризуються дифузійним турбулентним горінням.

Особливий вид горіння – *тління*, тобто горіння без видимого світлового випромінювання, для якого характерні ознаки як гетерогенного (розжарення конденсованої фази), так і гомогенного (близьке до поверхні дифузійне полум'я) горіння. До тління здатні високопористі горючі матеріали, що не плавляться, які мають у порах деяку кількість окислювача, достатню для окислювання частини газоподібних продуктів піролізу, або ще певну невелику частину кисню у складі молекул. Найбільш часто тління відбувається при горінні целюлозних матеріалів (деревини, бавовни).

У хімічно однорідній системі, де молекули кисню добре перемішані з молекулами горючої речовини і не витрачається час на сумішоутворення, $\tau_{\text{ф}} < \tau_{\text{х}}$, а $\tau_{\text{г}} \approx \tau_{\text{х}}$. Завдяки тому, що швидкість хімічної реакції при високій температурі велика, горіння однорідних сумішей проходить майже миттєво і має характер вибуху.

Прикладом однорідної системи є *ламінальне горіння*, яке можливе у випадку попереднього перемішування газоподібних сумішей пального з окислювачем. Фронт полум'я у цьому випадку розповсюджується по холодній свіжій суміші.

При розгляданні проблем вогнезахисту використовуються терміни та визначення, що вживаються у значеннях, відповідно до "НАПБ Б.01.012-2007 Правила з вогнезахисту", наведених нижче:

- **вогнезахист** – зниження показників пожежної небезпечності об'єкта вогнезахисту чи підвищення його вогнестійкості шляхом застосування вогнезахисних засобів;
- **об'єкт вогнезахисту** - матеріали, вироби, конструкції, технологічні комунікації (кабелі, повітропроводи тощо), проходки через протипожежні перешкоди і огорожувальні конструкції, які підлягають вогнезахисту;
- **вогнезахисне оброблення** – комплекс технологічних операцій, які виконуються для забезпечення вогнезахисту;
- **просочування вогнезахисним засобом** – спосіб вогнезахисної обробки, при якому вогнезахисний засіб просочується в пористу структуру об'єкта вогнезахисту;
- **поверхнева вогнезахисне оброблення** – спосіб вогнезахисної обробки, при якому на поверхні об'єкта вогнезахисту утворюється вогнезахисне покриття;

- **вогнезахисне заповнення** – спосіб вогнезахисної обробки, при якому проходки технологічних комунікацій через протипожежні перешкоди та огороджувальні конструкції заповнюються вогнезахисним засобом;
- **вогнезахисний засіб** – речовина, суміш, фарба, рулонний (листовий) матеріал тощо, які за своїми фізико-хімічними властивостями здатні забезпечити вогнезахист;
- **вогнезахисне покриття** – шар вогнезахисного засобу, який утримується на поверхні об'єкта захисту;
- **вогнезахисне просочення** – шар вогнезахисного засобу, що утримується у товщі об'єкта вогнезахисту;
- **настанова із застосування вогнезахисного засобу** - нормативний документ, у якому визначено технологічні вимоги щодо застосування та утримання вогнезахисного засобу;
- **виробник** – суб'єкт господарювання, який виготовляє вогнезахисний засіб;
- **виконавець робіт** - суб'єкт господарювання, який здійснює проектування та/або виконання робіт з вогнезахисної обробки;
- **замовник робіт** – юридична або фізична особа, яка укладає договір (контракт) на проектування та виконання робіт з вогнезахисної обробки;
- **заміна вогнезахисного засобу** - проведення вогнезахисної обробки після видалення попередньо застосованого вогнезахисного засобу;
- **повторна вогнезахисна обробка** - проведення вогнезахисної обробки без видалення попередньо застосованого вогнезахисного засобу;
- **строк експлуатації вогнезахисного засобу** - строк, упродовж якого вогнезахисний засіб, після його застосування, здатний забезпечити вогнезахист;
- **утримання вогнезахисного покриття (просочення)** - проведення робіт, пов'язаних з підтриманням у відповідному технічному стані вогнезахисного покриття (просочення) впродовж строку його придатності;
- **покривний матеріал** – матеріал, призначений для захисту вогнезахисного покриття (просочення) від шкідливих дій оточуючого середовища;
- **приховані роботи** – роботи, проведені на будівельних конструкціях перед застосуванням вогнезахисного засобу і результати яких закриваються.

Контрольні запитання до глави 1

1. Дайте визначення поняттю «матеріал».
2. Яким чином класифікуються будівельні матеріали за їх використанням у будівництві?
3. Наведіть основну класифікацію будівельних матеріалів за походженням.
4. Дайте визначення поняттю «вогнезахист».

5. Які умови необхідні для виникнення процесу горіння?
6. Наведіть та охарактеризуйте основні різновиди горіння.
7. Які чинники впливають на процес горіння?
8. У якому документі зазначені основні терміни та визначення у галузі пожежної безпеки?
9. Які матеріали можна віднести до групи в'язучих?
10. Наведіть приклади конструкційних матеріалів, найбільш розповсюджених у будівництві.
11. У чому полягає різниця між стіновими та оздоблювальними матеріалами?
12. Наведіть приклади та галузь застосування природних будівельних матеріалів.
13. Дайте визначення поняттю «гомогенне горіння».
14. Дайте визначення поняттю «гетерогенне горіння».
15. Якими бувають пальні системи?
16. Дайте характеристику поняттю «тління».

ГЛАВА 2. КЛАСИФІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

2.1 Основні пожежонебезпечні характеристики будівельних матеріалів

Під пожежною небезпекою речовин і матеріалів розуміють сукупність властивостей, що характеризують їхню здатність до виникнення і розповсюдження пожежі. Важливіші з цих властивостей встановлюються стандартом "ДСТУ 2272:2006. ССБТ. Пожежна безпека. Терміни та визначення". До головних пожежонебезпечних характеристик матеріалів, згідно з цим документом, можна віднести:

- *горючість*;
- *займистість*;
- *спроможність до розповсюдження полум'я*;
- *димоутворюючу здатність*;
- *токсичність продуктів згоряння*;
- *кисневий індекс*.

Горючість (займистість) – здатність речовини або матеріалу до участі у горінні як відновника, тобто здатність матеріалів до самостійного горіння, або, іншими словами, здатність спалахувати, полум'яно чи безполум'яно горіти (тліти), розповсюджувати горіння. За ДСТУ 2272:2006 за групами горючості матеріали поділяються на:

- 1) ***горючі*** – матеріали (речовини), здатні до участі у горінні в якості відновника, тобто такі, що під впливом вогню або високої температури запалюються або тліють, або обвуглюються і продовжують горіти або тліти, або обвуглюватися після усунення джерела запалювання (деревина, більшість полімерних матеріалів, руберойд);
- 2) ***вогнезахисні*** – матеріали або вироби (конструкції), знижена пожежна небезпечність або вогнетривкість яких є наслідком вогнезахисного оброблення;
- 3) ***займисті*** – горючі речовини або матеріали, здатні до участі у полум'янистому горінні;
- 4) ***важкогорючі*** – ті (речовини, матеріали), що під впливом вогню або високої температури запалюються або тліють, або обвуглюються і продовжують горіти або тліти, або обвуглюватися за наявності джерела запалювання, а після його усунення горіння або тління припиняється (фіброліт, асфальтові бетони та розчини і т. п.);
- 5) ***негорючі*** – ті (речовини, матеріали), що під впливом вогню або високої температури не запалюються, не тліють і не обвуглюються (бетон, цегла, природні кам'яні матеріали, сталь і т. д.).

Показник горючості - відношення енергії, що виділяється зразком при згорянні, до енергії, витраченої на його запалювання.

Займистість – здатність горючої речовини або горючого матеріалу полуменево горіти.

Спроможність до розповсюдження полум'я – здатність матеріалів до розповсюдження полум'я по поверхні та виділення тепла.

Димоутворююча здатність – здатність матеріалів до утворення диму при полум'яному горінні або тлінні.

Токсичність продуктів згоряння характеризує здатність матеріалів до утворення при полум'яному горінні або тлінні небезпечних для здоров'я людини речовин.

Кисневий індекс характеризує здатність матеріалів до полум'яного горіння.

2.2 Методи визначення показників пожежної небезпеки будівельних матеріалів

Для експериментального визначення належності будівельного матеріалу до певної групи горючості використовують методи, що базуються на реєстрації параметрів, що характеризують процеси, які мають місце при горінні. До них відносять:

- втрату маси зразками матеріалу, що випробовується, у ході вогневих випробувань;
- час вільного горіння зразка матеріалу після усунення джерела запалювання;
- кількість тепла, витраченого на запалювання зразка, або кількість тепла, що утворилося при його горінні;
- розмір ділянки зразка, на яку розповсюджувалось горіння;
- зміну температури у випробувальній камері або температури газів, що відходять;
- швидкість розповсюдження горіння по зразку;
- оптичну густину диму;
- концентрацію кисню в горючій газовій суміші.

Горючість будівельних матеріалів визначається згідно зі стандартом "ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94). Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість". За цим стандартом матеріали поділяються на *негорючі та горючі*. До **негорючих** відносять матеріали, у яких:

- приріст температури у печі не перевищує 50 °С;
- утрата маси зразка не перевищує 50 %;
- тривалість стійкого полум'яного горіння не перевищує 10 с.

Горючим вважають матеріал, коли при випробуванні хоча б одна з перелічених умов не виконується.

Для віднесення будівельних матеріалів до негорючих або до горючих випробування їх зразків здійснюють за **методом I** у приладі (див. рис.2.1) при температурі печі 750 °С та середній температурі її стінок 835 °С

впродовж 30 хв. Температурний режим зразка контролюється трьома термопарами. Для кожного випробування готують п'ять циліндричних зразків розмірами $d = 45 \text{ мм}$, $h = 50 \text{ мм}$.

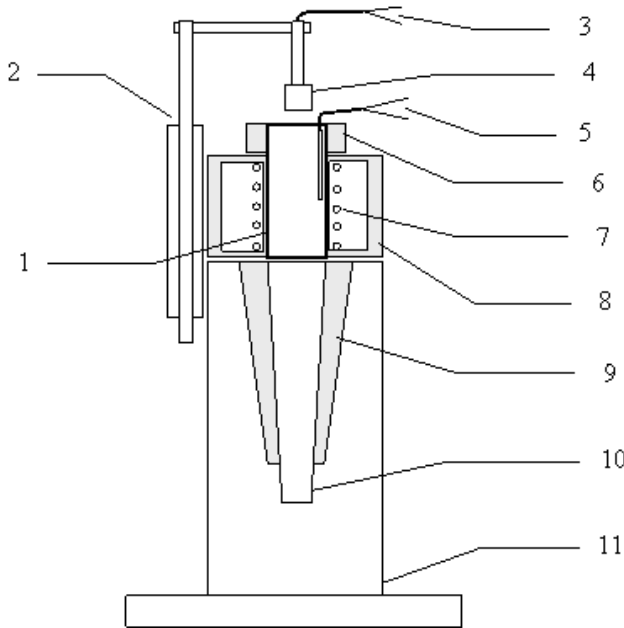


Рисунок 2.1 — Схема приладу для випробувань будівельних матеріалів на горючість за методом I:

1 – вогнетривка труба, 2 – штатив, 3 – термопара, 4 – тримач зразка, 5 – пічна термопара, 6 – термоізоляція, 7 – обмотка електронагрівача, 8 – термоізоляційний кожух, 9 – термоізоляція, 10 – стабілізатор потоку повітря, 11 – станина.

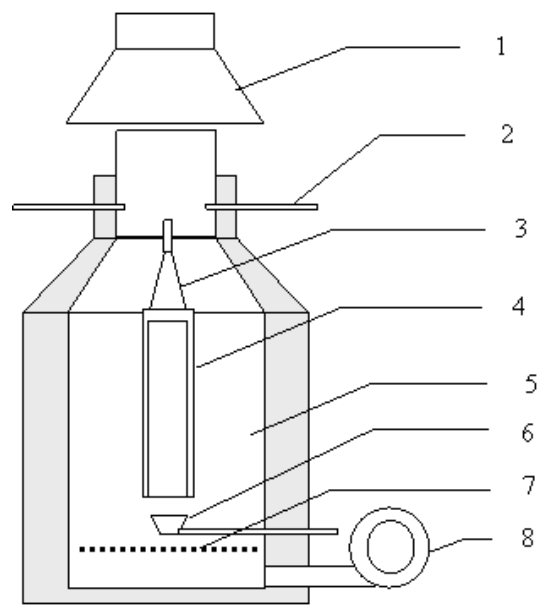


Рисунок 2.2 — Схема вертикальної шахтної печі для випробувань будівельних матеріалів на горючість за методом II:

1 – вентиляція, 2 – термопари, 3 – тримач зразків, 4 – зразки, 5 – камера згоряння, 6 – газовий пальник, 7 – діафрагма, 8 – вентилятор подачі повітря.

Матеріали, які визнані горючими за методом I, для подальшої класифікації підлягають випробуванням за методом II.

Група горючості за методом II визначається для усіх однорідних та шаруватих будівельних матеріалів і, у тому числі, тих, що використовуються для оздоблювальних, лицевальних робіт та лакофарбових покриттів. До випробувань готують 12 зразків $1000 \times 190 \text{ мм}$ товщиною не більше 70 мм (3 випробування по 4 зразки у кожному). Для тестування оздоблювальних, лицевальних та лакофарбових матеріалів зразки виготовляють у сполученні з негорючою основою. Нагрівання зразків проводять на приладі "Шахтна піч", де джерелом запалювання є газовий пальник, до якого подається рівномірний струм повітря при температурі $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 2.2).

Тривалість дії полум'я на зразок 10 хв . Випробування вважають закінченим після охолодження зразків до нормальної температури.

За результатами обробки даних трьох випробувань визначають групу горючості матеріалу. В залежності від параметрів, визначених при цьому випробуванні, матеріали поділяють на чотири групи горючості: Г1 (низької горючості), Г2 (помірної горючості), Г3 (середньої горючості), Г4 підвищеної горючості), згідно з табл.2.1.

Таблиця 2.1 — Ознаки груп горючості будівельних матеріалів згідно з ДСТУ Б В.2.7-19-95

Група горючості матеріалів	Параметри горючості			
	Температура димових газів $t, ^\circ\text{C}$	Ступінь пошкодження за довжиною $S_L, \%$	Ступінь пошкодження по масі $S_m, \%$	Тривалість самостійного горіння $\tau_{ст}, \text{с}$
Г1	≤ 135	≤ 65	≤ 20	0
Г2	≤ 235	≤ 85	≤ 50	≤ 30
Г3	≤ 450	> 85	≤ 50	≤ 300
Г4	> 450	> 85	> 50	> 300

Крім горючості, для оцінки ступеня пожежної безпеки використання будівельних матеріалів (особливо оздоблювальних та облицювальних) треба знати про їх здатність до займання під впливом променевої теплоти.

Займістість матеріалів визначається згідно з "ДСТУ Б В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402-96). Матеріали будівельні. Метод випробування на займістість".

Випробування здійснюють на 15 зразках квадратної форми зі стороною 165 мм і товщиною не більше 70 мм. Дозволяється використання зразків оздоблювальних, облицювальних та лакофарбових матеріалів разом з негорючою основою.

Основними частинами приладу є (рис. 2.3):

- утримувач зразка;
- екранувальна пластина;
- радіаційна панель, яка складається з кожуха з теплоізолюючим шаром та електронагрівального елемента потужністю 3 кВт. Потужність радіаційної панелі калібрують за струмом, забезпечуючи в центрі експонованої поверхні поверхневу щільність теплового потоку (ПЩТП) 5, 10, 20, 25, 30, 35, 40, 45 кВт/м²;
- рухомий палик з пристроєм для регулювання витрати газу.

Випробування починають, регулюючи електроживлення радіаційної панелі до встановлення ПЩТП 30 кВт/м² та довжину факела полум'я рухомого запальника 15 мм. Після цього встановлюють зразок в утримувач, усувають з нього екранувальну пластину та витримують, регулярно нахилиючи до його центра рухомий палик впродовж 15 хв. або до займання. Якщо спалахування виникло, зменшують ПЩТП та повторюють випробування з новим

зразком. Задачею випробування є пошук критичної поверхневої щільності теплового потоку (КПЩТП), при якому спалахування вже не буде виникати.

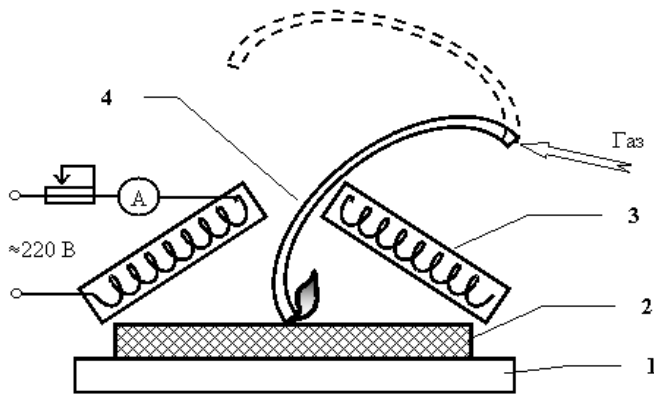


Рисунок 2.3 – Принципова схема пристрою випробування матеріалів на займистість:

1 – утримувач зразка; 2 – зразок; 3 – радіаційна панель; 4 – рухомий пальник

За *займистістю* горючі матеріали класифікують на три групи, в залежності від мінімального значення КПЩТП, при якому виникає їх стійке полум'яне горіння:

- В1 – величина КПЩТП дорівнює або більша 35 кВт/м^2 ;
- В2 – величина КПЩТП у межах від 20 до 35 кВт/м^2 ;
- В3 – величина КПЩТП менша 20 кВт/м^2 .

Спроможність матеріалів до розповсюдження полум'я по поверхні під впливом зовнішнього теплового струму

визначається згідно з "ДСТУ Б В.2.7-70-98 (ГОСТ 30444-97). Будівельні матеріали. Метод випробування на розповсюдження полум'я".

Для випробувань виготовляють 5 зразків розміром $1100 \times 250 \text{ мм}$ у поєднанні з негорючою основою товщиною не більше 60 мм.

Основними частинами пристрою (рис. 2.4) є:

- кожух з димоходом та вентилятором;
- утримувач зразка;
- радіаційна панель, яка нахилена відносно зразка на 30° і складається з кожуха з теплоізолюючим шаром та електронагрівального елемента потужністю не менше 8 кВт;
- газовий пальник з пристроєм для регулювання витрати газу.

Перед випробуванням за допомогою приймачів теплового випромінювання калібрують потужність радіаційної панелі за струмом, забезпечуючи в контрольних точках поверхневу щільність теплового потоку (ПЩТП) від 9.1 до 2.4 кВт/м^2 , і будують графік розподілу величин ПЩТП по довжині зразка; також встановлюють швидкість потоку повітря у димоході $1.10\text{-}1.34 \text{ м/с}$.

Для кожного випробування зразок, горизонтально встановлений в утримувачі, підпалюють упродовж 10 хв. за допомогою газового пальника і, у випадку спалахування, витримують до припинення полум'яного горіння (але не довше 30 хв.). Величину КПЩТП визначають, фіксуючи час полум'яного горіння та довжину пошкодженої частини зразка (яка вигоріла або обвуглилась) за графіком розподілу ПЩТП.

Горючі будівельні матеріали у залежності від величини КПЩТП розподіляють на 4 групи:

- РП1 – КПЩТП дорівнює або більше 11.0 кВт/м^2 ;

- РП2 – КПЩТП у межах від 8.0 до 11.0 кВт/м²;
- РП3 – КПЩТП у межах від 5.0 до 8.0 кВт/м²;
- РП4 – КПЩТП менше 5.0 кВт/м².

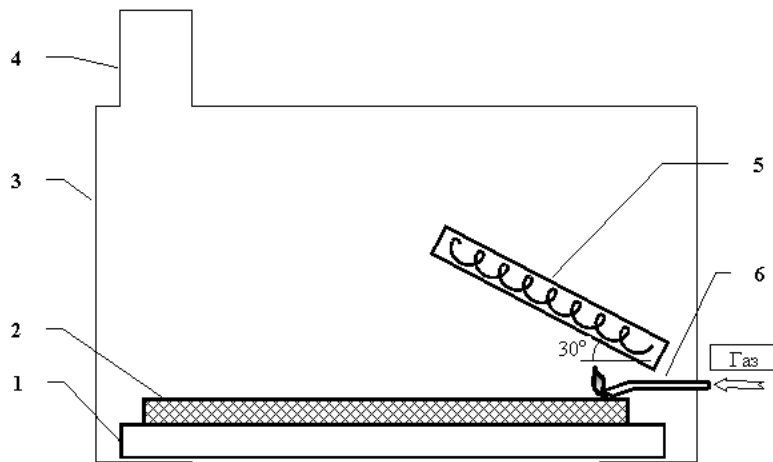


Рисунок 2.4 – Принципова схема приладу випробування матеріалів на розповсюдження полум'я:

1 – утримувач зразка; 2 – зразок; 3 – кожух; 4 – димохід; 5 – радіаційна панель; 6 – газовий пальник.

Димоутворююча здатність матеріалів визначається за ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения», п.4.18. Метод ґрунтується на визначенні оптичної щільності середовища, що утворюється при згорянні відомої кількості речовини у режимах тління і горіння.

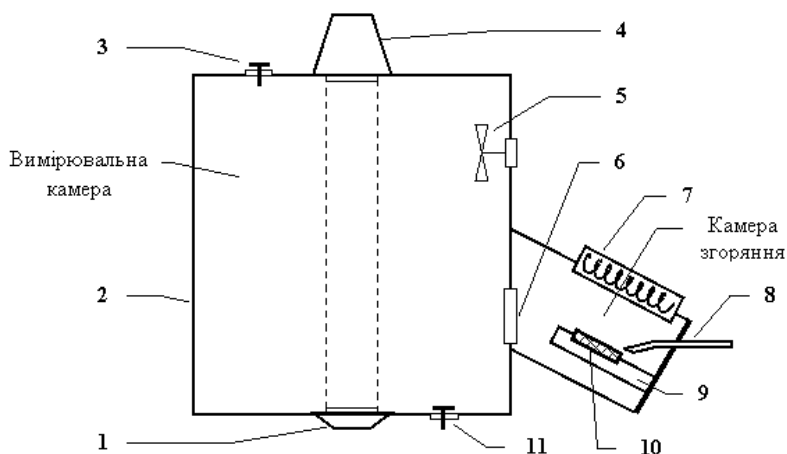


Рисунок 2.5 – Принципова схема приладу визначення коефіцієнту димоутворення:

1 – приймач світла; 2 – корпус; 3 – клапан; 4 – джерело світла; 5 – вентилятор; 6 – заслінка; 7 – радіаційна панель; 8 – пальник; 9 – утримувач зразка; 10 – зразок; 11 – клапан

Прилад для визначення коефіцієнта димоутворення складається з камери згоряння та вимірювальної камери (рис.2.5). У камері згоряння розміщуються:

- електрорадіаційна панель, яка забезпечує на поверхні зразка поверхневу щільність теплового потоку (ПЩТП) 35 кВт/м²;

- утримувач зразка;
- газовий пальник з пристроєм для регулювання витрати газу.

У вимірювальній камері розташовано:

- джерело світла (гелій-неоновий лазер потужністю 2-5 мВт) та приймач світла (фотодіод);
- впускний та випускний клапани;
- вентилятор.

Камера згоряння та вимірювальна камера сполучаються між собою через отвір із заслінкою.

Для випробувань виготовляють 10-15 зразків розміром 40×40 мм і товщиною не більше 10 мм.

Випробування зразків проводять у двох режимах: горіння та тління. Закінчують випробування при досягненні мінімальної величини світлопропускання.

Коефіцієнт димоутворення (D_m) підраховують за формулою:

$$D_m = \frac{V}{L \cdot m} \ln \frac{T_0}{T_{vin}},$$

де V – об'єм вимірювальної камери, m^3 ; L – довжина шляху променя світла в задимленому середовищі, m ; m – маса зразка, kg ; T_0 , T_{min} – величини початкового та кінцевого світлопропускання, %.

За величиною максимального **коефіцієнта димоутворення (D_m)** розрізняють 3 групи матеріалів:

- з малою димоутворюючою спроможністю ($D_m < 50 m^2/kg$);
- з помірною димоутворюючою спроможністю ($50m^2/kg < D_m < 500m^2/kg$);
- з високою димоутворюючою спроможністю ($D_m > 500 m^2/kg$).

Токсичність продуктів горіння матеріалів визначають за ГОСТ 12.1.044-89, п.4.20. Метод ґрунтується на спалюванні зразка речовини, який досліджується у камері згоряння при заданій щільності теплового струму і визначенні на тваринах летального ефекту.

Прилад для визначення показника токсичності продуктів горіння складається з камери згоряння, експозиційної камери та передкамери (рис. 2.6).

У камері згоряння розміщуються:

- електрорадіаційна панель, яка забезпечує на поверхні зразка поверхневу щільність теплового потоку (ПЩТП) до $65 kW/m^2$;
- утримувач зразка;
- газовий пальник з пристроєм для регулювання витрати газу.

У експозиційній камері розташовано:

- впускний та випускний клапани;
- газоаналізатор CO та CO₂;
- вентилятор.

У передкамері розташовано:

- термометр;
- клітка для дослідних тварин.

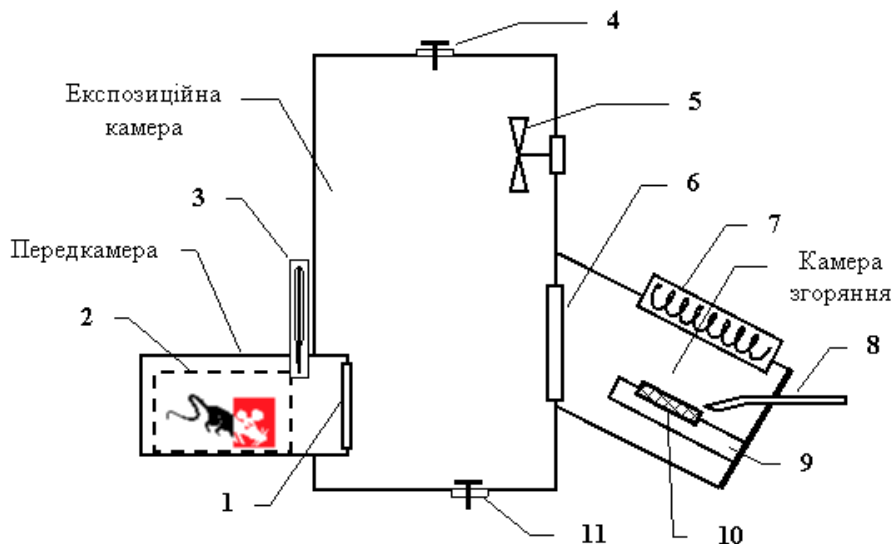


Рисунок 2.6 – Принципова схема приладу визначення показника токсичності продуктів горіння:

1 – заслінка передкамери; 2 – клітка для тварин; 3 – термометр; 4 – клапан; 5 – вентилятор; 6 – заслінка; 7 – радіаційна панель; 8 – пальник; 9 – утримувач зразка; 10 – зразок; 11 – клапан.

Камера згорання та експозиційна камера сполучаються між собою через отвір з заслінкою. Також через отвір із заслінкою сполучаються між собою передкамера та експозиційна камера.

Для випробувань виготовляють до 10 зразків розміром 40×40 мм товщиною не більше 10 мм. В одному експерименті використовують 8-10 білих мишей.

Випробування зразків проводять у двох режимах: горіння та тління. На початку випробування розігрівають камеру згорання при закритій заслінці до температури, яка забезпечує певний режим; швидко поміщають зразок в камеру згорання і відкривають заслінку. При досягненні максимальних концентрацій CO та CO₂ закривають заслінку, включають вентилятор і відкривають заслінку передкамери. Час експозиції – 30 хв.

По закінченні часу експозиції заслінку передкамери закривають, прилад провітрюють і реєструють кількість загиблих тварин.

Показник токсичності (H_{CL50}) – це кількість речовини, при спалюванні якої в об'ємі 1 м³ утворюється концентрація продуктів горіння, що викликає протягом 30 хв загибель 50 % тварин. Розрахунок показника токсичності проводять різними способами, і в тому числі за формулою:

$$H_{CL50} = \frac{CL_{50} \cdot CO}{g \cdot CO}$$

де $CL_{50}CO$ – середня смертельна концентрація оксиду вуглецю (мг·м⁻³), яку підраховують за рівнянням $CL_{50} = 4502 + 22292 \cdot \tau^{-1}$;

τ – час експозиції, хв; gCO – рівень виділення CO при згорянні умовно "еталонних" матеріалів:

- надзвичайно небезпечних – більше $360 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$;
- високонебезпечних – $120\text{-}360 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$;
- помірно небезпечних – $40\text{-}120 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$;
- малонебезпечних – до $40 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$.

За цим показником розрізняють матеріали:

- надзвичайно небезпечні ($H_{Cl50} < 13 \text{ г/м}^3$);
- високонебезпечні ($13 \text{ г/м}^3 < H_{Cl50} < 40 \text{ г/м}^3$);
- помірно небезпечні ($40 \text{ г/м}^3 < H_{Cl50} < 120 \text{ г/м}^3$);
- малонебезпечні ($120 \text{ г/м}^3 < H_{Cl50}$).

Контрольні запитання до глави 2

1. Що розуміється під пожежною безпекою матеріалів (речовин)?
2. Що таке «горючість»?
3. Які матеріали можна віднести до горючих?
4. Що таке «займистість»?
5. На підставі якого документа здійснюються випробування будівельних матеріалів на горючість?
6. З яких основних елементів складається установка для випробувань на горючість за I-м методом?
7. З яких основних елементів складається установка для випробувань на горючість за II-м методом?
8. Дайте характеристику групам горючості будівельних матеріалів.
9. Наведіть основну послідовність проведення випробувань на горючість.
10. На підставі якого документа здійснюються випробування будівельних матеріалів на займистість?
11. З яких основних елементів складається установка для випробувань на займистість?
12. Дайте характеристику групам займистості будівельних матеріалів.
13. Наведіть основну послідовність проведення випробування на займистість.
14. На підставі якого документа здійснюються випробування будівельних матеріалів на розповсюдження полум'я?
15. З яких основних елементів складається установка для випробувань на розповсюдження полум'я?
16. Дайте характеристику групам будівельних матеріалів за розповсюдженням полум'я.
17. Наведіть основну послідовність проведення випробування на розповсюдження полум'я.

18. Який нормативний документ регламентує проведення випробувань будівельних матеріалів на димоутворюючу здатність?
19. З яких основних частин складається прилад для визначення коефіцієнта димоутворення?
20. Яким чином розраховується коефіцієнт димоутворення?
21. Охарактеризуйте групи матеріалів за димоутворюючою здатністю.
22. Яким чином визначається токсичність продуктів горіння будівельних матеріалів?
23. З яких основних частин складається прилад для визначення токсичності продуктів горіння будівельних матеріалів?
24. Що таке показник токсичності матеріалу і як він розраховується?

ГЛАВА 3. КЛАСИФІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

При горінні речовин, матеріалів і конструкцій на пожежі виділяється величезна кількість тепла.

Так, наприклад, щільність теплового потоку при горінні деревини складає 157 000, ккал/(м²·год), полістиролу – 284 000, ккал/(м²·год), нафти - 640 000 ккал/(м²· год).

Тепло, що виділяється при пожежі, частково акумулюють будівельні конструкції і частково відносять продукти горіння. Теплове навантаження, отримане залізобетонними конструкціями, складає 0,5-0,7 теплоти пожежі. При критичному значенні теплового навантаження елемент конструкції руйнується.

В умовах пожежі поверхні залізобетонних конструкцій нагріваються до високих температур (порядку 1000-1200 °С). При короткочасному вогневому впливі і після такого (унаслідок теплової інерції) відбувається нерівномірний прогрів перетинів залізобетонних елементів. Перепад температур між поверхнями, що обігріваються і не обігріваються (або центром перетинів елементів, що обігріваються з двох, трьох або чотирьох сторін), знаходиться в межах 800-1000 °С.

Важливим чинником, який характеризує пожежну безпеку будівель та будівельних конструкцій, є **вогнестійкість**, тобто здатність будівельних конструкцій і елементів зберігати свою несучу та огороджувальну здатність, а також чинити опір поширенню вогню.

При цьому розрізняють поняття *ступеня вогнестійкості* для будівель та *межі вогнестійкості* для будівельних конструкцій і елементів.

Ступінь вогнестійкості – нормована характеристика вогнестійкості будинків і споруд, що визначається межами вогнестійкості їх основних будівельних конструкцій та межами поширення вогню по цих конструкціях відповідно. Ступінь вогнестійкості будинку встановлюють залежно від його призначення, категорії з вибухопожежної та пожежної небезпеки, висоти (поверховості), площі поверху в межах протипожежного відсіку.

Межа вогнестійкості є показником вогнестійкості конструкцій, вона визначається часом (у хвиликах) від початку вогневого випробування конструкції за стандартним температурним режимом до настання одного з *граничних станів* конструкції:

- втрати *несучої здатності* (визначається літерою **R**);
- втрати *цільності* (визначається літерою **E**);
- втрати *теплоізолювальної здатності* (визначається літерою **I**).

Значення меж вогнестійкості будівельних конструкцій визначають шляхом випробувань за ДСТУ Б В.1.1-4-98 “Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість.”. За цим же документом визначають стандартний температурний режим, тобто режим змінювання температури протягом певного часу при випробуваннях конструкцій на вогнестійкість.

Граничним станом за ознакою втрати несучої здатності (R) є обвалення зразка або виникнення граничних деформацій.

Граничним станом за ознакою втрати цілісності (E) є стан, за якого виконується одна з наступних умов:

- загоряння або тління зі свіченням ватного тампона, що піднесений до необігрівальної поверхні зразка в місця тріщин на відстань від 20 до 30 мм протягом проміжку часу від 10 до 30 сек.;
- виникнення тріщини, через яку можна вільно (без додаткових зусиль) ввести в піч щуп діаметром 6 мм і перемістити його вздовж цієї тріщини на відстань не менше 150 мм;
- виникнення тріщини (або отвору), через яку можна вільно ввести в піч щуп діаметром 25 мм;
- полум'я на необігрівальній поверхні зразка спостерігається протягом проміжку часу не менше ніж 10 сек.

Граничним станом за ознакою втрати теплоізолюючої здатності (I) є перевищення середньої температури на необігрівальній поверхні зразка над початковою середньою температурою цієї поверхні на 140 °С або перевищення температури в довільній точці необігрівальної поверхні зразка над початковою температурою в цій точці на 180 °С.

Показником здатності будівельної конструкції поширювати вогонь є *межа поширення вогню* (визначається літерою М), яку визначають за методом, наведеним у додатку Г ДБН В.1.1-7-2002. За межею поширення вогню будівельні конструкції підрозділяють на три групи:

- М0 (межа поширення вогню дорівнює 0 см);
- М1 ($M \leq 25$ см – для горизонтальних конструкцій; $M \leq 40$ см – для вертикальних конструкцій);
- М2 ($M > 25$ см – для горизонтальних конструкцій; $M > 40$ см – для вертикальних конструкцій).

Будівлі різного ступеня вогнестійкості класифікуються у залежності від того, які будівельні конструкції і з яким вогнезахистом у них застосовуються, відповідно до ДБН В.1.1-7-2002. "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва" (табл. 3.1).

Від впливу високих температур при прогріві перетинів залізобетонних елементів виникають температурні напруги, змінюються фізико-механічні властивості бетону й арматурної сталі, зменшується працездатний перетин елемента внаслідок прогріву поверхневих прошарків бетону до критичних температур. Після охолодження бетон, прогрітий до критичної температури, не відновлює міцнісні і деформативні властивості.

Несуча спроможність залізобетонних конструкцій після вогневого впливу знижується внаслідок зміни міцнісних властивостей бетону й арматурних сталей, порушення спільної роботи матеріалів, що складають конструктивний елемент, а також внаслідок появи температурних напруг у перетинах конструкцій у результаті нерівномірного прогріву.

Таблиця 3.1 — Класифікація будівель за ступенем вогнестійкості

Ступінь вогнестійкості	Конструктивні характеристики
1	2
I, II	Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.
III	Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, які захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1, Г2. До елементів покриттів не пред'являються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку.
IIIa	Будинки переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з металевих незахищених конструкцій. Огороджувальні конструкції – з металевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів з негорючим утеплювачем або утеплювачем груп горючості Г1, Г2.
IIIб	Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з деревини, яка зазнала вогнезахисної обробки. Огороджувальні конструкції виконують із застосуванням деревини або матеріалів на її основі. Деревина та інші матеріали груп горючості Г3, Г4 огорожувальних конструкцій мають бути піддані вогнезахисній обробці або захищені від дії вогню та високих температур.
IV	Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з деревини або інших горючих матеріалів, захищених від дії вогню та високих температур штукатуркою або іншими листовими, плитними матеріалами. До елементів покриттів не пред'являються вимоги щодо межі вогнестійкості та межі поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку.
IVa	Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з металевих незахищених конструкцій. Огороджувальні конструкції – з металевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з утеплювачем груп горючості Г3, Г4.
V	Будинки, до несучих і огорожувальних конструкцій яких не пред'являються вимоги щодо межі вогнестійкості та межі поширення вогню.

Як показує практика дослідження пожеж, будівельні елементи конструкцій жодного будинку не можуть відповідати нескінченно довго трьом умовам пожежостійкості одночасно, тобто:

- 1) зберігати достатню несучу спроможність в умовах вогневого впливу не обвалюючись;
- 2) бути придатним до повторної нормальної експлуатації в будинку після ремонту конструкцій, ушкоджених вогнем;
- 3) мати задовільну вогнезатримуючу спроможність при мінімальній витраті вогнезахисних матеріалів.

Розбирання (демонтаж) залізобетонних конструкцій (особливо масивних колон) є роботою дуже трудомісткою. Внаслідок цього виправлення значно ушкоджених (на перший погляд навіть безнадійних) залізобетонних конструкцій будівель і споруд під час пожежі дає вигоду у матеріалах і часі при їхньому відновленні.

Завдання дослідження пожежі й обстеження конструкцій. Технічне обстеження конструкцій будівлі, ушкодженої вогнем, проводять для виявлення обсягів відновлених робіт і оцінки можливості подальшої їхньої експлуатації. Оцінку стану частин будинку визначають після вивчення пожежі, огляди й іспиту ушкоджених конструкцій. Оцінюючи вогнестійкість конструкції, необхідно вирішити такі завдання:

- 1) дослідження температурного режиму натурної пожежі і прогріву перетину залізобетонних конструкцій;
- 2) визначення часу опору залізобетонних елементів конструкцій вогневному впливу;
- 3) виявлення причин руйнування конструкцій;
- 4) виявлення стану фактичної (залишкової) несучої спроможності залізобетонних конструкцій, ушкоджених вогнем;
- 5) визначення зон і ділянок ушкодження вогневим впливом конструкцій будинків;
- 6) уточнення відповідності фактичної межі вогнестійкості тій, що необхідна за будівельними правилами й умовами пожежної безпеки в залежності від розміру вогневого навантаження в будівлі.

Обстеження і випробування залізобетонних конструкцій будівель, ушкоджених вогнем, проводять із метою:

- 1) вивчення особливостей роботи окремих конструкцій і будівель в цілому при вогневному впливі і після нього, визначення меж ділянок ушкодження будівлі;
- 2) вивчення особливостей роботи залізобетонних конструкцій у небезпечній зоні під іспитовим і контрольним навантаженням, якщо вплив вогневого впливу на несучу спроможність конструкції не можна оцінити достатньо точно тільки оглядом конструкцій і їхнього перерахунку;
- 3) виявлення причин завалення конструкцій аварійної і небезпечної зони і причин, що викликають ускладнення для подальшої експлуатації конструкцій;
- 4) з'ясування недоліків і переваг різноманітних типів будівельних конструкцій, їхніх елементів і окремих вузлів, вивчення впливу вузлів і сполу-

- чень на роботу конструкцій будівель при пожежі і після неї;
- 5) визначення придатності демонтованих після пожежі залізобетонних конструкцій у нових умовах експлуатації для меншого навантаження;
 - 6) установлення відступів від проектів і технічних умов у конструкціях ушкодженого вогнем будинку;
 - 7) розробки рекомендації по відновленню експлуатаційних характеристик залізобетонних конструкцій небезпечної зони (ремонту або раціональному засобу зміцнення конструкцій).

Контрольні запитання до глави 3

1. Дайте визначення поняттю «вогнестійкість будівельних матеріалів».
2. Що таке «межа вогнестійкості»?
3. Що таке «ступінь вогнестійкості»?
4. Наведіть граничні стани будівельних конструкцій за вогнестійкістю.
5. Дайте характеристику 1-ому граничному стану за вогнестійкістю.
6. Дайте характеристику 2-ому граничному стану за вогнестійкістю.
7. Дайте характеристику 3-ому граничному стану за вогнестійкістю.
8. Що таке «межа поширення вогню (полум'я)»?
9. Охарактеризуйте групи матеріалів за межею поширення вогню.
10. У якому нормативному документі зазначена основна характеристика будівель за ступенями вогнестійкості?
11. Які основні завдання вирішуються при оцінці вогнестійкості конструкцій?

ГЛАВА 4. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВОГНЕЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ

Для виникнення і подовження горіння необхідні три основні умови: наявність горючої речовини, окислювача та джерела запалювання. Причому пальна речовина та окислювач повинні бути нагріті до певної температури і знаходитися у відповідному кількісному співвідношенні. Продовження та розвиток самостійного горіння можливі тільки тоді, коли кількість тепла, що віддається горючою поверхнею за одиницю часу, не перевищує кількості тепла, що генерується цією поверхнею.

Також відомо, що на процес горіння впливають такі фактори:

- хімічний склад матеріалів і/або властивості їх окремих компонентів (реактування з окислювачем);
- щільність та агрегатний стан пальної речовини;
- кількість окислювача (кисню): коли його бракує, реакція йде не інтенсивно, згоряння неповне, утворюється багато диму;
- вид джерела запалювання: полум'я, іскри, тління.

Щоб горіння не починалося, достатньо виключити хоча б одну з умов його виникнення. Тому можна класифікувати і три *основні способи вогнезахисту*:

- 1) зміна (*модифікація*) речовини з метою підвищення температури її спалахування, горіння, уповільнення транспорту горючих компонентів до поверхні;
- 2) перешкоджання потраплянню окислювача до горючої речовини;
- 3) запобігання нагріванню поверхні.

Реалізувати ці способи для матеріалів будівельних конструкцій можна трьома шляхами:

- 1) *модифікацією* складу, мікро- та макроструктури матеріалу для переведення його у групу з меншою горючістю;
- 2) створенням *захисного покриття* на поверхні, яке зменшує прогрівання матеріалу і/або затримує вихід горючих газів назовні та підхід кисню до місця реакції окислювання;
- 3) встановленням *захисних екранів* із негорючих речовин, які захищають матеріал конструкції від впливу джерела запалювання.

Застосування того чи іншого способу вогнезахисту залежить від виду матеріалу та технічних вимог.

Вогнезахист призначений для підвищення фактичної межі вогнестійкості конструкцій до необхідних значень і для обмеження межі розповсюдження вогню по них, при цьому звертається увага на зниження так званих побічних ефектів (димоутворення, виділення газоподібних токсичних речовин). Це завдання виконують шляхом використання теплозахисних і теплопоглинальних екранів, спеціальних конструктивних рішень, технологічних прийомів і операцій, а також застосуванням сполук зниженої горючості, які носять загальну назву – *вогнезахисні матеріали*.

Вогнезахисна дія екранів ґрунтується або на їх високій опірності тепловим діям при пожежі, збереженні протягом заданого часу теплофізичних характеристик при високих температурах, або на їх здатності зазнавати структурних змін при теплових діях з утворенням коксоподібних пористих структур, для яких характерна висока ізолююча здатність. Розташування вогнезахисних екранів може здійснюватися або безпосередньо на поверхні конструктивних елементів, що захищаються, або на укосі за допомогою спеціальних мембран-коробів, каркасів, закладних деталей.

Вогнезахист передбачає застосування конструктивних методів, використання теплозахисних покриттів із полегшених сполук, що наносяться на поверхню конструкцій високопродуктивними індустріальними методами, розробку матеріалів, що мають властивості зниженої пожежної небезпеки.

Конструктивні методи вогнезахисту включають обетонування, обкладання цеглою, обштукатурювання поверхні елементів конструкцій, використання великорозмірних листових і плиткових вогнезахисних облицювань, застосування вогнезахисних конструктивних елементів (наприклад, вогнезахисних підвісних стель), заповнення внутрішніх порожнин конструкцій, підбір необхідних перетинів елементів, що забезпечують необхідні значення межі вогнестійкості конструкцій, розробку конструктивних рішень вузлів примикань, сполучень і з'єднань конструкцій та ін. При збільшенні перетинів елементів використовують ті ж марки бетону, цегли і інших матеріалів, що і при виготовленні конструкції, яка захищається. Між приміщеннями, а також при вході і виході з будівель необхідно встановлювати протипожежні двері, інакше комплекс вогнезахисних заходів можна буде вважати неповним.

Вогнезахисні фарби, лаки, емалі затримують займання матеріалів, зменшують розповсюдження полум'я по поверхні матеріалів. Вони виконують наступні функції: є захисним шаром на поверхні матеріалів, поглинають тепло в результаті розкладання, виділяють інгібіторні гази, вивільняють воду, прискорюють утворення коксового шару на поверхні матеріалу. Вони підрозділяються на дві групи: *що не спучуються* і *що спучуються*.

Фарби, що не спучуються, при нагріванні не збільшують товщину свого шару.

Фарби, що спучуються (спучувані фарби), при нагріванні збільшують товщину шару в 10-40 разів. Як правило, фарби, що спучуються, ефективніші, оскільки при теплових діях відбувається утворення спіненого шару, що є закоксованим розплавом негорючих речовин (мінеральний залишок). Утворення цього шару відбувається за рахунок газів, що виділяються при нагріванні газо- і пароподібних речовин. Коксовий шар має високі теплоізоляційні якості.

Створення матеріалів зниженої горючості досягається шляхом поверхневого і глибокого просочення матеріалів спеціальними складами, введення антипіренів до складу початкових композицій, використання різних міне-

ральних наповнювачів, а також шляхом використання різноманітних технологічних прийомів.

Стосовно конструктивних елементів з фанери і деревних пластиків можуть використовуватися наступні методи вогнезахисту: просочення листів шпону перед склеюванням; просочення готових клеєних виробів антипіренами різними способами; просочення листів шпони феноло-, креозолоформальдегідними способами (бакелізована фанера); забарвлення фанери спеціальними вогнезахисними фарбами; облицювання фанери матеріалами на основі азбесту, металу і др.; створення покриттів на основі термореактивних смол з використанням різних вогнезахисних наповнювачів в процесі гарячого пресування при виробництві фанери.

В останнє десятиліття досягнутий істотний прогрес у розробці сполук для конструкцій, які дозволяють підвищувати до необхідних значень вогнестійкість металевих конструкцій, обмежити розповсюдження вогню по несучих дерев'яних конструкціях, а також вирішувати різні питання пожежної безпеки легких панелей з ефективними утеплювачами.

При розробці вогнезахисту металевих конструкцій намітилася тенденція до використання полегшених матеріалів і легких заповнювачів, спученого перліту і вермікуліту, мінерального волокна. Великий вогнезахисний ефект створюють фарби, що спучуються. При нагріванні до 170 °С фарба спучується і утворює на поверхні металу термоізолюючий пористий шар. Серед вогнезахисних матеріалів для металу і бетону поширення набули також штучні теплоізоляційні плити.

При застосуванні вогнезахисних просочувальних сполук, антипіренів, фарб, що спучуються, лаків і емалей може ставитися завдання деякого зниження розповсюдження полум'я по поверхні дерев'яних конструкцій, або переведення деревини в групу важкогорючих матеріалів, що дає можливість різко обмежити розповсюдження вогню до нормованих меж.

Контрольні запитання до глави 4

1. Наведіть основні способи вогнезахисту.
2. Наведіть основні шляхи досягнення вогнезахисту будівельних конструкцій.
3. Дайте характеристику поняттю «вогнезахист»
4. Охарактеризуйте вогнезахисну дію поверхневих покриттів.
5. Охарактеризуйте вогнезахисну дію екранів.
6. Що таке вогнезахисні матеріали?
7. Наведіть основні конструктивні методи вогнезахисту.
8. Поясніть основну функцію вогнезахисних фарб, лаків та емалей.
9. У чому полягає вогнезахисна дія фарб, що спучуються.

ГЛАВА 5. ВОГНЕЗАХИСТ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

5.1 Поведінка бетону під час пожежі

Властивості бетону і залізобетону при нагріванні обумовлюються поведінкою їх складових: цементного каменю, заповнювачів і сталеві арматури, різницею їх деформацій, величиною зчеплення бетону з арматурою, ступенем напруженого стану бетону та ін.

Розглядаючи зміну фізико-механічних властивостей заповнювачів та цементного каменю, можна очікувати, що при нагріванні до 200-300^oC міцність звичайного важкого бетону буде навіть підвищуватися через зняття внутрішніх напруг. Подальше зростання температури викличе зниження міцності бетону внаслідок глибинних змін фізико-механічних властивостей в'язучої речовини – портландцементу.

Нагрівання вище 500 °C викликає дегідратацію кристалевого зростка Са(ОН)₂ цементного каменю і тому при наступному охолодженні і зволоженні бетону слід очікувати різкого зниження його міцності внаслідок порушення суцільності за рахунок вторинного гасіння СаО, що утворюється.

Про характер поведінки при нагріванні заповнювачів у бетоні можна судити за поведінкою тих кам'яних матеріалів, з яких одержані ці заповнювачі. Як відомо, заповнювачі бувають природні і штучні. Природні одержують з різних гірських порід (*граніту, базальту, вапняку, піщанику*). Штучними заповнювачами є керамічні матеріали (*шамот, керамзит*) та пальні *шлаки* - відходи при згорянні вугілля.

Температурні деформації різних заповнювачів в інтервалі температур до 1000 оС значно відрізняються одна від одної (рис. 5.1).

Порівнюючи поведінку різних заповнювачів при нагріванні, можна сказати, що найбільші температурні деформації має щебінь з піщанику, граніту або кварциту, а найменші (при нагріванні до 900 °C) – вапняковий і базальтовий. Найстійкішими при нагріванні є штучні заповнювачі: шамот, шлак, керамзит, перліт та інш.

Температурні деформації у матеріалах, що містять кварц, викликані його модифікаційними перетвореннями при 575 °C, які й обумовлюють зниження міцності і термостійкості. Вапняк зберігає свою міцність до більших температур, ніж серпентит та породи, що містять кварц. Більшу відносну стійкість при високих температурах показують бетони на вапняковому заповнювачі (до 900 °C) у порівнянні з бетонами на гранітному заповнювачі (до 600 °C). Зміна міцності бетонів з гранітним та вапняковим заповнювачем при нагріванні показана на рис. 5.2.

Таким чином, на зниження міцності бетону впливають фізико-хімічні процеси, що мають місце у заповнювачах і цементному камені при дії та після дії високих температур, а також і температурні напруги.

Узагальнену схему поведінки бетонів при нагріванні можна уявити так:

- при 200-300 °С - відносна міцність підвищується через зняття внутрішніх напруг;
- при подальшому нагріванні до 500-600 °С пластичні деформації бетону розвиваються досить повільно; міцність бетону вже не зростає, і з'являється тенденція до її падіння завдяки поступовому руйнуванню його структури внаслідок дегідратації і різниці температурних деформацій цементного каменю і заповнювачів;
- при нагріванні до 800 °С деформації повзучості різко зростають, внаслідок значного руйнування структури бетону (і модифікаційних перетворень у кварц-містких заповнювачах) сильно знижується міцність;
- при 800 °С і вище визначну роль у різкому підвищенні пластичних деформацій відіграє помітне пом'якшення складових бетону.

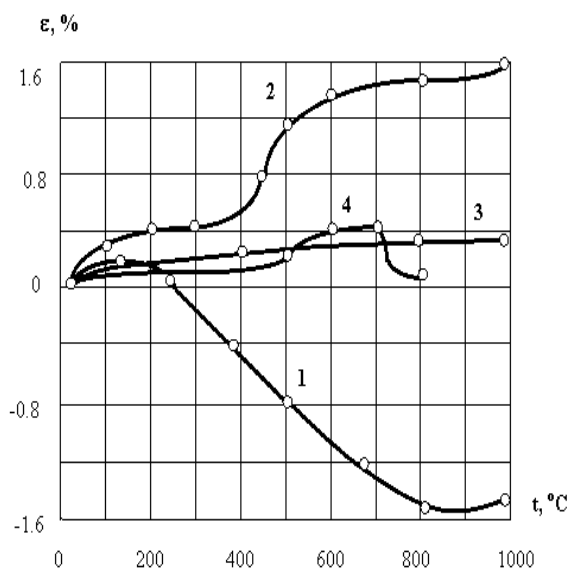


Рисунок 5.1 — Лінійні температурні деформації складових бетону:
 1 — цементний камінь; 2 — піщаник;
 3 — шамот; 4 — серпентит

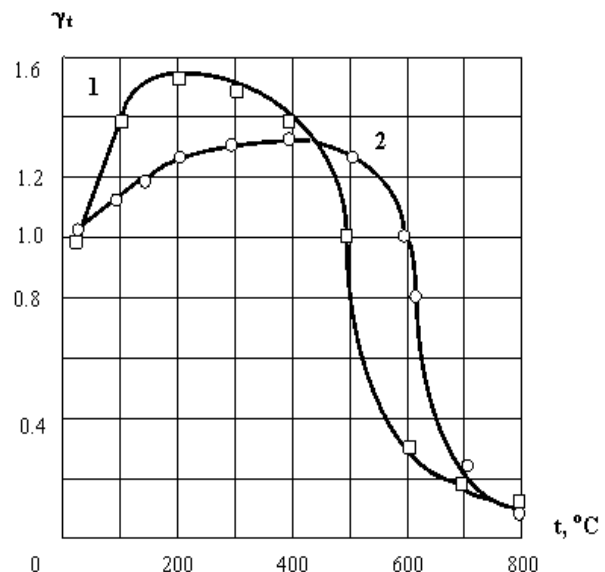


Рисунок 5.2 — Відносна міцність бетонів на гранітному (1) та вапняковому (2) заповнювачах при нагріванні

Робочу температуру до 1250 °С можуть витримати тільки спеціальні жаростійкі бетони, які виробляються з використанням глиноземистого цементу і тугоплавкого наповнювача (шамоту).

У залізобетоні при високотемпературному нагріванні зміна деформаційних властивостей сталі обумовлює особливості її взаємодії з бетоном. Розвиток пластичних деформацій веде до зменшення поперечного перерізу розтягнутої арматури і, як наслідок, до послаблення її контакту з бетоном. З підвищенням температури залізобетонних конструкцій зростає різниця коефіцієнтів температурної деформації бетону і сталі, викликає додаткові напруги зсуву між ними. У бетоні коефіцієнт температурної деформації при нагріванні зменшується, а в сталевій арматурі — збільшується. Тому бетон, що оточує арматуру, розтягується у поперечному напрямку і у захисному

шарі з'являються щілини. При охолодженні властивості сталі у значній мірі відбудовуються, а бетону, навпаки, – продовжують погіршуватися через вторинне гасіння, що визначає додаткову втрату контакту між ними.

При розрахунку вогнестійкості конструкцій повинні виконуватись вимоги до їх несучої здатності. У відповідності до норм розрахунків за несучою здатністю повинен забезпечувати збереження конструкції від руйнування під сумісною дією силових факторів і небезпечних впливів зовнішнього середовища. Граничний стан конструкції за вогнестійкістю характеризується трьома показниками (ознаками) за втратою:

- несучої здатності;
- теплоізолюючої здатності;
- щільності.

Коли кути виробів відколюються і оголюється поздовжня арматура, вогнестійкість стислих елементів підвищує поперечна арматура, забезпечуючи стійкість поздовжніх стержнів і їх сумісну роботу з бетоном.

5.2 Поведінка залізобетону в умовах пожежі

Властивості бетону і залізобетону при впливі високих температур визначаються поведінкою їх складових: заповнювачів цементного каменю і сталевих арматури.

Температурні деформації різноманітних заповнювачів при нагріванні до 1000 °С значно відрізняються від деформацій цементного каменю. Порівняння величин лінійних деформацій показує, що найбільшими температурними деформаціями при нагріванні до 900 °С володіє щебінь із вапняку і базальту. При нагріванні вище 900 °С вапняк знижує міцність менше, ніж породи із серпентиту і кварциту. Проте більш стійкі до нагрівання штучні заповнювачі: доменний шлак, керамзит, шамот, жужільна пемза, перліт.

Бетон при нагріванні змінюється в об'ємі і дає вогневу усадку. Найбільші значення вогневої усадки спостерігаються при температурах порядку 800-1200 °С. При нагріванні з'являються два види температурних деформацій бетону: температурне розширення (оборотна деформація) і усадка (необоротна деформація).

Наявність арматури істотно впливає на температурні деформації залізобетону. Арматурні сталі при нагріванні до високих температур змінюють механічні властивості. Це пов'язано з тим, що при підвищенні температури в сталі відбуваються складні фізико – хімічні процеси. Із зростанням температури нагрівання арматурних сталей змінюються їхні міцнісні характеристики, знижується модуль пружності, збільшуються температурні деформації, повзучість і релаксація напруг.

Арматурні сталі характеризуються критичною температурою, при нагріванні вище якої під дією зовнішнього навантаження відбувається безупинне наростання деформацій. При цьому сталь повільно повзе при напру-

гах, які значно менші за межу текучості.

Із ростом температури нагрівання знижується модуль пружності арматурних сталей. Деформації сталі, викликані зниженням модуля пружності і температурної повзучості, необоротні.

При дії температури знижується зчеплення арматури з бетоном. Із ростом температури відбувається значне зменшення зчеплення гладкої арматури з бетоном. При 100 °С зчеплення зменшується майже на 30 %, а при 500 °С воно порушується цілком. Для гарячекатаної арматури періодичного профілю в інтервалі температур до 250 °С зчеплення з бетоном не знижується. При більш високих температурах зчеплення зменшується, а при 450 °С складає $\frac{3}{4}$ початкового розміру.

Втрата зчеплення арматури з бетоном у залізобетонних конструкціях при дії пожежі звичайно відбувається по довжині прольоту. Кінці ж конструкцій вмуровуються в стінах будинків. Тому під час пожежі вони нагріваються порівняно слабо. У минулі часи в конструкціях із звичайного залізобетону арматурні стрижні були з гаками. У сучасних конструкціях із звичайного залізобетону в якості арматури застосовуються стрижні періодичного профілю, що має підвищену здатність зчеплення із бетоном. Все це запобігатиме руйнуванню конструкцій при порушенні зчеплення арматури з бетоном у прольоті. Проте останнє знижує їх жорсткість. Це зниження може бути ліквідовано заміною захисного прошарку, який не має зчеплення з арматурою, новим прошарком бетону.

При пожежі в будівлях і спорудах, де застосовуються бетонні і залізобетонні конструкції, можливе крихке руйнування бетону. Руйнування бетону відбувається раптово, швидко і тому є найбільш небезпечним.

Крихке руйнування бетону починається, як правило, через 5-20 хв. від початку вогняної дії і проявляється як відколювання від поверхні конструкції шматків бетону, що нагрівається, у вигляді майданчиків площею приблизно від 1 см² до 0,5-1 м² і товщиною від 1 мм до 5 см. Руйнування бетону може продовжуватися протягом всієї вогняної дії до повного руйнування конструкції.

Крихке руйнування бетону може супроводжуватися звуковим ефектом у вигляді легкого виляску, тріску різної інтенсивності або «вибуху». При крихкому руйнуванні бетону можливий розліт шматків вагою до декількох кілограмів на відстань до 10-20 м.

Крихке руйнування бетону при пожежі може дуже швидко привести до руйнування бетонних або залізобетонних конструкцій. У цьому випадку межа вогнестійкості конструкцій може опинитися значно нижче потрібного значення унаслідок зменшення розміру бетонного перетину конструкції, зменшення товщини або повної ліквідації захисного шару робочої арматури, а також утворення крізного отвору. Зменшення розміру поперечного перетину колони, що сприймає вертикальне навантаження, або панелі при їх односторонньому нагріві призводить до збільшення напруг в частині

перетину, що залишилася, як за рахунок зниження величини її площі, так і за рахунок появи додаткового вигинаючого моменту.

Зменшення товщини або відколювання захисного шару несучої арматури в залізобетонних балках призводить до швидкого прогрівання цієї арматури до критичної температури (500-700 °С) і руйнування конструкції.

Зменшення товщини захищаючої конструкції призводить до різкого збільшення температури її необігріваної поверхні до критичної (180-220 °С) і в результаті – до досягнення межі вогнестійкості конструкції за 3-м граничним станом.

Внаслідок крихкого руйнування бетону в захищаючій конструкції відразу або через деякий час може з'явитися наскрізний отвір і конструкція не буде перешкодою розповсюдженню вогню з одного приміщення в інше. При появі наскрізного отвору в конструкції досягається межа її вогнестійкості за 2-м граничним станом (за втратою цілісності).

При пожежі дуже часто початок крихкого руйнування бетону не співпадає з руйнуванням всієї конструкції, що відбувається значно пізніше. У ряді випадків, не дивлячись на крихке руйнування бетону, конструкція ще тривалий час може чинити опір дії вогню. При цьому межа її вогнестійкості може бути цілком достатньою і задовольняти вимоги нормативних документів.

При оцінці наслідків крихкого руйнування бетону при пожежі і впливу його на межу вогнестійкості бетонних і залізобетонних конструкцій необхідно у кожному конкретному випадку розглядати можливість руйнування і межу вогнестійкості кожної окремої конструкції.

Крихке руйнування бетону при пожежі найнебезпечніше для несучих конструкцій, особливо для конструкцій з невеликим поперечним перетином, що несуть великі навантаження. Їх передчасне руйнування може викликати обвалення інших конструкцій або будівлі (споруди) в цілому. Особливу увагу слід звернути на можливість крихкого руйнування бетону несучих колон і панелей нижніх поверхів і підвалів багатоповерхових будівель.

Причиною крихкого руйнування бетону при пожежі є перехід тріщин у структурі бетону, що вже існували до нагріву, або тріщин, що знов утворилися при нагріві, з рівноважного стану в нерівноважний і спонтанний їх розвиток під дією напруг.

Крихке руйнування бетону при пожежі залежить від структури бетону, його складу, вологості, температури, граничних умов конструкції і зовнішнього навантаження, тобто воно залежить як від матеріалу (бетону), так і від виду бетонної або залізобетонної конструкції.

Найбільш крихкою складовою бетону є цементний камінь. Дрібний і крупний заповнювачі роблять бетон менш крихким, оскільки сприяють появі дрібних тріщин на стадії виготовлення, транспортування і зберігання конструкцій і перешкоджають розвитку крупних магістральних тріщин при впливі зовнішнього навантаження (включаючи і власну вагу конструкції) і нагріванні під час пожежі.

Крихкому руйнуванню бетону при пожежі може сприяти розколювання при нагріві крупних заповнювачів.

При аналізі причин руйнування бетону і підборі складу бетону, який би не руйнувався при пожежі, необхідно перевірити можливість руйнування крупного заповнювача.

Заходи щодо захисту бетонних і залізобетонних конструкцій від крихкого руйнування при пожежі підрозділяють на 3 групи:

I - що ліквідовують крихке руйнування бетону при пожежі;

II - що знижують вірогідність крихкого руйнування;

III - профілактичні.

До I групи заходів відносяться:

- 1) протипожежні заходи у вигляді водяних завіс, спринклерних і інших пристроїв, що забезпечують захист бетонних і залізобетонних конструкцій від дії вогню;
- 2) зниження вологості в приміщенні до величини, при якій, на випадок пожежі, крихкого руйнування бетону не відбудеться;
- 3) установка в поверхневому шарі конструкції дротяної сітки, що нагрівається, з вічками розміром 3-15 мм і діаметром дроту 0,7-1 мм;
- 4) нанесення теплоізоляційної штукатурки завтовшки 1-2 см з легкого бетону по поверхні конструкції;
- 5) застосування жаростійких бетонів з шамотним заповнювачем;
- 6) дисперсне армування бетону у поверхні конструкції, що нагрівається, на глибину 1-2 см азбестом, скловолокном або металевим волокном (5-7 % від маси в'язучого).

Для забезпечення адгезії до залізобетонних конструкцій вогнезахисного матеріалу (засобу) штукатурного типу на поверхні наносять активуючий ґрунт (праймер). Нанесення матеріалу, засобу штукатурного типу на поверхні залізобетонних конструкцій, що вібрують, допускається із застосуванням армуючої сітки. Встановлення на поверхні залізобетонних конструкцій армуючої сітки підтверджується "Актом огляду прихованих робіт".

Якщо цього вимагають умови експлуатації вогнезахисного матеріалу, засобу він покривається шаром покривного матеріалу, який захищає вогнезахисний матеріал, засіб від негативного впливу оточуючого середовища. Покривний матеріал не повинен змінювати вогнезахисні властивості нанесеного вогнезахисного покриття. Марка покривного матеріалу зазначається в технічних регламентах, сертифікаті відповідності або свідоцтві про визнання УкрСЕПРО.

При проведенні заходів першої групи можна не проводити контрольних вогняних випробувань.

До II групи заходів відносяться:

- 1) улаштування в балках або плитах (у захисному шарі) арматурної сітки з вічками 10×10 см з арматури діаметром 3 мм на відстані від поверхні, що нагрівається, не більше 0,5-1 см;

- 2) застосування в поверхневому шарі бетону полімерної добавки, що нагрівається, у кількості 5-10 % маси в'язучого;
- 3) застосування крупних заповнювачів з низькими коефіцієнтами лінійного температурного розширення (вапняку, базальту, діабазу, доменного шлаку замість граніту);
- 4) часткова (не менше 1/3) або повна заміна природного піску піском з вапняку, базальту, діабазу, сієніту або діориту;
- 5) використання сполук бетонів з обмеженою витратою в'язучого (портландцементу не більше 400 кг на 1 м³ бетонній суміші) і підвищеними значеннями водо-цементного відношення (не менше 0,5);
- 6) використання бетонів з легкими заповнювачами;
- 7) поризація цементного каменю;
- 8) застосування шлакопортландцементу;
- 9) використання тонкомелених домішків з доменних і литих шлаків.

До III групи заходів відносяться:

- 1) застосування в залізобетонних конструкціях арматури тієї ж площі, але із стрижнів меншого діаметра;
- 2) застосування поперечних перетинів конструкцій без виступаючих кутів (наприклад, колон круглого поперечного перетину або із зрізаними кутами замість колон прямокутного або квадратного поперечного перетину).

5.3 Конструктивні способи підвищення вогнестійкості залізобетонних конструкцій

Підвищення межі вогнестійкості залізобетонних конструкцій може бути досягнуте різними способами, у тому числі і конструктивними. До таких способів можна віднести:

- збільшення товщини захисного шару бетону;
- застосування теплоізолюючих покриттів і спеціальних бетонів;
- застосування арматурної сталі з вищою критичною температурою;
- обґрунтоване збільшення в процесі проектування перетинів елементів конструкцій;
- зміна статичної схеми елемента;
- зміна умов обігріву і т.д.

Як відомо, захисний шар бетону для робочої арматури повинен забезпечувати спільну роботу арматури з бетоном на всіх стадіях роботи конструкції, а також захист арматури від зовнішніх атмосферних, температурних і тому подібних впливів. Товщина захисного шару бетону нормується і призначається залежно від виду конструкцій (плити, стіни, балки, ребра і т.д.).

Товщина захисного шару бетону створює істотний вплив на межу вогнестійкості плит.

Під час пожежі залізобетонні плити будівель піддаються дії високих температур знизу. У суцільних залізобетонних плитах, залежно від товщини

захисного шару бетону і його температуропровідності, робоча арматура нагрівається із швидкістю 400-600 град/год. Максимальні температури нагріву спостерігаються на поверхні конструкції на глибині 1-2 см. Збільшення товщини захисного шару бетону зменшує швидкість нагріву арматури, тим самим підвищуючи вогнестійкість залізобетонних плит. Ефективнішим виявляється застосування спеціальних штукатурок (з використанням азбесту, перліту, вермикуліту і т.п.). Навіть при малих величинах таких штукатурок (1,5-2 см) вогнестійкість залізобетонних плит збільшується у декілька разів (2-5).

Від величини захисного шару бетону і його теплотехнічних властивостей залежить робота залізобетонних прогонів, ригелів і балок в умовах пожежі. Це пояснюється тим, що балочні конструкції обігріваються при пожежі, як правило, з трьох сторін, тобто може мати місце двомірний потік тепла, що призводить до інтенсивнішого, ніж при одновимірному потоці тепла, нагріву. Швидкість нагріву арматури балок залежить від товщини захисного шару бетону і його теплофізичних властивостей.

Поведінка стислих елементів в умовах пожежі також залежить від ефективної роботи захисного шару бетону.

На практиці надійність захисного шару бетону створює істотний вплив на роботу залізобетонних колон в умовах пожежі.

Щоб забезпечити необхідну вогнестійкість колон, необхідно досягти спільної роботи ядра перетину колони і захисного шару бетону при нагріві. Найбільш надійний спосіб створення таких умов – установка дротяної сітки між робочою арматурою і поверхнею колон (у захисному шарі бетону) або установка непрямого армування у вигляді сіток по перетину колони.

У початковий період пожежі на поверхні перетинів колони виникають значні стискуючі напруги, а це створює небезпеку відпадання захисного шару бетону, що приведе до значного зниження вогнестійкості колони. Найбільш часте відпадання бетону спостерігається в стислих елементах, виготовлених з важкого бетону на граніті і кварцових заповнювачах. Набагато рідше це явище спостерігається у колон, виготовлених із бетонів, де в якості заповнювачів використовується вапняк, керамзит, доменний шлак. Істотного підвищення вогнестійкості залізобетонних колон з гнучкою арматурою можна досягти, застосовуючи непряме армування. Застосування непрямого армування збільшує межу вогнестійкості залізобетонних колон з гнучкою арматурою в 1,5-2 рази, за винятком гнучких колон і при великих ексцентриситетах подавання навантаження.

Істотного збільшення вогнестійкості колон можна досягти шляхом збільшення відсотка армування, а також переміщенням частини арматури від периферії до центру.

Характер руйнування залізобетонних елементів залежить від ступеня зниження міцнісних і деформативних властивостей бетону й арматури із зростанням температури в умовах пожежі. На межу їх вогнестійкості істотний

вплив створює початкова міцність бетону і його вологість, розміри і конфігурація поперечного перетину, зовнішнє навантаження і характер її прикладання та ін.

Підвищення міцності і модуля пружності бетону призводить до збільшення меж вогнестійкості. Так, наприклад, збільшення віку бетону з 75 до 400 діб підвищує вогнестійкість балок в 1,25 рази.

При дії високих температур в умовах пожежі вологіший бетон прогрівається повільніше за рахунок випаровування води. Підвищення вогнестійкості масивних перетинів залізобетонних конструкцій, що мають більший вміст вологи, відбувається внаслідок збільшення їх теплоємності. Під дією вогню більш товсті плити деформуються менше, ніж тонкі. Із зменшенням відносної висоти стислої зони, деформації розтягнутої арматури до моменту руйнування стислого бетону збільшуються. Подібний ефект виходить і при зменшенні відсотка армування.

Тонкостінні елементи залізобетонних плит в умовах пожежі руйнуються по бетону стислої зони. Це пояснюється нерівномірним їх прогріванням по перетину. На приопорних ділянках тонкостінних плит в початковій стадії вогняної дії утворюються похилі тріщини, викликані дією головних розтягуючих напруг, обумовлених дією зовнішнього навантаження і температури. Характерним для руйнування залізобетонних плит по похилих перетинах є невелике розкриття похилих тріщин і незначний прогин елемента. Анкерування елементів не порушується.

У ребристих плитах з ребрами вгорі крихкому руйнуванню по бетону сприяє нерозвинена стисла зона бетону, низька міцність бетону і відсутність стислої арматури.

Для підвищення вогнестійкості тонкостінних плит, що руйнуються по стислому бетону, необхідно збільшити ширину стислої зони (ребер плити), армувати бетон стислою арматурою, встановлювати вертикальні сталеві каркаси на приопорних ділянках з кроком хомутів не більше 100 мм. Можливе застосування бетонів вищих класів і попереднє напруження арматури.

Значне підвищення меж вогнестійкості (у 2-2,5 рази) складених плит досягається за рахунок підвісної стелі, що виконує роль захисного екрана.

Вогнестійкість залізобетонних балок, ригелів, прогонів при пожежі, разом з іншими чинниками, залежить від розмірів перетину. Це пояснюється тим, що швидкість нагріву арматури залежить від розмірів поперечного перетину. Природно, що тонкі перетини балок прогріваються відносно швидко. Найбільш характерне це для тонких високих стінок двотаврових балок і попередньо напружених балок, що мають розміри менші, ніж звичайні елементи рівної несучої здатності. Масивніші балки прогріваються повільніше.

Вогнестійкість стислих елементів значно підвищується із збільшенням їх поперечного перетину.

На вогнестійкість залізобетонних конструкцій істотний вплив створюють способи обпирання і з'єднання елементів конструкцій.

Вогнестійкість статично визначених плит, що працюють в одному напрямі, підвищується, якщо має місце пружно-піддатливе закладення кінців плити. Значно збільшується вогнестійкість плоских плит, якщо вони спираються по контуру. Збільшення вогнестійкості таких плит при відношенні сторін: 1:2; 1:1,5; 1:1 складає в 1,3; 1,4 і 2,5 рази. Затискання кінців плит по двох протилежних сторонах істотно збільшує їх вогнестійкість. Так, плити завтовшки 8, 10 і 12 см, затиснені по двох протилежних сторонах, мають межу вогнестійкості відповідно в 1,6; 2,5 і 4 рази вищу, ніж такі ж вільно обперті плити. Нерозрізні елементи, що згинаються, мають вищі межі вогнестійкості, чим однопролітні. Проте, при цьому необхідно враховувати особливості поведінки конструкцій в умовах пожежі. Так, залізобетонні балки мають мінімальні межі вогнестійкості при вільному шарнірному спиранні і при абсолютно жорсткому закладенні їх кінців.

Вогнестійкість статично визначених балок в основному, визначається розмірами перетину і швидкістю нагріву робочої арматури.

У нерозрізних балках під час пожежі відбувається перерозподіл зусиль унаслідок зміни їх напруженого стану. Наприклад, у двопролітній нерозрізній балці з жорсткою опорою посередині і шарнірним спиранням на кінцях при пожежі відбувається перерозподіл моментів. У результаті нерівномірного прогрівання по перетину балки виникає температурна кривизна, що призводить до вигину вільно обпертих кінців і розвантаженню крайніх опор. Середня опора при цьому додатково навантажується. Це призводить до збільшення негативного моменту на середній опорі і до зменшення позитивного моменту в прольотах. Але робоча арматура над середньою опорою прогривається повільніше, оскільки відстань від грані перетину, що обігривається, до центра тяжіння арматури значно більша, ніж в прольотах.

Межі вогнестійкості затиснених балок в 2-2,5 рази вищі, ніж у вільно обпертих, оскільки така балка повністю руйнуватиметься лише у момент утворення третього пластичного шарніра в перетині, де діє максимальний згинаючий момент.

Спосіб закріплення кінців стислих елементів створює істотний вплив на їх вогнестійкість. У колон із жорстким закладенням кінців в умовах пожежі виникають додаткові температурні напруження, у колон із шарнірним спиранням кінців виникає температурний прогин. На їх вогнестійкість істотний вплив створює ексцентриситет прикладання навантаження. До конструктивних рішень, спрямованих на підвищення несучої здатності залізобетонних конструкцій, також можна віднести наступні:

- зміна схеми обігріву конструкцій при можливій пожежі;
- застосування захисних пристроїв, що включають теплозахисні покриття;
- застосування спеціальних бетонів, наприклад, жаростійких;
- зменшення навантаження на конструкцію.

Наприклад, зниження робочих напруг у розтягнутій арматурі на 1 % збільшує час опору залізобетонного елемента (плити) вогню на 1,33 %.

Велике значення має захист вузлів і з'єднань залізобетонних конструкцій в умовах пожежі від прямої дії вогню.

Металеві зчленування у вигляді закладних деталей, анкерів і інших елементів з'єднань захищаються шаром бетону або іншим матеріалом. При цьому товщина захисного шару підбирається з таким розрахунком, щоб межа вогнестійкості деталі, що захищається, або вузла була не меншою за межу вогнестійкості основної несучої конструкції. Стики, а також шви в захищаючих конструкціях герметизуються.

Монтажні з'єднання панелей всіх типів виконують зваркою сталевих закладних деталей і заповненням бетоном швів між плитами. У подовжніх бічних гранях плит передбачають западини, призначені для утворення (після замоноличування швів) переривистих шпонок, що забезпечують спільну роботу плит на зрушення у вертикальному і горизонтальному напрямках. При такому з'єднанні збірних елементів перекриття являють собою жорсткі горизонтальні діафрагми.

Подані конструктивні способи підвищення вогнестійкості спрямовані на те, щоб були виконані важливі умови вогнестійкості залізобетонних конструкцій, а саме:

- збереження достатньої несучої здатності в умовах пожежі;
- придатність до повторної нормальної експлуатації в будівлях і спорудах після ремонту.

Будівельна практика показує, що у багатьох випадках економічно доцільно і технічно можливо відновлювати і експлуатувати залізобетонні конструкції окремих ділянок будівель і споруд, що зазнали пожежі. Це дає великий економічний ефект. Демонтаж пошкоджених вогнем конструкцій повинен проводитися тільки після оцінки їх залишкових експлуатаційних характеристик і можливості відновлення.

Контрольні запитання до глави 5

1. Чим обумовлені властивості бетону та залізобетону при нагріванні?
2. Поясніть, чому при нагріванні до 200-300 °С міцність звичайного важкого бетону буде підвищуватися, а при нагріванні до 500 °С – знижуватися?
3. Щебені з яких матеріалів зазнають найбільших температурних деформацій, а з яких – найменших?
4. Наведіть основну схему поведінки бетонів при нагріванні.
5. Що таке «критична температура»?
6. Внаслідок чого під час пожежі може відбутися втрата сумісної роботи бетону та арматури?
7. Охарактеризуйте поняття «крихке руйнування бетону при пожежі».
8. Внаслідок чого може відбутися крихке руйнування бетону при пожежі?

9. Для яких залізобетонних конструкцій крихке руйнування може бути найбільш небезпечним?
10. Від чого залежить ступінь крихкого руйнування бетону при пожежі?
11. Наведіть основні заходи щодо захисту бетону від крихкого руйнування при пожежі.
12. Що можна віднести до I групи заходів по захисту бетону від крихкого руйнування при пожежі?
13. Що можна віднести до II групи заходів по захисту бетону від крихкого руйнування при пожежі?
14. Що можна віднести до III групи заходів по захисту бетону від крихкого руйнування при пожежі?
15. Наведіть основні конструктивні засоби підвищення межі вогнестійкості залізобетонних конструкцій.
16. Яким чином захисний шар бетону впливає на межу вогнестійкості залізобетонної конструкції?

ГЛАВА 6. ВОГНЕЗАХИСТ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

6.1 Основи вогнезахисту металів

Метали, що застосовуються в будівництві (сталь, алюміній), є негорючими матеріалами, але їхня межа вогнестійкості в природному вигляді, залежно від товщини елементів перетину і величини діючих напруг, складає від 0,1 до 0,4 год. Виняток становлять сталеві оболонки, мембранні покриття, у яких межа вогнестійкості без вогнезахисту може досягати 0,75-1 год.

Основна небезпека при прогріванні металевих конструкцій полягає у тому, що вони дуже швидко втрачають міцність, при цьому стають більш пластичними, а лінійні температурні деформації викликають великі зміни розмірів, короблення і навіть руйнування конструкцій. Будівельні метали мають високу теплопровідність і невисоку температурну міцність (сталі – до 350 °С, а алюмінієві сплави – до 200 °С), тому їхній вогнезахист полягає в підвищенні жароміцності, а також у створенні на поверхні металевих елементів конструкцій теплоізолюючих екранів, що здатні витримати дію вогню або високих температур.

Для будівельних металів існує три напрямки підвищення вогнестійкості:

- 1) легування;
- 2) застосування захисних покриттів;
- 3) екранування.

Вибір конкретного типу вогнезахисного складу і матеріалу, встановлення їх сфер застосування проводяться на основі техніко-економічного аналізу з урахуванням наступного:

- величини необхідної межі вогнестійкості конструкції;
- типу конструкції, що захищається;
- виду навантаження;
- температурно-вологісних умов експлуатації і виробництва монтажних робіт;
- ступені агресивності навколишнього середовища по відношенню до вогнезахисного матеріалу і матеріалу конструкції;
- збільшення навантаження на конструкцію за рахунок маси вогнезахисту;
- трудомісткості монтажу вогнезахисту;
- естетичних вимог до конструкції, техніко-економічних показників.

6.2 Легування металів

Один зі шляхів підвищення температурної міцності металевих сплавів – *легування*. Його мета – підвищити температуру межі текучості, температуру рекристалізації, корозійну стійкість та зберегти оптимальний розмір зерен сплаву.

Наприклад, у той час, коли звичайні вуглецеві сталі вже при незначному прогріванні стають менш міцними і більш пластичними, низьколеговані сталі до температури 600 °С не тільки не втрачають своєї міцності, але в інтервалі температур 200-500 °С значно зміцнюються. Підвищенню жароміцності сталей сприяють, в основному, добавки молібдену (який підвищує температуру рекристалізації) і хрому (який підвищує корозійну стійкість). Також корисними добавками є присадки вольфраму і ванадію, які стабілізують зерно, та кремнію, який додає окалинотійкість. Шкідливими для жароміцності у сталях вважають домішки легкоплавких металів: олова, свинцю, сурми, а також сірки. Розповсюдженими марками низьколегованих жароміцних сталей є 12МХ, 12ХМ, 12ХМФ, 12Х2МФБ, Х5ВФ. У них тривала міцність зберігається на рівні 500 кГ/см² до температур 500-600 °С.

Разом із цим слід зауважити, що легування є дуже коштовним процесом. До того ж додання тих чи інших домішок, що збільшують жароміцність, може створити негативний вплив на механічні властивості металу. Тому легування сталей в якості засобу вогнезахисту ще не набуло широкого вжитку.

У алюмінієвих сплавах не слід очікувати великого впливу легуючих домішок на підвищення температурної міцності, тому для них слід використовувати вогнезахист покриттями та екранами.

6.3 Основні засоби вогнезахисту металевих конструкцій

Працівникам Державної протипожежної служби, а також проектувальникам досить часто доводиться вирішувати питання вогнезахисту металевих конструкцій.

Як вже зазначалося вище, фактична межа вогнестійкості сталевих конструкцій при «стандартному» режимі пожежі, залежно від товщини елементів перетину і величини діючих напруг, складає від 0,1 до 0,4 год. Виняток становлять сталеві оболонки, мембранні покриття, у яких межа вогнестійкості без вогнезахисту може досягати 0,75-1 год. При проектуванні будівель і споруд межу вогнестійкості незахищених сталевих конструкцій з приведеною товщиною металу у 1 см допускається приймати рівною 0,25 год. Значення ж необхідних меж вогнестійкості основних будівельних конструкцій, зокрема металевих, складають від 0,25 до 2,5 год., залежно від ступеня вогнестійкості будівлі і типу конструкцій. Таким чином, більшість незахищених сталевих конструкцій відповідають лише вимогам межі вогнестійкості 0,25 год. Це дозволяє зробити висновок про те, що сфера застосування металевих конструкцій обмежена щодо вогнестійкості, оскільки не виконується умова безпеки – $MВ_{\phi} \geq MВ_{вим}$.

Ця умова безпеки є основним критерієм обґрунтування необхідності вогнезахисту металевих конструкцій, тобто якщо $MV_{\phi} \geq MV_{\text{вим}}$ - вогнезахист не потрібен, а при $MV_{\phi} < MV_{\text{вим}}$ - вогнезахист необхідний.

Вибір конкретного типу вогнезахисного складу і матеріалу, встановлення їх сфер застосування проводиться на основі техніко-економічного аналізу з урахуванням наступного:

- величини необхідної межі вогнестійкості конструкції;
- типу конструкції, що захищається;
- виду навантаження;
- температурно-вологісних умов експлуатації і проведення монтажних робіт;
- ступеня агресивності навколишнього середовища по відношенню до вогнезахисного матеріалу і матеріалу конструкції;
- збільшення навантаження на конструкцію за рахунок маси вогнезахисту;
- трудомісткості монтажу вогнезахисту;
- естетичних вимог до конструкції, техніко-економічних показників.

Найбільш надійними способами вогнезахисту в даний час є: облицювання з негорючих матеріалів; вогнезахисні покриття; підвісні стелі.

Як облицювальні матеріали для вогнезахисту металевих конструкцій використовуються бетон, цегла, гіпсокартонні листи (ГКЛ) й інші плиткові і листові вироби, а також різні типи штукатурки (рис. 6.1).

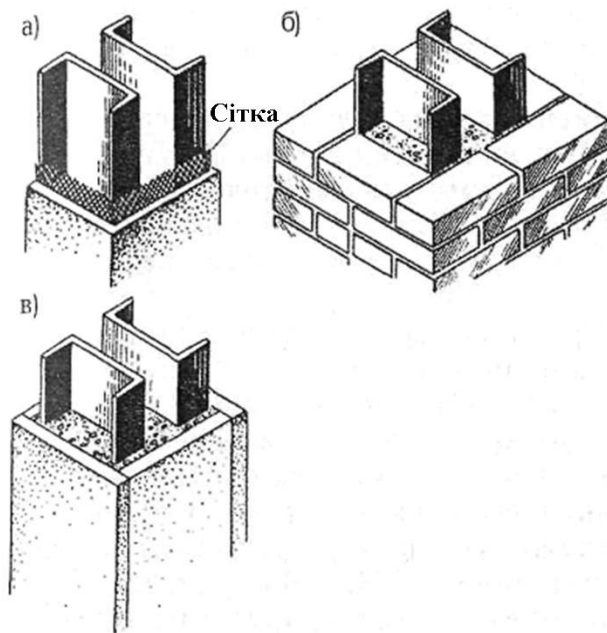


Рисунок 6.1 — Облицювання сталевих колон:

- а - бетоном або штукатуркою по сітці;
б - цеглою; в - плитковим матеріалом

Обетонування. Вогнезахист металевих конструкцій за допомогою бетону у вітчизняному будівництві застосовується порівняно часто. Застосування бетонного захисту найраціональніше у тому випадку, коли одночасно проводиться посилення ригелів, колон або стійок, наприклад, при реконструкції будівель і споруд. Обетонування проводять після прикріплення до колони армуючої сітки (рис. 6.1,а). Товщина шару бетону складає 5 см, якщо потрібна межа вогнестійкості 2 години, і 6 см, якщо потрібні 2,5 години. Обетонування є ефективним способом вогнезахисту металевих конструкцій.

Облицювання цеглою. Цегляне облицювання найчастіше застосовують для підвищення межі вогнестійкості колон і стійок (рис.

б.1,б). Кладку для вогнезахисного облицювання виконують з глиняної звичайної і силікатної цегли на цементно-піщаному розчині марки не нижче 50. Улаштування вогнезахисного облицювання з порожнистих і щільних цегл припускається товщиною тільки в 1/2 цеглини (120 мм). Кладку виконують з однорядною перев'язкою швів. Горизонтальні і вертикальні шви заповнюють розчином з подальшим обробленням їх ззовні «під розшивання». При улаштуванні облицювання цеглою враховують, що у сталі і цегли коефіцієнти лінійного розширення відрізняються в 3 рази. Тому влаштовують зазор між металевою конструкцією і цегляною кладкою. Для посилення цегляну кладку армують дротом діаметром до 8 мм. Для отримання межі вогнестійкості 2 години достатній шар цегли завтовшки 6,5 см.

Облицювання з бетону і цегли не бояться вогкості, можуть застосовуватися практично за будь-яких температурно-вологісних умов, за наявності агресивного середовища, вони стійкі до атмосферних дій і динамічних навантажень. Але ці способи вогнезахисту пов'язані з трудомісткими опалубками і арматурними роботами, малопродуктивні, значно обважнюють каркас будівлі і подовжують терміни будівництва.

Облицювання з теплоізоляційних плит.

Найбільш перспективні облицювання з теплоізоляційних плит на основі перліту, вермікуліту і цементу, азбестоперлітоцементних і напівжорстких мінераловатних плит (рис. 6.1,в) і (рис. 6.2). Заводська товщина плит складає близько 5 см, що забезпечує межу вогнестійкості до 2 годин за умови надійного кріплення плит до конструкції.

Ефективним способом кріплення плит є приварювання до конструкції випусків арматури, введеної в теплозахисні плити в процесі їх виготовлення. Шви закладають тим же складом, з якого виготовлені плити. Інший спосіб кріплення – установка нащільників з холоднотягнутих профілів. Нащільники кріпляться самонарізуючими гвинтами і в умовах пожежі обмежують температурні й усадкові деформації плит і виключають їх передчасне руйнування.

Облицювання гіпсокартонними листами (ГКЛ). У даний час розроблене вогнезахисне облицювання з гіпсокартонних листів. Конструкції виконані переважно для багатоповерхових будівель і споруд із сталевим несучим каркасом, з міжповерховими перекриттями із збірних залізобетонних плит або моноліту. Ці конструкції значно легші за цегляне або бетонне облицювання, індустриальніші, ефективніші з погляду вогнестійкості. При застосуванні ГКЛ допускається демонтаж вогнезахисного облицювання і виконання різних робіт з посилення несучих конструкцій, а також повторного нанесення антикорозійного покриття несучих конструкцій будівлі. Внутрішню порожнину між вогнезахистом і елементами несучої конструкції можна використовувати для монтажу різних інженерних конструкцій.

Вогнезахисні облицювання з гіпсокартонних листів є досить перспективними. Один шар завтовшки 16 мм може забезпечити межу вогнестійкості колон і ригелів 1 год. Але, враховуючи можливість передчасного руйнування

гіпсокартонних листів при пожежі із-за технологічних дефектів, рекомендується влаштовувати вогнезахист не в один, а в два шари.

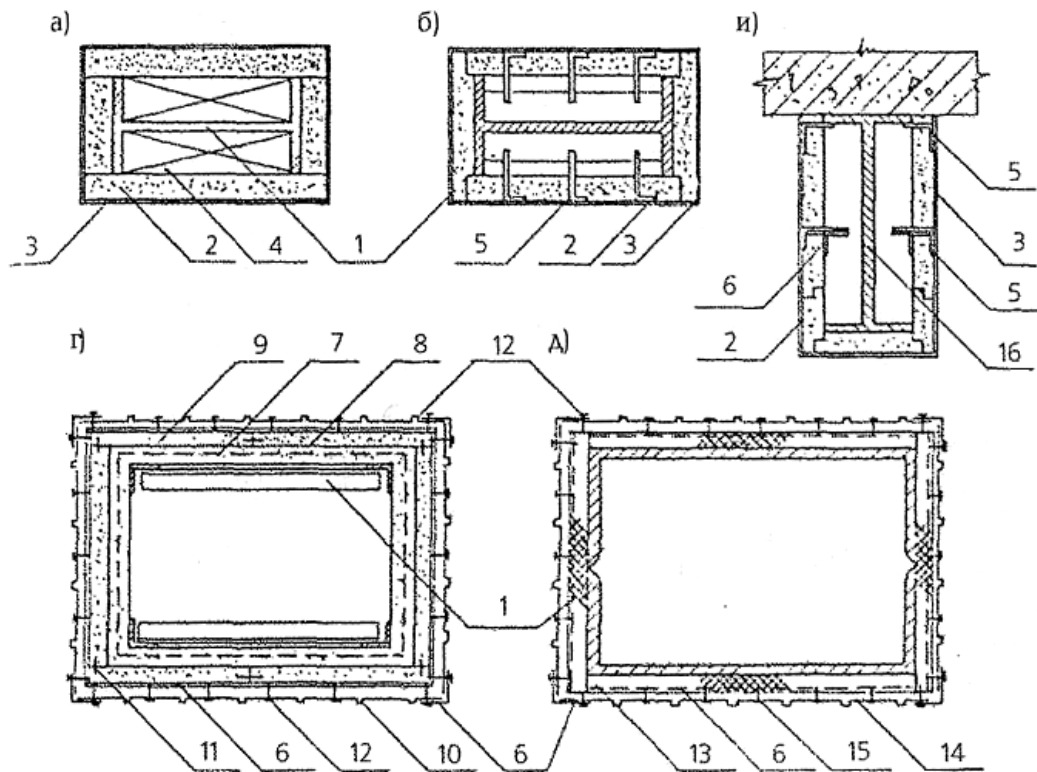


Рисунок 6.2 — Облицювання металевих конструкцій теплоізоляційними плитами:

а-в - перлітофосфогелієвими; г - перлітними і алюмінієвими листами; д – напівжорсткими мінераловатними; 1 - колона; 2 - перлітофосфогелева плита; 3 - склополотно; 4 - перлітофосфогелева пробка; 5 - шпилька; 6 - кутик; 7 - сітка; 8 - цементно-піщаний розчин; 9 - перлітна плита; 10 - профільований алюмінієвий лист; 11- сталеві пластини; 12 - самонарізуючий гвинт; 13 - напівжорстка мінераловатна плита; 14 – сталевий профільований лист; 15 - заклепка; 16 – балка

Для улаштування вогнезахисту з ГКЛ (рис. 6.3) використовуються додаткові кріпильні елементи з холоднотягнутих профілів, що створюють каркас. Відстань між подовжніми елементами каркаса – 50 см. Окрім подовжніх, є також поперечні елементи каркаса, що розміщуються через 90 см на ригелі або через 1,2 м на колоні, а також у місцях стиків гіпсокартонних листів. Елементи каркаса прикріплюють самонарізуючими гвинтами. Стики облицювань між собою і конструкціями будівлі перекриваються сталевими нащільниками, що прикріплюються самонарізуючими гвинтами з кроком 200 мм.

У місцях спирання ребристих плит перекриття на ригелі влаштовують додаткову теплоізоляцію у вигляді пояса з мінеральної вати (рис. 6.3,а,б).

Нащільники теплоізоляційного пояса кріплять до залізобетонних конструкцій цвяхами дюбеля.

Особливу увагу звертають на місця примикання облицювання до стінок, перегородок і стель (рис. 6.3, б,в). Нащільники кріплять до захищаючих конструкцій цвяхами дюбеля.

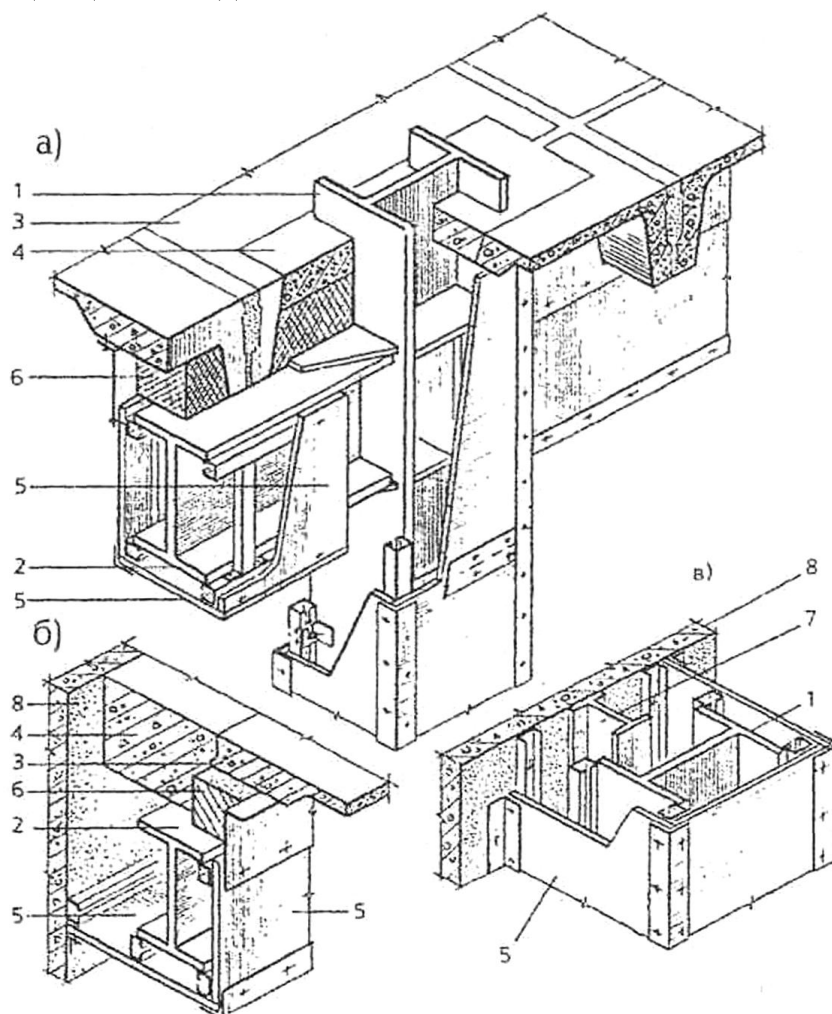


Рисунок 6.3 – Фрагменти сталевих конструкцій із вогнезахисним облицюванням з гіпсокартонних плит (ГКЛ):

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

Штукатурка. Традиційним видом вогнезахисного покриття є цементно-піщана штукатурка (рис. 6.1.г). Для її приготування використовуються цемент і пісок. Вона рекомендується для захисту таких металоконструкцій будівель, як колони, ригелі, елементи зв'язків, вузли сполучення між елементами (рис. 6.4).

Використання цементно-піщаної штукатурки обумовлене такими перевагами, як недефіцитність матеріалів для приготування складу, простота

виготовлення, можливість механізованого нанесення, забезпечення значної межі вогнестійкості конструкції, що захищається. Ефективність використання цементно-піщаної штукатурки як вогнезахисного матеріалу представлена у табл. 6.1.

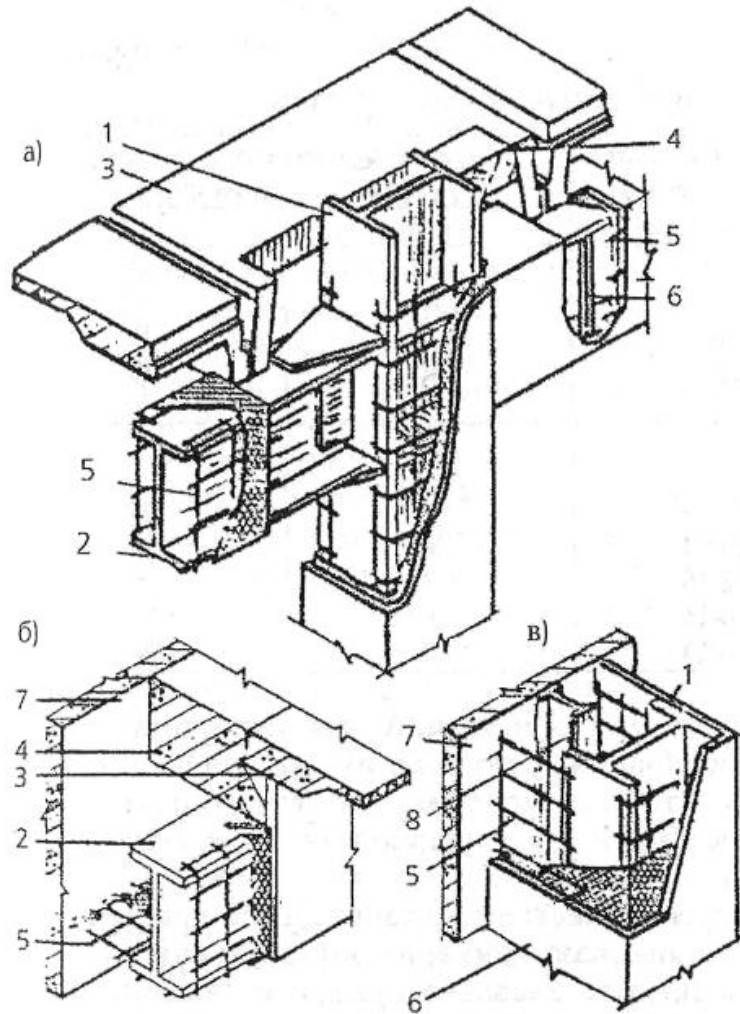


Рисунок 6.4 – Фрагменти сталевих конструкцій з вогнезахисним облицюванням зі штукатурок різного складу:

а - захист вузла з'єднання рядової колони з ригелем; б - захист ригеля, розташованого біля стіни будівлі; в - захист колони, розташованої біля стіни будівлі; 1- колони; 2 - ригель; 3 - плита перекриття; 4 - монолітний бетон; 5 - арматурна сітка; 6 - штукатурка; 7 - стіна будівлі; 8 - стійка фахверка

В той же час цей вид вогнезахисту має ряд недоліків, що обмежують його застосування, до яких відносяться: велика трудомісткість робіт по нанесенню покриття із-за необхідності армування сталевією сіткою; великі навантаження на фундаменти будівель за рахунок збільшення маси каркаса; необхідність застосування антикорозійних складів.

Прагнення понизити масу вогнезахисного облицювання привело до розробки останнім часом легких штукатурок і покриттів на основі азбесту, перліту, вермікуліту, фосфатних з'єднань і інших ефективних матеріалів. Ці

облицювання мають малу щільність (200-600 кг/м³) і тому низьку теплопровідність. На випадок пожежі вони не виділяють диму і токсичних продуктів.

Останнім часом застосовуються полегшені штукатурки, що наносяться механічним способом. Прикладом є перлітна штукатурка. Виходячи з виду конструкції, її товщини і необхідної межі вогнестійкості, значення товщини перлітної штукатурки подані в табл. 6.2.

Таблиця 6.1 — Вогнезахисний ефект цементно-піщаної штукатурки

Елемент конструкції	Товщина захисного шару штукатурки, мм, при необхідних межах вогнестійкості, год.			
	0,75	1,50	2,00	2,50
Колона	25	38	50	60
Ригель	10	20	25	30

Таблиця 6.2 — Товщина шару перлітної штукатурки

Конструкції	Мінімальна товщина конструкції, мм.	Мінімальна товщина покриття, мм, при межах вогнестійкості, год.	
		1,00	0,75
Зварна балка і колона двотаврового перетину	14	20	15
	16	20	15
	20	15	10
	30	10	10
	50	10	5
Балки і колона у вигляді прокатних двотаврів:			
№10-14	4,54,9	30	25
№ 16-18а	5,0-5,1	30	25
№20-24а	5,2-5,6	30	25
№27-30а	6,0-6,5	30	25
№33-40а	7,0-8,3	25	20

При проектуванні і виконанні штукатурних робіт необхідно врахувати вимоги технології її нанесення на поверхню, що захищається. Щоб штукатурка не відвалилася на самому початку пожежі, перед її нанесенням конструкцію ретельно очищають від бруду, пилу, іржі і кріплять до неї сталеву сітку.

При використанні плоскої сітки до металевої конструкції приварюють шпильки. До шпильок приварюють сталеву сітку з розміром вічка до 100 мм. Сітку встановлюють на відстані 10 мм від металевої поверхні для того, щоб штукатурний розчин проник під сітку і штукатурка була надійно прикріплена до конструкції. При використанні об'ємної сітки Рабіца вона накладається безпосередньо на поверхню конструкції, після чого кінці сталевих шпильок загинаються, що забезпечує закріплення сітки на поверхні конструкції.

Для штукатурки, що наноситься методом напівсухого торкретування, як армуючі елементи використовуються Г-подібні шпильки з дроту. Шпильки приварюють до конструкції, що захищається, з кроком 200 мм і відгортають так, щоб відстань від їх кінцевих країв до поверхні конструкцій складала 10 мм.

Балки і колони, виконані з двотавру або швелера полицями назовні, перед кріпленням армуючої сітки обгортають склотканиною або фольгою, що закриває порожнечі і що знижує витрату дефіцитних теплоізоляційних матеріалів. Для збільшення жорсткості шару облицювання застосовується арматурний каркас. Вогнезахисні штукатурки можуть наноситися як на заводі, так і безпосередньо на будмайданчику вручну або механізованим способом. Для нанесення складів, що мають достатньо високу міцність у перші хвилини після нанесення, а також складів на основі в'язучих, що швидко схоплюються, застосовують метод напівсухого торкретування. При цьому нанесення штукатурки виконується за допомогою цемент-пушок з продуктивністю 1-2 м³/год.

Разом з методом напівсухого торкретування застосовується метод набризкування. Для нанесення штукатурки цим методом у внутрішніх приміщеннях використовується спеціальна установка продуктивністю до 1,2 м³/год і дальністю подачі до 30 м.

Легкі вогнезахисні штукатурки ефективніші в порівнянні з цементно-піщаними, оскільки, забезпечуючи однакову межу вогнестійкості конструкції, вони значно менше обважнюють каркас будівлі. В той же час цьому виду покриттів властиві недоліки: матеріал покриттів м'який, має невелику конструктивну міцність, легко відшаровується від поверхні металу. Таке покриття не можна використовувати для відкритих поверхонь, незахищених від механічних пошкоджень, а також для зовнішніх робіт. Ці покриття не захищають від корозії і не відповідають естетичним вимогам. Необхідність застосування арматурних сіток збільшує трудомісткість робіт.

Вогнезахисні покриття. Одним з перспективних способів вогнезахисту металевих конструкцій є високоефективні покриття, які наносять на поверхню конструкції порівняно тонким шаром. Ці покриття можуть бути такими, що не спучуються і спучуються.

Серед вогнезахисних покриттів, що не спучуються, типу ОФП до останнього часу застосовувався склад ОФП-ММ (ГОСТ 23791-79 «Покрытие по стали фосфатное огнезащитное. Технические требования»). Проте, із за наявності азбесту в рецептурі цього покриття його було заборонено до подальшого застосування. Замість нього в даний час використовується склад ОФП-МВ (ГОСТ 25665-83 «Покрытие по стали фосфатное огнезащитное на основе минеральных волокон. Технические требования»), в якому азбест замінений на гранульовану мінеральну вату. За своїми вогнезахисними і фізико-механічними властивостями, способом нанесення, використовуваними механізмами для нанесення, ці склади ідентичні. Відмінність є лише в підготовці робочого складу.

У даний час широко застосовується і полегшене покриття марки ОПВ-180 (ТУ 5760-001-32254682-96), до складу якого входять гіпсоцементне пуццоланове в'язуче, муллітокремнеземне волокно, пластифікатор і шлам флотоції фосфоритних руд.

Вогнезахисні покриття, що спучуються, є композиційними матеріалами, що включають полімерне в'язуче і наповнювачі (антипірени, газоутворювачі, жаростійкі речовини і стабілізатори спіненого вугільного шару). При спученні і одночасному обвуглюванні відбувається утворення дрібнопористого за структурою шару, що має низьку теплопровідність, унаслідок чого різко сповільнюється прогрівання металевих конструкцій.

Вогнезахисний склад ОЗС-МВ на основі рідкого скла, неорганічних наповнювачів і вигоряючих добавок призначений для створення на поверхні металу вогнезахисного покриття, що спучується, з метою підвищення вогнестійкості сталевих металевих конструкцій, експлуатованих усередині приміщень будівель, споруд промислового і цивільного призначення з відносною вологістю не більше 80 %. Склад сертифікується відповідно до вимог ГОСТ 9980.1-86Е «Материалы лакокрасочные. Правила приемки». Склад наноситься на сталеві поверхні, оброблені ґрунтами типу ГФ по ГОСТ 12707-77 «Грунтовки фосфатирующие. Технические условия», а також на неґрунтуючі поверхні.

Вогнезахисний склад ОЗС-МВ дозволяє відмовитися від значної кількості ручних робіт у будівництві, оскільки замінюють обштукатурювання по металевій сітці, що дозволяє економити дефіцитні матеріали – сталь, цемент, вапно і ін.; здійснювати роботи з вогнезахисту механізованими засобами; скоротити питому витрату матеріалів для вогнезахисту. В даний час використовуються також вогнезахисні покриття типу ОВПФ-л, «Екран-М».

Ефективність перерахованих видів вогнезахисту подана в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Види вогнезахисту і їх ефективність

№ п/п	Вид вогнезахисту	Середня щільність кг/м ³	Товщина вогнезахисту, мм., при необхідних межах вогнестійкості, год.				
			0,75	1	1,5	2,0	2,5
1.	Вогнезахисні облицювання:						
	цегла;	1800	65	65	65	65	120
	гіпсокартонні листи (ГКЛ)	850	16	16	32	32	.
2.	Обетонування	2500	-	-	-	50	60
3.	Вогнезахисні покриття:						
	цементно-піщана штукатурка;	1800	25	30	40	50	60
	перлітна штукатурка;	500	15	20	30	40	50
	фосфатні покриття (ОФП-ММ, ОФП-МВ);	300	15	20	30	40	45
4.	ОЗС-МВ	1230	8,1	-	-	-	-

Вогнестійкі підвісні стелі є ефективним засобом підвищення вогнестійкості металевих конструкцій покриттів і перекриттів. Особливо доцільні підвісні стелі для вогнезахисту ферм і структур. Безпосередній захист кожного елемента цих конструкцій облицюваннями або покриттями, що спучуються, трудомісткий і недостатньо надійний, оскільки важко здійснюється у вузлових з'єднаннях елементів конструкцій.

Улаштування підвісної вогнезахисної стелі надійніше, оскільки між стелею і конструкцією, що захищається, створюється повітряний зазор, який додатково підвищує її межу вогнестійкості. Найбільш простою і дешевою підвісною стелею є стеля з мінераловатних плит, укладених на сталеву сітку або різні штукатурки по сітці. Сітка за допомогою сталевих стрижнів, розташованих з кроком 0,8-1 м, підвішується до нижнього пояса ферм або структур. Зовнішня поверхня стелі закривається декоративним матеріалом. При товщині плит 50-80 мм підвісна стеля підвищує межу вогнестійкості ферм і структур до 0,75-1 год.

Конструктивне рішення підвісної стелі із застосуванням ГКЛ показане на рис. 6.5. Конструкція стелі складається з металевого каркаса, облицювання і кріпильних елементів. Товщина підвісних стель, що включають каркас і облицювання, складає від 40 до 84 мм. Відстань від екранів до площини поверхні, що захищається, 80-350 мм. Як облицювання захисних екранів підвісних стель використовуються:

- гіпсобетонні плити завтовшки 14 мм;
- гіпсокартонні перфоровані плити, що обважнюють, і полегшені, завтовшки 30 мм із заповненням мінеральною ватою і наклейкою алюмінієвої фольги;
- декоративні гіпсові плити завтовшки 20 мм;
- мінераловатні плити;
- мінераловатні плити на синтетичному в'язучому завтовшки 30 мм.

Використання таких підвісних стель дозволяє забезпечити межу вогнестійкості металевій конструкції 0,75-2,5 год.

Найбільш надійними конструкціями стелі є такі, які мають облицювання і герметичні стики. Улаштування в підвісній стелі отворів знижує її вогнезахисну здатність. Так, наприклад, влаштовувана для цілей вентиляції крізна перфорація площею 2,7 % в плитах стелі знижує її вогнезахисну здатність у два рази.

Зарубіжна і вітчизняна практика передбачають як вогнезахист металевих конструкцій застосовувати водяне охолодження цих конструкцій. Вода для охолодження може подаватися безпосередньо на поверхню конструкції від спринклерних, дренчерних і інших систем. Необхідно, щоб зрошувачі були спрямовані на конструкції, що захищаються. Вся система подачі води під тиском повинна бути розрахована з урахуванням необхідності живлення всіх пристроїв, призначених для захисту каркаса. Для підвищення ефективності охолодження несучих конструкцій система автоматичного

пожежогасінні повинна мати спеціальні пристрої, що забезпечують безперебійну подачу достатньої кількості води на елементи, що захищаються.

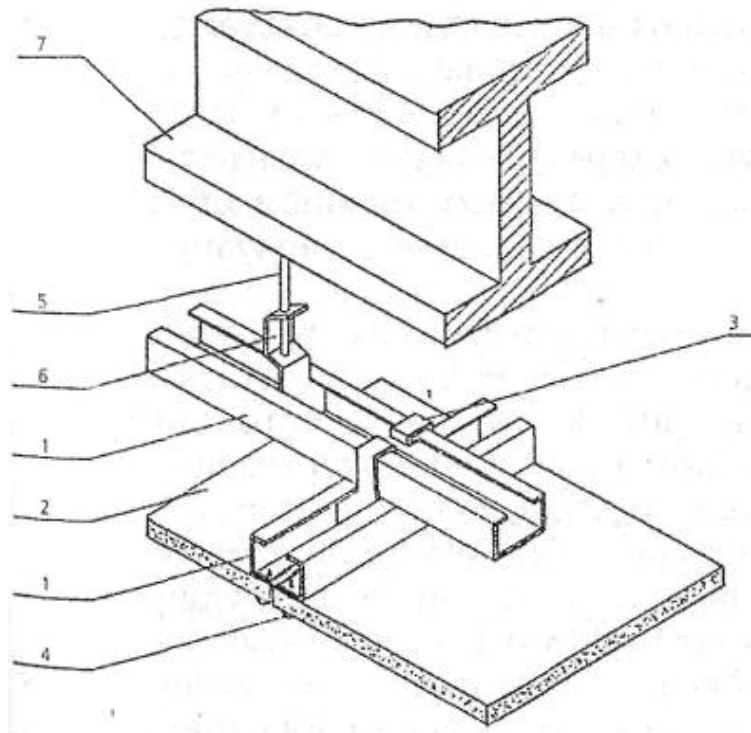


Рисунок 6.5 — Конструкція вогнезахисної підвісної стелі:

1 - швелер з листової сталі; 2 - гіпсокартонний лист; 3 - хомут; 4 - самонарізуючий гвинт; 5 - підвіска; 6 - пружина підвіски; 7 - сталева конструкція, що захищається

Конструкції, виконані з елементів порожнистого перетину, наприклад труб, можуть заповнюватися водою для їх охолодження при пожежі. Такі конструкції називаються водонаповненими.

Водонаповнені конструкції зверху і знизу об'єднані в замкнуту мережу. Рівень води підтримується за допомогою розташованого вище резервуара, який одночасно є компенсатором при збільшенні об'єму води і джерелом випаровування. Коли під час пожежі такі колони нагріваються, в системі, за рахунок підйому нагрітої в окремих місцях води, встановлюється природна циркуляція, яка видаляє приток тепла і сприяє охолодженню конструкції, що знаходиться в осередку пожежі. Досягнення нагрітою водою температури кипіння і її випаровування залежить головним чином від тривалості і розмірів пожежі, а також від кількості циркулюючої в системі води.

За рахунок випаровування відбувається пониження рівня води в резервуарах, причому живлення системи може проводитися або з резервуара достатньої місткості, або із зовнішнього джерела (рис. 6.6.а,б). Таким чином, вся система залишається повністю заповненою водою впродовж всієї пожежі, а достатнє видалення тепла від нагрітих сталевих елементів, що досягли температури кипіння, забезпечується за рахунок охолодження при випаровуванні. Конструкції можуть бути постійно заповнені водою, що вимагає

відповідних заходів по боротьбі з корозією і забезпеченню їх герметичності або заповнюватися водою з водопроводу при пожежі в результаті розтину спринклера і відкриття пов'язаного з ним автоматичного клапана. Запобігти замерзанню води можна за допомогою добавки відповідного антифризу, а внутрішньої корозії можна уникнути за допомогою добавки інгібітора корозії.

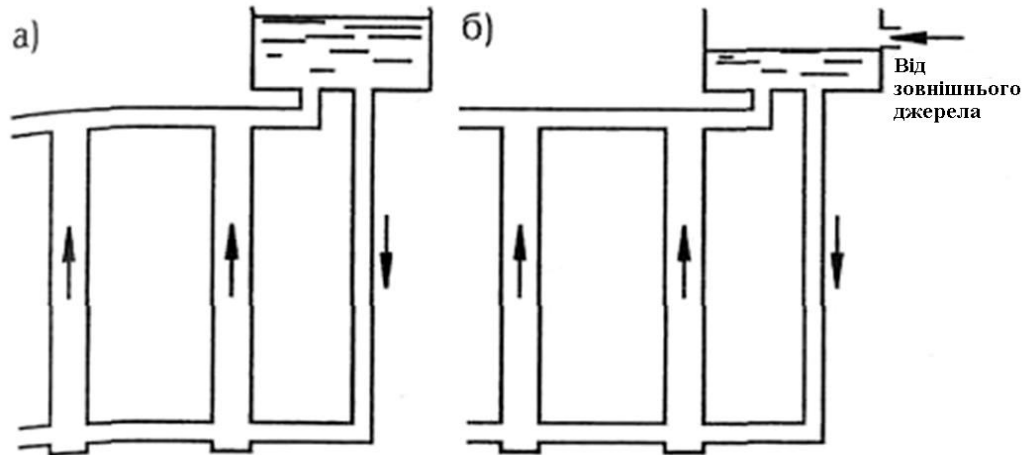


Рисунок 6.6 — Водонаповнені конструкції з живленням водою:

а - з резервуара великої місткості; б - із зовнішнього джерела.

У деяких випадках можна винести несучі металоконструкції за габарити захищаючих конструкцій. Металеві колони можна розмістити ззовні, а стінні панелі - прикріпити з внутрішньої сторони будівлі. Металеві ферми - захистити підвісною стелею. Таким чином, можна виключити пряму дію вогню на несучі металеві конструкції і підвищити стійкість будівлі або споруди до дії пожежі.

Контрольні запитання до глави 6

1. Поясніть, чому металеві конструкції можуть потребувати вогнезахисту?
2. Чому металеві конструкції під час пожежі швидко втрачають несучу здатність?
3. Наведіть основні напрямки підвищення вогнестійкості металевих конструкцій.
4. Чим обумовлюється вибір того чи іншого напрямку підвищення вогнестійкості металевих конструкцій?
5. У чому полягає сутність легування металів?
6. Яким чином можна збільшити вогнестійкість сталей за рахунок легування?
7. Наведіть найбільш розповсюджені засоби вогнезахисту металевих конструкцій.

8. Які матеріали можна застосовувати для виготовлення вогнезахисного облицювання металевих конструкцій?

9. Охарактеризуйте засіб вогнезахисту металевих конструкцій шляхом їх обетонування.

10. Охарактеризуйте засіб вогнезахисту металевих конструкцій шляхом облицювання цеглою.

11. Охарактеризуйте засіб вогнезахисту металевих конструкцій шляхом облицювання теплоізоляційними плитами.

12. Охарактеризуйте засіб вогнезахисту металевих конструкцій шляхом облицювання гіпсокартонними листами.

13. Охарактеризуйте засіб вогнезахисту металевих конструкцій шляхом їх оштукатурювання.

14. Наведіть основні різновиди вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій.

15. Охарактеризуйте засіб вогнезахисту металевих конструкцій шляхом улаштування захисних екранів (підвісних стель).

16. Охарактеризуйте поняття «водонаповнені конструкції».

ГЛАВА 7. ВОГНЕЗАХИСТ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЦЕЛЮЛОЗИ

7.1 Матеріали та способи вогнезахисту дерев'яних конструкцій

Застосування сучасних антипіренів починається з праць французького фізика Гей-Люссака, який в 1891 р. дослідив значну кількість солей та перший встановив перевагу солей амонію порівняно з іншими речовинами.

Для збереження природного зовнішнього вигляду і фактури деревини, а також зниження небезпеки її загоряння можна застосовувати різні методи вогнезахисту. Вогнезахист може бути глибоким чи поверхневим.

Всі вогнезахисні матеріали впливають або на горіння в газоподібній фазі, тобто на загоряння, або на розклад деревини. Розрізняють три основні наведені нижче механізми дії вогнезахисних матеріалів.

1. Дія інертних газів, які виділяють захисні матеріали. Кількість цих газів (газоподібний аміак, C_2 , CO_2 тощо) разом з кількістю газів, які виділяються деревиною, може виявитися достатньою, щоб перешкодити досягненню порога займистості повним обсягом цих газів, затримати момент загоряння, обмежуючи потім розміри і тривалість фази активного горіння за наявності полум'я.

2. Підвищення температури утворення горючих газів. Наявність відповідних фосфатів, сульфатів, сполук хлору, тощо, змінює під дією тепла розклад органічних матеріалів: активне горіння з утворенням полум'я може відбуватися тільки за вищої температури, що може бути досягнута протягом тривалого періоду.

3. Зниження температури обуглювання. Під впливом тепла вогнезахисні матеріали виділяють кислоти (наприклад, фосфорну), що сприяють швидкому утворенню обугленого шару на поверхні деревини з одночасним виділенням вуглекислого газу і водяної пари. Отже, відбувається своєрідне "коротке замикання" небезпечної фази горіння, що починається за температури близько $280\text{ }^{\circ}C$ утворенням горючих газів (вуглеводнів і водню). Внаслідок цього обуглений шар утвориться без значного виділення горючих газів, і він слугує ізоляцією від загоряння наступних шарів деревини.

Нарешті необхідно відзначити, що від деяких вогнезахисних покриттів, доволі ефективних проти впливу вогню, доводиться відмовлятися через виділення ними токсичних газів під час нагрівання.

Вогнезахисні речовини, як правило, базуються на сполуках фосфору, азоту, бору, діоксиду кремнію та їхніх комбінаціях, у яких вони поведуться як синергетики.

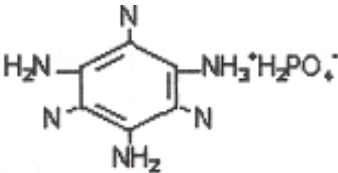
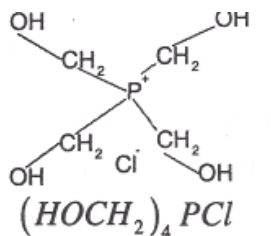
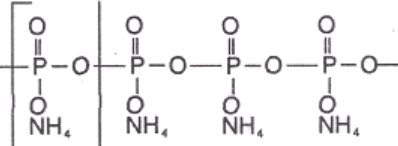
Вогнезахисні сполуки діють декількома способами. Деякі з них передбачають:

- сприяння утворенню обугленого шару;
- перетворення летких газів у негорючі, такі, як водяна пара та діоксид вуглецю;

- формування глазуrowаного бар'єра на поверхні;
- формування бар'єра зі спученої піни на поверхні;
- завершення газової фази вільними радикалами.

Вогнезахисні склади використовують для затримки займання, обмеження поширення полум'я та зниження тепловиділення з дерев'яної основи.

Таблиця 7.1 – Основні антипірени

Формула	Назва
$(NH_4)_2HPO_4$	Фосфорнокислий амоній двозаміщений. Діамоній фосфат (<i>di-ammonium phosphate</i>)
$(NH_4)H_2PO_4$	Фосфорнокислий амоній однозаміщений. Фосфат амонію (<i>mono-ammonium phosphate</i>)
$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	Бура (borax) тетраборнокислий натрій
 <p>Melamine Phosphate</p>	Фосфат меламіну (<i>melamine phosphate</i>)
H_3PO_4	Ортофосфорна кислота (<i>orthophosphoric acid</i>)
$(NH_4)_2SO_4$	Сірчаноокислий амоній. Сульфат амонію (<i>ammonium sulphate</i>)
B_2O_3	Ангідрид борної кислоти (<i>boric</i>)
$Na_2B_8O_{13}$	Двонатрієвий октоборат (<i>disodium octoborate</i>)
H_3BO_4	Борна кислота (<i>acid/boric</i>)
$Al(OH)_3$	Гідроксид алюмінію
$CO(NH_2)_2$	Сечовина за ГОСТом 6691-77
$SC(NH_2)_2$	Тіосечовина за ГОСТом 6344-73.
 <p>$(HOCH_2)_4 PCl$</p>	Тетра (гідроксометилен) фосфор хлорид (<i>tetrakis(hydroxylmethyl) phosphonium chloride</i>)
	амоній поліфосфат (<i>ammonium polyphosphate</i>)

Вибираючи вогнезахисний склад, необхідно враховувати такі чинники:

- тип дерев'яної основи;
- чи задовольняються вимоги відповідних норм;
- нове будівництво чи ремонт та реконструкцію;

- умови експлуатації;
- умови нанесення;
- ефективність протягом необхідного терміну експлуатації;
- як впливає на зовнішній вигляд або на інші характеристики дерев'яної основи.

Вплив обробки антипіренами клеєної фанери на інтенсивність тепло-виділення, визначений з використанням кінчного калориметра за випромінювання 50 кВт/м^2 , показано на рис. 7.3. Перший пік інтенсивності тепловиділення спостерігається для необроблених зразків перед початком обуглювання і знижується або усувається для оброблених зразків.

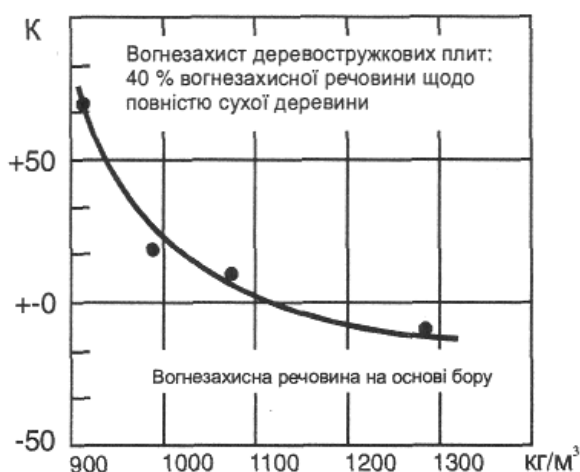


Рисунок 7.1 - Підвищення температури під час випробування деревостружкових плит залежно від щільності

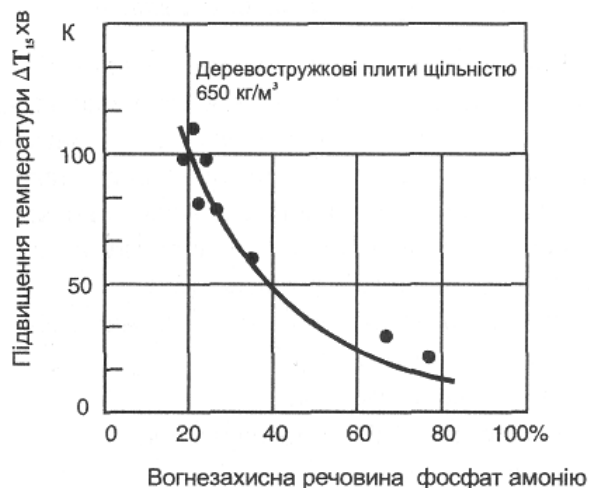


Рисунок 7.2 — Підвищення температури в печах під час випробування деревостружкових плит залежно від вмісту вогнезахисних засобів

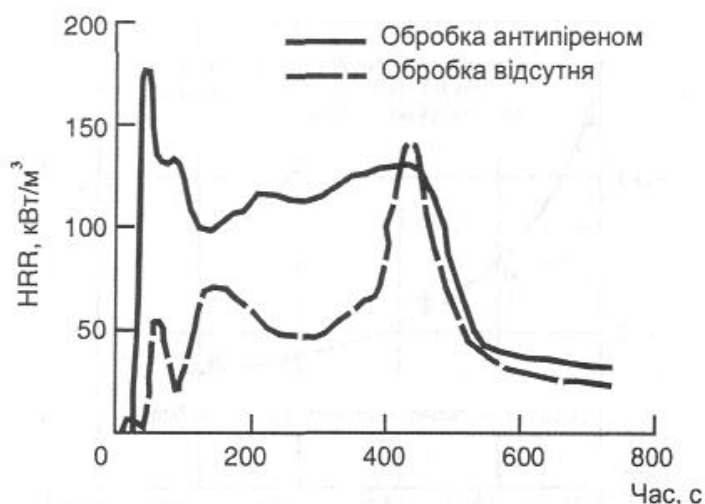


Рисунок 7.3 — Криві інтенсивності тепловиділення для просоченої та непросоченої клеєної фанери, експонованої за 50 кВт/м^2

7.1.1 Просочування деревини

Просочування деревини розчинами *антипіренів* або полімерами залежно від кількості та глибини проникання забезпечує її властивості негорючості за місцевого або тривалого впливу високотемпературного джерела вогню. Відмінність такого матеріалу від захищеного методом обмазки або фарбування полягає в тому, що він має підвищений опір впливу вогню не тільки на стадії розвитку пожежі, але і на стадії повного її розвитку.

Щоб отримати вогнезахисні дерев'яні матеріали, використовують такі способи просочування :

- просочування під тиском;
- автоклавно-дифузійне просочування;
- просочування у ваннах;
- поверхневе просочування;
- просочування за допомогою суперобмазок.

Вогнезахисні склади для просочення деревини загалом можна поділити на три групи:

- речовини, введені як складові частини дерев'яних композитів під час виготовлення;
- речовини, якими просочують дерев'яні вироби під час виготовлення;
- речовини, які наносять на поверхню дерев'яних конструкцій після їхнього монтажу.

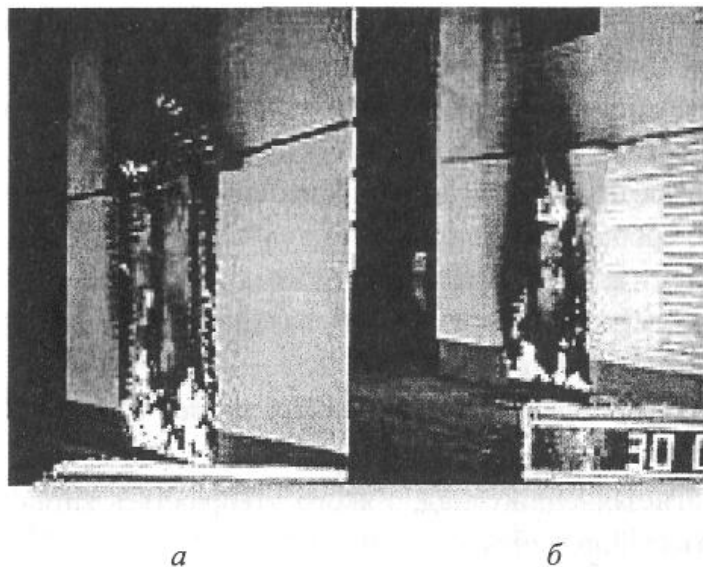


Рисунок 7.4 — Вогневі випробування дерев'яних панелей:

а – не просочені панелі з ялини, через 30 хв після займання; б - просочені антипіреном панелі з ялини, через 30 хв після займання.

Умови експлуатації деревини, просоченої антипіренами (Fire Retardant Treated Wood (FRTW)), мають значний вплив на вибір складу та способу просо-

чування антипіреном. Висока вологість впливає на просочування і призводить до зниження міцності, корозії металевих кріплень, затримки та проблем з фарбуванням.

Антипірени використовують:

- неорганічні солі - для сухих приміщень;
- вологостійкі склади - для всіх внутрішніх приміщень і деякі, захищені від погоди, зовні;
- стійкі проти вилуговування полімерного типу, експоновані – зовні приміщень.

Зниження горючості дерев'яних матеріалів, просочених водорозчинними антипіренами. Як очевидно із розгляду закономірностей піролізу та горіння деревини і матеріалів на її основі, ідеальна схема розкладу целюлози, за якої неможливе полум'яне горіння, може бути подана в загальному вигляді. Повна дегідратація макромолекул целюлози відбувається за схемою:



Такому напряму реакції сприяють кислі каталізатори та сполуки, які утворюють за підвищених температур кислоти.

Основні положення теорії каталітичної дегідратації целюлози зводять до таких:

- каталітична дегідратація проходить за механізмом утворення іонів карбонію;
- каталізатором повинна бути кислота Льюїса, або вона повинна утворюватись з вогнезахисного складу за температури, нижчої від температури горіння целюлози;
- каталізатор не повинен вивітрюватись в інтервалі температур 300-500 °С;
- вогнезахисний склад, з якого утворюється каталізатор, не повинен самостійно горіти.

Для ефективного вогнезахисту целюлозних матеріалів необхідно не тільки унеможливити полум'яне горіння, але і тління.

Наявність фосфорної кислоти змінює співвідношення CO/CO_2 у напрямі інгібування прямого окислювання вуглецю в CO_2 , знижуючи значно екзотермічний ефект процесу.

Неорганічні фосфати та борати - сполуки, які призупинюють тління целюлози. Фосфорна кислота починає зневоднюватись за 213 °С, перетворюючись у пірофосфатну кислоту $H_4P_2O_7$, яка повільно за 800 °С перетворюється на метафосфорну HP_2O_7 . Борна кислота H_3BO_3 помітно втрачає воду за 70 °С, причому утворюється метаборна кислота HBO_2 . Кінцевим продуктом зневоднення є борний ангідрид з температурою плавлення та кипіння відповідно близько 600 °С та 1860 °С. Отже, вказані сполуки не вивітрюються за температури активного тління (500...700 °С).

Борна кислота сама по собі не є антипіреном для деревини, але у поєднанні з бурою (у співвідношенні 1:1) має вогнезахисні властивості. Під впливом введеного у целюлозомісткі матеріали фосфору змінюється механізм їхнього терморозпаду. Перетворення деревини та целюлози в присутності фосфору характеризуються низькотемпературним початком деструкції, збільшенням виходу вугілля та води за меншого виділення летких продуктів розпаду, зокрема горючих (оксид вуглецю, левоглюкозан). Антипіреновий ефект фосфорної кислоти стосовно дерев'яного комплексу зумовлений переважно різкою зміною механізму термічних перетворень вуглеводневої частини комплексу. Фосфорна кислота каталізує реакцію дегідратації целюлози. Внаслідок цього знижується ефективна енергія активації дегідратації, понижується температура її початку, збільшується швидкість утворення та кількість води, що виділяється. Взаємодія лігніну з фосфорною кислотою на низькотемпературній стадії виявляється у розвитку внутрішньо ланкової дегідратації за участю γ -гідроксильної групи та міжмолекулярної дегідратації з утворенням ефірного алкіл-алкільного зв'язку між ФПЕ за участю α -гідроксильної групи. В її присутності активуються реакції диметоксилювання структур лігніну.

Найбільше застосовують для глибокого просочування такі склади, % мас.:

1. Склад С:
сірчаноокислий амоній – 15;
дінатрійфосфат – 2;
фтористий натрій – 2;
вода – 81.
2. Склад МС:
діамонійфосфат $(NH_4)HPO_4$ – 7,5;
сульфат амонію $(NH_4)_2SO_4$ – 7,5;
фтористий натрій – 2;
вода – 83.
3. Склад Б:
бура $HA1_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ – 10;
борна кислота – 10;
вода – 80.

Для поверхневого вогнезахисного просочування застосовують склад ДСК-П, % мас.:

- діамонійфосфат – 20;
- сульфат амонію $(NH_4)_2SO_4$ – 3;
- газовий контакт (щільність 1108 кг/м^3) – 3;
- вода – 72.

Сульфат амонію можна замінити повністю або частково діамонійфосфатом. Використовувані розчини мають одночасно антисептичну дію. Амонійні склади характеризуються недостатньою стійкістю проти вимивання. Склади на основі борних сполук мають більшу водостійкість, оскільки розчинність їхня за 20 °С незначна (бура – 2,3 %, борна кислота – 4,9 %).

Кількість розчину, який вводиться, визначають за контрольним просочуванням деревини та її доважкою. Звичайно масу заготовок збільшують на 50–70 %, що відповідає поглинанню сухих солей до 75 кг/м³ за нормами вогнезахисного просочування. Просочені розчинами деталі висушують за температури, яка не перевищує 70 °С (щоб запобігти розкладу солей на поверхні). Піломатеріали необхідно укласти так, щоб унеможливити дотикання деревини до сильно нагрітого металу в сушильній камері. Сушіння закінчується після досягнення деревиною вологості 10...20 %. Для видалення надлишкової вологи із заготовок безпосередньо після просочування їх рекомендують витримувати близько 2 год на повітрі.

Становить інтерес метод подвійних просочувань дерев'яних конструкцій, розроблених Сенезькою лабораторією ЦНП облагороджування деревини. Він полягає в послідовному просочуванні поверхні захищеного матеріалу розчинами солей, які взаємодіють між собою. Послідовно введені в деревину, ці сполуки здатні утворювати нерозчинні або важкорозчинні антипірени. За допомогою подвійного просочування можна отримати нерозчинні сполуки на основі сірчаноокислих, борноокислих, фосфорноокислих, кремнієвих та інших сполук. Найбільший вогнезахисний ефект мають пари на основі хлористого кальцію та діамонійфосфату за співвідношення компонентів 1:1,2. Максимальну кількість солей в деревині допускають до 15–20 %, що відповідає групі важкозаймистих матеріалів.

Антипіреновий ефект мають і деякі традиційні антисептики. Наприклад, температура займання деревини, просоченої креозотом, на 50–100 °С вища, ніж непросоченої. За даними вогневих випробувань для займання сухої деревини, просоченої креозотом, необхідно в 2,5 рази більше часу, ніж для непросоченої.

За кордоном розроблено метод обробки деревини бромом, який оснований на зв'язуванні бромиду з лігніном унаслідок термохімічної обробки. Деревину завантажують в розчин бромистого калію, натрію або магнію, а потім обробляють у відповідних умовах газоподібним хлором. Бром вводять у кількості 4–6 % маси сухої деревини, він не звітряється і не вимивається. Унаслідок просочування міцність дерев'яних елементів не знижується, колір деревини істотно не змінюється, але деревина стає важчою. Просочена бромом деревина не загоряється під час дії вогню.

Глибокий вогнезахист полягає в просоченні деревини визначеною кількістю різних солей: фосфатів амонію $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ і $(\text{NH}_4)_2 \text{H}_2\text{PO}_4$, сульфату амонію $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ і бури $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ в автоклаві під тиском 10–15 атмосфер протягом декількох годин. Можна також здійснювати "загартування"

дерева у вогнезахисному розчині, що всмоктується в деревину внаслідок різкого охолодження повітря, що міститься в ній. Після всмоктування достатньої кількості розчину (не менш ніж 75 кг солі на 1 м³) деревину висушують, і солі відкладаються в ній у вигляді дрібних кристалів. Хоча за глибокого вогнезахисту і передбачається повне просочення деревини солями, на практиці її глибина рідко перевищує 2 см, що є, проте, цілком достатнім для істотного підвищення опору впливу вогню обробленої в такий спосіб деревини.

Просочування під тиском. Просочування під тиском виконують в горизонтальних просочувальних циліндрах місткістю 2÷70 м³. Просочування складається з таких технологічних операцій: приготування просочувального розчину; завантаження повітряно-сухих дерев'яних деталей в просочувальні циліндри; створення вакууму в циліндрі (65 мм.рт.ст.) протягом 30–60 хв. залежно від виду деревини; подавання просочувального розчину в циліндр; створення тиску до 1–1.6 МПа (протягом 1 год). Температура під час просочування дорівнює 55–60 °С. Послідовність процесу: спуск, тиск та витримка вагонеток (20–30 хв.) для стікання розчину; виймання деталей та їх сушіння.

Необхідну кількість просочувального розчину для забезпечення вогнезахисту деревини визначають за співвідношенням:

$$K = a \left(\frac{10000}{c\rho} \right),$$

де K - необхідна кількість просочувального розчину, % маси деревини; a - необхідна кількість антипірену, кг/м³; c - концентрація антипірену в просочувальному розчині, %; ρ - щільність деревини, кг/м³.

На просочування великий вплив має порода деревини. Наприклад, для берези тривалість процесу становить 2–6 год за тиску 0,8–1 МПа, для сосни – 8–12 год і 1,0–1,2 МПа, для дуба – 15–20 год і 1,5–1,6 МПа відповідно.

Незважаючи на ефективність цього способу, просочування ДСП застосовують обмежено. Воно придатне лише для плит, виготовлених з використанням водостійких фенолоформальдегідних в'язучих. У процесі просочування деревина набухає, незворотно деформується, внаслідок чого знижується клас шорсткості поверхні. Крім цього, необхідне сушіння плит, що робить просочування нерентабельним.

За автоклавно-дифузійного просочування деревину просочують антипіренами в умовах послідовної зміни тиску в автоклавах. Розроблено декілька режимів дифузійного просочування деревини (ГОСТ 20022.6-93 Захиста деревини. Способи пропитки. Межгосударственный стандарт).

Просочування у ваннах (вимочування). Просочування виконують у місткостях методом гаряче-холодних ванн. Для введення просочувальної рідини використовують "вакуум", який виникає завдяки зменшенню об'єму повітря після перенесення рідини з гарячої ванни (80–90 °С) в холодну. Недоліком цього методу є доволі слабе просочування ядрової частини деревини,

обмежена можливість регулювання кількості просочувального складу, який вводить, і значна тривалість процесу.

Метод поверхневого просочування. Метод поверхневого просочування полягає у нанесенні (за декілька разів проміжним сушінням не менше ніж 12 год) гарячого (60 °С) просочувального розчину на готові дерев'яні конструкції.

Дифузійний метод просочування. Дифузійний метод просочування полягає в нанесенні на сиру деревину суміші антипірену з невеликою кількістю клейкої речовини, яка набухає. Оскільки сіль у вологій пасті сильно концентрована, а сік в деревині - це розчин солей слабкої концентрації, то виникає осмотичний тиск, який зумовлює проникання антипіренів в пори деревини. Недолік цього методу - велика тривалість порівняно з попередніми методами просочування (140 діб).

Для просочування здебільшого застосовують неорганічні водорозчинні антипірени. Спроба використання рідкого скла як вогнезахисного просочувального складу для деревини не дала позитивних результатів. Це можна пояснити тим, що рідке скло є колоїдним розчином, проникання якого в пори деревини значно важче, ніж істинного розчину.

Відомі дослідження із зниження горючості деревини просочуванням солями хрому, міді, миш'яку, цинку у поєднанні з боратами, хроматами, фосфоромісткими та іншими сполуками. В останні роки починають застосовувати просочування синтетичними полімерами та органічними сполуками (кам'яновугільними, антрацитовою олією та сланцевими маслами, відходами нафтової сировини в поєднанні з органічними розчинниками). Є повідомлення про застосування трихлоретилфосфату і α -фенілвінілфосфонової кислоти в поєднанні з органічними розчинниками (наприклад, CCl_4). Але ці склади поки що не поширені.

Метод вогнезахисного просочення деревини, запропонований Національним університетом «Львівська політехніка» (колектив розробників у складі: Орловський Ю.І., Шналь Т.М., Демчина Б.Г., Пархоменко Р.В.) полягає в обробці деревини просоченням неорганічними і органічними сполуками, зокрема, складами, що містять сірку, і може бути використаний в деревообробній промисловості та будівництві. Відомі склади для обробки деревини, що містять сірку з добавкою хлорованого нафталіну (А.с. № 653358 кл. 38 2/01 В 27 К 03/34, 1945 р.), селену (патент США № 1962005 1934 р.). Однак вони не дають змоги значно підвищити вогнестійкість, водночас погіршуючи фізико-механічні характеристики деревини. Відомий склад для обробки деревини, який містить сірку та добавки – трифенілфосфат хлорований та оксид сурми. Співвідношення компонентів, мас %: сірка - 79-83, трифенілфосфат хлорований -15-20, оксид сурми - 1-2 [А.с. №1288064 СССР В 27 К 3/52, 3/00, бюл. №5 1987 р]. Але деревина, просочена таким складом, має погані показники міцності і погані вогнезахисні властивості. Крім того, потрібно додатково вводити оксид сурми. В основу винаходу бу-

ло поставлено завдання вдосконалити склад для обробки деревини, в якому введення нової добавки забезпечило б покращання технічних характеристик — міцності та вогнезахисних властивостей деревини. Цього досягають тим, що склад для просочення деревини, який містить сірку та добавку, згідно з винаходом, як добавку містить ди-(2,3-дибром-4-оксибутан-2-іл)фосфіт за такого співвідношення компонентів, мас. %:

сірка (ДСТУ 2181-93 (ГОСТ 127.1-93)) – 90-95,
ди-(2,3-дибром-4-оксибутан-2-іл) фосфіт – 5-10.

Поєднання цих компонентів, узятих у заявленій кількості, дало змогу забезпечити низьку тривалість горіння тлінням, за відсутності самостійного горіння полум'ям, оскільки за використання ди-(2,3-дибром-4-оксибутан-2-іл)фосфіту відзначається синергетична дія фосфору та бромістких сполук: за термічного розкладу, крім бромідів фосфору, виділяється метафосфорна кислота, яка схильна до полімеризації з утворенням на поверхні полімерних продуктів, що утруднюють дифузію горючих газів до поверхні матеріалу. За термічного розкладу можливе також утворення оксиду фосфору, який надає матеріалу здатності самогасання. Підвищення міцності досягають за рахунок утворення склоподібної структури під час просочування деревини та меншої кількості добавки в сірці.

У розплав сірки за температури 145 ± 5 °С додали ди-(2,3-дибром-4-оксибутан-2-іл)фосфіт за такого співвідношення компонентів, мас. %:

сірка (ДСТУ 2181-93 (ГОСТ 127.1-93)) – 92;
ди-(2,3-дибром-4-оксибутан-2-іл) фосфіт – 8.

Протягом 20 хв перемішували суміш і просочували нею зразки з деревини, наприклад, осики з початковою вологістю 12 %, витримували за цієї температури в розплаві протягом 1,5 год до повного видалення вологи з деревини. Температуру розплаву знизили до 130-135 °С та витримали зразки ще упродовж 0,5 год. Потім температуру розплаву підвищили до 160-165 °С. Визначали вогнезахисні показники згідно з ГОСТом 16363-98. Втрата маси просочених зразків розміром 30x30x150 мм становить 10 %, тривалість самостійного горіння тлінням - 12 сек. Для визначення міцнісних характеристик випробовували зразки розміром 20x20x300 мм. Межа міцності за статичного згину - 146 МПа проти 104 МПа для прототипу. Досліди 2-4 (табл. 7.2) здійснювали аналогічно до дослідів 1. Вміст компонентів у складах наведено в табл. 7.2, технічні характеристики просоченої деревини - в табл. 7.3.

З даних табл. 7.2 видно, що додавання в розплав сірки 5-8 % ди-(2,3-дибром-4-оксибутан-2-іл) фосфіту дає змогу підвищити міцність за статичного згину просоченої деревини в 1,4 рази та зменшити тривалість самостійного горіння тлінням.

Таблиця 7.2 — Склади для обробки деревини

Компоненти	Вміст, мас. %				
	1	2	3	4	Прототип
Сірка	92	90	97	95	83
Ди (2,3-дибром -4-оксибутан - 2-іл)фосфіт	8	10	3	5	—
Трифенілфосфат хлорований	—	—	—	—	15
Оксид сурми	—	—	—	—	2

Таблиця 7.3 — Технічні характеристики просоченої деревини

Показники	№ складу				
	1	2	3	4	Прототип
Втрата маси, %	10	10	34	12	12
Тривалість самостійного горіння: полум'ям, с	-	-	20	-	-
тлінням, с	12	10	-	16	15
Межа міцності за статичного згину, МПа	146	152	136	140	104

7.1.2 Вогнезахисні покриття

Вогнезахисні покриття за механізмом дії, товщиною та функціональним призначенням поділяють на такі типи:

- вогнезахисні обмазки завтовшки 10–70 мм; з декоративною метою їх не використовують;
- вогнезахисні фарби завтовшки 1–10 мм; вони можуть виконувати декоративні функції, приховуючи колір та текстуру деревини;
- декоративні покриття, які утворюють захисну плівку завтовшки до 1 мм; не змінюють кольору та текстури деревини;
- спучувані покриття;
- комбіновані покриття.

Залежно від сфери застосування вогнезахисні покриття поділяють на неатмосферостійкі, які експлуатуються тільки в закритих опалюваних приміщеннях з відносною вологістю повітря не більше за 70 %, та атмосферостійкі.

Вогнезахисні штукатурки.

Вогнезахисні штукатурки (*обмазки*) – це штукатурні розчини, в яких пісок замінено легким наповнювачем (азбест, гранульовані шлаки, перліт, вермикуліт тощо). Кількість та природу в'язучої речовини (цементи різних марок, гіпс, вапно, глини, рідке скло тощо) вибирають залежно від умов експлуатації, вологості, необхідної міцності шару тощо.

Гіпсові штукатурки. Під час пожежі дигідрат сульфату кальцію $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, перетворюючись на $CaSO_4$, виділяє пари води (близько 20 %

своєї маси) та поглинає велику кількість тепла (696 кДж/кг гіпсу). За час дегідратації температура на поверхні гіпсового елемента, яка не обігривається, не перевищує 100 °С. Нагрівання цього боку елемента завтовшки 3 см до вказаної температури відзначається через 1 год, а елемента завтовшки 5 см - через 2 год.

Гіпсовий розчин ручного приготування рекомендується застосовувати тільки для виконання дрібних робіт, наприклад, зашпаровування невеликих отворів, нещільностей тощо. Гіпсовий розчин, який наноситься на поверхню методом торкретування, готують механічно. Він містить близько 55 % води. Торкретований гіпсовий шар має велику щільність (1200 кг/м³) та підвищену механічну міцність під час стиску. Спеціальний вогнезахисний гіпс містить добавки вермикуліту, перліту, мінеральних волокон. На відміну від гіпсу, без цих добавок спеціальний гіпс у процесі вогневого впливу незначно піддається тріщиноутворенню.

Під час вогневих випробувань дерев'яних стійок з поперечним перерізом 15x15 см, висотою 230 см з навантаженням 10000 кг отримані такі показники меж вогнестійкості:

неоштукатурена стійка – 52 хв.;

оштукатурена по металевій сітці при товщині штукатурки, мм:

10 мм – 1 год 21хв;

20 мм – 1 год 58 хв.

Як спеціальні добавки до гіпсу застосовують також суперфосфат $Ca(H_2PO_4) \cdot 2H_2O$ у співвідношенні 3:7 (суперфосфат:гіпс).

Суперфосфат можна використовувати як самостійну неатмосферостійку білу обмазку.

Широко застосовують **вапняні штукатурки**, які складаються з гашеного вапна та наповнювача; вапняно-глиняні (вапняне тісто 1:1 -100 мас.ч., глина – 5 мас.ч., вода - 5 мас.ч.); вапняно-глинисто-сольові (з добавкою кухонної солі) тощо.

Останнім часом почали застосовувати **штукатурки на основі полівінілацетату**, фуранових олігомерів, поліуретанів, мономеру ФА, фенолофурилацетанового олігомеру (марки ФЛ-1). На основі цих олігомерів готують штукатурки, які містять, в якості наповнювачів, вермикуліт, аднезит, графіт, азбест, діаммонійфосфат. Оброблені цими обмазками деревоволокнисті плити стають важкозаймистими (втрата маси менше ніж 3 %). Цікавий варіант обмазки у вигляді покриття із пінополіізоціанурату, який витримує значні теплові навантаження (до 900 °С). Застосовують також поліуретановий полімер, що твердіє за наявності вологи, наповнений фенольними мікросферами, штукатурки на основі сірки, в яку введено пластифікатор(сульфіди металів), антипірен (декамбромфенилоксид) та неорганічні наповнювачі.

Вогнезахисні фарби.

Вогнезахисні фарби являють собою суміш в'язучого пігменту та наповнювача, що утворюють плівку, яка здатна до самовільного твердіння, причому плівка, яка утворилася, може виконувати як вогнезахисну, так і декоративну функцію. Як в'язуче для вогнезахисних фарб застосовують мінеральні та органічні (бітуми, оліфи, пеки, дьогті) в'язучі, синтетичні та модифіковані природні полімери. Для покращання фізико-механічних властивостей плівки на органічних в'язучих і для надання їй пластичності в склад фарби вводять пластифікатори (гліцерин, пентахлордифеніл, трикрезолфосфат тощо). Для фарбування плівки використовують переважно мінеральні (оксид цинку, сурик залізний, мумійо, охра, оксид хрому, сажа, графіт) пігменти.



Рисунок 7.5 — Нанесення вогнезахисної фарби

Вогнезахисні фарби, нанесені на деревину, приховують її текстуру та належать до покрівельних покриттів.

Вогнезахисні фарби можна класифікувати за видом застосовуваного в'язучого. На основі мінеральних в'язучих розроблено *силікатні та магnezіальні (хлоридні) фарби*.

Силікатні фарби виготовляють на основі калійного або натрієвого рідкого скла з модулем не нижче за 2,5. Склад рідкого скла такий:



де M - калій або натрій; $n = 1-5$.

Силікатні фарби мають високі вогнезахисні властивості, але внаслідок розчинності рідкого скла в воді, і істотні недоліки:

- слабку стійкість до атмосферних впливів;
- крихкість, яка зумовлює недовговічність покриттів на матеріалах та конструкціях, здатних

змінювати розміри або вібрувати.

Для підвищення атмосферостійкості силікатних фарб вживають наступних заходів:

- застосовують калієве рідке скло;
- збільшують модуль рідкого скла, що приводить до зменшення розчинності та збільшення стійкості до дії CO_2 ;
- вводять у склад фарби речовини, які утворюють водонерозчинні сполуки (крейда, кремнійфтористий натрій тощо), а також домішки, що мають гідрофобні властивості (совол, хлорпарафіни) і підвищують стійкість до дії CO_2 ;

- оброблюють поверхню фарби після підсихання розчинами солей, які взаємодіють з рідким склом з утворенням нерозчинних сполук;
- зменшують товщину шару силікатної фарби, що сприяє кращому зчепленню з поверхнею деревини та меншому розтріскуванню фарби.

Кращі вогнезахисні властивості мають фарби, в яких рідке скло міститься в надлишковій кількості. Без цього надлишку неплавка плівка покриття за сильного нагрівання дає тріщини та оголює поверхню, яку захищає; надлишкове рідке скло, плавлячись та спучуючись під час нагрівання, запобігає утворенню тріщин.

Недоліком методу обробки поверхні фарбами - розчинами солей є поділ фарби на два шари з різними коефіцієнтами лінійного розширення та еластичності. Верхній шар виявляється щільнішим, а нижній містить надлишок рідкого скла. Внаслідок цього покриття виявляється нестійким до коливань температури; під час нагрівання легко утворюються тріщини. Для практичного застосування рекомендовані склади силікатних фарб, які наведено в табл. 7.4, % мас.

Рідке скло використовують також для отримання комбінованих покриттів.

Магнезіальні (хлоридні) фарби отримують на основі оксиду магнію MgO , змішуючи його із розчинами хлористого магнію або кальцію. Оксид магнію MgO погано розчиняється у воді та краще в розчині $MgCl_2$. Під час гідратації MgO твердий розчин $Mg(OH)_2$ перетворюється в $MgCl_2$, який відрізняється високою міцністю та вогнезахисними властивостями. Практичне застосування знайшли фарби марки ХЛ-К для вогнезахисту дерев'яних елементів в сухих приміщеннях такого складу, % мас.:

- оксид магнію – 25;
- літонон – 20;
- розчин хлористого кальцію (щільністю 1370 кг/м^3) – 5;
- розчин хлористого магнію (щільністю 1270 кг/м^3) – 42,5;
- вода – 7,5.

Таблиця 7.4 – Склади силікатних фарб

Складові елементи	СК-Г	СК-ХЭМ	СК-Л
Рідке скло	37,1	37,1	54
Крейда	37,1	37,1	-
Гліцерин	1,9	1,9	-
Цинкові білила	1,9	1,9	-
Вода	22	16	-
Залізний сурик	-	0,6	-
Хлорпарафін	-	4	-
Каолін	-	2	-
Літонон	-	-	39
Вермикуліт або слюдяний порошок	-	-	7

Олійні фарби на основі оліфи мають вищу атмосферо- та водостійкість, ніж розглянуті вище. Для зниження горючості оліфи (як натуральної, так і штучної – оксолу) вводять велику кількість мінеральних наповнювачів (зокрема і азбесту) та пігментів; антипірени (бура, суміші хлорпарафіну та триоксиду сурми тощо) або модифікують її хлормісткими полімерами.

Прикладом олійної вогнезахисної фарби може бути фарба МХС, розроблена у ВДШПБ колишнього СРСР.

У закордонній практиці застосовують олійні вогнезахисні фарби на основі льняної олії, модифікованої алкідними полімерами з додаванням хлорпарафіну, поліаміду №93, олії "Ізано". Додавання хлорпарафіну, який містить 40 % хлору, дає змогу економити приблизно 25 % алкідного в'язучого. Мінеральними компонентами фарби є діоксид титану, борат цинку, сульфат і карбонат свинцю, оксид цинку. Об'ємний вміст пігментів у цій фарбі досягає 24 %.

Для фарбування всередині приміщень застосовують фарби на основі алкідних полімерів, модифікованих хлоркаучуком та силіконовою смолою. Мінеральні компоненти фарби: діоксид титану, фосфат амонію; об'ємний вміст пігменту у цій фарбі досягає 67 %. Силікони значно підвищують стійкість покриття до миття.

Витрата льняної олії може бути значно (до 50 %) зменшена, якщо у фарбах використано хлорпарафін, який містить 70 % хлору. Такі фарби зберігають свої декоративні та захисні властивості протягом декількох років в умовах субтропічного клімату. Для фарбування дерев'яних конструкцій льняна олія зі складу може бути повністю вилучена та замінена на суміш хлорпарафінів. Рекомендується, наприклад, такий склад, мас. ч.:

хлорпарафін -70 (60 %-й розчин в уайт-спіриті) – 22,8;

хлорпарафін - 40 – 3,4;

залізний сурик – 3,2;

триоксид сурми – 2,1;

стеарат амонію – 0,4;

сульфат барію – 2,8;

азбестин – 3,3;

розчинник – 62.

Для фарб на основі алкідних полімерів, пластифікованих хлорпарафіном, найвідповіднішими пігментами є борат цинку, карбонат кальцію, силікати свинцю та магнію, оксид цинку. Вміст пігменту повинен становити 40-60 % по об'єму. Як пластифікатори для вогнезахисних полімерних фарб використовують мета- та паракрезилборат, три- (гетра) гідрофурфурилборат, три- (метил-ізобутилкарбоніл) борат; біс- (2-етилгексил) фосфат, біс- (хлоретил) вінілфосфат та інші сполуки. Олійні фарби, які містять буру та оксид сурми, дають гладку, добре змивану поверхню. Ці фарби придатні для захисту за короткотривалого впливу полум'я.

Фарби на основі синтетичних полімерів можна класифікувати за видом застосованого полімеру. Переважно як в'яжучі використовують полівінілхлорид та перхлорвініл, які містять 56 та 60-80 % хлору відповідно. Полівінілхлорид використовують частіше для спучуваних покриттів. Для підвищення еластичності застосовують пластифікатори – антипірени: хлорпарафіни, трикрезилфосфат, алкілди-фенілфосфат тощо.

На основі перхлорвінілу розроблено та широко використовуються фарби марки ПХВО і перхлорвінілова емаль ХВ-5169. Перхлорвініл краще розчиняється в розчинниках та менш горючий, ніж полівінілхлорид, має вищу клеючу здатність. Склад фарби ПХВО такий, % мас.:

перхлорвініл – 10,35;
розчинник – 63,2;
сплав – 4,2;
хлорпарафін – 7,4;
пігменти – 14,7.
Склад розчинника, % мас:
бутилацетат – 15;
ацетон – 25;
толуол – 60.

Пігментом переважно слугує оксид цинку, а також добавка кольорового пігменту для отримання необхідного відтінку. Фарбу наносять в чотири шари, підсушують кожен не менше ніж 3 год. Витрата фарби повинна бути не меншою за 0,6 кг/м². Для підвищення вогнезахисних властивостей фарби до неї рекомендується вводити порохоподібний азбест (11... 12 %) - фарба марки ПХВО-А. Норма її витрати – 0,5 кг/м². Однак азбест збільшує гігроскопічність захисного шару.

Для захисних фарб по деревині використовують також співполімер вінілхлориду з вініліденхлоридом. Співполімер має високу корозійну та водостійкість. Випускають та використовують його переважно у вигляді водяних дисперсій (латексів). Латекс СВХ-40, пластифікований дибутилфталатом в суміші з ОП-7 і не наповнений графітом, наносять на поверхню плит ДВП та ДСП у вигляді водяної емульсії в шість-вісім шарів з підсушуванням кожного шару протягом 0,5–1 год. Унаслідок цього на поверхні утворюється міцний вогнезахисний шар, який, крім того, має високі ізоляційні властивості (добре протистоїть дії вологи, розчинів сірчаної, соляної, кремнійфтористої кислот). Випробування вогнезахисних властивостей латексного покриття показали, що зразки, покриті складом на основі латексу СВХ-40, втрачають під час вогневих випробувань не більше ніж 2 % маси, при ліквідації вогню припиняють самостійне горіння, не тліють на повітрі.

Відомі склади вогнезахисних фарб на основі полівінілацетату, кремнійорганічних, алкідних полімерів тощо. Наприклад, вогнезахисні фарби на основі полівінілацетатної дисперсії отримують, вводячи в їхній склад бор-

ний антипірен "Боротерм". Склад фарби в розрахунку на сухі речовини такий, % мас.:

полівінілацетат – 30;

"боротерм" – 14;

пігменти (діоксид титану, літонон, слюда, глина) – 56.

Покриття, які утворюють захисну плівку.

Створення вогнезахисних прозорих покриттів, які зберігають колір та текстуру деревини, є складним завданням.

В МІСІ ім. В.В. Куйбишева були розроблені вогнезахисні декоративні покриття марок ПНФА, ЭДАМ і АЖМ.

1. Марка ПНФА. Його склад, мас. ч.:

полієфіру ПН-1 – 50;

фосфоакрилату – 50;

гіперизу – 3;

прискорювача "В" – 5-8.

2. Марка ЭДАМ. Його склад, мас. ч.:

епоксидний олігомер ЗД-20 – 100;

трикрезилфосфат – 40-50;

поліетиленполіамін – 10.

3. Марку АЖМ виготовляють на основі сечовино-формальдегідного олігомеру з вмістом сухого залишку не менше ніж 60 % (наприклад, можна використати олігомер марки МФ-17 тощо) - 20 мас.; як пластифікатор використовують совол; як затверджувач – сірчаноокислий алюміній, 3 мас.ч.; контакт Петрова - 0,375 мас.ч., вода - 6 мас.ч..

Склади наносять на поверхню пензлем або розпилювачем. Життєздатність складів – 20-30 хв., витрата – 0,4-0,6 кг/м. Після затвердіння складів (8-12 год) отримують прозорі, водостійкі та довговічні покриття. Вони мають добру адгезію до деревини – 20-25 МПа, міцність при ударі – 0,2-0,4 кгм, водопоглинання – 0,5-1 % за вагою і втрату маси за методом КТ – 7-8 %.

Щоб отримати вогнезахисні декоративні покриття, можна застосовувати броммісткий епоксидний олігомер марки П-631 або епоксидний олігомер марки УП-614, який містить до 20 % хлору. Покриття на основі УП-614, поряд з вогнезахисними властивостями, відрізняються еластичністю та високою корозійною стійкістю. Як основа захисних покриттів становлять інтерес фосфоромісткі алілові полімери.

Різні покриття захищають деревину від вогню та впливу високих температур різною мірою. Як і під час просочування, ефективність покриттів залежить від кількості застосованої речовини, ретельності нанесення покриття, умов вогневого впливу.

Вогнезахисні склади бувають різноманітних складів та доволі різноманітних властивостей. Найпоширенішими є антипірени, придатні здебільшого для внутрішнього використання. Вони виявляються нестійкими на відкритому повітрі. До складу вогнезахисних покриттів зазвичай входить один з таких розчинних у воді антипіренів: фосфат амонію, бура або кремнекислий натрій. Ці антипірени змішують з іншими речовинами, необхідними для надання складам властивостей, потрібних або бажаних для малярного нанесення покриттів, наприклад, здатності наносити їх пензлем, здатності зчіплюватися з деревиною, надавати поверхні привабливий вигляд тощо.

Серед незапатентованих складів, які дають добрі результати під час лабораторних випробувань, можна навести такі суміші, які ефективні у разі застосування в достатній кількості (склад в вагових частинах).

Суміш 1:

свинцеві білила – 41;
бура – 32;
сира льняна олія – 22,8;
скипидар – 3,6;
японський сикатив – 0,6.

Покриття в три або чотири товсті шари (приблизно $0,33\text{л/м}^2$ поверхні) забезпечує добрий захист.

Суміш 2:

рідке скло (щільність 1,41-1,42,
відношення кремнію до натрію 3,2-3,4) – ... 50;
каолін – 73;
вода – 45.

Для доброго захисту необхідно покрити конструкцію у 3-4 шари (приблизно $0,41\text{ л/м}^2$ поверхні).

Суміш 3:

монофосфат амонію – 50;
гель альгілату натрію – 50.

Гель альгілату виготовляють, додаючи до двох вагових частин сухого альгілату натрію 98 частин гарячої води; розчин розмішують до отримання гелю рівномірної консистенції. Потім в кульовому млині змішують однакові кількості за вагою монофосфату амонію та готового гелю альгілату натрію протягом 12-14 год. Для доброго захисту вимагається покриття в 2-3 шари. Витрата становить близько $0,6\text{ л/м}^2$ поверхні.

Поки що не розроблено такий нерозчинний у воді склад, який був би таким самим ефективним, як один із вищенаведених водяних. Склади, які погано розчиняються у воді та мають добру здатність затримувати вогонь, складаються з борнокислового цинку, хлорованого парафіну та хлорованого

каучуку. Як правило, фарби, які використовуються на повітрі і мають властивість запобігати поширенню вогню, за якістю не можна порівняти з кращими фарбами для використання в закритих приміщеннях.

Спучувані покриття.

Спучувані покриття (СП) є найперспективнішими покриттями для вогнезахисту будівельних конструкцій, їх наносять тонким шаром, і під час експлуатації вони виконують функції лакофарбового декоративного матеріалу. Під час дії високих температур покриття спучується, значно збільшується в об'ємі з утворенням коксового пористого шару (див. рис. 7.6). Проблема розробки СП з вогнезахисними властивостями пов'язана як із забезпеченням спучуваності та стабільності вугільного шару за дії високих температур, так і адгезії до деревини, збереження декоративних та вогнезахисних властивостей за тривалої експлуатації, простоти їхнього улаштування. Спучувані покриття, як правило, придатні тільки всередині сухих приміщень.

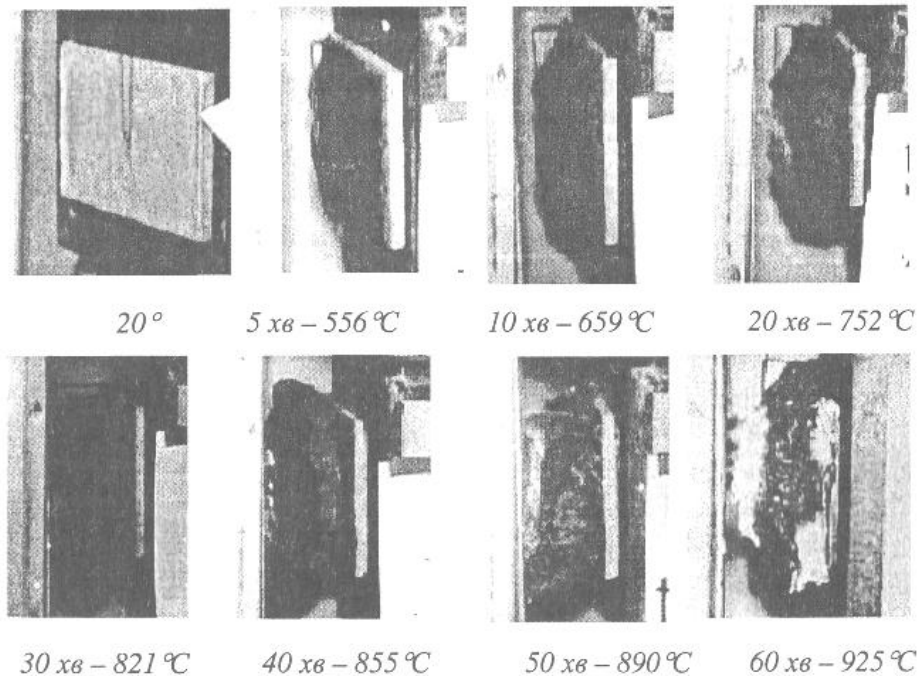


Рисунок 7.6 — Етапи спучування вогнезахисного покриття

Спучувані покриття є багатокомпонентними системами, які складаються із в'язучого, антипірену та піноутворювачів – спучувальних добавок. Як в'язуче переважно використовують полімери, які мають схильність до реакцій циклізації, конденсації, зшивання та утворення нелетючих карбонізованих продуктів. Аміноальдегідні полімери, латекси на основі співполімерів вініліденхлориду з вінілхлоридом, галоїдовані синтетичні та натуральні каучуки, епоксидні полімери, поліуретани тощо, компоненти, які зумовлюють спучувальні та вогнезахисні властивості покриттів, поділяють на такі групи:

1. Речовини, які розкладаються в інтервалі 100–250 °С з утворенням кислот. До них належать неорганічні солі фосфорної та борної кислоти (орто-

фосфати амонію, поліфосфати амонію, бура тощо), фосфорорганічні речовини (фосфати сечовини та меламіну, фосфоакрилат, поліфосфориламід тощо).

2. Речовини, які розкладаються з виділенням парів води або негорючих газів (полісахариди): крохмаль, декстрин, пентаеритрит та його гомологи, стереоізомерні гексити – маніт, сорбіт тощо.

3. *Синергіти*. До них зараховують сечовину, меламін, дициандіамід, гуагідин, мелем. Також відомо застосування сульфогуанідину ароматичних сульфаниламідів, 5-аміно-2-нітробензойної кислоти, сульфатів амінобензойної кислоти, похідних триазину та інших сполук.

4. Галогеномісткі речовини типу хлорпарафіну, соволу, трихлоретилфосфату; галогеномісткі полімери та співполімери мають пластифікувальну дію та є джерелами галоїдоводнів, які сприяють як спінюванню покриття, так і вогнезахисту.

Під час створення спучуваного покриття, до складу якого входять перераховані вище компоненти, а також наповнювачі, фарбники та інші речовини, виникає складність у забезпеченні їхньої сумісності, яка визначає властивості покриття. Тому, розробляючи спучувані покриття, користуються математичними моделями. Модель дає змогу за математичними властивостями покриття прогнозувати температурний режим поверхні, яка захищається, і може бути використана для оцінювання ефективності СП і вибору напрямку для їхнього створення. Під час дії високих температур СП розкладаються, виділяючи пари або газу, які блокують конвективне перенесення тепла до поверхні, яка захищається, та зменшують радіаційний потік тепла. Утворений пористий шар обвугленого СП є теплоізоляційним шаром між джерелом тепла та захищуваною поверхнею. Об'єм утвореного обвугленого шару залежно від складу може становити від 5 до 200 початкових об'ємів покриття.

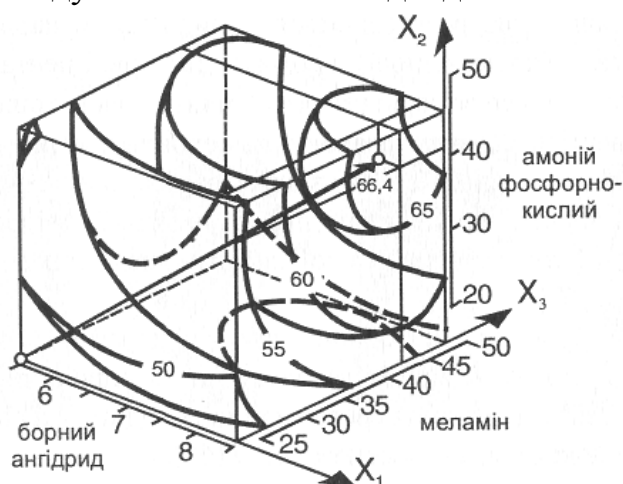


Рисунок 7.7 — Графічне подання експериментально-статистичної моделі спучуваного покриття

нестійкості показано на рис. 7.7.

Найефективнішим способом проектування складів спучуваних покриттів є ймовірностатистична концепція аналізу і оптимізації інженерних рішень, розроблена під керівництвом проф. В.А. Вознесенського, в якій системний підхід та багатофакторне моделювання на основі алгоритмізованого планування експерименту синтезуються з фізико-хімічною механікою та загальною теорією композиційних матеріалів. Графічне подання експериментально-статистичної моделі спучуваного покриття оцінювання межі вог-

Перші спучувані покриття, крім сечовини, формальдегіду та фосфатів, містили також крохмаль, декстрин, цукор, пептаеритрит та були двокомпонентними системами. Потім почали з'являтися однокомпонентні склади на основі фенолоформальдегідного олігомеру та льняної олії з використанням бури та борної кислоти, водорозчинного сечовиноформальдегідного олігомеру, їхніх сумішей з фенолоформальдегідними та акриловими полімерами, епоксидних олігомерів, модифікованих полібутилметакрилатом; галогенмістких полімерів, співполімерів вінілхлориду та вініліденхлориду; вінілацетату та його співполімеру з акрилонітрилом; поліефірних олігомерів; поліуретанів тощо.

Фарби типу ОФП. На основі фосфатного в'язучого розроблена фарба ОФП-9 (ГОСТ 23790-79 «Покрытие по древесине фосфатное огнезащитное. Технические требования») для вогнезахисту дерев'яних конструкцій, які експлуатуються всередині приміщення з відносною вологістю повітря не більше ніж 75 %. Фарба складається з в'язучого (поліметафосфату натрію), антипірену (гідроксид алюмінію) та пігменту (залізний сурик або оксид цинку). Витрата фарби з урахуванням виробничих втрат становить 0,5–0,7 кг/м³, загальна товщина нанесеного шару - 0,6 мм. Наносять в два шари пензлем або фарборозпилювачем. За вологості повітря більше ніж 75 % склад гідролізується. Тому для застосування фарби в умовах вищої вологості на її поверхню наносять гідроізоляцію завтовшки 0,4 мм (два-три шари емалі ПФ-115 або ХВ-785). За теплового впливу метафосфат натрію оплавляється та, вступаючи в хімічну взаємодію з наповнювачем, утворює на захищуваній поверхні тонку плівку. Одночасно відбувається розклад антипірену з виділенням великої кількості H_2O , внаслідок чого покриття спучується, утворюючи теплоізоляційний шар. Застосування фарби ОФП-9 дає змогу перевести деревину та матеріали на її основі в групу важкогорючих матеріалів.

ОФП – це фосфатне вогнезахисне покриття деревини, яке наносять на заводі або будівельному майданчику на конструкції з деревини або матеріалів на її основі. Конструкції з покриттям ОФП належать до групи важкозаймистих відповідно до ГОСТ 16363-98 «Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств». Покриття необхідно застосовувати для вогнезахисту конструкцій, які експлуатуються всередині приміщень з відносною вологістю повітря не більше за 75 %. Застосування покриття в умовах вищої відносної вологості допускається за умови нанесення гідроізоляції на поверхню покриття, що висохло. Допускається до нанесення покриття обробити конструкцію водорозчинними антисептиками і після нанесення покриття – вкрити лакофарбовими матеріалами. Покриття повинно складатись з двох або трьох шарів. Товщина покриття повинна становити 0,6-0,8 мм. Норма витрати сухої суміші з урахуванням виробничих втрат - 500-700 г на 1 м² покриття. Покриття не повинно мати тріщин, відшарувань, непрофарбованих місць. Не допускають підтікання завтовшки більше за 1,5 мм. Кількість підтікань завтовшки менше за 1,5 мм не повинна

перевищувати 5 на 1 м². Поверхня покриття не повинна піддаватись механічній обробці. У разі оголення поверхні під час монтажу або транспортування на всі ушкоджені місця необхідно нанести покриття повторно. Конструкції після нанесення покриття повинні зберігатись в приміщеннях з вологістю повітря не більше за 75 %.

Покриття складається з таких компонентів: наповнювача, фосфатного в'язучого, антипірену та пігменту. В якості заповнювача застосовують каолін або глину з вмістом (за масою) Al_2O_3 не менше ніж 30 %, SiO_2 не менше ніж 40 %, та золу – винос ТЕС з вмістом SiO_2 не менше ніж 40 % та Al_2O_3 не менше ніж 15 %. В якості в'язучого повинен використовуватись поліметафосфат натрію технічний за ГОСТом 20291-80 «Натрия полифосфат технический. Технические условия». Як антипірен застосовують гідроксид алюмінію та технічну сечовину за ГОСТом 6691-77 «Реактивы. Карбамид. Технические условия» або тіосечовину за ГОСТом 6344-73 «Тиомочевина. Технические условия». Як пігмент повинні застосовуватись залізний сурик за ГОСТом 8135-74 «Сурик железный. Технические условия» або оксид цинку технічний за ГОСТом 10262-73 «Цинка окись. Технические условия». Вологість компонентів не повинна перевищувати 2 % за масою. Компоненти повинні поставлятись в поліетиленовій тарі, крафт-мішках, фанерних або металевих бочках та зберігатись в сухих приміщеннях.

Склад сухої суміші покриття (без урахування виробничих втрат) повинен відповідати наведеному в табл. 7.5.

Приймаючи покриття, виконують контрольну перевірку його зовнішнього вигляду. Товщину покриття перевіряють за допомогою штангенциркуля.

Приготування складу покриття складається з таких операцій:

- приготування сухої суміші;
- приготування шлікеру.

Таблиця 7.5 – Склад сухої суміші покриття

Назва компонента	Норма витрати компонентів , % за масою
Поліметафосфат натрію	35-40
Гідроокис алюмінію	14-16
Каолін (глина)*	4-6
Зола-винос ТЕС	14-16
Залізний сурик (окис цинку)	4-6
Сечовина (тіосечовина)	18-22

* В дужках наведені назви матеріалів-замінників.

Сушу суміш готують централізовано в заводських умовах. За невеликих обсягів робіт допускається приготування сухої суміші на будівельному майданчику; повинен бути забезпечений захист компонентів та обладнання від забруднення та зволоження. Компоненти суміші, які мають вологість,

більшу за 2% за вагою, повинні бути висушені за температури не більше за $(100 \pm 10)^\circ\text{C}$ в будь-якому сушильному обладнанні. Поліметафосфат натрію, глина та тіосечовина повинні бути розмелені у щоккових дробарках до частинок розміром не більше ніж 15 мм. Дозування компонентів виконують ваговим дозатором. Змішування та розмелювання компонентів здійснюють в кульовому млині з фарфоровими мелючими тілами до тонкості помелу не більше за 2 % за масою залишку на ситі № 018 за ГОСТом 310.2-76* (СТ СЭВ 3920-82) «Цементы. Методы определения тонкости помола». Об'ємна вага сухої суміші в ущільненому стані не повинна перевищувати 215 кг/м

Шлікер готують в лопаткових змішувачах періодичної дії. Допускається приготування шлікера вручну в металевій місткості. В чистий змішувач заливають необхідну кількість води, яка підігріта до температури $20-70^\circ\text{C}$, завантажують суху суміш та перемішують до отримання однорідного складу.

При застосуванні сечовини її попередньо розчиняють у воді, а потім в отриманий розчин завантажують решту сухої суміші. Склад шлікеру повинен відповідати наведеному в табл. 7.6.

Таблиця 7.6 — Склад шлікеру

Назва компонента	Кількість компонентів (ваг. частини)
Суха суміш (з тіосечовиною)	5
Вода водопровідна	4

В'язкість шлікеру повинна бути не більшою 20 сек. за віскозиметром ВЗ-4 за нанесення покриття пневморозпилювачем і не більше ніж 40 сек. за нанесення пензлем або валиком. Приготований шлікер проціджують через сито за ГОСТом 310.2-76* з отворами в світлі не більше за 1 мм. Коли залишок на ситі перевищує 2 % (за масою), перемішування повторюють. Шлікер повинен зберігатись, не втрачаючи властивостей, в герметично закритій тарі в сухих приміщеннях за температури не менше ніж 5°C протягом не більше ніж шести місяців. У разі загустіння шлікер розчиняють водою температурою $20-70^\circ\text{C}$ до необхідної в'язкості.

Поверхня конструкції перед нанесенням повинна бути повністю очищена від жирових плям, плям органічних фарб та забруднення з подальшим обдуванням стиснутим повітрям. Покриття наносять на конструкцію, яка має вологість не більше ніж 16 % за масою, в три шари пневморозпилювачем за допомогою насосів типу БНР або пістолета-фарборозпилювача за тиску повітря 0,5 МПа (5 кгс/м^2). Відстань від форсунки розпилювача до поверхні конструкції повинна бути за нанесення покриття з допомогою пістолета-фарборозпилювача не більшою за 40 см, а за нанесення за допомогою насоса БНР - не більшою за 70 см. Допускається наносити покриття вручну в два шари малярним пензлем або валиком. Кожен свіжнанесений шар покриття повинен бути висушений за температури не більше ніж 50°C до зникнення вологих плям. Допускається сушіння покриття в природних умовах за

температури докiлля не менше нiж 10 °С. Час сушіння покриття за температури 50 °С – 2 год, в природних умовах – до 24 год. Щоб запобiгти зволоженню покриття конструкцiй, якi експлуатуються в примiщеннях з вiдносною вологiстю повітря бiльше нiж 75 %, а також за необхідності декоративної обробки, покриття повинно бути захищене пентафталевою емаллю марки ПФ-115 за ГОСТом 6465-76 «Эмали ПФ-115. Технические условия. Межгосударственный стандарт» або емаллю ХС-534 за ТУ 6-10-801-76. Пентафталеву емаль або емаль ХС наносять на висушене покриття в два шари за допомогою пістолета-фарборозпилювача або вручну пензлем чи валиком.

Покриття по деревині спучуване вогнезахисне ВПД. М.Н. Колганова, Ф.А. Левітес, Н.М. Московская, Г.П. Крешемінский ще у 1980-х роках розробили спучуване вогнезахисне покриття ВПД (ГОСТ 25130-82. Покрытие из древесины вспучивающееся огнезащитное ВПД. Технические требования), яке наноситься в умовах будівельного майданчика на будівельні конструкції з деревини та матеріали на її основі, щоб знизити їхню горючість. Деревина, покрита таким покриттям, належить до групи важкогорючих матеріалів за ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94) «Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість».

Покриття застосовують для вогнезахисту конструкцій, якi експлуатуються всередині приміщень з неагресивним середовищем, плюсовою температурою, яка не перевищує 35 °С, та вiдносною вологiстю повітря не бiльше нiж 60 %. Допускається застосовувати покриття за вiдносною вологiстю i вище за 80 % за умови нанесення на поверхню покриття, яке висохло, вологозахисного шару. Покриття повинно бути суцільним та не мати тріщин, відшарувань, здуттів. Товщина покриття, яке висохло, повинна бути не меншою за 0,2 мм. Ступiнь зчеплення покриття з деревиною (адгезія) повинен бути не нижчим вiд 3 балiв за ГОСТом 15140-78 «Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии».

Пiд час приймання виконують контрольну перевiрку зовнiшнього вигляду покриття, його товщини та адгезії. Зовнiшній вигляд покриття визначають вiзуально не менше нiж на 10 % площi кожної конструкції. Контрольнiй перевiрцi покриття пiддають кожнi 100 м² поверхнi штангенциркулем за ГОСТом 166-89* «Штангенциркули. Технические условия» не менше нiж у трьох точках з iнтервалом 1 м. Адгезію визначають методом гратчастих надрiзiв за ГОСТом 15140-78.

Для приготування складу покриття повинні застосовуватись матеріали, наведені в табл. 7.7.

Приготування складу покриття складається з таких операцій:

- пiдготовка матеріалiв;
- приготування пасти;
- приготування робочого складу покриття.

До мiсця виконання робiт склад покриття доставляють у виглядi двох компонентiв: пасти та амофосу, якi змiшують перед нанесенням на констру-

кції для отримання робочого складу покриття. Готують пасту, перетираючи мелем та диціандіамід в суміші смоли ММФ-50 та 5 %-го водного розчину натрієвої солі КМЦ. Готують 5 %-й водний розчин натрієвої солі КМЦ в змішувачах з перемішувальними пристроями, розчиняючи суху натрієву сіль КМЦ водою за ГОСТом 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством», підігрітою до (55 ± 5) °С. Перетирання мелему та диціандіаміду в суміші смоли ММФ-50 та 5 %-го водного розчину натрієвої солі КМЦ здійснюється в кульових млинах з фарфоровим футеруванням та фарфоровими мелючими тілами до ступеня перетирання не більше за 80 мкм, який визначається за ГОСТом 6589-74 «Материалы лакокрасочные. Метод определения степени перетира прибором "клин" (гриндометром)». Робочий склад покриття готують на місці виконання робіт безпосередньо перед нанесенням на конструкції. Робочий склад покриття-пасту готують з амофосом в розчинозмішувачах типів СО-26Б, СО-23Б, СО-46А у співвідношенні на 7,25 частини пасти 2,75 частини амофосу, а потім двічі пропускають через фарботерку типів СО-110, СО-116.

Таблиця 7.7 — Склад покриття ВПД

Назви матеріалів	Норма витрати матеріалів, % за масою
1. Меламіносечовиноформальдегідна смола ММФ-50. Масова частка нелетких речовин -50%	31,9
2. Карбоксиметилцелюлоза (КМЦ) натрієва сіль, технічна марка 85-500, 5 %-й водний розчин	15,9
3. Мелем	18,4
4. Диціандіамід технічний за ГОСТом 6988-73	6,3
5. Амофос марки А за ГОСТом 18918-85	27,5

Поверхня конструкції перед нанесенням покриття повинна бути очищена від пилу, бруду, напливів смоли, жирових плям. Не допускається нанесення на раніше прооліфлені або пофарбовані поверхні. Покриття повинне наноситись на конструкції, які мають вологість не більшу за 20 %.

Склад повинен наноситись пневморозпилювачем за допомогою установок для нанесення рідких шпатлівок типу С-562А, допускається наносити покриття валиком за ГОСТом 10831-87 «Валики малярные. Технические условия», або малярним пензлем за ГОСТом 10597-87 «Кисти и щетки малярные. Технические условия». Наносять склад покриття двома шарами. Норма витрати робочого складу покриття з урахуванням виробничих втрат становить 750 г на 1 м² поверхні. Нанесення та сушіння складу покриття повинні виконуватись за температури довкілля не нижче за 10 та не вище за 35 °С і відносної вологості не більше ніж 80 %. Тривалість сушіння - не менше ніж 5 год для першого шару та не менше ніж 24 год для другого шару. На висушене покриття не раніше ніж через 4-5 діб після нанесення другого шару як вологозахист або декоративне викінчення, якщо вони передбачені проектом,

повинна бути нанесена будь-яка з пентафталевих емалей марок ПФ-115 за ГОСТом 6465-76 «Эмали ПФ-115. Технические условия. Межгосударственный стандарт», ПФ-223 за ГОСТом 14923-78 «Эмали ПФ-223. Технические условия», ПФ-218 за ГОСТом 21227-93 «Эмали марок ПФ-218. Технические условия»; емалей на основі співполімерів вінілхлориду марок ХВ-785 за ГОСТом 7313-75 «Эмали ХВ-785 и лак ХВ-784. Технические условия. Межгосударственный стандарт», ХВ-124 за ГОСТом 10144-89* «Эмали ХВ-124. Технические условия», або кремнійорганічна емаль марки КО-174. Емалі наносять пневморозпилювачем за допомогою фарборозпилювача за ГОСТом 20223-74 «Краскораспылитель пневматического распыления» або вручну пензлем за ГОСТом 10597-80, чи валиком за ГОСТом 10831-80. Загальна витрата емалі - не більше ніж 250 г/м².

Комбіновані покриття являють собою комбінацію декількох шарів (з різними фізико-механічними показниками), нанесених на поверхню матеріалу, який захищають:

1. Комбінація неатмосферостійкого покриття, як спучуваного, так і неспучуваного, з нанесенням поверху атмосферостійкого покриття з пониженою горючістю (наприклад, емалі ХВ - 5169).

2. Комбіновані покриття на основі одного в'язучого з різним вмістом та видом наповнювача та антипірену. В нижній шар зазвичай вводять велику кількість наповнювача, наприклад, 65-70 % тригідрату окису алюмінію. Верхній шар являє собою покриття, що спучилося. Крім того, в нижній шар вводять теплоізоляційні та волокнисті наповнювачі (зокрема металеві) та інші добавки. Відомі також покриття, які складаються з двох та більше шарів спінуваних покриттів на основі фенолоформальдегідних полімерів, розділених проміжним шаром з епоксидного полімеру.

Для підвищення стійкості мінеральних та особливо силікатних фарб та покриттів до дії вологи та вуглекислоти зверху наносять захисний шар на основі реакційноздатних олігомерів (наприклад, епоксидного олігомеру марки ЭД 20-1000 мм, фурилового спирту 5 мас.ч., поліетиленполіаміну 10 мас.ч.) або розчинів полімерів з добавками антипіренів, або навіть без них. Захисний шар полімеру має добру адгезію до силікатного покриття загалом і водночас перетворює це покриття в атмосферостійке. Такі покриття можна зарахувати до другого виду. До них також належать мінеральні покриття з адгезійним шаром та тришарові покриття: адгезійний шар–мінеральне покриття–атмосферостійке покриття. На захищену поверхню полімерного покриття, яке містить теплоізоляційний неорганічний наповнювач, можна наклеїти алюмінієву фольгу. Для цього поверхню дерев'яних матеріалів обробляють потоком стиснутого повітря під тиском 0,36 МПа із зваженими в ньому порошкоподібними частинками галогеномістких сполук, оксидів металів, фосфату амонію та моноетаноламіну, карбаміду, а потім облицьовують алюмінієвою фольгою із товщиною шару 2 мм.

Можна також здійснювати поверхневий вогнезахист деревини набризкуванням вогнезахисного розчину або простим змочуванням у ньому. На

жаль, цей дуже простий спосіб не є ефективним, оскільки на поверхні деревини залишається дуже невелика кількість солей. Крім того, солі доволі легко змиваються, у зв'язку з чим такий метод вогнезахисту не варто застосовувати до елементів конструкцій, що перебувають у вологому середовищі.

7.1.3 Вогнезахисне облицювання

Для захисту дерев'яних конструкцій розроблені також покриття, які є багатошаровими системами, котрі наклеюють до захищеної поверхні. Вони складаються з листового матеріалу (азбестовий та целюлозний папір або тканина), просочені спучуваною композицією. Другий шар – захисний, який складається з полімеру з пониженою горючістю або алюмінієвої фольги. Ці покриття прикріплюються на захищену поверхню за допомогою клеїв.

Поширеним способом викінчування дерев'яних плитних матеріалів є облицювання їх декоративними важкозаймистими полімерними (полівінілхлоридними) плівками. Облицювання плит є менш трудомістким, ніж нанесення лакофарбових покриттів. Для наклеювання плівок застосовують вогнезахисний перхлорвініловий клей. Крім того, плівка може мати клеєний шар, що не висихає, у зв'язку з чим заміна облицювання у разі її пошкодження значно полегшується.

7.2 Вогнезахист елементів дерев'яних конструкцій і їх вузлів

Пожежна небезпека дерев'яних конструкцій може бути понижена в результаті їх вогнезахисної обробки просочувальними і фарбувальними складами, а також використання захисних конструктивних заходів.

Для глибокого просочення деревини в автоклавах рекомендується застосовувати водорозчинні склади типу МС 1:1; МС 3:7; ББ-11.

Деревина, просочена цими сполуками, відноситься до важкогорючих матеріалів.

Склади МС 1:1 і МС 3:7 не змінюють колір деревини, проте сприяють зниженню її міцності на 10 %, а контакт просоченої деревини з металом викликає його корозію. Дані сполуки рекомендуються застосовувати в будівлях з відносною вологістю повітря в період експлуатації не вище 80 %.

Препарат типу ББ-11 не змінює колір деревини, підвищує її міцність на стиснення уздовж волокон і на поперечний вигин, не викликає корозію металу, володіє біозахисними властивостями, безпечний для людей і тварин, не перешкоджає склеюванню і фарбуванню деревини.

Для просочення деревини способом нанесення на поверхню (занурення, розпилювання, нанесення щіткою) використовують склади МС і ПП. Оброблена цими складами деревина відноситься до групи важкопалахуючих матеріалів.

Склад МС може експлуатуватися в середовищі з відносною вологістю вище 80%, додає деревині біостійкість, не викликає корозії металу, але зни-

жує здатність деревини склеюватися і забарвлюватися, а також легко вимивається з деревини.

Склад ПП не володіє біозахисними властивостями, не перешкоджає фарбуванню деревини, легко вимивається з деревини, без додаткового вологозахисту може експлуатуватися тільки в сухих приміщеннях.

У якості фарбувальних складів рекомендується застосовувати покриття на основі емалі типу ХВ-5169 і органосилікатних композицій типу ОС (ОС-12-01 і ОС-12-03), що переводять деревину в групу важкоспалахуючих матеріалів.

Покриття типу ХВ-5169 володіє добрими вологозахисними властивостями, еластичне і тріщиностійке, є швидковисихаючим. Покриття типу ОС володіє малою водонепроникністю і теплопровідністю, значною термо- і морозостійкістю, дозволяє захищати деревину від зволоження. Проте це покриття має низьку механічну міцність і слабку адгезію до деревини.

Глибоке просочення застосовується тільки для елементів конструкцій, виконаних з цілісної деревини. Для виготовлення клеєної конструкції дошки, схильні до глибокого просочення в антипіренах, важко склеїти, тому клеєні елементи обробляються фарбуючими складами і складами для поверхневого просочення.

З урахуванням вищесказаного, елементи дощатого каркаса в захищаючих конструкціях обов'язково піддаються глибокому просоченню антипіренами, а клеєні ребра повинні пройти поверхневу обробку вогнезахисними складами.

Вогнезахист листів фанери різними складами мало перспективний із-за її розклеювання в умовах пожежі. З метою утримання фанерних обшивок, приклеєних до каркаса, в проектному положенні рекомендується додатково використовувати оцинковані шурупи.

З метою виключення випадання мінераловатного утеплювача в плитах покриття, що захищає дерев'яні ребра і верхню обшивку від безпосередньої дії вогню, рекомендується використовувати сталеві сітки (сітка Рабіца або просічно-втяжна) або смугову сталь перетином 8x25 мм, оброблені ОЗС-МВ, які розташовуються між утеплювачем і нижньою обшивкою панелі (рис. 7.8). Сталеві смуги встановлюються з кроком 300-400 мм і кріпляться до дерев'яного каркаса шурупами завдовжки не менше 70 мм, а місце кріплення повинно бути захищено мінераловатним утеплювачем. Таке рішення дозволяє забезпечити межу вогнестійкості плит покриттів у межах 0,4-0,5 год.

Особливу небезпеку в пожежному відношенні представляють утеплені захищаючі конструкції, що мають вентиляційні продухи, сприяючі розповсюдженню вогню по конструкціях. Для зменшення можливих розмірів пожежі в будівлях у вентиляльованих захищаючих конструкціях повинно бути передбачено улаштування протипожежних діафрагм з матеріалів, що не згорають і важкогорючих.

Протипожежні діафрагми в захищаючих конструкціях влаштовуються вздовж і поперек будівлі (рис. 7.9), що дозволяє розділити покриття на окремі

відсіки. Згідно з вимогами протипожежних норм площа таких відсіків не повинна перевищувати 54 м^2 . У подовжньому напрямі будівлі діафрагма встановлюється уздовж коника, а в поперечному – вздовж несучих конструкцій покриття з кроком не більше 6 м. Конструкція подовжньої діафрагми (рис. 7.10,а) виконується із застосуванням дощок, підданих глибокому просоченню антипіренами, азбестоцементних, цементно-стружкових або гіпсоволокнистих листів. Поперечні протипожежні діафрагми виконуються в стиках захищаючих конструкцій із застосуванням мінеральної вати (рис. 7.10,б). Для полегшення улаштування протипожежних діафрагм рекомендується застосовувати захисні конструкції, що дозволяють організувати вентиляцію в поперечному напрямі будівлі.

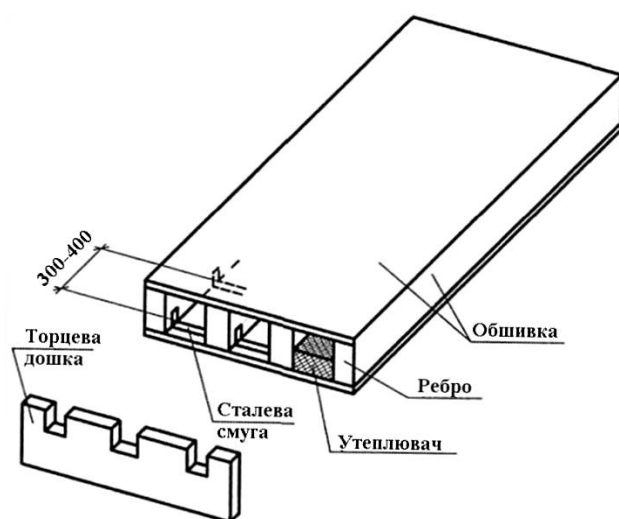


Рисунок 7.8 – Розташування сталевих смуг, що утримують при пожежі мінераловатний утеплювач у проектному положенні

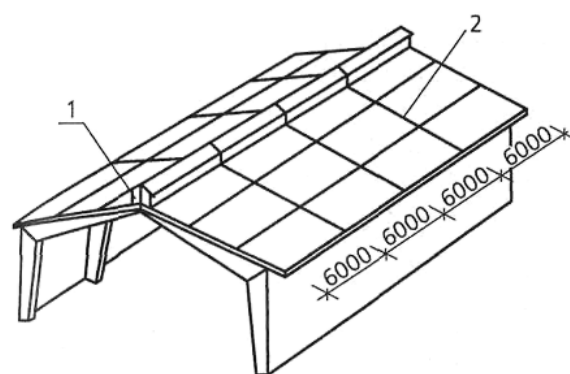


Рисунок 7.9 – Улаштування протипожежних діафрагм у дерев'яних покрительних покриттях будівлі:

1 - подовжня діафрагма; 2 - поперечна діафрагма

Цікаве конструктивне рішення плит покриттів розмірами $1,5 \times 6 \text{ м}$, що знижує їх пожежну небезпеку, було розроблено ЦНПЕП видовищних будівель і спортивних споруд, а потім використано при будівництві критого катка в м. Архангельську. Подовжні ребра несучого каркаса плити (рис. 7.11) перетином $210 \times 75 \text{ мм}$ були склеєні з дощок завтовшки 34 мм і оброблені вогнезахисним покриттям ОФП-9 на фосфатній основі. Як утеплювач застосовувалися мінераловатні плити завтовшки 100-120 мм, укладені між подовжніми ребрами. Між нижньою обшивкою і утеплювачем знаходилися сталеві смуги, що прикріплені до подовжніх ребер і утримують утеплювач в проектному положенні.

Нижня обшивка була виконана з азбестоцементноперлітових листів, а верхня із сталі. Поперечні ребра в плиті, що спираються на подовжні, дозволяли організувати поперечне провітрювання конструкції, торці якої були за-

криті глухими діафрагмами. Вогняні випробування таких плит, проведені у ВНІПО, показали, що конструкція зберігає свою несучу здатність під час пожежі протягом 0,75 год.

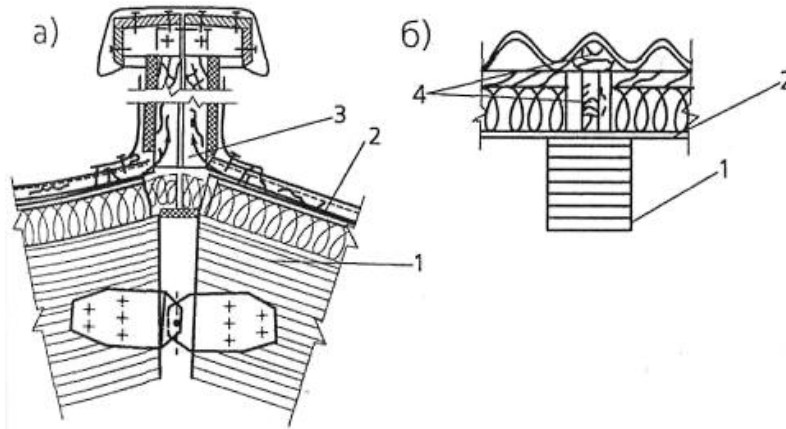


Рисунок 7.10 – Конструкція протипожежних діафрагм:

а - подовжніх, б - поперечних, 1 - несуча конструкція покриття, 2 - огорожуюча конструкція, 3 - подовжня протипожежна діафрагма, 4 - поперечна протипожежна діафрагма.

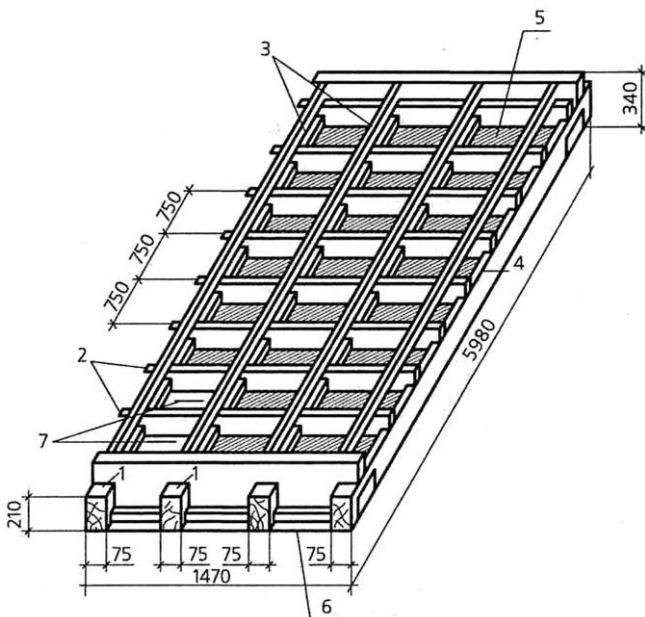


Рисунок 7.11 — Плита покриття, розроблена ЦНПЕП видовищних будівель і спортивних споруд:

1 - подовжні ребра, 2 - поперечні ребра, 3 - обрешетування, 4 - продух, 5 - утеплювач, 6 - нижня обшивка, 7 - сталеві смуги

Вогнезахист балок, виготовлених з цілісної деревини, виконується за допомогою глибокого або поверхневого просочення антипіренами, а клеєні балки захищаються фарбувальними складами. Клеєфанерні балки, найбільш небезпечні в пожежному відношенні, можна захищати мінераловатними плитами завтовшки 50 мм (рис. 7.12), утримуваними в робочому положенні додатковими шарами фанери. Такий захист дозволяє збільшити межу вогнестійкості клеєфанерних балок до 0,4 год.

Якщо дозволяють умови експлуатації внутрішніх приміщень будівлі, ефективнішим захистом клеєних і клеєфанерних балок може служити підвісна стеля, виконана з матеріалів, що не згорають або важкогорючих (рис. 7.13). Застосування підвісної

стелі також ефективно і для вогнезахисту металодерев'яних ферм. В тому випадку, якщо умови технологічних процесів виключають застосування підвісної стелі, дерев'яні і сталеві елементи ферми, а також її вузли необхідно піддати обробці вогнезахисними складами.

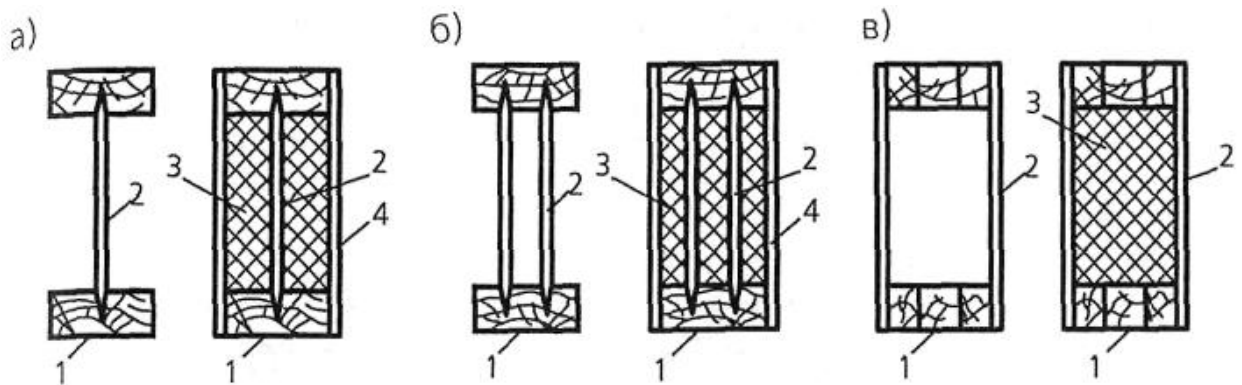


Рисунок 7.12 – Конструктивний вогнезахист клеєфанерних балок:

а - з одиночною стінкою; б - з подвійною стінкою; в - коробчастий перетин; 1- дерев'яний пояс, 2 - фанерна стінка, 3 - мінераловатна плита на клею, 4 - додаткові фанерні стінки, що утримують мінераловатні плити в проектному положенні.

Вогнезахист поверхонь дерев'яних елементів арок і рам виконується аналогічно балкам. Найбільш небезпечними в пожежному відношенні є вузли таких конструкцій, вихід яких з ладу визначає межу вогнестійкості всієї конструкції. Сталеві деталі вузлів в арках і рамах вітчизняного виробництва, в більшості випадків, виконуються відкритими. Тому вони повинні бути оброблені вогнезахисними складами, ефективність яких визначає несучу здатність конструкцій в умовах пожежі. Окрім цього, несуча здатність вузлів може бути збільшена за рахунок застосування захисних накладок із важкогорючих або негорючих матеріалів (рис. 7.14, а).

Такі накладки, що захищають від безпосередньої дії вогню на сталеві деталі, можуть виконуватися з дощок завтовшки 33-35 мм, підданих глибокому просоченню антипіренами, і гіпсоволокнистих листів, які кріпляться до дерев'яних елементів забиттям цвяхів. Для запобігання інтенсивному обуглюванню деревини під сталевими сполучними елементами, у вузлах між сталевією пластиною і деревиною можна використовувати прокладки з важкогорючих або негорючих матеріалів. Якщо у вузлах використовуються сполучні елементи у вигляді накладок з цілісної або клеєної деревини, вони повинні бути піддані вогнезахисній обробці. Захист опорних і конькового вузлів в конструкціях, розпорів, виконується за допомогою вогнезахисних чохлів (рис. 7.14, в, г). Використовуючи зарубіжний досвід вогнезахисту вузлів у дерев'яних конструкціях, рекомендується встановлювати сталеві елементи вузлів у шліцах дерев'яних елементів (7.14, б).

Проте такий спосіб захисту ускладнює виготовлення конструкції за рахунок підвищення вимог до точності при свердленні отворів під нагелі і ви-

конанні шліца, а також зменшує розміри розрахункового перетину дерев'яного елемента в зоні вузла. Болти у вузлах можуть встановлюватися в отвори, діаметр яких на глибині 30-40 мм повинен бути на 1-2 мм більше діаметра шайби. Болти закриваються дерев'яними пробками. Недоліком такого рішення є зменшення розмірів дерев'яного елемента, що сполучається, а це сприяє зниженню несучої здатності нагельного з'єднання.

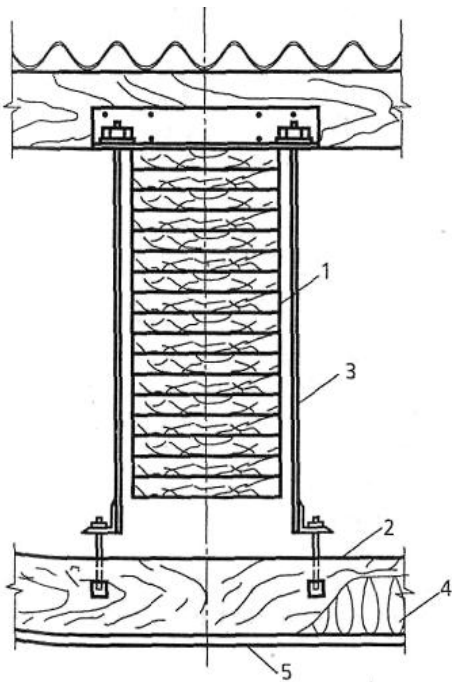


Рисунок 7.13 – Улаштування підвісної стелі:

1 - дерев'яна балка, 2 - плита підвісної стелі, 3 - хомут (підвіска), 4 - утеплювач, 5 – підшивання

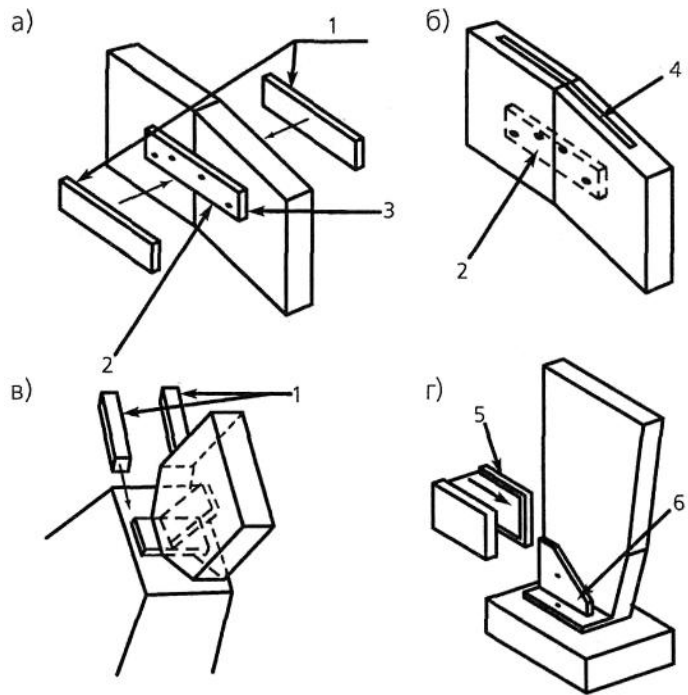


Рисунок 7.14 – Конструктивний вогнезахист вузлів клеєних дерев'яних конструкцій:

а, б - конькового вузла, в - опорного вузла арки, г - опорного вузла рами; 1 - захисні накладки; 2 - ста-лева накладка; 3 - прокладка; 4 - проріз; 5 - захисний чохол; 6 - сталевий черевик.

Сталеві затягування в конструкціях розпорів, які можуть піддаватися безпосередній дії температури при пожежі, також повинні бути оброблені вогнезахисними складами.

Для підвищення межі вогнестійкості армованих конструкцій і з'єднань із застосуванням сталевих стрижнів, вклеєних у деревину, необхідно, по можливості, виключити застосування таких з'єднань з відкритими металевими деталями. Якщо такі деталі існують, необхідно передбачати їх конструктивний захист або обробку вогнезахисними складами. Термостійкість клеїв, вживаних при виготовленні дерев'яних клеєних конструкцій, може бути підвищена за рахунок введення до їх складу різних добавок: азбесту, тіоколу, вібромолотого піску, а для збільшення термостійкості клеїв на епоксидній основі можлива модифікація епоксидної смоли кремнеорганічними з'єднаннями.

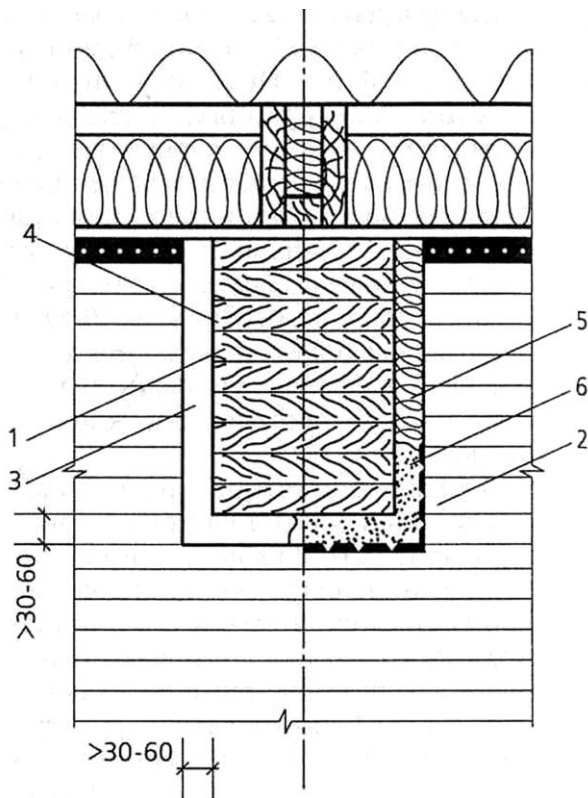


Рисунок 7.15 – Вогнезахист у місцях перетину несучої дерев'яної клеєної конструкції з кам'яною стіною або перегородкою:

1 – несуча дерев'яна клеєна конструкція; 2 - стіна або перегородка, 3 - повітряний зазор; 4 - вологозахисна обробка або гідроізоляція; 5 - мінеральна вата; 6 - націлінник.

лаштування зазорів для провітрювання шириною 30-60 мм (рис. 7.15). В цілях забезпечення вимог пожежної безпеки дозволяється закривати ці зазори мінеральною ватою або іншими біостійкими матеріалами з обов'язковим біо- і вологозахистом поверхонь дерев'яної конструкції, що знаходяться в товщі стіни або перегородки. Місця, заповнені мінеральною ватою, закриваються націлінником з листових матеріалів, що не згорають або важкогорючих.

7.3 Вогнезахист тканин та паперу

Одними з найбільш розповсюджених матеріалів для облаштування приміщень на даний час традиційно залишаються текстильні матеріали та папір, що збільшує пожежне навантаження об'єктів у зв'язку з їх високою горючістю.

Згідно з нормами пожежної безпеки, у місцях з масовим перебуванням людей (школах, театрах, концертних залах і ін.) необхідно проводити вогне-

При розробці заходів, направлених на зниження пожежної небезпеки дерев'яних конструкцій, необхідно приділяти увагу вогнезахисту зв'язків, що забезпечують стійкість як окремих несучих конструкцій і їх елементів, так і просторову жорсткість всієї будівлі. Елементи зв'язків у будівлях із застосуванням дерев'яних конструкцій можуть виконуватися з клеєної і цілісної деревини, а також із фасонної сталі. Дерев'яні елементи зв'язків піддаються глибокому просоченню антипіренами або поверхневій обробці вогнезахисними складами. Сталеві елементи зв'язків, а також вузли кріплення дерев'яних і сталевих елементів зв'язків повинні бути захищені від безпосередньої дії на них температури при пожежі.

При перетині несучих дерев'яних клеєних конструкцій покриття внутрішніх несучих кам'яних стін або перегородок, що розділяють приміщення з однаковим температурно-вологісним режимом, а також зовнішніх кам'яних стін у неопалювальних будівлях передбачається ула-

захист тканин: лицювальних тканин для меблів, порт'єр та порт'єрних тканин, виробів з текстилю в інтер'єрах і облаштування пасажирського транспорту далеких маршрутів, тканин для спеціального одягу. Статистичні дані щодо виникнення пожеж свідчать про тенденцію збільшення кількості пожеж, спричинених загорянням текстильних матеріалів і паперу, та кількість загиблих людей. Однією з причин швидкого розвитку пожежі була відсутність протипожежного захисту виробів з тканин і паперу.

У результаті оброблення засобами вогнезахисту текстильних матеріалів і паперу виключається можливість їх загоряння від малокалорійних джерел запалювання. Завдяки такій обробці, тканини та папір переходять у важкозаймистий стан, який дозволяє обмежити поширення полум'я, але при цьому деякі засоби вогнезахисту підвищують димоутворюючу здатність та токсичність продуктів згорання.

У справі вогнезахисту текстильних і паперових матеріалів існує низка невирішених проблем: сучасні засоби недостатньо ефективні, оброблені вироби не є естетичними, не відповідають експлуатаційним показникам, не протистоять біоруйнуванню. Тому розробка і застосування нових видів просочувальних композицій на основі неорганічних і органічних речовин, методи їх випробувань та технологія їх застосування є актуальним питанням, що сприятиме зниженню пожежної небезпеки об'єктів з урахуванням сучасних вимог щодо охорони навколишнього середовища.

Матеріали, що містять целюлозу (деревина, тканини, папір, очерет), знаходять широке застосування у будівництві та побуті і складають високий відсоток пожежного навантаження об'єктів. Оскільки кожен з них є горючим матеріалом, то вони представляють значну пожежну небезпеку об'єктів. За пожежними і будівельними нормами і правилами ці матеріали класифікують як матеріали підвищеної горючості (Г4), легкозаймисті (В3), ті, що значно поширюють полум'я (РП 4), з високою димоутворювальною здатністю (Д3), за токсичністю відносяться до високонебезпечних (Т3).

Статистика пожеж, коли пожежним навантаженням об'єкта є матеріали, що містять целюлозу, засвідчує їх щорічне зростання, що вказує на наявність проблеми з пожежної безпеки використання таких матеріалів. Так, у трикімнатній квартирі (табл. 7.8) 41,9 % загальної маси горючого завантаження складається з текстильних матеріалів, зокрема штор, одягу та інш. Ці дані, крім кількісного та якісного складу горючого завантаження, свідчать про кількість тепловиділення таких матеріалів при горінні.

За будівельними нормами і правилами в залежності від функціонального призначення приміщень допускається застосування матеріалів з такими показниками, як Г1 або Г2, В2, РП1 або РП2, Д2 та Т2. А це вказує на необхідність довести целюлозовмісні матеріали до необхідного стану пожежної безпеки, що пов'язано з профілактикою горіння цих матеріалів.

Ефективність антипіренів для целюлозних матеріалів визначається рівнем їх вогнезахисної здатності та обумовлюється перш за все розкладом

антипіренів під дією температури з поглинанням тепла і виділенням негорючих газів, гальмуванням процесу окислення у газовій конденсованій фазі, а також зміною спрямування реакцій в передполум'яній фазі у бік утворення сажоподібних продуктів на поверхні целюлозовмісних матеріалів.

Таблиця 7.8 – Середнє горюче навантаження трикімнатної квартири

Горюче завантаження (матеріал)	Загальна кімната		Спальня № 1		Спальня № 2		Загалом у квартирі	
	Маса, кг	Теплови-ділення, МДж	Маса, кг	Теплови-ділення, МДж	Маса, кг	Теплови-ділення, МДж	Маса, кг	Теплови-ділення, МДж
Деревина	381,6	4541	229	2213,4	191,5	2278,6	802,1	9033
%	49,8	30,7	48,5	32,6	41,2	29	47,1	29,2
Килимове покриття	62	1717,4	38	1052,6	32	886,4	132	3656,4
%	8,1	11,6	8	12,6	6,9	11,3	7,8	11,8
Оббивний	218	6387,5	169	3220,7	194	2842,1	581	12450,3
%	28,4	43,1	35,8	38,5	41,8	36,2	34,1	40,3
Пластмаса	105	2166	36,6	1390,8	47	1784,5	188,6	5340,5
%	13,7	14,6	7,7	16,63	10,1	22,7	11,1	17,3
Загалом	766,6	14811,8	472	8362,2	464,5	7850,4	1703,1	30924,4

Макромолекули целюлози в своїй структурі мають велику кількість карбоксильних іонів, які визначають її зарядженість (аніоноактивні макромолекули). До такої поверхні спорідненими будуть матеріали, які мають позитивний заряд на своїй поверхні, тобто побудовані з катіоноактивних макромолекул, бо така спорідненість лежить в основі міцності адгезії різних матеріалів.

Тканини з бавовни, віскози і папір також є матеріалами з целюлози, але їх структура і фізико-механічні властивості відрізняються від деревини. Ці матеріали мають більш розвинуту поверхню і тому полімерний антисептик не може побороти процес висолювання антипірену. Через певний час (2-3 місяці) вогнезахисні тканини і папір покриваються шаром дрібних кристалів антипірену. Матеріал втрачає вогнезахисні властивості, до того ж погіршується їх зовнішній вигляд. Тут необхідно шукати інші підходи, а саме такі матеріали, які б мали плівкоутворюючу здатність та міцну адгезію до целюлозовмісних матеріалів. Ці матеріали об'єднує те, що вони в більшій своїй масі складаються з целюлози, мають подібну пористу структуру, хоча і мають певні відмінності.

Внаслідок обробки вогнезахисними сумішами виключається можливість загоряння целюлозних матеріалів від малокалорійних джерел запалювання. Така обробка дозволяє обмежити розповсюдження полум'я, знижує димоутворюючу здатність та тепловиділення. Тобто веде до запобігання

утворення трикутника горіння, коли в якості горючої речовини виступає целюлозовмісний матеріал.

Використання у побуті та промисловості важкогорючих і важкозайми-стих матеріалів є одним із головних напрямків профілактики виникнення пожеж. У зв'язку з цим, в Україні прийнятий нормативний документ, який розповсюджується на деревину і встановлює, що деревину необхідно обробляти засобами вогнезахисту, що забезпечують I групу вогнезахисної ефективності згідно з ГОСТ 16363-98. Вогнезахист текстильних матеріалів повинен відповідати вимогам ДСТУ 4152-2003.

Для комплексного захисту целюлозних матеріалів від загорання і біологічного руйнування є невелика кількість препаратів, зокрема суміші сульфату амонію, діамоніт фосфату і фтористого натрію (вогнезахисна композиція МС), ортоборату натрію і борної кислоти (вогнезахисна композиція ББ) або карбонату натрію і борної кислоти (вогнезахисна композиція БС), які забезпечують лише II групу вогнезахисної ефективності.

Оскільки найбільш поширеною серед целюлозовмісних матеріалів є деревина, то саме з неї необхідно починати огляд існуючих вогнезахисних засобів.

На сьогодні з'явилися ефективні просочувальні композиції (суміші) для деревини, зокрема композиція з антипірену (фосфати і сульфати амонію) і антисептика полімерного походження ("Гембар") – ДСА-1, що забезпечують I групу вогнезахисної ефективності. У випадку застосування ДСА-1 після випарювання води з деревини на поверхню, що змінює механізм його висолювання. Рух водного розчину антипірену у капілярах деревини змінюється на дифузійне проникнення води крізь полімерну плівку, що зменшує швидкість висолювання. Крім того, на відміну від звичайних просочувальних засобів типу МС, ББ-11, БС-13, полімерна плівка не дає можливості вільного доступу кисню повітря при підвищенні температури, змінює механізм піролізу целюлози на термодеструкцію і гальмує процес горіння.

Зразки деревини, оброблені вогнезахисною композицією ДСА-1 (0,2 кг/м² антисептика "Гембар") зберігали вогнезахисні властивості два роки, композицією ДСА-2 (0,4 кг/м² антисептика "Гембар") – три роки.

Сертифікаційні випробування вогнебіозахисних сумішей для деревини ДСА-1 та ДСА-2 засвідчують, що вогнебіо захищена деревина з вмістом антипірену 60 кг/м³ та 400 г/м² антисептика класифікується як матеріал помірної горючості (Г2), важкозаймистий (В1), з помірною димоутворювальною здатністю (Д2), за токсичністю продуктів горіння – помірнонебезпечний (Т2) та матеріал, що не погіршує поширює по поверхні (РП1).

Щодо профілактики горіння деревини, то найбільш розповсюдженими є два шляхи.

Перший з них – це просочення виробів з деревини водними та неводними розчинами антипіренів. Антипіренами, в основному, є амонійні солі фосфорної, сірчаної кислот, бура, борна кислота, тощо. Деревина, яка містить у своїй структурі антипірени, називається вогнезахисною.

Другий шлях профілактики горіння деревини полягає в тому, що на поверхню деревини наносять вогнезахисне покриття, яке на певний час перешкоджає доступу теплоти до деревини. Така деревина теж називається вогнезахищеною. В залежності від покриття та його товщини, вогнезахищена деревина може класифікуватись як важкозаймиста (ГЗ) або важкогорюча (Г2). Більш ефективними вогнезахисними покриттями є такі, що спучуються, утворюючи бар'єр для теплопровідності. Знаходять застосування такі марки покриттів: ВПМ-2, ВПМ-3, ВПД, "Сіофарб", "Ендотерм-ЖК" та інші.

Обидва шляхи мають як переваги, так і певні недоліки. Недоліком першого шляху є те, що сольові антипірени з часом висолюються, на поверхні деревини утворюється шар кристалічних солей, який поступово обсипається. Деревина втрачає вогнезахисні властивості, а тому потребує додаткової обробки. Термін експлуатації вогнезахищених виробів з деревини, що виготовлені другим шляхом, є довшим, але через певний час покриття також обсипається. Ремонтна здатність таких покриттів дуже складна.

Третій шлях вирішення профілактики горіння деревини є комбінований. Він об'єднав позитивні рішення першого і другого шляхів та дозволив подалати їх негативні сторони і збільшити термін збереження ефективності вогнезахисту матеріалу. Цей шлях поєднує використання просочування деревини сольовими антипіренами та нанесення на просочену поверхню деревини полімерної плівки антисептика "Гембар". Суміші сольового антипірену і полімерного антисептика виробляються під марками ДСА-1 та ДСА-2. Вогнезахисна ефективність просочувальних засобів ДСА-1 та ДСА-2 відповідно до ГОСТ 16363-98 становить першу групу вогнезахисної ефективності з терміном експлуатації до п'яти років.

"Гембар" за своїм хімічним складом дуже подібний до природних гуанідинових антисептиків. Це еластомер, який розчинений у воді. Завдяки наявності великої кількості атомів азоту і фосфору, він відноситься до термічно стійких органічних речовин. Так, при досягненні температури, вищої за 360 °С, відбувається його термодеструкція з утворенням коксового залишку та виділенням молекулярного азоту (табл. 7.9).

Аналіз пожежної небезпеки целюлозовмісних матеріалів свідчить про те, що при нагріванні їх до високих температур, високомолекулярні речовини (целюлоза, лігнін, пентозани, гексозани), які входять до складу таких матеріалів, розкладаються. Розклад проходить у напрямку утворення більш простих і стійких речовин. Полуменеве горіння целюлозних матеріалів обумовлене виділенням горючих газів у такій кількості, яка відповідає нижній концентраційній межі запалювання. Полум'я, яке утворюється, випромінює досить велику кількість енергії, що відіграє важливу роль у поширенні вогню.

Для комплексного захисту целюлозних матеріалів від загорання і біологічного руйнування пропонують використовувати такі препарати: суміш сульфату амонію, діамонійфосфату і фтористого натрію або ортоборату натрію і борної кислоти та ін. Але окремі засоби вміщують високо небезпечні речовини, зокрема фтористий натрій.

Таблиця 7.9 – Якісний та кількісний склад газоподібних продуктів термічної деструкції деревини

Компонент	Вміст компонентів у летких продуктах деструкції, % об.		
	Соснової деревини	Соснової деревини, обробленої сумішшю фосфатів та сульфатів амонію	Соснової деревини, обробленої сумішшю фосфатів і сульфатів амонію і полімерним антисептиком
CO	39,08	15,8	12,84
CO ₂	51,93	не виявлено	не виявлено
CH ₄	6,05	0,54	сліди
C ₂ H ₆ + C ₂ H ₄	0,45	не виявлено	не виявлено
C ₃ H ₈	0,19	не виявлено	не виявлено
C ₃ H ₆	0,32	не виявлено	не виявлено
H ₂	0,73	0,44	0,11
O ₂	0,26	не виявлено	не виявлено
N ₂	0,99	83,22	85,04

Для вогнезахисту текстильних матеріалів використовують засоби “Т-2” та “Probanfinish-210”, недоліком яких є висока димоутворююча здатність та токсичність продуктів горіння. На сьогоднішній день існують ефективні просочувальні засоби, одним з яких є суміш антипірену (фосфати та сульфати амонію) з полімерними антисептиками. Але вогнезахисне оброблення тканин і паперу такими засобами призводить до утворення на поверхні солей, втрати матеріалом захисних властивостей у часі, погіршення естетичних показників.

Склад “КСД” призначений для вогнезахисної обробки дерев’яних поверхонь і текстильних матеріалів. Його вогнезахисний ефект базується на застосуванні при підвищеній температурі речовин, що легко розкладаються (солі фосфатної кислоти, які вже 100 років використовуються в якості антипіренів), внаслідок чого при нагріванні деревини утворюється захисна плівка, що обмежує доступ кисню до поверхні. Частина тепла при цьому використовується на газовиділення, що в свою чергу гальмує процес спалахування.

“КСД” добре підходить також для просочування натуральних тканин, наприклад мішковини та занавісів. Відмінними особливостями цієї суміші є висока здатність просочуватись у структуру тканин і підвищена у порівнянні з іншими аналогічними вогнезахисними засобами стійкість до вимивання, а також безпека і екологічність. Цей засіб не впливає на колір, текстуру тканин і не має запаху, зберігає вогнезахисний ефект протягом 4 років. Для тканин, оброблених “КСД”, слід виключити прання. Витрати суміші складають 500 кг/м² для деревини і 150 г/м² для тканин. Зберігає свої вогнезахисні властивості протягом 4 років, виробник – Росія.

Противопожежний засіб “Нортекс” захищає тканини від вогню, знижує процес займистості, локалізує полум’я та має антисептичний ефект.

Для захисту від вогню і підвищення антисептичних властивостей бавовняних і шовкових тканин з додатком синтетики до 10 %, а також для просочування картону і паперу використовують вогнезахисне просочування біопірен “Нортекс-Х”. Наноситься шляхом розпилювання до повного зволоження. Оброблена тканина не змінює колір, малюнок, фактуру. Ворс не утворюється. Термін зберігання вогнезахисних властивостей не менше 5 років. Для просочування тканин використовується 100-230 г/м² (в залежності від щільності тканини), 2,5-4,5 кг/м² (в залежності від щільності ворсу), для просочування картону і паперу не < 200 г/м².

“Нортекс-КП” пропонується для вогнезахисної і антисептичної обробки синтетичних (ПАН, ПА – 100 %) і напіввовняних килимів і килимових виробів на натуральній основі (льон, джут).

“Нортекс-С” для вогнезахисту і антисептування змішаних тканин із вмістом синтетики (поліестеру) до 70 % однокольорових і 100 % синтетичних.

Усі просочувальні суміші “Нортекс” легко наносяться. Тканини можна обробляти занурюванням у розчин або розпилюванням його до насичення матеріалу. Після обробки “Нортексом” тканини не відрізняються від необроблених, не змінюють зовнішній вигляд, не змінюють фізико-механічні властивості, на них відсутні сольові відкладення і плями, екологічно чисті і безпечні для людей, ефект обробки при відсутності зволоження зберігається 5 років. Після прання процедуру обробки повторюють.

Готові вироби з використанням оброблених тканин чистять миючим пілососом. У миючий розчин додають ½ частину “Нортексу”.

Для просочування тканин і килимних покриттів, картону та паперу, а саме занавісів, одягу, сцен усередині приміщень використовують антипірен “Роса”. Цей антипірен додають до складу вогнезахисних фарб для захисту деревини, тканин, паперу, вовни та сучасних полімерних матеріалів. Для деревини та виробів з неї, а також для текстильних матеріалів використовують вогнезахисний антипірен “ВАНН-1”. Оброблені цим засобом парусина і велюр на основі бавовни стають важкозаймистими.

Вогнезахисний засіб “КЛОД-2” також використовують для виготовлення просочувальних сумішей, покриттів і фарб для обробки бавовняних і синтетичних тканин.

Для надання тканинам і паперу більшої щільності і вогнестійкості, їх просочують рідким склом. “Рідке скло” – це водний розчин силікату натрію, повітряне в’язуче, що одержують шляхом опалення суміші з кварцевого піску і соди. Це рідке скло використовується в хімічній промисловості і будівництві для виготовлення кислототривких, вогнестійких і вогнетривких силікатних мас. “Рідким склом” ефективно просочувати, крім тканин, картон і деревину, успішно використовувати для виготовлення силікатних вогнезахисних фарб, а також у паперовій промисловості для виробництва картонної тари. Вогнезахисна фарба – суміш в’язучого, пігменту та наповнювача, яка здатна до твердіння. При цьому плівка, що утворюється, служить як для вогнезахисту, так і для декоративних цілей.

Вогнезахисні фарби готують з використанням як калієвого рідкого (силікатного) скла $K_2O \cdot nSiO_2$, так і натрієвого силікату $Na_2O \cdot mSiO_2$. До складу вогнестійких силікатних фарб входять у відповідних пропорціях вогнестійкі наповнювачі, білила, кольоровий пігмент, рідке скло і спеціальні добавки. У якості наповнювача частіше використовують розмелений вермікуліт, перліт, тальк, волокна каолінової вати, волокна азбесту.

Вогнезахисні фарби на рідкому склі застосовують для внутрішніх облицювальних робіт (вогнезахисне фарбування стін, стель, вогнезахисних занавесів у театрах, кінотеатрах та інших видовищних приміщеннях); для підвищення вогнестійкості дерев'яних конструкцій з ДВП і ДСП. Вогнезахисні пасти і штукатурки також готують на основі рідкого скла.

Особливої уваги заслуговує використання вогнебіозахисту *ФСГ-1* – композиція просочувальна для поверхневого вогне- та біозахисту тканин, паперу та соломи являє собою 70 %-ий водний розчин комплексної сполуки полігексаметиленгуанідинфосфату карбаміду. Галузь застосування вогнезахисних тканин, паперу та очерету, які оброблені композицією *ФСГ-1*, дуже широка і спрямована на підвищення пожежної безпеки об'єктів різного призначення.

Для оздоблення стін, стель та заповнення вестибюлів, в підвісних стелях, сходових клітках, ліфтових холах у будинках усіх ступенів вогнестійкості, крім будинків V ступеня вогнестійкості, згідно з ДБН В.1.1-7-2002, повинні застосовуватися будівельні матеріали, в тому числі вироби з тканин та паперу, які відповідають класифікації: Г1 (низької горючості), В1 (важкої займистості), Д2 (з помірною димоутворюючою здатністю), Т2 (помірно безпечні).

Основні види волокон текстильних та нетканих матеріалів, використання яких у громадських будинках, побуті, техніці в якості захисної одягу, на транспорті викликає необхідність вогнезахисної обробки з метою підвищення пожежної безпеки об'єктів. Сертифікаційні випробування *ФСГ-1* відповідно до діючих нормативних документів показали такі результати:

- для тканин, з яких виготовляються порт'єри, що оброблені композицією *ФСГ-1*, щодо займистості тканин є важкозаймисті за умови витрати робочого розчину у розрахунку на суху речовину 177-216 г/м²;
- для паперу, який оброблений композицією *ФСГ-1* щодо групи горючих матеріалів середньої займистості за методом ДСТУ 4455 є важкозаймистий за умови витрати робочого розчину з розрахунку на суху речовину 182 г/м².

Вогне- та біозахисні властивості тканин та паперів зберігаються протягом значного терміну експлуатації не менше 3-х років. Після прання вогне- та біозахисні тканини потребують повторної обробки.

Як відомо, більшість текстильних матеріалів підтримують горіння. Виключенням із цього правила є мінеральні волокна. Тому винахід фірми Дюпон метараamidного волокна Нормекс® дало можливість сягнути на новий рівень у галузі вогнезахисту. Завдяки своїй хімічній формулі, цей засіб

має високу термостійкість і хімічну стійкість. Матеріал обслуговується при температурі вище 350 °С, при цьому не плавиться. Вироби з волокна Нормекс® зберігають більшість властивостей натуральних текстильних матеріалів. Тканини зручні, красиві, а одяг на основі цих тканин забезпечує підвищене почуття комфорту тим, хто в ньому працює. Розроблений асортимент тканин на базі волокна Нормекс® дозволяє виготовити захисний одяг для пожежних працівників нафтової і газової промисловості, робітників енергостанцій та ін. Поєднання високих механічних властивостей, хімічної стійкості і термостійкості волокна Нормекс® дозволяє широко використовувати його у різних галузях промисловості. Цей матеріал застосовують у різних системах, властивості яких притаманні для текстилю, повинні бути адаптованими до високих температур навколишнього середовища. Нормекс® - це ізоляція трансформаторів, електродвигунів і генераторів, механічний папір для виробництва стільникових матеріалів для використання у авіаційній і судобудівельній промисловості. На електричні і механічні властивості Нормекс® практично не впливають температури до 200 °С. Корисні властивості зберігаються як мінімум 10 років при постійній експлуатації при 220 °С.

Контрольні запитання до глави 7

1. Наведіть основні механізми дії вогнезахисних речовин, що захищають деревину.
2. Які чинники треба враховувати при виборі вогнезахисних складів для деревини?
3. У чому полягає сутність вогнезахисного просочення деревини?
4. Наведіть основні засоби вогнезахисного просочення деревини.
5. Наведіть основні групи вогнезахисних складів для деревини.
6. Які вогнезахисні склади найчастіше застосовуються для глибокого просочення деревини?
7. Дайте характеристику методу подвійних просочень деревини.
8. Охарактеризуйте поняття «глибоке просочення деревини».
9. Наведіть основні різновиди глибокого просочення деревини.
10. Чому глибоке просочення для ДСП використовується з обмеженнями?
11. Відповідно до якого нормативного документа здійснюється просочення деревини?
12. Яким чином відтворюється поверхневе просочення деревини?
13. Охарактеризуйте метод вогнезахисного просочення деревини, запропонований Національним університетом «Львівська політехніка».
14. Наведіть основні різновиди вогнезахисних покриттів для деревини.
15. Що таке вогнезахисні штукатурки для деревини?
16. Наведіть основні різновиди вогнезахисних штукатурок для деревини.

17. Що являють собою вогнезахисні фарби для деревини?
18. Охарактеризуйте силікатні вогнезахисні фарби для деревини.
19. В чому полягають переваги та недоліки силікатних вогнезахисних фарб?
20. Яких заходів треба вжити для підвищення атмосферостійкості силікатних вогнезахисних фарб?
21. Охарактеризуйте магнезіальні (хлоридні) вогнезахисні фарби для деревини.
22. Охарактеризуйте олійні вогнезахисні фарби для деревини.
23. Охарактеризуйте вогнезахисні фарби для деревини на основі синтетичних полімерів.
24. Охарактеризуйте декоративні покриття, що утворюють на поверхні деревини захисну плівку.
25. Що таке спучувальні вогнезахисні покриття для деревини?
26. Охарактеризуйте вогнезахисні фарби типу ОФП.
27. Охарактеризуйте спучувальні вогнезахисні покриття типу ВПД для деревини.
28. Охарактеризуйте комбіновані вогнезахисні покриття для деревини.
29. Наведіть основні комбіновані вогнезахисні покриття для деревини.
30. Яким чином здійснюється вогнезахисне облицювання дерев'яних конструкцій?
31. У чому полягає сутність вогнезахисту тканин?
32. Чим визначається ефективність антипіренів для целюлозовмісних матеріалів?

ГЛАВА 8. ВОГНЕЗАХИСТ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ З МАТЕРІАЛІВ НА ПОЛІМЕРНІЙ ОСНОВІ

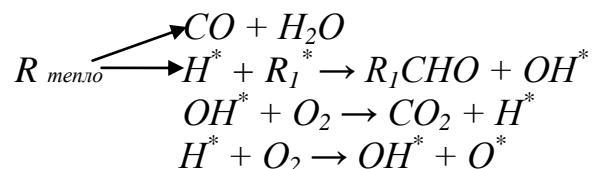
Полімерні матеріали у будівництві майже не використовують як несучі конструктивні елементи. Вони, в основному, застосовуються як оздоблювальні, лицевальні, і тому немає сенсу захищати їх екранами чи покриттями.

Полімери і пластмаси мають низьку стійкість до температурного впливу. Міцність їх інтенсивно знижується при переході з твердого стану у в'язкий або у зв'язку з руйнацією структури полімеру. Зміна фізико-механічних властивостей при нагріванні пов'язана з необоротними процесами і в першу чергу – з термоокислювальною деструкцією. А тому, що деструкція відбувається при відносно невисоких температурах, то навіть при незначному нагріванні спостерігається суттєве зниження міцності.

Горючість полімерних матеріалів, продукти згоряння та їх кількість залежать від хімічної структури. Особливістю пластичних мас є інтенсивне утворення газоподібних продуктів розпаду при горінні. Димоутворення їх в 10-250 разів більше у порівнянні з деревиною.

При оцінці горючості полімерних матеріалів враховуються наступні показники: займистість, здатність до розповсюдження полум'я, опір короткочасному впливу полум'я, плавкість і каплеутворення, густина диму при нормальних умовах горіння (в умовах великої кількості повітря), токсичність газоподібних продуктів згоряння.

Взагалі механізм горіння та піролізу полімерів може бути представлений наступною схемою, де R – молекула полімеру.



Виділення атомарного водню і гідроксильних радикалів веде до утворення розгалуженого ланцюга, сприяє протіканню ланцюгової реакції розповсюдженого фронту полум'я у газовій сфері.

Зниження пожежної небезпеки полімерних будівельних матеріалів (ПБМ), з урахуванням багатостадійного характеру їх дифузійного горіння, можна добитися, активно впливаючи фізичними та хімічними засобами на кожну стадію хвилі горіння.

Серед **фізичних засобів** впливу можна виділити такі:

1 Зниження тепло- та масопереносу між полум'ям і конденсованою фазою. Наприклад, теплоізолююче екранування поверхні спученим шаром того ж самого (основного) матеріалу.

2 Охолодження зони горіння в результаті збільшення відведення тепла у зовнішнє середовище:

- відтік тепла від покриття через теплопровідну підставу;
- флегматизація полум'я негорючими газами;
- втрати тепла на випаровування і піроліз полімерної матриці;
- розкладення наповнювачів, які утримують хімічно зв'язану воду;
- унесення тепла стікаючим розплавом полімеру.

3 Погіршення умов перенесення реагентів (горючої пари, газів і кисню) до фронту горіння (створення фізичного бар'єра між матеріалом і окислюючим середовищем).

Хімічні засоби впливу включають:

- цілеспрямовані зміни хімічної будови та структури полімерів;
- зміну складу та співвідношення компонентів ПБМ;
- вплив хімічних реагентів - інгібіторів газофазних реакцій горіння;
- вплив хімічних реагентів на твердофазні процеси піролізу.

Пожежну небезпеку ПБМ, враховуючи перелічені фізичні та хімічні засоби, намагаються знизити декількома розповсюдженими методами:

- *хімічною модифікацією* полімерів;
- уведенням наповнювачів;
- уведенням *антипіренів*, димоподавлювачів або інших цільових додатків;
- нанесенням вогнезахисних покриттів;
- комбінацією різних методів.

Зниження горючості полімерних матеріалів може призводити до збільшення димоутворення і токсичності продуктів горіння при його гальмуванні. Зниження виходу токсичних продуктів здійснюють:

- шляхом простого розбавлення;
- зміною ходу реакцій піролізу і горіння, внаслідок чого збільшується вихід інертних речовин;
- шляхом поглинання і зв'язування токсичних компонентів.

Особливості вогнезахисту полімерних матеріалів визначаються їх різноманітністю і багатокомпонентністю складів. Оскільки горючість полімерних матеріалів залежить від співвідношення теплоти, що виділяється при згоранні продуктів піролізу, і теплоти, необхідної для їх утворення і газифікації, то зниження горючості можна забезпечити за рахунок зменшення швидкості газифікації і зниження кількості палих продуктів, що утворюються, наступними методами:

- уведенням інертних наповнювачів;
- уведенням антипіренів;
- нанесенням вогнезахисних покриттів.

Уведення наповнювачів. Наповнювачі використовують для отримання матеріалів із заданими властивостями і для зниження їх вартості. Мінеральні наповнювачі також знижують вміст горючих компонентів, впливають на процес піролізу полімерів і змінюють умови тепло- і масообміну при горінні.

Уведення антипіренів. Антипірени ділять на два класи: що механічно поєднуються з полімерами і створюють з ними однорідну суміш, і реакційноздатні з'єднання, що включаються (в процесі синтезу або переробки полімерних матеріалів) в молекулярну структуру полімеру.

До інертних антипіренів відносяться наступні групи:

1. Неорганічні речовини – елементарний фосфор, фосфат або поліфосфат амонію, гідроокис алюмінію, сульфід фосфору, бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, борат цинку із слабким ступенем гідратації $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3,3\div 3,7\text{H}_2\text{O}$, фтороборати лужних металів, сульфати, нітрати, хлориди алюмінію, калію.
2. Низькомолекулярні галоїдовмісні органічні сполуки ациклічної (хлоровані парафіни, що містять більше 50 % хлору, пентаброметану, тетрабромбутан), аліциклічної (гексабромциклогексан, похідні гексахлорциклопентадіє-ну) або ароматичної (пентабром- і гексабромбензол, гексабром- і тетрабромбісфенол) будови.
3. Низькомолекулярні фосфорорганічні з'єднання – ефіри фосфорної, фосфонові або фосфінові кислот (трикRELілфосфат, трихлоретилфосфат, біс-(2-брометил) -фосфат, трис-(бромметил) -фосфиноксид, солі і основи четвертинного фосфонію.
4. Високомолекулярні галоїд- і фосфоровмісні з'єднання.
5. Органічні азотовмісні речовини, з'єднання бору, сурми і олова.

До реакційноздатних антипіренів відносяться низько- і високомолекулярні з'єднання, які містять разом з полум'ягасячими групами атомів різні функціональні групи, здібні до реакцій полімеризації, поліконденсації і поліприєднання (ненасичені подвійні зв'язки, гідроксильні, карбоксильні, ізоціанатні групи). Такі антипірени використовують як сомомери і зшивачі агентів при синтезі полімерів або модифікаторів це галоїдовмісні сомомери (вінілбромід, вінілхлорид, монохлорстірол, дібромпропілакрілатіліметакрилат), хлорендиковий, тетрахлор- і тетрабромфталевий ангідрид; хлокетіл; Н-бромвінілфосфонат.

Ділення антипіренів на реакційноздатні і інертні є умовним, оскільки полум'ягасячі добавки, не входячи в молекулярну структуру полімерів, можуть реагувати з іншими компонентами і впливати на процес утворення полімеру. В даний час існує декілька гіпотез, що пояснюють зниження горючості полімерних матеріалів у присутності антипіренів: хімічна, іонна, газова, теплова і гіпотеза утворення захисного покриття.

Поверхня полімерних матеріалів, що обвуглилася після первинного термічного розкладання, може продовжувати тліти в результаті виділення великої кількості тепла при екзотермічній реакції, що призводить до подальшого розкладання і горіння розташованих нижче шарів матеріалу. Фосфоровмісні антипірени є практично єдиними речовинами, здатними запобігти тлінню матеріалів після припинення полум'яного горіння і зменшити можливість вторинного їх спалаху, оскільки шар, що карбонізується, містить фосфор, вельми стійкий до тривалого нагрівання. Аналогічну дію надають боровмісні з'єднання.

Відповідно до загальновідомих гіпотез зниження горючості полімерних матеріалів, за механізмом їх дії антипірени можна умовно розділити на групи:

- що розкладаються з виділенням негорючих газів; при цьому горіння сповільнюється внаслідок підвищення нижньої концентраційної межі займання і зниження температури полум'я унаслідок розбавлення горючих продуктів піролізу негорючими;
- галоїдовмісні, дія яких заснована на інгібуванні радикальних ланцюгових процесів у газовій фазі;
- антипірени, що створюють захисні плівки і сприяють підвищенню коксоутворення – фосфоро- і боровмісні з'єднання; горючість ПВМ знижується унаслідок уповільнення тепло- і масообміну між полум'ям і поверхнею полімерних матеріалів.

Особливе місце займають речовини, що самі не є антипіренами, але підсилюють їх дію. Це так звані синергісти. Типовим представником цієї групи з'єднань є триокис сурми.

Антипірени повинні відповідати наступним вимогам: володіти високою ефективністю полум'ягасячої дії, добре поєднуватися з полімерами, створювати мінімальний вплив на фізико-механічні властивості ПВМ, а також бути нетоксичними, достатньо доступними і відносно дешевими. В даний час немає індивідуальних з'єднань, що задовольняють всі ці вимоги. Тому для зниження горючості полімерних матеріалів застосовують комбінацію антипіренів перерахованих вище груп.

Горючість полімерів обумовлена утворенням на ранніх стадіях розкладання горючих летючих продуктів. Тому для створення вогнезахищених ПВМ використовують направлений синтез і модифікацію полімерів з метою отримання продуктів, що мають знижену швидкість газифікації, створюючи карбонізований продукт і низький вихід горючих продуктів піролізу.

Застосування реакційноздатних антипіренів, у принципі, можна розглядати як хімічне модифікування полімерів, оскільки змінюються хімічна будова і властивості макромолекул. Проте хімічне модифікування полімерів - ширше поняття, під яким розуміють модифікацію полімерів з метою підвищення їх термічної і термоокислювальної стабільності. У цьому аспекті проблема зниження горючості полімерів і матеріалів на їх основі тісно пов'язана з проблемою створення термостійких полімерів. Установлено, що при використанні більш термостабільних полімерів для отримання вогнезахищених поліуретанових матеріалів потрібно вводити антипірени в меншій концентрації. Підвищення термостабільності і відповідно зниження горючості полімерів досягається використанням у синтезі полімерів початкових компонентів, сприяючих утворенню ароматичної зшитої молекулярної структури. Так, горючість пінополіуретанів (ППУ) знижується при введенні в структуру макромолекул ізоціануратних ланок. Розпад ізоціануратних циклів протікає при вищих температурах, ніж деструкція уретанових зв'язків.

При термообробці ППУ з ізоціануратними ланками утворюються стабільні фрагменти із системою зв'язаних подвійних зв'язків. Тому комірчаста структура пінопластів з ізоціануратними групами не руйнується при нагріві до 600 °С.

Вогнезахисні покриття, що наносяться на полімерні матеріали, мають в даний час обмежене застосування. Найчастіше такі покриття використовують для зниження пожежної небезпеки пінопластів і склопластиків, полімерних будівельних матеріалів з вмістом деревини, деревностружкових і деревноволокнистих плит.

Перспективним вважається шлях створення ПБМ зі зниженою пожежною небезпекою за рахунок використання неорганічних або елементоорганічних полімерів з мінімальним вмістом горючої органічної частини, а також термостійких полімерів, що виділяють при розкладанні негорючі і нетоксичні летючі продукти.

При використанні методів хімічної модифікації полімерів, введення антипіренів або наповнювачів для зниження їх пожежної небезпеки ефект досягається за рахунок взаємодії у піролізних реакціях вуглецево-водневих складових зі сполуками інших елементів, частіше галоїдних чи фосфорних.

Наприклад, у піролізних реакціях воднева галоїдна сполука безперервно регенерується, тому навіть невеликі концентрації вихідного галогену будуть достатні для надання полімеру здатності до самозатухання.

Таким чином, звільнення водню є важливим фактором для зниження горючості полімерів. Структура галоїдовмісних сполук визначає ефективність антипіренів. Для зменшення кількості галоїдовмісної сполуки і зберіганні того ж ступеня вогнестійкості, рекомендують додавати до складу полімерних матеріалів оксиди або сульфідні сурми, вісмуту, алюмінію, цинку, миш'яку і інш. Крім цього, галогеносурмова сполука може утворювати на матеріалі, що горить, захисну плівку і гальмує доступ кисню до місця горіння.

При горінні полімеру його поверхня обуглюється після початкової деструкції і може внаслідок реакції $2C + O_2 = 2CO$ тліти. Цей високотермічний процес посилює горіння, але при наявності фосфоровмісних сполук, здатних розкладатися до оксидів фосфору або фосфорної кислоти, горіння може регулювати захист горючої поверхні від доступу кисню.

Ще більшу здатність до самозатухання мають полімери, що містять одночасно фосфор і хлор. Установлено, що 1 % фосфору за масою рівнозначний 5-7 % бромові або 7-8 % хлору, якщо ці елементи ароматично не пов'язані.

Для кожного типу полімеру притаманні свої методи підвищення теплостійкості та вогнестійкості.

Поліолефінові ПБМ. До них відносять поліетилен, поліпропілен та їх сополімери. У будівництві з них виготовляють гідроізоляційні плівки, водопровідні та каналізаційні труби, погонажні вироби, фітинги. При використанні поліолефінових ПБМ треба урахувати, що поряд з корисними влас-

тивостями: міцністю, хімічною стійкістю, морозостійкістю, вологонепроникністю, вони мають низьку термостійкість, легку займистість і підвищену пожежну небезпеку. Їх горіння проходить з плавленням і розприскуванням горючих крапель, без сильного димовиділення. Для підвищення міцності, жорсткості, твердості поліолефінів до них додають наповнювачі: азбест, тальк, карбонат кальцію, слюду. Ці наповнювачі практично не знижують горючість композицій. Дещо підвищити пожежонебезпечність поліолефінових ПБМ дозволяє додавання дрібнодисперсного порошку алюмосилікатів (цеоліту), гідроксидів алюмінію та магнію. Це підвищує температуру самозаймання на 50-70 °С, знижує час самозатухання та втрати маси при горінні. Знизити горючість також можна методом модифікації основи галогенами. Наприклад, у хлорованого поліетилену кисневий індекс підвищується до $KI=26$ %. Ще одним способом покращення пожежної небезпеки поліолефінових ПБМ є введення до їх складу антипіренів. Неорганічні антипірени, крім з'єднань амонію, неефективні. Краще зарекомендували себе органічні антипірени: хлорпарафіни, гексабромбензол, триброманілін, ПВХ. Полівінілхлоридні ПБМ, з яких виробляють труби, лінолеум, пінопласти, матеріали для облицювання, покрівлі та електроізоляції, відносяться, в основному, до важкозаймистих матеріалів. Але їх пожежонебезпечні характеристики мають дуже великий ступінь залежності від складу та кількості наповнювачів, пластифікатора.

Усі пластифікатори, крім галоїд- та фосфоровміщуючих підвищують пожежну небезпеку ПВХ. Тому з них частіше використовують хлорпарафіни. Але введення пластифікаторів підвищує димоутворюючу здатність пластмас. Зменшення димовиділення та пожежної небезпеки добиваються додаванням у композицію наповнювачів, таких як каолін, талькомагнезит, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, Sb_2O_3 . За допомогою наповнювачів з оксидів та карбонатів натрію, магнію, кальцію, міді вдається нейтралізувати хлороводень, який утворюється при горінні. Ще дієвими методами отримання ПВХ-матеріалів зі зниженою пожежною небезпекою є хімічна модифікація ПВХ газоподібним хлором та використання мікрокапсульованих антипіренів на основі галоїдвміщуючих фосфатів. Комплекс вказаних заходів дозволяє значно знизити для ПВХ-матеріалів димоутворюючу здатність на 25 %, підвищити кисневий індекс на 15-19 % (до $KI=60$ %), температуру займання – до 620 °С при збереженні задовільних експлуатаційних характеристик.

Полістирольні ПБМ дуже розповсюджені у будівництві. Частіше з них виробляють стінові облицювальні плити, сантехнічні вироби та пінопласти. Спосіб зниження горючості для полістирольних ПБМ залежить від їх призначення. Перспективним методом вважають хімічну модифікацію стиролу галоїд- та фосфоровміщуючими мономерами (наприклад, це може бути вінілхлорид, вінілбромід, хлорування полімеру). Але такий шлях може призвести до погіршення експлуатаційних властивостей матеріалу. Інший метод зниження горючості полягає у застосуванні реакційноздатних антипіренів, таких,

як гексаброметан, тетрабромпаракилол та ін. При цьому для підвищення ефективності вогнегасної дії антипіренів додатково використовують речовини-синергісти (наприклад, Sb_2O_3 , органічні перекиси, ароматичні аміни та ін.). Пінополістирольні вироби у деяких випадках захищають від дії вогню за допомогою вогнезахисних покриттів на основі рідкого скла, армованого наповнювачем: волокнистим (азбестом) або порохоподібним (діатомітом, кварцевою мукою).

Поліефірні ПБМ для підвищення вогнестійкості піддають хімічній модифікації за допомогою галоген- та фосфорвміщуючих реагентів і/або додають наповнювачі та антипірени. Як наповнювач частіше використовується $Al(OH)_3$, але великий інтерес викликає введення модифікованого віскозного волокна або пороховидного ПВХ. Додатки, що зменшують пожежонебезпечні властивості спроможні перевести поліефірний ПБМ у важкозаймистий і, навіть, у важкогорючий стан, але вони, як правило, негативно впливають на його механічні і експлуатаційні характеристики.

Поліуретанові ПБМ. Перспективним способом отримання вогнезахисних поліуретанів є їх направлений синтез і модифікація з метою підвищення термостійкості. Традиційний метод зниження горючості – введення неорганічних наповнювачів (тонкомелені силікати, азбест, перліт, склобісер). Також, для підвищення вогнестійкості використовують численну групу антипіренів на основі галоген- та фосфорвміщуючих речовин, металвміщуючих комплексів з амінами, мікрокапсульованих додатків. Застосування цих методів переводить вироби з поліуретану у важкогорючий стан (наприклад, кисневий індекс підвищується з $KI = 8$ до $KI = 35$).

Фуранові ПБМ використовують як зв'язуюче при виготовленні полімербетонів, шаруватих пластиків, герметиків. Пожежонебезпечні властивості фуранових полімерів підвищують введенням наповнювачів. Вогнезахиснені поліфуранові пінопласти мають кисневий індекс $KI = 40$. Цікаво, що при тривалому тепловому впливі ($450\text{ }^\circ\text{C}$; 200 год) їх міцність зростає приблизно на 10 %.

Епоксидні ПБМ відрізняються великим різноманіттям. Для покращення вогнезахисту у їх складі намагаються використовувати бром-, галоген-, фосфорвміщуючі олігомери або стверджувачі. Також дуже популярним є введення синергістів (Sb_2O_3 , ZnO , SnO_2), які сприяють збереженню властивостей ПБМ і перешкоджають виділенню пластифікатора при старінні. Вибір антипіренів визначається вимогами до технологічних, експлуатаційних, санітарно-гігієнічних властивостей епоксидних ПБМ. Тут, як правило, використовують галоїдовміщуючі антипірени (хлоровані парафіни, гексабромбензол, хлорендикий ангідрид та ін.). Серед неорганічних наповнювачів найбільше використання для зниження горючості епоксидних полімерів отримали $Al(OH)_3$, борат цинку, ортофосфат амонію, мікрокапсульовані хладони, CCl_4 .

Фенолформальдегідні та карбамідні ПБМ застосовуються дуже широко. На їх основі виробляють ДСП, ДВП, паперово-шаруваті та склоп-

ластики, піно- й сотопласти. Фенолформальдегідні полімери – важкозаймисті матеріали, а карбамідні (сечовино-формальдегідні) – ще менш горючі. При високотемпературному розкладенні карбамідні полімери випаровують токсичні гази, спучуються, руйнуються, утворюють обвуглений шар, який поступово вигорає. Фенолформальдегідні полімери, хоча і більш горючі, утворюючи обвуглений шар, менше руйнуються.

Горючість цих матеріалів визначається горючістю наповнювачів. Коли вони мінеральні (азбест, мармурове кришиво, рідке скло), фенольні пінопласти відносять до вогнезахищених матеріалів. Але ці наповнювачі погіршують механічні та теплофізичні властивості пінопластів. Міцнісні характеристики вдається поліпшити при додаванні скловолокна, перлітового піску. Органічні наповнювачі підвищують горючість фенольних та карбамідних пластмас, і тоді для зменшення пожежної небезпеки до їх складу вводять антипірени. Наприклад, шаруватий пластик на основі паперу та фенолформальдегідних полімерів – гетинакс, який відносять до горючих матеріалів ($t_{займ} = 335\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{с/з} = 495\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{розклад} = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$, $KI = 25.7$), при додаванні антипірену (тетрабромдифенілолпропану) переходить у групу важкогорючих матеріалів. Антипірени можуть використовуватися як у складі просочувального розчину, так і для модифікації паперу. Для виготовлення вогнезахищених ДВП та пінопластів у їх склад вводять антипірени на основі фосфату амонію, ПВХ, нефеліну, ортофосфорної кислоти та ін.

Контрольні запитання до глави 8

1. Назвіть галузь застосування полімерних матеріалів у будівництві.
2. Чим пояснюється низька вогнестійкість полімерних матеріалів?
3. У чому полягає основна небезпека горіння полімерних матеріалів?
4. Назвіть основні фізичні засоби впливу на горіння полімерів.
5. Назвіть основні хімічні засоби впливу на горіння полімерів.
6. Назвіть основні засоби щодо зменшення пожежної небезпеки полімерних будівельних матеріалів.
7. Яким чином забезпечується зменшення виходу токсичних продуктів горіння полімерів?
8. Як знижується газифікація при горінні полімерів?
9. У чому полягає сутність введення наповнювачів у полімерні матеріали для збільшення їх вогнестійкості?
10. Яким чином антипірени можуть збільшити вогнестійкість полімерних матеріалів?
11. Наведіть приклади основних різновидів антипіренів для полімерних матеріалів.
12. Наведіть приклади основних груп антипіренів за механізмом їх дії для полімерних матеріалів.
13. Які основні вимоги висуваються до антипіренів для полімерних матеріалів?

14. Що відноситься до поліолефінових полімерних матеріалів?
15. Як забезпечується вогнезахист поліолефінових полімерних матеріалів?
16. Що відноситься до полівінілхлоридних полімерних матеріалів?
17. Як забезпечується вогнезахист полівінілхлоридних полімерних матеріалів?
18. Що відноситься до полістирольних полімерних матеріалів?
19. Як забезпечується вогнезахист полістирольних полімерних матеріалів?
20. Що відноситься до поліефірних полімерних матеріалів?
21. Як забезпечується вогнезахист поліефірних полімерних матеріалів?
22. Що відноситься до поліуретанових полімерних матеріалів?
23. Як забезпечується вогнезахист поліуретанових полімерних матеріалів?
24. Що відноситься до фуранових полімерних матеріалів?
25. Як забезпечується вогнезахист фуранових полімерних матеріалів?
26. Що відноситься до епоксидних полімерних матеріалів?
27. Як забезпечується вогнезахист епоксидних полімерних матеріалів?
28. Як забезпечується вогнезахист феноло-формальдегідних та карбамідних полімерних матеріалів?

ГЛАВА 9. ВОГНЕЗАХИСТ КАБЕЛЬНИХ МЕРЕЖ

Особливу пожежну небезпеку на промислових і цивільних об'єктах складають електроустановки і кабельні лінії. Наявність великого горючого навантаження, лавиноподібне наростання коротких замикань, що запалюють ізоляцію кабелів, призводить до того, що з перших хвилин пожежа супроводжується швидким розповсюдженням диму і високою швидкістю зростання температури. Використання пасивного пожежного захисту кабелів (нанесення на поверхню вогнезахисних покриттів) разом із системами автоматичного пожежогасіння дозволяє забезпечити надійніший протипожежний захист.

У зв'язку із загальним зростанням кількості електрообладнання промислових об'єктів, а також житлових і громадських будівель та споруд, зберігається стійка тенденція збільшення об'єму кабельних мереж, а, отже, збільшення об'єму і номенклатури вживаної кабельно-провідникової продукції.

Слід зазначити, що в світі спостерігається стрімкий розвиток найбільш масових кабелів, а саме силових, управління і контролю, за двома основними на-прямами:

- перший - це підвищення їх пожежної безпеки,
- другий - це підвищення теплостійкості силових кабелів, що дозволяє збільшити струмові навантаження без збільшення перетину струмопровідних жил.

Для характеризування вогнезахисту кабельних мереж використовують терміни і визначення, що наведені у НПБ 238-97 «Огнезащитные кабельные покрытия. Общие технические требования и методы испытаний» і НПБ 248–97 «Кабели и провода электрические. Показатели пожарной опасности. Методы испытаний».

Вогнезахисні кабельні покриття (ВКП) - склади, речовини (суміші речовин) або матеріали, спеціально призначені для вогнезахисної обробки кабельних ліній.

Об'єкт вогнезахисту – кабельні лінії, що виконані із силових (окрім маслонаповнених), контрольних кабелів і кабелів зв'язку, що прокладаються в кабельних спорудах, а також по будівельних конструкціях будівель, що піддаються обробці ВКП з метою зниження їх пожежної небезпеки.

Вогнезахисне оброблення - нанесення ВКП на поверхню (забарвлення, обмазка і т.д.) об'єкта вогнезахисту.

Межа розповсюдження горіння – здатність вогнезахисного покриття знижувати розповсюдження горіння по електричному кабелю (по ГОСТ 12176-89 «Кабели, провода и шнуры. Методы проверки на нераспространение горения»).

Межа вогнестійкості електрокабелю з ВКП – час дії джерела вогню в умовах випробувань, яке не відображається на здатності кабелю продовжувати роботу.

Коефіцієнт зниження допустимих тривалих струмів навантаження електрокабелю з ВКП – зміна допустимих тривалих струмів навантаження після нанесення на кабель ВКП.

Гарантійний термін зберігання (придатності) – час, протягом якого вогнезахисний склад (окремі його складові) може бути використаний для отримання якісного ВКП при дотриманні умов зберігання, транспортування і ін., встановлених в нормативній документації на засіб вогнезахисту.

Гарантійний термін експлуатації - час, протягом якого гарантується нормальний рівень пожежної безпеки і нормативна стійкість об'єкта вогнезахисту до дії небезпечних чинників пожежі.

9.1 Показники пожежної безпеки кабельної продукції

Показник пожежної безпеки - значення, що кількісно характеризує будь-яку властивість пожежної безпеки. У документі НПБ 248–97 також наведені вимоги до технічної документації на ВКП, яка повинна містити наступні основні групи показників пожежної безпеки:

- показники призначення (клас пожежної безпеки, межа розповсюдження горіння, межа вогнестійкості (пожежостійкості));
- показники корозійної активності і токсичності газоподібних продуктів горіння, струмо-годинні характеристики пожежної безпеки;
- показники технологічності (коефіцієнт зниження допустимих тривалих струмів навантаження, витрата ВКП, способи підготовки поверхні, товщина для певного класу пожежної безпеки);
- показники фізико-хімічних властивостей (об'ємна маса, зовнішній вигляд, адгезія);
- показники надійності (гарантійний термін і умови зберігання, гарантійний термін і умови експлуатації).

У позначенні класу пожежної безпеки указуються:

- першим показником - межа розповсюдження горіння (О1 або О2 для кабельного виробу, випробуваного одиночним, або П1 – П4 для кабельного виробу, випробуваного пучком);
- другим – межа пожежостійкості 1-7;
- третьим – показник корозійної активності 1 (2);
- четвертим – показник токсичності 1-4.

Виділяють наступні напрями визначення показників пожежної безпеки кабельної продукції (КП):

- визначення показників пожежної безпеки неметалевих та композитних кабельних матеріалів;
- визначення показників пожежної безпеки ізольованих проводів та кабелів;
- визначення показників пожежної безпеки кабельних ліній;
- визначення показників пожежної безпеки кабельних проходок;

– визначення показників пожежної небезпеки ізолюваних проводів та кабелів, покритих вогнезахисними матеріалами.

Показники пожежної небезпеки неметалевих та композитних кабельних матеріалів визначають з метою встановлення можливої сфери їх застосування в ізолюваних проводах і кабелях, а також умов, за яких допускається експлуатація, зберігання і транспортування КП. Для визначення цих властивостей в Україні застосовують класифікацію та стандартизовані методи випробування.

Більшість кабельних матеріалів за агрегатним станом відносяться до твердих матеріалів, тому для них можливе визначення таких показників пожежної небезпеки: група горючості, температура займання, температура самозаймання, температура жевріння, кисневий індекс, коефіцієнт димоутворення, показник токсичності, показник корозійної активності продуктів згоряння, масова теплота згоряння. Корозійна активність продуктів згоряння кабельних матеріалів характеризується такими показниками як кількість галогеноводнів, водневий показник рН та питома електропровідність.

Показники пожежної небезпеки ізолюваних проводів та кабелів визначають з метою встановлення сфери їх застосування на об'єктах будівництва у складі кабельних ліній, систем електропроводки та електрообладнання (побутових електричних приладах, радіоелектронній апаратурі, обладнанні для оброблення інформації тощо).

Для оцінки пожежної небезпеки цих виробів в Україні застосовують методи за стандартами, більшість з яких розроблено з урахуванням вимог міжнародних стандартів ІЕС. У світі застосовують й інші методи випробування, наприклад, методи за стандартами, а в Російській Федерації, наприклад, – методи за нормами пожежної безпеки.

Для ізолюваних проводів і кабелів визначають такі показники пожежної небезпеки:

- допустимий струм короткого замикання (для силових кабелів);
- стійкість до поширювання полум'я за умови поодинокого прокладання;
- стійкість до поширювання полум'я за умови прокладання у пучках;
- димоутворювальна здатність;
- корозійна активність продуктів згоряння;
- здатність до збереження цілісності кіл в умовах вогневої дії (вогнестійкість у складі кабельних ліній).

Перший та другий показники призначені для оцінки можливості виникнення пожежі, другий та інші - для оцінки можливості розвитку пожежі.

Показники пожежної небезпеки кабельних ліній визначають з метою визначення сфери їх застосування на об'єктах. Пожежну небезпеку кабельних ліній на сьогодні оцінюють переважно за даними окремих випробувань їхніх елементів: кабелів і проводів, систем кабельних трубопроводів, коробів, лотків, драбин тощо, але за винятком показника вогнестійкості. На

практиці встановлено залежність показника вогнестійкості кабелів від властивостей систем їх підтримання та кріплення до будівельних конструкцій. Кабельні лінії можуть передчасно виходити із ладу в умовах пожежі, якщо засоби з'єднання кабелів (розгалужувальні коробки, кабельні муфти тощо) не мають належної вогнестійкості. У зв'язку з цим необхідним є визначення вогнестійкості кабелів безпосередньо у складі кабельних ліній.

Під **вогнестійкістю кабельної лінії** розуміють спроможність кабельної лінії, прокладеної відповідно до вимог технічної документації у коробах, гнучких металевих рукавах, трубах, на лотках, на тросах, на роликах, ізоляторах, вільним підвішуванням, безпосередньо по поверхні стін, стель, у порожнинах будівельних конструкцій або іншим способом, зберігати функціональність за умов пожежі.

Для кабельних ліній граничним станом з вогнестійкості є граничний стан за ознакою втрати функціональності (умовне літерне позначення – «Р»). Граничним станом за ознакою втрати функціональності кабельної лінії, прокладеної певним способом, є стан, за яким виникає коротке замикання (КЗ) між жилами кабелів або між жилами кабелів та металевими частинами короба, лотка, труби тощо, або обривання однієї або більше жил кабелів. Кабельні лінії, прокладені певним способом, залежно від нормованої межі вогнестійкості, поділяються на класи вогнестійкості. Позначення класу вогнестійкості кабельних ліній складається з умовного буквеного позначення граничного стану і числа, що відповідає межі вогнестійкості у хвилинах. Нормована межа вогнестійкості повинна відповідати одному з чисел наступного ряду: 15, 30, 45, 60, 90. Приклад позначення класу вогнестійкості кабельної лінії – Р 60.

Випробування проводяться за стандартним температурним режимом. Для випробувань на вогнестійкість кабельних ліній застосовують спеціальну вогневу піч.

Вогнестійкі кабельні лінії застосовують для живлення систем протипожежного захисту (установок пожежогасіння, пожежних ліфтів, евакуаційного освітлення тощо), функціонування яких необхідно протягом певного часу в умовах пожежі для забезпечення своєчасної евакуації людей та безпечної роботи пожежно-рятувальних підрозділів на об'єктах. Також вогнестійкі кабельні лінії застосовують для живлення й управління системами безпеки АЕС.

9.2 Показники пожежної небезпеки кабельних проходок

У разі виникнення пожежі на об'єктах полум'я та леткі продукти згоряння можуть проникати з одного приміщення в інше через прорізи у будівельних конструкціях, що наявні чи утворюються внаслідок вогневої дії. У зв'язку з цим, для запобігання розвитку пожежі на об'єктах, зокрема, місця проходів кабелів і проводів крізь будівельні конструкції ущільнюють так,

щоб уся кабельна проходка забезпечувала належну межу вогнестійкості будівельної конструкції.

Кабельна проходка – виріб або збірна будівельна конструкція, яка складається з ущільнювальних матеріалів, кабельних виробів та закладних деталей (трубопроводів, коробів, лотків тощо) і призначена для проходу кабелів (кабельних ліній) через стіни, перегородки, перекриття. Типовий приклад кабельної проходки подано на рис. 9.1.

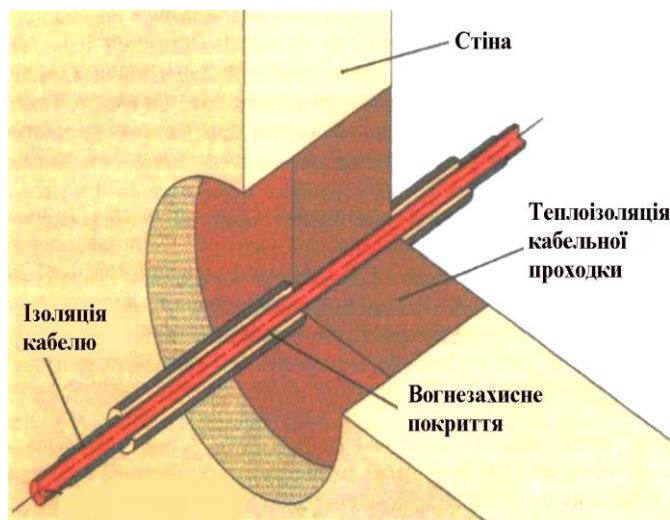


Рисунок 9.1 – Схема влаштування кабельної проходки крізь огороження

Вогнестійкість кабельних проходок забезпечують згідно з НПБ 237-97 «Нормы пожарной безопасности. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость кабельных проходок и герметичных кабельных вводов» – в Україні використовується в якості довідкового документа). При випробуванні кабельних проходок на вогнестійкість розрізняють наступні граничні стани (ГОСТ 30247.1-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции»):

- втрата теплоізолюючої здатності (I) унаслідок підвищення температури на поверхні матеріалу для зашпаровування, що не обігрівається;
- втрата цілісності матеріалу закладення (E) внаслідок утворення в конструкції проходки крізьних тріщин або отворів, через які на поверхню, що не обігрівається, проникають продукти горіння і полум'я;
- досягнення критичної температури нагріву матеріалу оболонки кабелів у зоні проходки, що не обігрівається (T).

Пожежі від загоряння кабелів та проводів, прокладених на металевих і композитних системах прокладання кабельних виробів, виникають, зокрема, під час витoku струму в місцях пошкодження ізоляційних матеріалів, а також контакту жил з металевими частинами систем. Через недостатній контакт і, як наслідок, великий перехідний опір між цими елементами в місці контакту під час витoku струму, виділяється надмірна теплота, а за певних

обставин утворення електричних дуг, іскор та розплавленого металу. У результаті дія цих джерел запалювання призводить до займання горючих матеріалів.

У разі дії джерел запалювання, що утворюються під час аварійних режимів роботи кабелів та проводів, або дії джерел запалювання ззовні, може відбуватися займання елементів указаних систем і поширювання полум'я вздовж них на значну відстань від місця дії джерела запалювання. Під час горіння від елементів цих систем можуть відділятися палаючі частки, здатні до запалювання горючих матеріалів, та виділятися теплота, дим, токсичні й корозійно-активні продукти згоряння в небезпечній кількості для людей і матеріальних цінностей.

У разі виникнення пожежі під дією вогню зовні системи, на яких прокладені кабелі систем безпеки, можуть деформуватись або руйнуватись. Внаслідок цього відбувається передчасний вихід з ладу кабелів живлення та управління систем безпеки і, як наслідок, систем безпеки в цілому.

Неврахування в повній мірі зазначених аспектів пожежної небезпеки під час проектування і виготовлення систем кабельних трубопроводів, коробів, лотків та драбин, а також під час проектування і монтажу електропроводки, є причинами сприяння цими системами виникненню і розвитку пожеж на об'єктах з їх наявністю.

В Україні під час проектування електропроводки на об'єктах керуються загальними вимогами безпеки, які встановлено в ПУЕ:2006 «Правила улаштування електроустановок». У частині вимог пожежної безпеки згідно з цими правилами електропроводка повинна прокладатись у трубах і коробах з негорючих або важкогорючих матеріалів та лотках з негорючих матеріалів. Допускається прокладання електропроводки в горючих коробах і трубах, якщо вони прокладені за монолічено в будівельних конструкціях, виконаних з негорючих і важкогорючих матеріалів.

Для підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів цивільного призначення до низки державних будівельних норм і правил, зокрема це: НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01). «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», ДБН В.2.5-23-2003. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення», ДБН В.2.2-15-2005. «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення» було включено особливі вимоги пожежної безпеки до електропроводки, якими також передбачено використання пристроїв захисного відключення при витоках струму. Застосування цих пристроїв для захисту електропроводок сприятиме зменшенню кількості пожеж від несправної електропроводки, до складу яких, зокрема, входять металеві та композитні системи прокладання кабельних виробів. Інші особливі вимоги пожежної безпеки до цих систем кабельних трубопроводів, коробів, лотків і драбин наведено в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Особливі вимоги пожежної безпеки до систем прокладання кабельних виробів, що встановлені в державних будівельних нормах і правилах для об’єктів цивільного призначення

Назва системи або її складової частини	Назва об’єкта, на якому застосовується система	Особливі вимоги пожежної безпеки до систем або її складових частин
1	2	3
Кабельні тросопроводи, короби	Житлові, громадські, адміністративні та побутові будинки	Електричні мережі, які прокладаються за непрохідними підвісними стелями з негорючих будівельних матеріалів, повинні прокладатись у трубах, коробах і гнучких рукавах, вироблених із негорючих або важкогорючих матеріалів
Кабельні тросопроводи, короби	Житлові будинки	Допускається прокладання проводів і кабелів ліній живлення квартир разом з проводами і кабелями групових ліній робочого освітлення сходових кліток, поверхових коридорів та інших приміщень усередині будинків у загальній трубі або загальному коробі з негорючих або важкогорючих матеріалів з помірно димоутворювальною здатністю за ГОСТ 12.1.044 (СТ СЭВ 4831–84, СТ СЭВ 6219–88, МС ИСО 4589, СТ СЭВ 6527–88). ССБТ. «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»
Неметалеві короби	Адміністративні та побутові будинки	Допускається під час їх реконструкції застосовувати відкриту електропроводку в пластмасових коробах із важкогорючих матеріалів з помірно димоутворювальною здатністю відповідно до ГОСТ 12.1.044
Усі системи	Громадські будинки	Вогнестійкість кабельних ліній, що забезпечують безперебійну роботу ліфта у разі виникнення пожежі, повинна бути не меншою за 90 хв. за стандартним температурним режимом згідно з ДСТУ Б В.1.1-4 «Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги»
Усі системи	Житлові будинки	Кабельні лінії, призначені для живлення спеціальних ліфтів для транспортування пожежних підрозділів, установок пожежогасіння, систем підпору повітря, димовидалення і протипожежних насосів, повинні мати межу вогнестійкості не меншу за 90 хв. згідно з ДСТУ Б В.1.1-4, а установок евакуаційного освітлення, систем оповіщення про пожежу і керування

9.3 Засоби для вогнезахисту кабелів

Пожежі на великій кількості об'єктів з високою концентрацією електричних кабелів показали, що традиційні типи кабелів за ГОСТ 16442-80 «Кабели силовые с пластмассовой изоляцией», ГОСТ 1508-78 «Кабели контрольные с резиновой и пластмассовой изоляцией», ГОСТ 433-73 «Кабели силовые с резиновой изоляцией» та інші не відповідають сучасним вимогам пожежної безпеки. Зокрема, при прокладці в пучках вони поширюють горіння, виділяють багато диму і не здатні передавати електричну енергію при дії відкритого полум'я.

У зв'язку з цим актуальним є створення нового покоління кабелів, що мають підвищені параметри пожежної безпеки. Такі кабелі призначені для експлуатації, в першу чергу, в місцях, де концентрація людей або коштовного устаткування вимагає підвищеного рівня безпеки, наприклад, при будівництві метрополітену, електростанцій, АЕС, промислових об'єктів (металургійне виробництво, нафтопереробні і хімічні підприємства), комп'ютерних і телекомунікаційних центрів, великих (висотних) громадських і житлових будівель і споруд, торгових центрів, при будівництві суден, бурових платформ і інших об'єктів.

Кабелі і дроти з підвищеними параметрами пожежної безпеки повинні:

- запобігати розповсюдженню полум'я від осередку спалаху, як в межах аварійного приміщення, так і в інших приміщеннях (мінімізувати масштаби пожежі), забезпечити умови для гасіння пожежі та евакуації людей (понижити виділення диму і токсичних продуктів горіння);
- забезпечувати функціонування систем безпеки на випадок пожежі (зберегти цілісність обслуговуючих їх електричних ланцюгів протягом певного часу при дії відкритого полум'я, тобто вогнестійкість кабелів);
- виключати пошкодження приладів і устаткування газоподібними продуктами горіння (понижити виділення корозійноактивних продуктів).

Для вирішення вказаних завдань були визначені єдині для всіх країн показники пожежної безпеки кабелів, методи оцінки параметрів пожежної стійкості, вироблені вимоги до кабелів і матеріалів, які використовуються в пожежостійких кабелях.

Основні показники пожежної безпеки кабелів, методи випробувань, критерії оцінки і індекси пожежної безпеки подано в таблиці 9.2.

Усі кабелі за рівнем пожежної безпеки можна класифікувати таким чином:

- 1 група – кабелі, що не поширюють горіння при одиночній прокладці, - це більшість кабелів, що випускаються в даний час, і дротів;
- 2 група – кабелі, що не поширюють горіння при одиночній і пучковій прокладці, - це кабелі з індексом «нг»;

- 3 група – кабелі, що не поширюють горіння при одиночній і пучковій прокладці, із зниженим димо- і газовиділенням, з нормованим вмістом галогенів, - це кабелі з індексом «LS»;
- 4 група – кабелі, що не поширюють горіння при одиночній і пучковій прокладці, зі зниженим димо- і газовиділенням, безгалогенні, - це кабелі з індексом «HF»;
- 5 група – кабелі вогнестійкі з індексом «FR».

Таблиця 9.2 – Показники пожежної безпеки кабелів та методи їх випробувань

Найменування показника	Стандарт на метод випробувань		Значення критеріїв оцінки	Індекс пожежної безпеки
	Міжнародний	України		
1	2	3	4	5
1.Нерозповсюдження горіння при одиночному прокладанні	IEC 60332-1	ГОСТ 12176-89, ДСТУ 4216:2003, ДСТУ 4217:2003	Відстань від верхнього затискача до пошкодженої полум'ям частини кабелю не повинна бути менше 50 мм.	-
2.Нерозповсюдження горіння при пучковій прокладці	IEC 60332-3	ГОСТ 12176-89	Категорія «А»: об'єм пучка – 7 дм ³ ; час випробування – 40 хвилин. Довжина пошкодженого полум'ям зразка не повинна перевищувати 2,5 м.	«НГ» (не горючий)
	-	ДСТУ 4237-3-22:2004	Категорія «А»: об'єм пучка – 7 дм ³ ; час випробування – 40 хвилин. Довжина обвугленої частини зразка не повинна перевищувати 1,5 м, якщо для окремих типів і класів дротів або кабелів у стандартах не встановлені інші вимоги.	
3. Оптична щільність	IEC 61034-2	ДСТУ	Значення світло-	-

диму, що виділяється при горінні і тлінні		4367-2-2004	проникності визначається НТД на конкретний кабель	
---	--	-------------	---	--

Продовження таблиці 9.2

4. Корозійна активність продуктів димо- і газовиділення при горінні матеріалів	ІЕС 60754-1	ДСТУ ІЕС 60754-1-2002	Вміст галогенів більше 0,5 % і визначається НТД на конкретний кабель	«LS» (low smoke)
	ІЕС 60754-2	Відсутній	Вміст галогенів менше 0,5 % і визначається значеннями: рН > 4,3; питома провідність С < 10 мкСм/см	«HF» (haloqen free)
5. Вогнестійкість	ІЕС 60331-21	Відсутній	Температура полум'я – не менше 750 °С, час випробувань не менше 90 хвилин і визначається НТД на конкретний кабель; випробувальна напруга рівна робочій для даного кабелю.	«FR» (fire resistance)

Вогнестійкими можуть бути кабелі будь-якої з груп 1-4, але при цьому буде надзвичайна велика номенклатура, що незручно в практичній роботі, тому в більшості випадків вогнестійкі кабелі випускаються у виконанні «FRHF», тобто безгалогенні.

Всі кабелі з індексом «HF» мають ізоляцію і оболонку із спеціальних безгалогенних матеріалів зниженої горючості, наприклад, безгалогенних термопластичних або зшитих композицій, безгалогенних гум і т.д. Неможливе безгалогенне виконання кабелю з полівінілхлоридною ізоляцією і (або) полівінілхлоридною оболонкою.

Вогнестійкі кабелі не можуть бути з алюмінієвою жилою, оскільки температура плавлення алюмінію 659 °С. Не можуть бути вогнестійкими кабелі і з мідною жилою перетином менше 0,75 мм², оскільки при температурі понад 220 °С відбувається інтенсивне окислення міді і втрата нею механічної міцності.

Підвищення параметрів пожежної безпеки кабелів досягається, в основному, за рахунок застосування нових ізоляційних і шлангових матеріалів, без зміни основних конструктивних і експлуатаційних параметрів кабелів.

Нерозповсюдження горіння кабелів і дротів з індексом «нг» при пучковій прокладці досягається за рахунок застосування матеріалів з низькою питомою теплою згорання і високим значенням кисневого індексу, який

характеризує горючість матеріалу. Переважним рішенням є застосування полівінілхлоридного пластикату зниженої горючості з кисневим індексом не менше 32 %, наприклад, марки НГП 40-32.

Проте, кабелі з індексом «нг» при горінні виділяють відносно багато диму, який містить корозійні і токсичні продукти. Цей недолік усувається застосуванням важкогорючих матеріалів із зниженим димовиділенням, а саме:

- безгалогенних матеріалів імпортного виробництва, на базі яких розроблена серія кабелів безгалогенних з індексом «HF»;
- матеріалів зниженої пожежної небезпеки (наприклад, вітчизняного полівінілхлоридного пластикату типу ПП), на базі яких розроблена серія кабелів з нормованим вмістом галогенів з індексом «LS».

У більшості випадків матеріали негорючої оболонки, заповнювача, ізоляції кабелів є полімерною основою, наповненою антипіренами (дрібнодисперсним гідроксидом алюмінію або магнію) і що містить інші інгредієнти (стабілізатори, адгезійні і технологічні добавки). При дії полум'я на матеріал, що містить антипірени, протікає ендотермічна реакція розкладання гідратів з виділенням води. Вода, перетворюючись на пару, розбавляє горючі гази і скорочує доступ кисню повітря до поверхні полімеру. Оскільки для досягнення помітного ефекту необхідне достатньо велике наповнення антипіренами (до 50-60 %), одночасно досягається зниження кількості горючих газів, що виділяються при термічному розкладанні матеріалу.

До конструктивних рішень, спрямованих на забезпечення нерозповсюдження горіння, відноситься нанесення по скручених жилах додаткового шару спеціального матеріалу, що має кисневий індекс 39-45 %, так званого «заповнювача».

ВАТ «УКРНИИКП» м. Бердянськ розроблена значна номенклатура кабелів силових, контрольних, управління, телефонного зв'язку і міжприладових з'єднань підвищеної пожежної безпеки, які серійно випускає «Азовська кабельна компанія». Це кабелі з індексом «нг» за технічними умовами ТУ У 3.67-00217099-013-97, ТУ У 3.67-00217099-015-97, кабелі з індексом «HF» або «LS» по ТУ У 31.3-00217099-009-2003. Всі кабелі відповідають вимогам стандартів Міжнародної електротехнічної комісії (IEC), розраховані на робочу температуру на струмопровідній жилі 85 °С, мають термін служби 30 років, напрацювання 100000 год.

Номенклатура кабелів з індексом «нг» наведена в таблиці 9.3.

Вогнезахисна обробка кабельної продукції повинна проводитися вогнезахисними засобами, які пройшли відповідні випробування і мають сертифікат відповідності в системі УкрСЕПРО, згідно з яким вони можуть застосовуватись для конкретних типів кабелів.

Кабелі повинні оброблятися по поверхні. У разі, коли кабелі зібрані в пучок, необхідно обробляти поверхню пучка.

Під час проведення вогнезахисної обробки кабелі повинні бути відключені від мережі електроживлення.

Таблиця 9.3 – Номенклатура кабелів з індексом «нг»

Марки кабелів		Ізоляція, оболонка, екран	Переважна галузь використання
ТУ У 3.67-00217099-013-97	ТУ У 3.67-00217099-015-97		
КРРН	-	Ізоляція і оболонка з гуми	У силових і освітлювальних мережах, в ланцюгах управління, контролю, для стаціонарної прокладки
КРРЭН	-	Те ж, в загальному екрані, розташованому під оболонкою	
КРВН	СПОВН	Оболонка з полівінілхлоридного пластикату зниженої горючості	
КРВЭН	СПОВЭН	Те ж, в загальному екрані, розташованому під оболонкою	
НРШМ-2М	-	Ізоляція і оболонка з гуми, гнучкий	У силових і освітлювальних мережах в ланцюгах

Якщо технологічні комунікації, кабелі, труби проходять через протипожежні перешкоди, то в отворах та прорізах проходу цих технологічних комунікацій, кабелів, труб виконується захист вогнезахисними матеріалами (засобами), конструкціями, створеними з них, які забезпечують вогнестійкість не меншу ніж у протипожежної перешкоди.

Матеріали (засоби), які застосовуються для виготовлення вогнезахисних конструкцій для закриття цих отворів, прорізів повинні мати сертифікат УкрСЕПРО на даний конкретний вид виготовлених з них вогнезахисних конструкцій, санітарно-епідеміологічний висновок.

Контрольні запитання до глави 9

1. У чому полягає основна пожежна небезпека кабельних мереж?
2. Який нормативний документ регламентує наявність вогнезахисних кабельних покриттів?
3. Дайте характеристику поняттю «вогнезахисне кабельне покриття».
4. Назвіть основні групи показників пожежної небезпеки для кабельної продукції.

5. Назвіть основні напрямки визначення показників пожежної небезпеки кабельної продукції.
6. З якою метою і яким чином проводиться визначення показників пожежної небезпеки неметалевих та композитних кабельних матеріалів?
7. З якою метою і яким чином проводиться визначення показників пожежної небезпеки ізольованих проводів та кабелів?
8. Які показники пожежної небезпеки визначаються для ізольованих проводів та кабелів?
9. З якою метою і яким чином проводиться визначення показників пожежної небезпеки кабельних ліній?
10. Що розуміється під вогнестійкістю кабельної лінії?
11. Що таке кабельна проходка?
12. Відповідно до якого нормативного документа повинна забезпечуватися вогнестійкість кабельних проходок?
13. Охарактеризуйте граничні стани за вогнестійкістю для кабельних проходок.
14. Поясніть причини виникнення пожеж у кабельних проходках.
15. Які нормативні документи регламентують процес улаштування електрообладнання?
16. Які основні вимоги висуваються до кабелів та дротів з підвищеною пожежною безпекою?
17. На які групи поділяються кабелі за рівнем пожежної небезпеки?
18. Які кабелі можуть вважатися вогнестійкими, а які – не можуть?
19. Наведіть основні шляхи вогнезахисту кабельної продукції.
20. Наведіть основні конструктивні заходи щодо нерозповсюдження горіння у кабельних лініях.
21. Яким чином повинне здійснюватися вогнезахисне оброблення кабельної продукції?

ГЛАВА 10. ПРАВОВІ ЗАСАДИ ДО ВИКОНАННЯ РОБІТ З ВОГНЕЗАХИСТУ

10.1 Ліцензування робіт з вогнезахисту

Ліцензійні умови, що визначають організаційні, кваліфікаційні, технологічні та спеціальні вимоги, обов'язкові для виконання при провадженні господарської діяльності з проектування, монтажу, технічного обслуговування засобів протипожежного захисту об'єктів, затверджено Наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи № 886 від 25.12.2009. Їх розроблено відповідно до Законів України "Про ліцензування певних видів господарської діяльності", "Про пожежну безпеку" та інших нормативно-правових актів.

Дія Ліцензійних умов поширюється на всіх суб'єктів господарювання, які здійснюють господарську діяльність з проектування, монтажу, технічного обслуговування засобів протипожежного захисту об'єктів.

Органом ліцензування господарської діяльності з проектування, монтажу, технічного обслуговування засобів протипожежного захисту та систем опалення, оцінки протипожежного стану об'єктів є Державний департамент пожежної безпеки МНС.

Для отримання ліцензії суб'єкт господарювання особисто або через уповноважений ним орган чи особу звертається до органу ліцензування із заявою встановленого зразка.

До заяви про видачу ліцензії додаються документи:

- копія свідоцтва про державну реєстрацію суб'єкта підприємницької діяльності або копія довідки про включення до Єдиного державного реєстру підприємств та організацій України, засвідчена нотаріально або органом, який видав оригінал документа;
- за підписом керівника та печаткою заявника – суб'єкта господарської діяльності – відомості про наявність матеріально-технічної бази і спеціалістів, необхідних для провадження заявленого виду господарської діяльності;
- засвідчені в установленому порядку копії документів, які підтверджують право власності суб'єкта господарської діяльності або оренди ним обладнання та виробничих приміщень, необхідних для провадження відповідного виду господарської діяльності;
- засвідчені в установленому порядку копії документів, що підтверджують рівень освіти та кваліфікації спеціалістів, необхідних для провадження відповідного виду господарської діяльності, згідно з ліцензійними умовами;
- засвідчені в установленому порядку копії технічних умов, технологічних процесів, регламентів (якщо цього вимагають ліцензійні умови на заявлені роботи та послуги протипожежного призначення).

За результатами розгляду документів, поданих суб'єктом господарювання для отримання ліцензії, орган ліцензування протягом десяти робочих

днів з дня їх отримання приймає рішення про видачу ліцензії або про відмову у її видачі та впродовж трьох робочих днів надсилає (видає) його заявнику.

Роботи протипожежного призначення повинні виконуватись керівниками та виконавцями робіт, які зазначені у довідці про наявність матеріально-технічної бази і спеціалістів.

Керівники та виконавці робіт повинні:

- залежно від видів робіт, що виконуються, мати освіту відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня та професійного напрямку підготовки, що підтверджується дипломом (свідоцтвом) державного зразка;
- своєчасно проходити спеціальне навчання (кожні три роки);
- проходити навчання та перевірку знань з питань охорони праці в порядку, визначеному Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженим наказом Держкомнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15 та зареєстрованим у Мінюсті України 15 лютого 2005 р. за № 231/10511.

Керівники робіт та мінімальна кількість виконавців робіт, що визначені ліцензійними умовами для окремих видів робіт, повинні працювати у суб'єкта господарювання за основним місцем роботи.

При провадженні діяльності протипожежного призначення суб'єкти господарювання зобов'язані:

- дотримуватись вимог Закону України «Про ліцензування певних видів господарської діяльності», цих ліцензійних умов та інших нормативно-правових актів, що регулюють даний вид діяльності;
- дотримуватись вимог безпеки праці, екологічних та протипожежних вимог;
- використовувати засоби протипожежного захисту, які мають сертифікат відповідності державної системи сертифікації УкрСЕПРО або інші сертифікати, визнані в Україні в установленому порядку;
- вести журнали обліку виконаних робіт протипожежного призначення

Для проектування вогнезахисту конструкцій керівник робіт повинен мати повну вищу освіту професійного напрямку «Інженерія» за напрямом підготовки «Будівництво», «Архітектура», «Пожежна безпека» та стаж роботи за даним видом робіт не менше 3-х років.

Для провадження робіт з вогнезахисного просочування (глибоке, поверхневе), поверхневого вогнезахисного оброблення (фарбування, штукатурення, облицювання) або вогнезахисного заповнення керівник робіт повинен мати базову або повну вищу освіту професійного напрямку «Інженерія» та стаж роботи за даним видом робіт або в органах державного пожежного нагляду (для спеціальності «пожежна безпека») не менше 3-х років. Виконавці робіт повинні мати кваліфікацію маляра (штукатур) не нижче 4-го розряду. Кількість виконавців робіт визначається регламентами робіт з вогнезахисту, але не повинна бути менше двох.

10.2 Контроль якості виконання робіт з вогнезахисту

Пожежний висновок про якість вогнезахисної обробки (іноді його називають висновком випробувальної пожежної лабораторії, висновком ВПЛ) видається спеціалізованими організаціями, до числа яких входять випробувальні пожежні лабораторії (ВПЛ) МНС, приватні лабораторії, що мають атестат акредитації (і відповідний запис в атестаті) і органи по сертифікації (у тих випадках, коли в їх складі є власна випробувальна лабораторія).

Пожежний висновок видається на підставі *перевірки якості вогнезахисної обробки*. Ця процедура полягає в перевірці відповідності якості нанесення складу (або встановлення конструктивного вогнезахисту) вимогам нормативних документів і технічної документації на продукцію.

Найчастіше з необхідністю оформлення подібного висновку стикаються організації, що займаються вогнезахисними роботами. Подібний висновок іноді необхідний для здачі вогнезахисних робіт (або при здачі об'єкта в експлуатацію). Найчастіше подібні висновки доводиться оформляти при здачі робіт з вогнезахисної обробки металевих несучих балок (двутаєрів і швелерів), електричних кабелів, дерев'яних конструкцій і металевих косоурів сходових маршів.

Для оформлення висновку необхідно звернутися у відповідну організацію. Після звернення і надання фахівцям комплекту документів (як правило, потрібен акт приймання робіт (якщо він одержаний до отримання висновку), сертифікати й інструкції з нанесення або монтажу вогнезахисного за-собу, а також документи з проведеної роботи) на об'єкт прибуває фахівець лабораторії, який проводить необхідні виміри (наприклад, виміри товщини шару вогнезахисного покриття). У випадку з перевіркою якості вогнезахисного просочення деревини відбираються зразки конструкцій (тріски), які надалі випробовуються в пожежній лабораторії за спеціальним експрес-методом.

Якість вогнезахисту і вогнезахисних складів перевіряється візуально. В процесі огляду визначається відсутність необроблених місць і відповідність поверхні вимогам технічної документації. Товщина покриття шару вогнезахисного складу визначається після його повного висихання.

Якість захисту деревини і вогнезахисної обробки дерев'яних конструкцій визначається на початку візуально шляхом оцінки рівномірного нанесення вогнезахисного складу. Після висихання оцінку якості здійснюють за допомогою приладу ПМП-1 або шляхом зняття стружки. Випробування проводять при температурі 10-30 °С, відносній вологості повітря 50-80 % і нормальному атмосферному тиску.

У процесі перевірки якості вогнезахисту і вогнезахисних складів ріжучим інструментом знімається стружка з поверхні дерев'яної конструкції завдовжки до 6 см і завтовшки до 1,5 мм. Перед початком досліджень зразок витримують до години на відкритій поверхні в приміщенні за нормальних умов. Після цього зразок, покритий вогнезахисною фарбою, піддають про-

цесу горіння в газовому пальнику вищезазначеного приладу. Під час експерименту проводиться візуальне спостереження і фіксуються зміни: колір, викривлення, крізне прогорання, усадка, площа обвуглювання, спучення, горіння поза зоною дії полум'я газового пальника і т.д. У процесі горіння необхідно усунути вплив повітряних потоків на полум'я пальника.

Після проведення всіх перевірок замовник одержує на руки висновок із результатами вимірювань, фотографіями і висновками за якістю вогнезахисту. Подібний висновок звичайно включає від 2-х до 10-ти листів.

10.2.1 Вимоги щодо якості робіт з вогнезахисної обробки деревини або тканини

Роботи з вогнезахисного обробляння деревини повинні здійснюватись відповідно до проектів провадження робіт (ППР), які пройшли експертизу в органах державного пожежного нагляду щодо пожежної безпеки, наказу МНС від 02.07.2007 № 460 та регламентів робіт з вогнезахисту для вогнезахисних засобів, що застосовуються.

Забороняється виконання робіт без позитивного експертного висновку на ППР.

Про початок робіт необхідно сповістити (письмово або телефонограмою) місцевий орган державного пожежного нагляду (крім випадків, коли обробляння виконується в спеціалізованому цеху).

У місцях, передбачених ППР, встановлюються таблички про провадження робіт з вогнезахисту за формою, визначеною наказом МНС від 02.07.2007 № 460.

Виконані роботи з вогнезахисного обробляння оформляються актом, форма якого визначена у наказі МНС від 02.07.2007 № 460.

Вогнезахист дерев'яних конструкцій повинен забезпечити передбачену нормами проектування групу вогнезахисної ефективності.

Якщо деревина або тканина оброблялась у спеціалізованому цеху (не на об'єкті), то кожна партія вогнезахисленої деревини (тканини) супроводжується паспортом, у якому зазначаються:

- найменування та місцезнаходження виконавця робіт, номер та термін дії його ліцензії;
- найменування замовника робіт та адреса об'єкта застосування;
- кількість вогнезахисленої деревини (тканини) та її група вогнезахисної ефективності або горючості;
- назва вогнезахисного засобу та його витрати на одиницю об'єму або площі; гарантійний термін забезпечення вогнезахисних властивостей.

10.2.2 Вимоги щодо якості робіт з поверхневої вогнезахисної обробки

Роботи з вогнезахисного обробляння повинні здійснюватись відповідно до ППР, які пройшли експертизу в органах державного пожежного

нагляду щодо пожежної безпеки, наказу МНС від 02.07.2007 № 460 та регламентів робіт з вогнезахисту для вогнезахисних засобів, що застосовуються.

Забороняється виконання робіт без позитивного експертного висновку на ППР.

Про початок робіт необхідно сповістити (письмово або телефонограмою) місцевий орган державного пожежного нагляду.

У місцях, передбачених ППР, встановлюються таблички про провадження робіт з вогнезахисту за формою, визначеною наказом МНС від 02.07.2007 № 460.

Виконані роботи з вогнезахисного обробляння оформляються відповідно до наказу МНС від 02.07.2007 № 460.

10.2.3 Вимоги щодо якості робіт з вогнезахисного заповнення

Роботи з вогнезахисного заповнення повинні здійснюватись відповідно до ППР, які пройшли експертизу в органах державного пожежного нагляду щодо пожежної безпеки, наказу МНС від 02.07.2007 № 460 та регламентів робіт з вогнезахисту для вогнезахисних засобів, що застосовуються.

Забороняється виконання робіт без позитивного експертного висновку на ППР.

Про початок робіт необхідно сповістити (письмово або телефонограмою) місцевий орган державного пожежного нагляду.

У місцях, передбачених ППР, встановлюються таблички про провадження робіт з вогнезахисту за формою, визначеною наказом МНС від 02.07.2007 № 460.

Виконані роботи оформляються актом, форма якого визначена у наказі МНС від 02.07.2007 № 460.

Контрольні запитання до глави 10

1. На підставі якого нормативного документа здійснюється ліцензування проведення робіт з вогнезахисту?

2. Яка державна установа (орган) має повноваження на ліцензування господарської діяльності з проектування, монтажу, технічного обслуговування засобів протипожежного захисту?

3. Які документи повинні додаватися до заяви про видачу ліцензії?

4. Які вимоги повинні задовольняти керівники та виконавці робіт з протипожежного захисту?

5. Яких умов повинні дотримуватися керівники та виконавці робіт з протипожежного захисту?

6. На підставі чого і ким видається пожежний висновок?

7. Яким чином визначається якість вогнезахисту дерев'яних конструкцій?

ГЛАВА 11. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ З ВОГНЕЗАХИСТУ

Виконання робіт з вогнезахисту складається з проектування, виконання та приймання робіт з вогнезахисної обробки матеріалів, виробів, будівельних конструкцій, технологічних комунікацій (кабелів, повітропроводів тощо), проходок через протипожежні перешкоди і огорожувальні конструкції, а також утримання вогнезахисту.

Право на проектування та виконання робіт з вогнезахисної обробки надається суб'єктам господарювання, які мають ліцензію на цей вид діяльності, згідно із чинним законодавством.

При виконанні робіт з вогнезахисту необхідно дотримуватись вимог НАПБ Б.01.012-2007 "Правила з вогнезахисту", настанов із застосування вогнезахисних засобів та інших нормативно-правових актів у зазначеній галузі.

На будівельному об'єкті вогнезахисна обробка здійснюється способами:

1. Просочування вогнезахисним засобом
2. Поверхнева вогнезахисна обробка.
3. Вогнезахисне заповнення.

Для кожного конкретного вогнезахисного засобу розробляється настанова із застосування вогнезахисного засобу, відповідно до вимог чинних нормативно-правових актів та нормативної документації виробника даного засобу.

Настанова затверджується виробником або представником виробника вогнезахисного засобу та погоджується з Державним департаментом пожежної безпеки.

Настанова повинна містити таку інформацію:

- а) назва, призначення та галузь застосування вогнезахисного засобу;
- б) технічні та фізико-хімічні характеристики, показники, які характеризують вогнезахисні властивості, умови та строк експлуатації вогнезахисного засобу;
- в) розрахунок витрат вогнезахисного засобу;
- г) порядок застосування вогнезахисного засобу (підготовка поверхні об'єкта захисту, підготовка вогнезахисного засобу до нанесення, час придатності до застосування готового розчину, способи нанесення вогнезахисного засобу, час висихання);
- г) контроль якості виконання вогнезахисної обробки;
- д) порядок утримання вогнезахисного покриття (просочення);
- е) заміна вогнезахисного покриття (просочення) або повторна вогнезахисна обробка;
- є) зберігання та транспортування вогнезахисного засобу;
- ж) охорона праці та техніка безпеки (токсичність, клас небезпеки, вимоги щодо безпечного зберігання та способів знешкодження, індивідуальні та колективні засоби захисту);
- з) охорона навколишнього природного середовища.

11.1 Проектування вогнезахисної обробки

Вогнезахисна обробка виконується на підставі проекту проведення робіт з вогнезахисної обробки. *Проект проведення робіт (ППР)* може бути виконаний як у складі проектно-кошторисної документації на об'єкт у цілому, так і окремо на конструкції, які підлягають вогнезахисту. Проект з вогнезахисної обробки розробляється на підставі архітектурно-планувального рішення та настанови про вогнезахисний засіб, що застосовується.

Проект проведення робіт повинен пройти експертизу щодо пожежної безпеки в органах державного пожежного нагляду і може бути застосованим лише після отримання позитивного експертного висновку. Для вогнезахисту конструкцій, які згідно з архітектурно-будівельним проектом закриваються і в процесі експлуатації доступ до них унеможливлено, необхідно передбачати вогнезахисні засоби з визначеними показниками строку експлуатації, що забезпечують вогнезахист упродовж всього періоду служби конструкцій або до чергового капітального ремонту будівлі.

Проект проведення робіт повинен включати:

- пояснювальну записку, в якій визначається обґрунтування застосування конкретного вогнезахисного засобу, його характеристики та строк експлуатації, посилання на настанову із застосування вогнезахисного засобу;
- креслення;
- обов'язкові додатки (копія сертифіката відповідності, копія висновку Державної санітарно-епідеміологічної експертизи, копія ліцензії суб'єкта господарювання, копія «Настанови із застосування вогнезахисного засобу»).

11.2 Виконання робіт з вогнезахисної обробки

Вогнезахисна обробка виконується відповідно до ППР та «Настанови із застосування вогнезахисного засобу».

Про початок роботи на об'єкті виконавець робіт зобов'язаний письмово сповістити орган державного пожежного нагляду.

У ході виконання вогнезахисної обробки здійснюється контроль за якістю її виконання. Право контролю мають представники:

- замовника робіт;
- державного пожежного нагляду;
- розробника ППР;
- виробника (представника виробника) застосованого вогнезахисного засобу.

У разі виявлення в ході здійснення контролю відхилень від ППР або порушень вимог «Настанови» складається акт про порушення при виконанні робіт з вогнезахисної обробки, в якому зазначаються виявлені порушення з посиланням на конкретні пункти нормативно-правових актів та нормативно-

технічної документації. Якщо до початку або в ході виконання робіт з вогнезахисної обробки на об'єкті вносяться архітектурно-будівельні зміни, що суперечать ППР, виконавець робіт зобов'язаний зупинити (не розпочинати) роботи та сповістити про це замовника, проектувальника і місцевий орган державного пожежного нагляду.

Після вогнезахисної обробки будівельних конструкцій допускається їх часткова механічна обробка. У місцях, визначених ППР, виконавець робіт після вогнезахисної обробки повинен встановити таблички. Про завершення вогнезахисної обробки виконавець робіт повідомляє замовника листом, у якому зазначає строк готовності об'єкта до здавання.

Порядок приймання робіт з вогнезахисної обробки.

Приймання робіт з вогнезахисної обробки здійснюється відповідно до НАПБ Б.01.012-2007.

Для приймання робіт з вогнезахисної обробки замовником робіт створюється робоча комісія з представників замовника, виконавця робіт та державного пожежного нагляду. Порядок і тривалість роботи комісії визначається замовником робіт згідно з ДБН А.3.1-3-94. Про початок роботи комісії замовник зобов'язаний сповістити членів комісії не пізніше ніж за 5 робочих днів.

У ході перевірки комісія перевіряє:

1. Наявність відповідної документації, серед якої:

- ППР та експертний висновок;
- настанова із застосування вогнезахисного засобу;
- акти огляду прихованих робіт, визначення точки роси, визначення вологості деревини (за потребою);
- ліцензія на виконання робіт з вогнезахисної обробки;
- оригінальна копія сертифіката на застосований вогнезахисний засіб з відмітками постачальника та замовника робіт про використання вогнезахисного засобу, згідно з додатком 1.

2. Готовність об'єкта до здавання (дотримання терміну висихання вогнезахисного засобу).

3. Відповідність виконаних робіт вимогам ППР, «Настанови», якості цих робіт і дає їм оцінку.

Заміри товщини вогнезахисного покриття (товщини просочення) проводяться через кожні 15-20 метрів довжини об'єкта вогнезахисту, але не менш ніж у 10-ти рівномірно розташованих точках.

При прийманні робіт з вогнезахисної обробки за рішенням представника замовника робіт або представника державного пожежного нагляду можуть бути проведені лабораторні випробування вогнезахисту за встановленими методиками.

Результати роботи комісії, при відсутності порушень, оформляються актом прийняття виконаних робіт з вогнезахисної обробки.

У разі неготовності вогнезахисної обробки до здавання або при виявленні недоліків робота комісії призупиняється та складається акт про порушення при виконанні робіт з вогнезахисної обробки. Акт прийняття виконаних робіт з вогнезахисної обробки підписується членами комісії в тому випадку, коли усунуті всі виявлені порушення. Члени комісії, що відмовилися підписати акт, зобов'язані у письмовій формі подати голові комісії та органу, який вони представляють, обґрунтування своєї відмови (особисту думку). Керівник зазначеного органу зобов'язаний взяти безпосередню участь у врегулюванні спірних питань та може підписати акт замість члена комісії, який відмовився від підпису.

Роботи з вогнезахисної обробки вважаються прийнятими у тому разі, коли акт прийняття виконаних робіт з вогнезахисної обробки підписаний усіма членами комісії.

Акт прийняття виконаних робіт з вогнезахисної обробки та акт про порушення при виконанні робіт з вогнезахисної обробки складаються в такій кількості примірників, яка дорівнює кількості членів комісії (по одному на кожного).

Організації, які брали участь у роботі комісії, зберігають акти про порушення при виконанні робіт з вогнезахисної обробки протягом одного року, а акти прийняття виконаних робіт з вогнезахисної обробки - протягом усього терміну експлуатації вогнезахисного засобу.

Упродовж терміну експлуатації вогнезахисного покриття (просочення) повинні здійснюватись заходи щодо підтримання його у працездатному стані. Для цього наказом керівника господарчого органу, що експлуатує об'єкт, на якому виконано вогнезахисну обробку, призначається посадова особа, відповідальна за утримання вогнезахисту.

У разі виявлення пошкоджень вогнезахисного покриття (просочення) господарчий орган, який експлуатує об'єкт, повинен вжити заходів з відновлення вогнезахисту (ремонту або заміни).

Контрольні запитання до глави 11

1. Який нормативний документ регламентує порядок проведення робіт з вогнезахисту?
2. Яким чином розробляється настанова із застосування того чи іншого вогнезахисного засобу?
3. З чого складається і ким затверджується настанова із застосування того чи іншого вогнезахисного засобу?
4. На підставі чого розробляється проект з вогнезахисної обробки?
5. Що повинен містити в собі проект з вогнезахисної обробки?
6. Хто має право контролю за виконанням робіт з вогнезахисту?
7. У якому випадку складається акт про порушення при виконанні робіт з вогнезахисної обробки?
8. Що зазначається в акті про порушення при виконанні робіт з вогнезахисної обробки?

9. Хто входить до складу робочої комісії з приймання робіт по вогнезахисту?
10. Що перевіряється робочою комісією з приймання робіт по вогнезахисту?
11. Яким чином проводиться замірювання товщини вогнезахисного покриття?
12. У якому випадку роботи з вогнезахисної обробки вважаються прийнятими?

ГЛАВА 12. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ З ВОГНЕЗАХИСТУ

12.1 Загальні вимоги

При виконанні робіт з вогнезахисту варто керуватися вимогами відповідних розділів СНиП III-4-80* «Техника безопасности в строительстве», а також вимогами, що зазначені у нормативно-технічній документації на той чи іншій засіб вогнезахисту.

Готування й застосування засобів вогнезахисту повинне виконуватися кваліфікованими фахівцями, які пройшли необхідну підготовку і які мають відповідний дозвіл на проведення зазначених робіт.

До роботи з вогнезахисту допускаються особи не молодші 18 років, що пройшли попередній медичний огляд та інструктаж з безпеки праці.

З метою захисту шкіряного покриву, органів дихання та очей від можливого шкідливого впливу, необхідне забезпечення всіх працюючих засобами індивідуального захисту відповідно до діючих державних і галузевих норм, а також вимог, викладених у нормативно-технічній документації на засоби вогнезахисту.

Всі працюючі повинні бути забезпечені приміщеннями для прийому їжі, питними установками або бачками з питною водою, ізольованими від місця проведення робіт, спеціально відведеними місцями для паління, що оснащені засобами протипожежного захисту.

При проведенні робіт з пожежовибухонебезпечними матеріалами необхідно суворо дотримуватись вимог пожежної безпеки. Місця проведення таких робіт повинні бути забезпечені приточно-витяжною вентиляцією або роботи повинні проводитися на відкритому повітрі.

При роботі з устаткуванням, що використовується для приготування й застосування засобу вогнезахисту, необхідно дотримувати вимоги безпеки, передбачені в інструкціях для експлуатації даного устаткування.

Залишки засобу вогнезахисту, а також спеціальний одяг і засоби індивідуального захисту, що стали непридатними, повинні бути утилізовані в місцях, що виключають вимивання шкідливих речовин у ґрунт і водойми.

12.2 Приймання, транспортування й зберігання засобів вогнезахисту

12.2.1 Правила приймання

Якість засобів вогнезахисту, що випускають готовими до застосування, а також компонентів вогнезахисних складів, що виготовляють на місці проведення робіт, повинне бути підтверджене відповідною документацією (паспортами й сертифікатами).

Документ про якість повинен містити наступні дані:

– найменування підприємства-виготовлювача або його товарний знак;

- номер ДСТУ (ГОСТ) або ТУ на матеріал;
- найменування, марку, сорт, кольори матеріалу;
- номер партії;
- дату виготовлення;
- масу нетто;
- результати проведених випробувань, що підтверджують відповідність матеріалу вимогам нормативно-технічної документації.

Неприпустиме застосування як вогнезахисних засобів таких речовин, що не пройшли сертифікаційні випробування за основними показниками якості й не мають підтверджень вогнезахисної ефективності.

Правила приймання, відбору проб і періодичності контролю якості, а також вимоги до пакування й маркування повинні зазначатися у нормативно-технічній документації на засоби вогнезахисту, для лакофарбових матеріалів – у ГОСТ 9980.1, 9980.2, 9980.3, 9980.4.

У зв'язку з тим, що з бігом часу деякі засоби вогнезахисту можуть частково або повністю втратити свої вогнезахисні властивості, для них у нормативній документації обов'язково вказується гарантований термін зберігання.

12.2.2 Транспортування

Транспортування засобів вогнезахисту й компонентів для їхнього приготування варто здійснювати відповідно до вимог нормативно-технічної документації на дані матеріали, які необхідно узгоджувати з правилами перевезення вантажів, що діють на даному виді транспорту. Необхідно строго дотримувати вимоги нормативних документів щодо температурного й вологісного режимів транспортування.

Неприпустиме транспортування засобів вогнезахисту, приготовлених на водній основі, при негативній температурі більше дозволеного нормативами терміну.

Правила транспортування лакофарбових матеріалів зазначені у ГОСТ 9980.5. При порушенні умов транспортування необхідне проведення випробувань, що підтверджують збереження якості засобів вогнезахисту.

12.2.3 Зберігання вогнезахисних засобів

Використовувана тара повинна забезпечувати схоронність вогнегасного матеріалу під час транспортування й зберігання, герметичність і захист його від атмосферного впливу.

Вимоги до зберігання, що зазначаються у нормативно-технічній документації на засіб вогнезахисту, повинні бути неухильно дотримані. В іншому випадку застосування даного засобу вогнезахисту дозволяється тільки після застосування повторних сертифікаційних випробувань, що підтверджують його якість.

Зберігання лакофарбових матеріалів проводиться відповідно до вимог ГОСТ 9980.5.

При зберіганні вогнезахисних пиломатеріалів і заготівель повинні бути вжиті заходи для їх захисту від механічних ушкоджень, впливу атмосферних опадів і прямих сонячних променів.

Контрольні запитання до глави 12

1. Який нормативний документ регламентує безпеку праці під час виконання робіт з вогнезахисту?
2. Хто може бути допущеним до виконання робіт з вогнезахисту?
3. Які індивідуальні засоби захисту повинні використовувати робітники при виконанні робіт з вогнезахисту?
4. Які заходи безпеки повинні бути вжиті на місці проведення робіт з вогнезахисту?
5. Яким чином відтворюється утилізація залишків вогнезахисної речовини?
6. Що повинен містити в собі документ, що підтверджує якість вогнезахисної речовини?
7. Яким чином повинне здійснюватися транспортування засобів вогнезахисту?
8. Яким чином повинне здійснюватися зберігання засобів вогнезахисту?

ЛІТЕРАТУРА

1. Баратов А.Н., Андрианов Р.А., Корольченко А.Я. и др. Пожарная опасность строительных материалов – М.; Стройиздат, 1988. – 380 с.
2. Берг О. Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. М., Госстройиздат, 1962.
3. Гвоздев А. А. Структура бетона и некоторые особенности его механических свойств. - В кн.: Прочность, структура, изменения и деформации бетона. М., Стройиздат, 1978.
4. Демехин В.Л., Мосалков И.Л., Плюснина Г.Ф. и др. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: Учебник – М.; Академия ГПС МЧС России, 2003. – 656 с.
5. Домніч І.К., Кравченко Р.І., Кулаков О.В. та ін.. Пожежна безпека кабельної продукції: Практичний посібник – Харків: УЦЗУ, 2008. – 216 с.
6. Мосалков И.Л., Плюснина Г.Ф., Фролов А.Ю. Огнестойкость строительных конструкций – М.; ЗАО Спецтехника, 2001. – 496 с.
7. Пушкаренко А.С., Васильченко О.В. Будівельні матеріали та їх поведінка в умовах високих температур; Навчальний посібник. – Харків: АП-БУ, 2001. – 166 с.
8. Собурь С.В., Огнезащита строительных материалов и конструкций: Справочник. – М., спецтехника, 2000. – 112 с.
9. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения. Изд. «Наука», М., 1974.
10. Шналь Т.М. Вогнестійкість та вогнезахист дерев'яних конструкцій: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006. – 220 с.
11. ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять».
12. ГОСТ 12.1. 010-76* ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования».
13. ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94). «Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість».
14. ДСТУ Б В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402-96) «Захист від пожежі. Матеріали будівельні. Метод випробування на займистість».
15. ДСТУ Б В.2.7-70-98 (ГОСТ 30444-97) «Будівельні матеріали. Метод випробування на розповсюдження полум'я».
16. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».
17. Рекомендации по защите бетонных и железобетонных конструкций от хрупкого разрушения при пожаре. – М.: НИИЖБ, 1979. – 22 с.
18. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
19. ГОСТ 23791-79 «Покрытие по стали фосфатное огнезащитное. Технические требования».

20. ГОСТ 25665-83 «Покрытие по стали фосфатное огнезащитное на основе минеральных волокон. Технические требования».
21. ГОСТ 9980.1-86Е «Материалы лакокрасочные. Правила приемки».
22. ГОСТ 12707-77 «Грунтовки фосфатирующие. Технические условия».
23. ГОСТ 20022.6-93 Защита древесины. Способы пропитки. Межгосударственный стандарт.
24. ГОСТ 20022.2-80* Защита древесины. Классификация.
25. ДСТУ 4479:2005 Речовини вогнезахисні водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробування.
26. ГОСТ 30219-95. Древесина огнезащищенная. Общие технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение.
27. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.
28. ДСТУ 4043-2001 Матеріали текстильні для штор та занавісок. Метод визначення характеристики горіння.
29. ДСТУ 4155-2003 Захист від пожеж. Матеріали текстильні. Метод випробування на займистість.
30. ДСТУ 2181-93 Сірка технічна. Технічні умови.
31. ГОСТ 16363-98 Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. Межгосударственный стандарт.
32. ГОСТ 23790-79 «Покрытие по древесине фосфатное огнезащитное. Технические требования».
33. ГОСТ 8135-74 «Сурик железный. Технические условия».
34. ГОСТ 10262-73 «Цинка окись. Технические условия».
35. ГОСТ 310.2-76* (СТ СЭВ 3920-82) «Цементы. Методы определения тонкости помола».
36. ГОСТ 6465-76 «Эмали ПФ-115. Технические условия. Межгосударственный стандарт».
37. ГОСТ 15140-78 «Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии».
38. ГОСТ 166-89* «Штангенциркули. Технические условия».
39. ГОСТ 6988-73 Дициандиаמיד технічний. Технические условия.
40. ГОСТ 6589-74 «Материалы лакокрасочные. Метод определения степени перетира прибором "клин" (гриндометром)».
41. ГОСТ 14923-78 «Эмали ПФ-223. Технические условия».
42. ГОСТ 21227-93 «Эмали марок ПФ-218. Технические условия».
43. ГОСТ 7313-75 «Эмали ХВ-785 и лак ХВ-784. Технические условия. Межгосударственный стандарт».
44. ГОСТ 10144-89* «Эмали ХВ-124. Технические условия».
45. ПУЕ:2006 «Правила улаштування електроустановок».
46. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01). «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».
47. ДБН В.2.5-23-2003. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення».

48. ДБН В.2.2-15-2005. «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення».
49. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
50. НПБ 238-97 «Огнезащитные кабельные покрытия. Общие технические требования и методы испытаний».
51. НПБ 248-97 «Кабели и провода электрические. Показатели пожарной опасности. Методы испытаний».
52. ГОСТ 12176-89 «Кабели, провода и шнуры. Методы проверки на нераспространение горения».
53. НПБ 237-97 «Нормы пожарной безопасности. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость кабельных проходок и герметичных кабельных вводов».
54. ГОСТ 30247.1-94 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции. Межгосударственный стандарт.
55. НАПБ А.01.001-95 Правила пожежної безпеки в Україні.
56. ГОСТ 19297-73 «Ткани хлопчатобумажные с огнезащитной отделкой. Технические условия».
57. ГОСТ 12.3.034-84 «ССБТ. Работы по защите древесины. Общие требования безопасности».
58. ГОСТ 20022.14-84 «Защита древесины. Методы определения предпропиточной влажности».
59. ГОСТ 20022.1-90 «Защита древесины. Термины и определения».
60. ГОСТ 20022.0-93 «Защита древесины. Параметры защищенности».
61. ГОСТ 20022.6-93 «Защита древесины. Способы пропитки».
62. ГОСТ 28815-96 «Растворы водные защитных средств для древесины. Технические условия».
63. ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».
64. ДСТУ Б В.1.1-8:2003 Захист від пожежі. Кабельні проходки. Метод випробування на вогнестійкість.
65. ДСТУ Б В.1.1-16:2007 Захист від пожежі. Повітроводи. Метод випробування на вогнестійкість.
66. НАПБ Б.01.012-2007 Правила з вогнезахисту. Затверджено Наказом МНС України 2 липня 2007 р. №460.
67. Ліцензійні умови провадження господарської діяльності з проектування, монтажу, технічного обслуговування засобів протипожежного захисту та систем опалення, оцінки протипожежного стану об'єктів. Затверджені Наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи №886 від 25.12.2009 р.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Антипірени, 62
В'язучі, 6
Вогнезахисна обробка, 128
Вогнезахисне заповнення, 12
Вогнезахисне обробляння, 11
Вогнезахисне покриття, 12
Вогнезахисне просочення, 12
Вогнезахисний засіб, 12
Вогнезахисні матеріали, 29
Вогнезахисні покриття, 52
Вогнезахисні фарби, 30, 70
Вогнезахисні штукатурки, 68
Вогнезахист, 11
Вогнестійкість, 24
Гетерогенне горіння, 10
Глибокий вогнезахист, 64
Гомогенне горіння, 10
Горіння, 8
Горючість, 14, 15
Граничних станів, 24
Група горючості, 16
Джерело запалювання, 8
Димоутворююча здатність, 19
Займистість, 17
Захисних екранів, 29
Захисного покриття, 29
Кабельна проходка, 112
Коефіцієнт димоутворення, 20
Легування, 44
Ліцензійні умови, 122
Магнезіальні (хлоридні) фарби, 71
Межа вогнестійкості, 24
Межа поширення вогню, 25
Модифікація, 29
Обетонування, 46
Облицювання, 46
Обмазки, 68
Олійні фарби, 72
Основні способи вогнезахисту, 29
Підвісні стелі, 54
Поверхнева вогнезахисне обробляння, 11
Пожежа, 8
Пожежний висновок, 124
Показник токсичності, 22
Проект проведення робіт (ППР), 128
Просочування вогнезахисним засобом, 11
Просочування під тиском, 65
Просочування у ваннах, 65
Рідке скло, 97
Силікатні фарби, 70
Спучувані покриття, 75
Спучувані фарби, 30
Ступінь вогнестійкості, 24
Тління, 11
Токсичність продуктів горіння, 21
Штукатурка, 48

ДОДАТКИ

Додаток 1

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА (НИИЖБ)
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ

1979

Рекомендованы к изданию решением секции теории бетона и железобетона Ученого совета НИИЖБ Госстроя СССР.

Рекомендации содержат основные положения по защите бетонных и железобетонных конструкций от хрупкого разрушения при пожаре. Рассмотрены причины этого вида разрушения, методы оценки хрупкости бетона при нагреве; приведена методика проверки возможности хрупкого разрушения бетона, бетонных и железобетонных конструкций при пожаре, а также технологические и конструктивные мероприятия по их защите от хрупкого разрушения.

Предназначены для инженерно-технических работников проектных и научно-исследовательских организаций.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последние годы при пожарах все чаще наблюдается хрупкое разрушение бетона в бетонных и железобетонных конструкциях. Объясняется это тем, что в строительстве шире стали применяться конструкции из бетонов повышенной прочности или прошедших тепловлажностную обработку, с тонкостенными и предварительно напряженными элементами.

В связи с этим в нашей стране (в НИИЖБ, ВНИИПО, НИПСиликатобетон, ВНИИСтром, МИСИ) и за рубежом были проведены значительные экспериментальные и теоретические исследования по изучению хрупкого разрушения бетона при пожаре.

Рекомендации разработаны на основании результатов этих исследований НИИЖБ Госстроя СССР (доктором техн. наук профессором К.Д. Некрасовым, канд. техн. наук В.В. Жуковым и инж. В.Ф. Гуляевой).

Целью настоящей работы является оказание помощи специалистам при разработке новых видов бетонных и железобетонных конструкций, в которых возможность хрупкого разрушения бетона при пожаре была бы уменьшена

или исключена. Рекомендации могут быть использованы также для анализа причин хрупкого разрушения бетона при огневых испытаниях и при пожаре.

Замечания и предложения просьба направлять по адресу: Москва, 109389, 2-я Институтская, д. 6, НИИЖБ.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. При пожаре в зданиях и сооружениях, в которых применяются бетонные и железобетонные конструкции, возможно хрупкое разрушение бетона. Разрушение бетона происходит внезапно, быстро и поэтому является наиболее опасным.

1.2. Хрупкое разрушение бетона начинается, как правило, через 5-20 мин от начала огневого воздействия и проявляется как откол от нагреваемой поверхности конструкции кусков бетона в виде площадок площадью примерно от 1 см² до 0,5-1 м² и толщиной от 1 мм до 5 см. Разрушение бетона может продолжаться в течение всего огневого воздействия до полного разрушения конструкции.

Хрупкое разрушение бетона может сопровождаться звуковым эффектом в виде легкого хлопка, треска различной интенсивности или «взрыва». При хрупком разрушении бетона возможен разлет кусков весом до нескольких килограммов на расстояние до 10-20 м.

1.3. Хрупкое разрушение бетона при пожаре может очень быстро привести к разрушению бетонных или железобетонных конструкций. В этом случае предел огнестойкости конструкций может оказаться значительно ниже требуемого вследствие уменьшения размера бетонного сечения конструкции, уменьшения толщины или полной ликвидации защитного слоя рабочей арматуры, а также образования сквозного отверстия. Уменьшение размера поперечного сечения несущей вертикальную нагрузку колонны или панели при их одностороннем нагреве приводит к увеличению напряжений в оставшейся части сечения как за счет снижения величины ее площади, так и за счет появления дополнительного изгибающего момента (рис. 1).

Уменьшение толщины или откол защитного слоя несущей арматуры в железобетонных балках приводит к быстрому прогреву этой арматуры до критической температуры (500-700 °С) и разрушению конструкции (рис. 2).

Уменьшение толщины ограждающей конструкции приводит к резкому увеличению температуры ее ненагреваемой поверхности до критической (180-220 °С) и в результате - к достижению предела огнестойкости конструкции.

Вследствие хрупкого разрушения бетона в ограждающей конструкции сразу или через некоторое время может появиться сквозное отверстие и конструкция не будет являться преградой распространению огня из одного помещения в другое (рис. 3). При появлении сквозного отверстия в конструкции достигается предел ее огнестойкости.

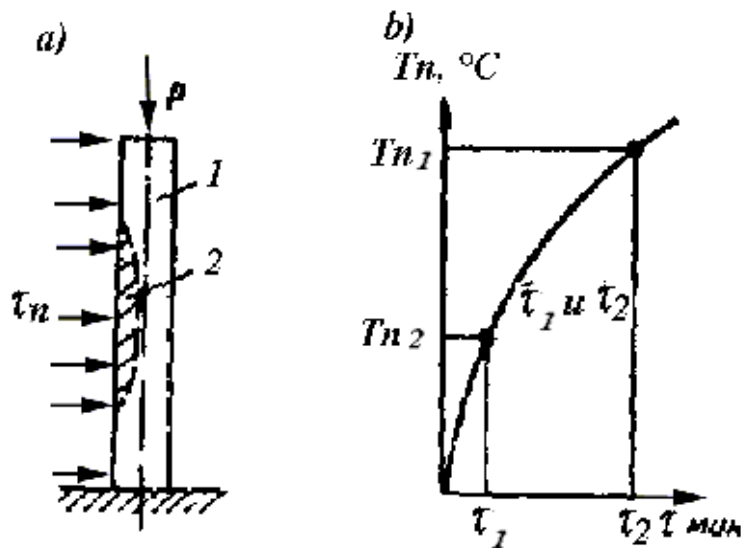


Рис. 1. Влияние хрупкого разрушения бетона на предел огнестойкости несущей железобетонной панели при одностороннем воздействии огня: *a* - схема панели с нагрузкой (P); *б* - график зависимости температуры внутри помещения (T_n) при пожаре от времени (t);

1 - панель; 2 - отколовшийся кусок бетона; t_1 - предел огнестойкости панели при хрупком разрушении бетона; t_2 - то же, без хрупкого разрушения бетона; T_{n1} - температура в помещении в момент t_1 ; T_{n2} - то же в момент t_2

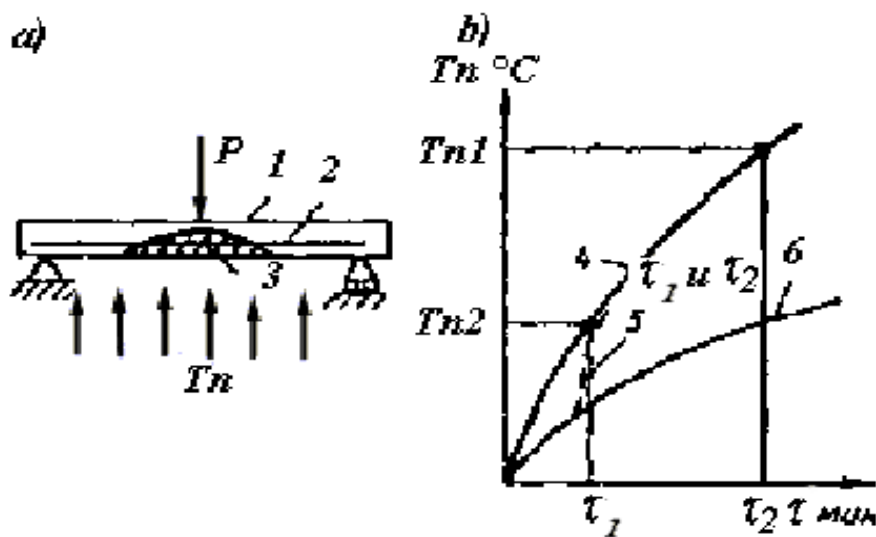


Рис. 2. Влияние хрупкого разрушения бетона на предел огнестойкости несущей железобетонной балки: *a* - схема балки; *б* - график зависимости температуры внутри помещения и температуры рабочей арматуры от времени;

1 - балка; 2 - рабочая арматура; 3 - отколовшийся кусок бетона; 4 - зависимость температуры внутри помещения от времени; 5 - то же, арматуры при хрупком разрушении бетона; $б$ - то же, арматуры без хрупкого разрушения бетона

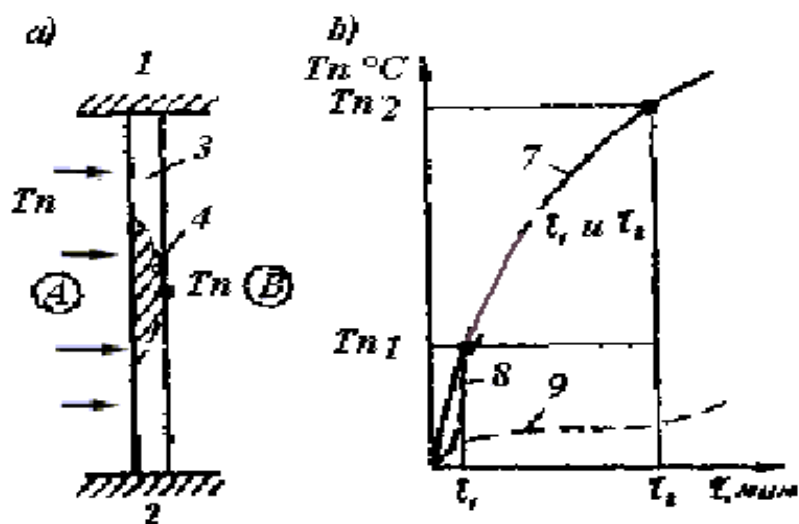


Рис. 3. Влияние хрупкого разрушения бетона на предел огнестойкости ограждающей железобетонной конструкции: *а* - схема ограждающей конструкции; *б* - график зависимости температуры внутри помещения *А*, где произошел пожар, от времени; 1 - потолок (перекрытие); 2 - пол; 3 - ограждающая конструкция; 4 - отколовшийся кусок бетона; *А*, *В* - помещения, которые разделяет конструкция; 7 - зависимость температуры внутри помещения *А* от времени; 8 - то же, при хрупком разрушении бетона; 9 - то же, на поверхности ограждающей конструкции со стороны помещения *В*, когда нет хрупкого разрушения бетона

1.4. При пожаре очень часто начало хрупкого разрушения бетона не совпадает с разрушением всей конструкции, происходящим значительно позже. В ряде случаев, несмотря на хрупкое разрушение бетона, конструкция еще длительное время может сопротивляться воздействию огня. При этом предел ее огнестойкости может быть вполне достаточным и удовлетворять требованиям нормативных документов.

При оценке последствий хрупкого разрушения бетона при пожаре и влияния его на предел огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций необходимо в каждом конкретном случае рассматривать возможность разрушения и предел огнестойкости каждой отдельной конструкции.

1.5. Хрупкое разрушение бетона при пожаре наиболее опасно для несущих конструкций, особенно для конструкций с небольшим поперечным сечением, воспринимающих большие нагрузки. Их преждевременное разрушение может вызвать обрушение других конструкций или здания (сооружения) в целом. Особое внимание следует обратить на возможность хрупкого разрушения бетона несущих колонн и панелей нижних этажей и подвалов многоэтажных зданий.

1.6. Причиной хрупкого разрушения бетона при пожаре является переход уже существующих до нагрева или вновь образовавшихся при нагреве трещин в структуре бетона из равновесного состояния в неравновесное и спонтанное их развитие (рис. 4) под действием напряжений.

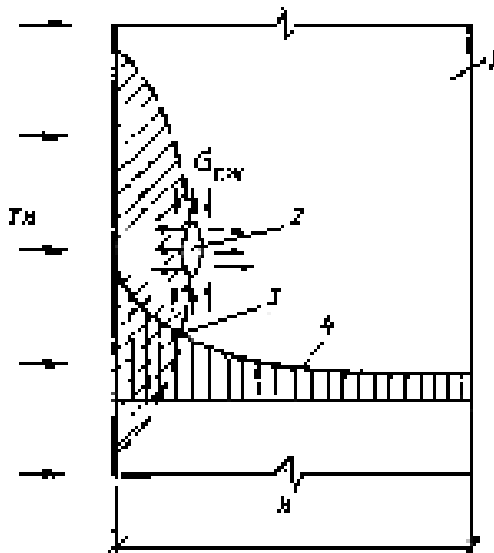


Рис. 4. Схема распределения напряжений у трещины, вызывающей откол бетона при его хрупком разрушении:

I - поперечное сечение бетонного элемента; *2* - трещина; *3* - траектория движения трещины; *4* - эпюра температур; σ_p - растягивающие напряжения от фильтрации пара; $\sigma_{сж}$ - сжимающие напряжения от неравномерного распределения температуры по толщине сечения элемента и от внешней нагрузки; h - толщина элемента

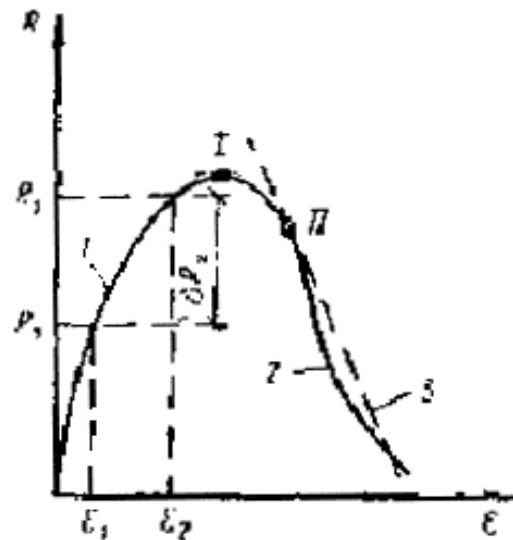


Рис. 5. Диаграмма состояния бетона:

R_T^0 - относительные напряжения в начале образования новых трещин; R_T^v - относительные напряжения в начале развития магистральных трещин; *I* - точка максимальных напряжений; *II* - точка неустойчивого состояния бетона; *1* - восходящая ветвь диаграммы состояния бетона; *2* - то же, нисходящая; *3* - деформация ребер или элементов заделки тонкостенной конструкции после перехода бетоном точки максимальных напряжений; ε_1 - относительные деформации в момент появления новых трещин; ε_2 - то же, в начале развития магистральных трещин, R - относительные напряжения; ε - относительные деформации

$$\Delta R_x = R_T^v - R_T^0, \quad (1)$$

где ΔR_x - характеристика хрупкости бетона; R_T^0 - относительное напряжение в начале образования новых трещин; R_T^v - относительное напряжение в начале развития магистральных трещин.

Чем меньше величина ΔR_x , тем больше опасность хрупкого разрушения бетона при пожаре. Следовательно, чем раньше в бетоне появляются новые трещины (т.е. чем меньше величина R_T^0), тем бетон менее хрупок.

Наиболее хрупкой составляющей бетона является цементный камень. Мелкий и крупный заполнители делают бетон менее хрупким, так как способствуют появлению мелких трещин на стадии изготовления, транспортирования и хранения конструкций и препятствуют развитию крупных

магистральных трещин при загрузке внешней нагрузкой (включая и собственный вес конструкции) и нагреве.

1.7. Хрупкость бетона характеризуется величиной ΔR_y (рис. 5), равной разности относительных напряжений в параметрических точках О.Я. Берга* на диаграмме состояния бетона

1.8. При анализе хрупкого разрушения бетона при пожаре можно использовать основные положения механики хрупкого разрушения. В этом случае характеристикой бетона при его хрупком разрушении является коэффициент псевдоинтенсивности напряжений в устье трещины (K_1) равный

$$K'_1 = K_1 + b, \quad (2)$$

где K_1 - коэффициент интенсивности напряжений однородного материала, $\text{МН м}^{-3/2}$; K'_1 - коэффициент псевдоинтенсивности напряжений неоднородного материала, $\text{МН} \cdot \text{м}^{-3/2}$; b - положительная функция, учитывающая влияние заполнителей в бетоне на развитие трещины (аналогично влиянию зоны пластичности в пластичных материалах), $\text{МН} \cdot \text{м}^{-3/2}$.

Чем больше значение K'_1 , тем материал лучше сопротивляется развитию в нем трещин.

Для экспериментального определения величины K'_1 можно пользоваться существующей методикой **.

Коэффициент псевдоинтенсивности напряжений (K'_1) пропорционален характеристике хрупкости бетона (ΔR_x); оба эти показателя связаны с эффективной поверхностной энергией и вязкостью разрушения бетона. Эти параметры являются характеристиками, оценивающими сопротивление бетона (как материала) хрупкому разрушению.

1.9. Хрупкое разрушение бетона является также следствием действия на него напряжений, вызванных нагревом и внешней нагрузкой и приводящих к переходу трещины из равновесного в неравновесное состояние.

При пожаре наибольшее влияние на хрупкое разрушение бетона оказывают: собственные температурные напряжения от градиента температуры по сечению элемента, напряжения от статической неопределимости конструкции, от внешней нагрузки и от фильтрации пара через структуру бетона.

1.10. Хрупкому разрушению бетона при пожаре может способствовать раскол при нагреве крупных заполнителей.

* Берг О. Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. М., Госстройиздат, 1962.

Гвоздев А. А. Структура бетона и некоторые особенности его механических свойств. - В кн.: Прочность, структура, изменения и деформации бетона. М., Стройиздат, 1978.

** Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения. Изд. «Наука», М., 1974 (с. 192, табл. 4.1, п. 4);

Kiyoshi Okada and Wataru Koyanagi. Effect of aggregate on the fracture process of concrete. Proc. Int. Conf. Mech. Behav. Mater. Kyoto, 1972, vol. 4, p. 72-83.

При анализе причин разрушения бетона и подборе состава бетона, который бы не разрушался при пожаре, необходимо проверить возможность разрушения крупного заполнителя по методике, приведенной в прил. 1.

1.11. Хрупкое разрушение тонкостенных элементов железобетонных конструкций при нагреве может произойти вследствие потерн устойчивости, которая связана с наличием в диаграмме состояния бетона падающей ветви. Эта потеря устойчивости происходит при жестких ребрах или элементах заделки, окружающих тонкостенный элемент, а также при местном нагреве тонкостенной конструкции, когда не нагретые участки играют роль жесткой обоймы.

Такой особый вид потери устойчивости в характерной точке *II* на диаграмме состояния бетона (см. рис. 5) известен из литературы*. Как правило, он сопровождается быстро протекающим хрупким разрушением материала с характерным сильным звуком, часто напоминающим взрыв.

Для предотвращения при пожаре хрупкого разрушения бетона тонкостенных конструкций необходимо ограничивать их толщину в соответствии с указаниями третьего раздела, настоящих Рекомендаций.

1.12. Хрупкое разрушение бетона при пожаре зависит от структуры бетона, его состава, влажности, температуры, граничных условий конструкции и внешней нагрузки, т.е. оно зависит как от материала (бетона), так и от вида бетонной или железобетонной конструкции.

1.13. Необходимо контролировать возможность хрупкого разрушения бетона при пожаре и влияние его на предел огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций, предусматривать в случае необходимости меры по борьбе с хрупким разрушением бетона и конструкции в целом.

Опасность хрупкого разрушения бетона практически может быть сведена к минимуму при выполнении специальных мероприятий.

2. ОБЩАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ БЕТОНА ПРИ ПОЖАРЕ

2.1. При разработке новых составов бетонов или усовершенствовании уже существующих необходимо оценить возможность хрупкого разрушения бетона при пожаре.

2.2. Возможность хрупкого разрушения бетона при пожаре для бетонов нормального твердения оценивается по величине критерия хрупкого разрушения (F), который определяется по формуле

$$F = a \frac{a_{\sigma t} E_{\sigma t} \cdot \rho}{K_1 \lambda \Pi} W_o^3, \quad (3)$$

* Dougill T. W. The relevance of the established method of structural fire testing to reinforced concrete. Applied materials research. October. 1966, p. 235-239.

где $\alpha_{\sigma t}$ - коэффициент линейной температурной деформации бетона, 1/град; $E_{\sigma t}$ - модуль упругости нагретого бетона, МН/м²; ρ - плотность бетона в сухом состоянии, кг/м³; a - коэффициент пропорциональности, равный $1,16 \cdot 10^{-2}$ Вт · м^{5/2}/кг; k'_1 - коэффициент псевдоинтенсивности напряжений неоднородного материала, МН · м^{-3/2}; P - общая пористость, м³/м³; λ - коэффициент теплопроводности бетона, Вт/(м.град); w_o^3 - объемная эксплуатационная влажность бетона, м³/м³. Значения коэффициентов $\alpha_{\sigma t}$, $E_{\sigma t}$, ρ , λ определяют по таблицам прил. 2 для средней температуры бетона 200-300 °С.

Коэффициент псевдоинтенсивности напряжений (k'_1) принимают по данным табл. 1 в зависимости от вида и количества заполнителей (для бетона на портландцементе).

Таблица 1

Вид заполнителей	Количество крупного заполнителя, %	Значения k'_1 для бетонов нормального твердения, МН · м ^{-3/2}
Природный песок и гранитный щебень	50 и более	0,53
	20 и менее	0,42
Природный песок и керамзитовый заполнитель		0,31
Природный песок и известняковый щебень	50 и более	0,44
	20 и менее	0,35

Примечания: 1. В таблице приведены значения k'_1 для бетонов с наибольшей крупностью заполнителя 10 мм. При крупности заполнителя более 10 мм значения k'_1 следует умножать на 1,14.

2. Приведены данные для бетона нормального твердения. Для бетона тепловлажностной обработки значения k'_1 следует уменьшать в 1,4 раза.

3. Значения k'_1 для составов с расходом заполнителя < 50 % и > 20 % принимаются по линейной интерполяции.

2.3. Эксплуатационная объемная влажность бетона (W_o^3) с плотными заполнителями определяется как его средняя равновесная влажность по формуле

$$W_o^3 = W_e \rho \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где W_e - равновесная влажность бетона по массе, кг/кг; ρ - плотность бетона в сухом состоянии, кг/м³.

Влажность бетона по массе (W_e) принимается по табл. 2 в зависимости от относительной расчетной влажности воздуха (ϕ) при которой будет эксплуатироваться рассматриваемая конструкция, и от расхода цемента.

Таблица 2

Расход цемента на 1 м ³ бетона, кг	Весовая влажность бетона $W_e \cdot 10^2$, кг/кг			
	относительная расчетная влажность воздуха ϕ , %			
	15	25	50	73
200	0,5	0,6	0,9	1,2
300	0,9	1	1,3	2,5
400	1,2	1,5	2,1	3
500	1,5	2	2,7	3,8
700	2,1	3	3,9	5,4

Примечание. Промежуточные значения W_e принимаются по линейной интерполяции.

При применении пористых заполнителей влажность бетона следует увеличить на величину

$$W_o^3 = V_3 W_e^3 \rho \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

где w_o^3 - часть эксплуатационной объемной влажности бетона, обусловленная наличием в нем крупного пористого заполнителя, м³/м³; V_3 - относительный объем заполнителя в бетоне; w_e^3 - равновесная влажность заполнителей по массе, кг/кг; ρ - плотность бетона в сухом состоянии, кг/м³.

Для обычно применяемого керамзита среднюю величину влажности заполнителя по массе (w_e^3) можно принимать в зависимости от расчетной влажности воздуха (ϕ) помещения, где будут эксплуатироваться бетонные или железобетонные конструкции:

ϕ , %	
15	0,006
25	0,0075
50	0,012
75	0,015
100	0,028

2.4. Относительную расчетную влажность воздуха (ϕ) в помещениях жилых зданий можно принимать 75 %.

Относительная расчетная влажность воздуха в помещениях промышленных зданий принимается:

Влажность воздуха в помещении

60-90 %	75 %
30-60 %	45 %
10-30 %	15 %

2.5. По значению величины F устанавливается возможность хрупкого разрушения бетона при пожаре.

При $F \leq 4$ бетон не будет разрушаться. Никаких дополнительных проверок или мероприятий по защите конструкций из него не требуется.

При $F > 4$, < 6 бетон может разрушаться в конструкциях, имеющих напряжения сжатия от длительной нормативной нагрузки в крайнем сжатом

волокне бетона или в элементах толщиной менее 4 см. Необходима дальнейшая проверка возможности хрупкого разрушения бетона в конструкции в соответствии с разд. 3 настоящих Рекомендаций.

При $F \geq 6$ бетон будет разрушаться. Необходимо применение специальных мероприятий в соответствии с разд. 4 настоящих Рекомендаций.

2.6. Вывод о возможности хрупкого разрушения бетона при пожаре в несущих конструкциях можно сделать также на основании средних величин критической влажности бетонов по массе (w_o^{kp}) равной:

- для тяжелого бетона с крупным заполнителем из гранита – 3 %
 - для тяжелого бетона с крупным заполнителем из карбонатных пород – 4 %
 - для легкого конструктивного бетона с крупным пористым заполнителем – 5 %
 - для тяжелых силикатных бетонов – 2 %,
- приготовленных по «кетелочной» технологической схеме.

Если эксплуатационная влажность бетона (w_o) будет меньше критической влажности бетона по массе, умноженной на плотность бетона, т.е. $w_o < w_o^{kp} \cdot \rho \cdot 10^{-3}$, то бетон не будет хрупко разрушаться.

3. ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ БЕТОНА В КОНСТРУКЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ

3.1. Бетон, имеющий значения F больше 4 или меньше 6, проверяют на возможность его хрупкого разрушения в конструкции при пожаре, если в процессе эксплуатации от длительной нормативной нагрузки в этой конструкции имеются сжимающие напряжения в крайнем волокне бетона со стороны возможного огневого воздействия.

3.2. Методика оценки возможности хрупкого разрушения бетона в конструкции.

1. От длительной нормативной нагрузки определяют величину сжимающих напряжений ($\sigma_{сж}$) в крайнем сжатом волокне бетона, которое при пожаре может подвергнуться воздействию огня.

2. Вычисляют значение объемной критической влажности бетона w_o^{kp} по формуле

$$W_o^{kp} = \frac{cR_p^n \Pi}{\lambda \left(1 + 0,15 \frac{\sigma_{сж}}{R_p^n} \right)}, \quad (6)$$

где c - коэффициент пропорциональности, равный $0,58 \text{ Вт} \cdot \text{м}/(\text{МН} \cdot \text{град})$; Π - общая пористость бетона, $\text{м}^3/\text{м}^3$; R_p^n - нормативное сопротивление бетона осевому растяжению, $\text{МН}/\text{м}^2$; λ - коэффициент теплопроводности бетона,

Вт/(м · град); $\sigma_{сж}$ - сжимающее расчетное напряжение от длительной нормативной нагрузки на поверхности конструкции, которая при пожаре может подвергнуться воздействию огня, МН/м².

Для бетонов, прошедших тепловлажностную обработку, полученную величину w_o^{kp} следует уменьшить в 1,4 раза.

3. Величину w_o^{kp} сравнивают с величиной объемной эксплуатационной влажности $w_o^э$, определяемой в соответствии с п. 2.3. настоящих Рекомендаций.

4. Если $w_o^э > w_o^{kp}$, то бетон в конструкции будет хрупко разрушаться при пожаре. Необходимо применить специальные мероприятия для защиты бетона от хрупкого разрушения в соответствии с разд. 4 настоящих Рекомендаций или снизить сжимающие напряжения в бетоне до величины $\sigma_{сж}n$.

Значения коэффициента n в зависимости от относительных сжимающих напряжений в крайнем волокне бетона приведены ниже.

Относительные напряжения:

0	1
0,1	0,95
0,3	0,85
0,5	0,8
0,7	0,7
0,9	0,65

Если $W_o^э < W_o^{kp}$, то бетон данной конструкции не будет разрушаться при пожаре.

3.3. Для оценки хрупкого разрушения бетона в несущих конструкциях при пожаре можно также использовать средние значения критической весовой влажности бетона, как указано в п. 2.5 настоящих Рекомендаций. При этом величину критической весовой влажности бетона следует умножить на соответствующее значение коэффициента n в зависимости от относительных сжимающих напряжений (при длительной нормативной нагрузке) в крайнем волокне бетона, которое может быть подвергнуто воздействию огня.

3.4. Если бетон имеет значения F больше 4 или меньше 6, то минимальная толщина элементов конструкции принимается в зависимости от относительных сжимающих напряжений.

Минимальная толщина элементов приведена ниже.

Относительные сжимающие напряжения $\left(\frac{\sigma_{сж}}{R_{np}''} \right)$

0	4 см
0,2	5 "
0,4	6 "
0,6	7 "
0,8	8 "
0,9	9 "

4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ

4.1. Мероприятия по защите бетонных и железобетонных конструкций от хрупкого разрушения при пожаре подразделяют на 3 группы:

I - ликвидирующие хрупкое разрушение бетона при пожаре;

II - снижающие вероятность хрупкого разрушения;

III - профилактические.

4.2. К I группе мероприятий относятся:

- 1) противопожарные мероприятия в виде водяных завес, спринклерных и других устройств, обеспечивающих защиту бетонных и железобетонных конструкций от воздействия огня;
- 2) снижение влажности в помещении до величины, при которой в случае пожара хрупкого разрушения бетона не произойдет;
- 3) установка в поверхностном нагреваемом слое конструкции проволочной сетки с ячейками размером 3-15 мм и диаметром проволоки 0,7-1 мм;
- 4) нанесение теплоизоляционной штукатурки толщиной 1-2 см из легкого бетона по поверхности конструкции *;
- 5) применение жаростойких бетонов с шамотным заполнителем;
- 6) дисперсное армирование бетона у нагреваемой поверхности конструкции на глубину 1-2 см асбестом, стекловолокном или металлическим волокном (5-7 % от массы вяжущего).

Эти мероприятия необходимы при использовании бетонов с $F \geq 6$, а также бетонов с F больше 4 и меньше 6.

При проведении мероприятий первой группы можно не проводить контрольных огневых испытаний.

4.3. К II группе мероприятий относятся:

- 1) установка в балках или плитах (в защитном слое) арматурной сетки с ячейками 10×10 см из арматуры диаметром 3 мм на расстоянии от нагреваемой поверхности не более 0,5-1 см;
- 2) применение в поверхностном нагреваемом слое бетона полимерной добавки в количестве 5-10 % массы вяжущего;
- 3) применение крупных заполнителей с низкими коэффициентами линейного температурного расширения (известняка, базальта, диабазы, доменного шлака вместо гранита);
- 4) замена части (не менее 1/3) или полностью природного песка песком из известняка, базальта, диабазы, сиенита или диорита;
- 5) использование составов бетонов с ограниченным расходом вяжущего (портландцемента не более 400 кг на 1 м³ бетонной смеси) и повышенными значениями B/C отношения (не менее 0,5);

* Руководство по выполнению огнезащитных и теплоизоляционных штукатурок механизированным способом ЦНИИОМТП. М, Стройиздат, 1977.

- 6) использование бетонов с легкими заполнителями;
- 7) поризация цементного камня;
- 8) применение шлакопортландцемента;
- 9) использование тонкомолотых добавок из доменных и литых шлаков.

Эти мероприятия применяются для бетонов с F меньше 4 и больше 6, но их полная эффективность пока еще требует выборочной проверки огневыми испытаниями. Эти испытания проводятся с целью проверки соответствия предела огнестойкости конструкций требованиям СНиП II-А.5-70* «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений».

4.4. К III группе мероприятий относятся:

- 1) применение в железобетонных конструкциях арматуры той же площади, но из стержней меньшего диаметра;
- 2) применение поперечных сечений конструкций без выступающих углов (например, колонн круглого поперечного сечения или со срезанными углами вместо колонн прямоугольного или квадратного поперечного сечения).

МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ БЕТОНА

1. От партии крупного заполнителя, применяемого для изготовления бетонной смеси, отбирают пробу весом 4 кг.
2. Высыпав пробу на ровную поверхность, делят ее на 4 равные части.
3. Отобранную часть пробы (≈ 1 кг) помещают в сосуд с водопроводной водой так, чтобы весь заполнитель был покрыт водой. Выдерживают не менее суток.
4. Заполнитель извлекают из сосуда с водой, поверхность каждого куска заполнителя промокают материей.
5. От общего количества пробы отбирают три наиболее крупных куска, измеряют их длину и ширину.
6. В разогретую до температуры $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ печь помещают крупный заполнитель и в течение 30-60 мин проводят наблюдение. При этом три отобранных крупных куска помещают в печь отдельно от остальной массы заполнителя.
7. В процессе испытания в журнале наблюдений регистрируют появление треска, хлопков, «взрывов», запахов.
8. Через 30-60 мин заполнитель извлекают из печи, осматривают, измеряют длину и ширину трех наиболее крупных кусков заполнителя.
9. При осмотре заполнителя в журнале регистрируют раскол отдельных кусков, изменение их цвета и формы поверхности.
10. На основании результатов проведенных испытаний можно сделать выводы:
 - а) если нагревание заполнителя не сопровождалось треском, хлопками, «взрывами», не отмечалось появления запахов, а при осмотре и замерах отдельных кусков заполнителя не наблюдалось изменения их величины и формы, то заполнитель пригоден для применения в любых видах бетонных и железобетонных конструкций;
 - б) если нагревание заполнителя сопровождалось звуковыми эффектами, а при осмотре отмечались его расколы, то такой заполнитель в бетонных и железобетонных конструкциях применять не рекомендуется;
 - в) если при нагревании из заполнителя выделялись газы, особенно газы, имеющие запах, необходимо сделать химический анализ этих газов на предмет их токсичности. Кроме того, выделяющиеся из заполнителя газы могут служить причиной откола небольших кусков от поверхности бетонной или железобетонной конструкции. В этом случае отколовшиеся куски, как правило, имеют форму конуса, у основания которого находится разрушившийся заполнитель;
 - г) если заполнитель при нагревании изменил только цвет, это является основанием для его повторного испытания.

ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНОВ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ БЕТОНА ПРИ ПОЖАРЕ

1. Коэффициент линейной температурной деформации ($\alpha_{ст}$) бетона нормального твердения в зависимости от вида и содержания в нем крупного заполнителя приведен в табл. 1.

Таблица 1

Значения $\alpha_{ст} \cdot 10^6$, 1/град

Вид заполнителя	Содержание крупного заполнителя в бетоне, %		
	40	60	80
Природный песок и гранитный щебень	9,2	9,3	9,5
Природный песок и известняковый щебень	6,2	5,2	4,4
Известняковый песок и щебень	4,7	4,3	4
Природный песок и крупный керамзитовый заполнитель	8	7,6	7,2

Примечание. Для бетона тепловлажностной обработки значения $\alpha_{ст}$ увеличиваются в 1,1 раза.

2. Модуль упругости нагретого до 200-300° бетона в зависимости от проектной марки бетона на сжатие приведен в табл. 2.

Таблица 2

Значения $E_{ст} \cdot 10^{-4}$, Мн/м²

Бетон	Проектная марка бетона							
	M100	M200	M300	M400	M500	M600	M700	M800
Тяжелый	1	1,4	1,7	2	2,2	2,3	2,3	2,4
На пористых заполнителях с плотностью, кг/м ³ :								
1,4	0,6	0,7	0,8	-	-	-	-	-
1,8	0,7	0,9	1,1	1,2	-	-	-	-
2,2	-	1,1	1,3	1,4	-	-	-	-

Примечание. Для бетона тепловлажностной обработки при атмосферном давлении значения $E_{ст}$ умножаются на 0,9, а для бетона автоклавной обработки - на 0,77.

3. Коэффициент теплопроводности бетона (λ) для средней температуры 200-300 °С в зависимости от вида и содержания крупного заполнителя приведен в табл. 3.

Таблица 3

Значения λ , Вт/(м · град)

Вид заполнителя	Содержание крупного заполнителя в бетоне, %	
	40	60
Природный песок и гранитный щебень	1,9	2,3
Природный песок и известняковый щебень	1,3	2
Известняковый песок и щебень	0,9	1,4
Природный песок и крупный керамзитовый заполнитель	0,4	0,3

4. **Нормативные сопротивления бетона (R_p^H и R_{np}^H)** при проектной марке бетона по прочности на сжатие приведены в табл. 4.

Таблица 4

Значения R_p^H и R_{np}^H , МН/м²

Вид сопротивления	Бетон	Проектная марка бетона							
		M100	M200	M300	M400	M500	M600	M700	M800
R_p^H	Тяжелый	0,72	1,15	1,5	1,8	2	2,2	2,3	2,5
	На пористых заполнителях	0,72	1,1	1,3	1,45	-	-	-	-
R_{np}^H	Тяжелый	6	11,5	17	22,5	28	34	39	45
	На пористых заполнителях	6	11,5	17	22,5	-	-	-	-

5. **Общая пористость бетона Π** плотным заполнителем в зависимости от V/C и расхода цемента приведена в табл. 5.

Таблица 5

Значение Π , м³/м³

Водоцементное отношение (V/C)	Расход цемента (C), кг/м ³		
	300	400	500
0,3	0,07	0,1	0,12
0,5	0,09	0,12	0,15
0,7	0,16	0,20	0,25

Примечание. Для бетона с пористым заполнителем общая пористость Π' увеличивается на величину пористости заполнителя Π_3 , умноженную на относительное объемное содержание заполнителя в бетоне, т.е. в этом случае

$$\Pi' = \Pi + V_3 \Pi_3. \quad (7)$$

Общую пористость бетона Π с плотным заполнителем можно также определить по формулам:

для $V/C \geq 0,4$

$$\Pi = C (V / C - 0,2) \cdot 10^{-3}; \quad (8)$$

для $V/C < 0,4$

$$\Pi = V / C C \cdot 0,8 \cdot 10^{-3}, \quad (9)$$

где Π' - общая пористость бетона с пористым заполнителем; V_3 - относительное объемное содержание заполнителя в бетоне; Π_3 - общая пористость заполнителя.

ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ БЕТОНА ПРИ ПОЖАРЕ

Пример 1

Конструкция выполнена из тяжелого бетона нормального твердения с кварцевым песком и крупным заполнителем из гранита; расход цемента $C = 350 \text{ кг/м}^3$, М400; $\rho = 2200 \text{ кг/м}^3$.

Следует определить, будет ли этот вид бетона хрупко разрушаться при пожаре в ограждающих ненесущих конструкциях жилых помещений с влажностью воздуха $\varphi = 75\%$.

1. Находим значение критерия хрупкого разрушения по формуле (3). По таблицам прил. 2 определяем: $\Pi = 0,11 \text{ м}^3/\text{м}^3$;

$\alpha_{\sigma} = 9,2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/град}$; $E_{\sigma} = 2 \cdot 10^4 \text{ МН/м}^2$; $\lambda = 2,1 \text{ Вт/(м} \cdot \text{град)}$.

2. По табл. 1 определяем: $k_1' = 0,53 \text{ МН} \cdot \text{м}^{-3/2}$; по табл. 2 - $W_e = 0,025 \text{ кг/кг}$.

3. Находим $w_o' = W_e \rho \cdot 10^{-3} = 0,025 \cdot 2200 \cdot 10^{-3} = 0,055 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

4. Вычисляем значение:

$$F = \frac{1,16 \cdot 10^{-2} \cdot 9,2 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 2200 \cdot 0,055}{0,11 \cdot 0,53 \cdot 2,1} = 2,1.$$

По данным п. 2.5. такой вид бетона не будет хрупко разрушаться при пожаре и может в данных условиях применяться в любых конструкциях.

Пример 2

Конструкция выполнена из тяжелого бетона нормального твердения с кварцевым песком и крупным заполнителем из гранита; расход цемента $C = 500 \text{ кг/м}^3$, М700, $\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$.

Следует определить, будет ли этот вид бетона хрупко разрушаться при пожаре в промышленных зданиях с влажностью воздуха в помещении $\varphi = 80\%$ и сжимающих напряжениях на поверхности конструкции, которая может подвергнуться воздействию пожара, равных 15 МН/м^2 .

1. Находим значение относительной расчетной влажности помещения (п. 2.4.) 75% . По табл. 2 определяем влажность бетона по массе для данных условий окружающей среды, $W_e = 0,038 \text{ кг/кг}$.

2. По таблицам прил. 2 определяем: $\Pi = 0,15$; $\alpha_{\sigma} = 9,1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/град}$; $E_{\sigma} = 2,3 \cdot 10^4 \text{ МН/м}^2$;

$\lambda = 1,6 \text{ Вт/(м} \cdot \text{град)}$; $R_p'' = 2,35 \text{ МН/м}^2$.

3. Из табл. 1 находим: $k_1' = 0,46 \text{ МН} \cdot \text{м}^{-3/2}$; $w_o' = W_e \rho \cdot 10^{-3} = 0,038 \cdot 2400 \cdot 10^{-3} = 0,09 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

4. Определяем величину F по формуле (3):

$$F = \frac{1,16 \cdot 10^{-2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-6} \cdot 2,3 \cdot 10^4 \cdot 2400 \cdot 0,09}{0,15 \cdot 0,46 \cdot 1,6} = 4,75.$$

5. По данным п.2.5 настоящих Рекомендаций такой вид бетона необходимо дополнительно проверить на возможность его хрупкого разрушения в условиях воздействия пожара и внешней нагрузки в соответствии с положениями разд. 3 настоящих Рекомендаций.

Для этой цели находим по формуле (6) величину критической влажности бетона

$$W_o^{kp} = \frac{0,58 \cdot 2,35 \cdot 0,15}{1,6(1 + 0,15 \cdot 15 / 2,35)} = 0,066 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Сравниваем $w_o^?$ с w_o^{kp} и приходим к выводу, что $w_o^? > w_o^{kp}$.

6. Следовательно, необходимо уменьшить расчетные сжимающие напряжения на нагреваемой поверхности конструкции в соответствии с рекомендациями п. 3.2.

Снизить величину сжимающих напряжений следует в зависимости от $\frac{\sigma_{сж.}}{R_p^n}$.

Находим по прил. 2 величину $R_p^n = 39 \text{ Мн/м}^2$, вычисляем отношение $\frac{\sigma_{сж.}}{R_p^n} = 0,38$ и по п. 3.2. Рекомендаций принимаем значение коэффициента n , учитывающего уменьшение расчетных сжимающих напряжений, равным 0,83. В соответствии с этим расчетные сжимающие напряжения в конструкции уменьшаем до величины $15 \cdot 0,83 = 12,5 \text{ Мн/м}^2$. Можно не менять величину сжимающих напряжений, но в этом случае необходимо использовать специальные мероприятия для защиты бетона от хрупкого разрушения при пожаре в соответствии с положениями разд. 4 настоящих Рекомендаций.

**ПЕРЕЛІК ВИДАНИХ СЕРТИФІКАТІВ ВІДПОВІДНОСТІ ПРОТЯГОМ
2008 РОКУ**

(довідка з програми «ЛЕОНОРМ»)

<http://new.ukrfiresert.kiev.ua/img/File/VUDANO2008.doc>

№ 106 № сертифіката: UA1.016.0047729-08 Дата видачі: 02.04.2008 Дійсний до: 01.04.2009

Виданий: ВАТ 'Крюківський вагонобудівний завод', 39621, Полтавська обл., м.Кременчук, вул. І.Приходька 139, код ЄДРПОУ 05763814

Продукція: Тканина (парусина) світлотривкого фарбування арт. 2в5-рв з вогнезахисним просоченням СКОП

Виробник: ТОВ 'Лінен фореве', 33006 м. Рівне, вул. Фабрична, 12, код ЄДРПОУ 32471719

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 17.40.22

Додаткова інформація: Тканина (парусина) світлотривкого фарбування арт. 2в5-рв з вогнезахисним просоченням СКОП у кількості 5 087,90 (п'ять тисяч вісімдесят сім цілих дев'ять десятих) метрів погонних, рахунок-фактура від 15.10.2007 № СФ 0000347

Серія: ВБ № 922820

№ 108 № сертифіката: UA1.016.0050517-08 Дата видачі: 07.04.2008 Дійсний до: 25.11.2012

Виданий: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ЄДРПОУ: 13481691

Продукція: Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм 400202', що спучується, для сталевих конструкцій

Виробник: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ТН ЗЕД: 3824 90 700 0 Код ОКП: 24.30.22

Додаткова інформація: Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм 400202', що спучується, що виробляється серійно з 07.04.2008 до 25.11.2012 згідно з ТУ У 13481691.005-2001 'Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм 400201', 'Ендотерм 400202', 'Ендотерм 650202', 'Ендотерм 250103' зі зміною №1, 2. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 5 (п'ять) раз протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з вимогами ТУ У 13481691.005-2001 зі зміною №1, 2.

Серія: ВБ № 922825

№ 109 № сертифіката: UA1.016.0050521-08 Дата видачі: 07.04.2008 Дійсний до: 25.11.2012

Виданий: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Продукція: Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм 220206' для сталевих конструкцій

Виробник: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ТН ЗЕД: 3824 90 700 0 Код ОКП: 24.66.48.670

Додаткова інформація: Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм 220206', що виробляється серійно з 07.04.2008 до 25.11.2012 згідно з ТУ У 24.3-13481691-010:2007 'Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм 220206'. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 5 (п'ять) разів протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з вимогами ТУ У 24.3-13481691-010:2007

Серія: ВБ № 922824

№ 110 № сертифіката: UA1.016.0050532-08 Дата видачі: 07.04.2008 Дійсний до: 25.11.2012

Виданий: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Продукція: Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм ХТ-150', яка спучується, для кабелів, сталевих конструкцій та дерев'яних елементів горючих покриттів (крокви, лати)

Виробник: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ТН ЗЕД: 3824 90 700 0 Код ОКП: 24.66.48.670

Додаткова інформація: Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм ХТ-150', яка спучується, що виробляється серійно з 07.04.2008 до 25.11.2012 згідно з ТУ У 13481691-97 'Суміш для покриття 'Ендотерм ХТ-150' зі зміною 1-5. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 5 (п'ять) раз протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з вимогами ТУ У 13481691-97

Серія: ВБ № 922822

№ 111 № сертифіката: UA1.016.0051200-08 Дата видачі: 08.04.2008 Дійсний до: 25.11.2012

Виданий: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Продукція: Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм 210104' для сталевих конструкцій

Виробник: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ТН ЗЕД: 3824 90 700 0 Код ОКП: 24.30.22

Додаткова інформація: Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм 210104', що виробляється серійно з 08.04.2008 до 25.11.2012 згідно з ТУ У 24.3-13481691-007-2003 'Суміш для покриття 'Ендотерм 210104' зі зміною 1. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 5 (п'ять) разів протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з вимогами ТУ У 24.3 13481691-007-2003 зі зміною 1

Серія: ВБ № 922823

№ 122 № сертифіката: UA1.016.0057041-08 Дата видачі: 17.04.2008 Дійсний до: 18.10.2012

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554. Доручення фірми 'Promat GmbH' від 14.08.2007

Продукція: Система для заповнення монтажних щілин вогнезахисним матеріалом PROMASEAL PL та плитами з мінеральної вати

Виробник: Фірма 'Promat GmbH' (Німеччина), адреса: Scheifenkamp 16, DE-40878 Ratingen, Germany

Код ТН ЗЕД: 3824 90 70 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Система для заповнення монтажних щілин, що виробляється серійно з 17.04.2008 до 18.10.2012 року. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Гарантійний термін служби системи для заповнення монтажних щілин відповідно до декларації фірми 'Promat GmbH' складає 50 (п'ятдесят) років

Серія: ВБ № 922829

№ 123 № сертифіката: UA1.016.0057043-08 Дата видачі: 17.04.2008 Дійсний до: 18.10.2012

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554. Доручення фірми 'Promat GmbH' від 14.08.2007

Продукція: Система для заповнення монтажних щілин вогнезахисною піною PROMAFOAM-C

Виробник: Фірма 'Promat GmbH' (Німеччина), адреса: Scheifenkamp 16, DE-40878 Ratingen, Germany

Код ТН ЗЕД: 3824 90 70 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Система для заповнення монтажних щілин, що виробляється серійно з 17.04.2008 до 18.10.2012 року. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Гарантійний термін служби системи для заповнення монтажних щілин відповідно до декларації фірми 'Promat GmbH' складає 50 (п'ятдесят) років

Серія: ВБ № 922828

№ 128 № сертифіката: UA1.016.0061506-08 Дата видачі: 24.04.2008 Дійсний до: 23.04.2010

Виданий: АТЗТ 'Мобільне Спеціалізоване БМУ № 87 'Антисептик', адреса: 04074, м. Київ, вул. Резервна, 29, код ЄДРПОУ 01264540

Продукція: Просочувальна вогнезахисна речовина ДСФ - ГП для дерев'яних елементів горищних покриттів (крокви, лати)

Виробник: АТЗТ 'Мобільне Спеціалізоване БМУ № 87 'Антисептик', адреса: 04074, м. Київ, вул. Резервна, 29, код ЄДРПОУ 01264540

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.66.48.

Додаткова інформація: Просочувальна вогнезахисна речовина ДСФ - ГП для дерев'яних елементів горищних покриттів (крокви, лати), що виробляється серійно з 24.04.2008 до 23.04.2010. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції два рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВБ № 922842

№ 131 № сертифіката: UA1.016.0062920-08 Дата видачі: 25.04.2008 Дійсний до: 18.10.2012

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554. Доручення фірми 'Promat GmbH' від 14.08.2007

Продукція: Система для вогнезахисту сталевих конструкцій вогнезахисними плитами PROMATECT-L500

Виробник: Фірма 'Promat GmbH' (Німеччина), адреса: Scheifenkamp 16, DE-40878 Ratingen, Germany

Код ТН ЗЕД: 6806 90 00 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Система для вогнезахисту сталевих конструкцій, що виробляється серійно з 25.04.2008 до 18.10.2012. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Гарантійний термін служби системи для вогнезахисту сталевих конструкцій відповідно до декларації фірми 'Promat GmbH' складає 50 (п'ятдесят) років

Серія: ВБ № 922845

ДОДАТКИ: Серія: ГЕ № 251641

№ 132 № сертифіката: UA1.016.0063142-08 Дата видачі: 05.05.2008 Дійсний до: 18.10.2012

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554. Доручення фірми 'Promat GmbH' від 14.08.2007

Код ЄДРПОУ: 30264554

Продукція: Система для вогнезахисту бетонних плит перекриття вогнезахисними плитами PROMATECT-L500

Виробник: Фірма 'Promat GmbH' (Німеччина), адреса: Scheifenkamp 16, DE-40878 Ratingen, Germany

Код ТН ЗЕД: 6806 90 00 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Система вогнезахисту для бетонних плит перекриття, що виробляється серійно з 05.05.2008 до 18.10.2012. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Гарантійний термін служби системи для вогнезахисту бетонних плит перекриття відповідно до декларації фірми 'Promat GmbH' складає 50 (п'ятдесят) років

Серія: ВБ № 922846

ДОДАТКИ: Серія: ГЕ № 251647

№ 133 № сертифіката: UA1.016.0063159-08 Дата видачі: 05.05.2008 Дійсний до: 18.10.2012

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554. Доручення фірми 'Promat GmbH' від 14.08.2007

Продукція: Система для вогнезахисту сталевих конструкцій вогнезахисними плитами PROMATECT - L500 та плитами утеплювача Flat Roof Board (ISOVER)

Виробник: Фірма 'Promat GmbH' (Німеччина), адреса: Scheifenkamp 16, DE-40878 Ratingen, Germany

Код ТН ЗЕД: 6806 90 00 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Система для вогнезахисту сталевих конструкцій, що виробляється серійно з 05.05.2008 до 18.10.2012. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Гарантійний термін служби системи для вогнезахисту сталевих конструкцій відповідно до декларації фірми 'Promat GmbH' складає 50 (п'ятдесят) років

Серія: ВБ № 922844

ДОДАТКИ: Серія: ГЕ № 251635

№ 134 № сертифіката: UA1.016.0063161-08 Дата видачі: 05.05.2008 Дійсний до: 18.10.2012

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554. Доручення фірми 'Promat GmbH' від 14.08.2007

Продукція: Система з вогнезахисних плит PROMATECT-L500 та плит з мінеральної вати теплоізоляційних ПП-100 для виготовлення перегородок протипожежних

Виробник: Фірма 'Promat GmbH' (Німеччина), адреса: Scheifenkamp 16, DE-40878 Ratingen, Germany

Код ТН ЗЕД: 6806 90 00 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Система для виготовлення перегородок протипожежних, що виробляється серійно з 05.05.2008 до 18.10.2012. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Гарантійний термін служби системи

для виготовлення перегородок протипожежних відповідно до декларації фірми 'Promat GmbH' складає 50 (п'ятдесят) років

Серія: ВБ № 922848

ДОДАТКИ: Серія: ГЕ № 251653

№ 147 № сертифіката: UA1.016.0069886-08 Дата видачі: 14.05.2008 Дійсний до: 13.05.2010

Виданий: ПП НВФ 'Екохімтехнології', адреса: 96574, Україна, АР Крим, смт. Новофедорівка, вул. Морська, 11/3, код ЄДРПОУ 32395889

Продукція: Вонезахисне покриття для деревини (вогнезахисна речовина) - FRB - 34С

Виробник: ПП НВФ 'Екохімтехнології', адреса: 96574, Україна, АР Крим, смт. Новофедорівка, вул. Морська, 11/3, код ЄДРПОУ 32395889, адреса виробництва : 96500, Україна, АР Крим, м. Саки, вул. Заводська, 86-б

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.13.32.500

Додаткова інформація: Вонезахисне покриття для деревини (вогнезахисна речовина) - FRB-34С, що виробляється серійно з 14.05.2008 до 13.05.2010 згідно ТУ У 6-04836770.004-99 'Вогнезахисне покриття для деревини FRB-34С. Технічні умови' із зміною № 1. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВБ № 922864

№ 148 № сертифіката: UA1.016.0069887-08 Дата видачі: 14.05.2008 Дійсний до: 13.05.2010

Виданий: ПП НВФ 'Екохімтехнології', адреса: 96574, Україна, АР Крим, смт. Новофедорівка, вул. Морська, 11/3, код ЄДРПОУ 32395889

Продукція: Антипірен для спецтканин (просочувальна вогнезахисна речовина) ОСП-3

Виробник: ПП НВФ 'Екохімтехнології', адреса: 96574, Україна, АР Крим, смт. Новофедорівка, вул. Морська, 11/3, код ЄДРПОУ 32395889. Адреса виробництва: 96500, Україна, АР Крим, м. Саки, вул. Заводська, 86-б

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.13.32.500

Додаткова інформація: Антипірен для спецтканин (просочувальна вогнезахисна речовина) ОСП-3, що виробляється серійно з 14.05.2008 до 13.05.2010 згідно ТУ У 6-04836770.005-99 'Антипірен для спецтканин ОСП-3. Технічні умови' із зміною № 1. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВБ № 922863

№ 221 № сертифіката: UA1.016.0084480-08 Дата видачі: 06.06.2008 Дійсний до: 05.06.2010

Виданий: ТОВ 'Захист-Центр', адреса: 04080, м. Київ, вул. Вікентія Хвойки, 18/14,

Код ЄДРПОУ: 32528450

Продукція: Вогнезахисна просочувальна речовина (композиція просочувальна ФСГ-1) для поверхневого вогне- та біозахисту тканин (згідно з додатком 1) і паперу для пакування марки Б-3; композиція просочувальна ФСГ-1 з гідрофобізувальною речовиною (сумішшю) 'Сілол' для очерету

Виробник: ТОВ 'Захист-Центр', адреса: 04080, м. Київ, вул. Вікентія Хвойки, 18/14,

Код ЄДРПОУ 32528450

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.66.48.670

Додаткова інформація: Вогнезахисна просочувальна речовина (композиція просочувальна ФСГ-1) для поверхневого вогне - та біозахисту тканин (згідно з додатком) і паперу для пакування марки Б-3; композиція просочувальна ФСГ-1 з гідрофобізувальною речовиною (сумішшю) 'Сілол' для очерету., що виробляється серійно з 06.06.2008 до 05.06.2010 згідно з ТУ У 24.6-32528450-002-2004. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВБ № 922945

ДОДАТКИ: Серія: ГЕ № 251690

№ 262 № сертифіката: UA1.016.0103855-08 Дата видачі: 10.07.2008 Дійсний до: 25.11.2012

Виданий: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Продукція: Вогнезахисне покриття (суміш для вогнезахисного покриття) 'Ендотерм 250103' для дерев'яних елементів горючих покриттів (крокв, лат)

Виробник: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.30.22

Додаткова інформація: Вогнезахисне покриття (суміш для вогнезахисного покриття) 'Ендотерм 250103' для дерев'яних елементів горючих покриттів (крокв, лат), що виробляється серійно з 10.07.2008 до 25.11.2012 згідно з ТУ У 13481691.005-2001 'Суміші для вогнезахисних покриттів 'Ендотерм 400201', 'Ендотерм 400202', 'Ендотерм 650202', 'Ендотерм 250103' зі змінами 1, 2. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 5 (п'ять) разів протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з п. 2.5 ТУ У 13481691.005-2001

Серія: ВБ № 922988

№ 263 № сертифіката: UA1.016.0103856-08 Дата видачі: 10.07.2008 Дійсний до: 25.11.2012

Виданий: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Продукція: Вогнезахисне покриття (суміш для вогнезахисного покриття) 'Ендотерм 400201' для дерев'яних елементів горищних покриттів (крокв, лат)

Виробник: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.30.22

Додаткова інформація: Вогнезахисне покриття (суміш для вогнезахисного покриття) 'Ендотерм 400201' для дерев'яних елементів горищних покриттів (крокв, лат), що виробляється серійно з 10.07.2008 до 25.11.2012 згідно з ТУ У 13481691.005-2001 'Суміші для вогнезахисних покриттів 'Ендотерм 400201', 'Ендотерм 400202', 'Ендотерм 650202', 'Ендотерм 250103' зі змінами 1, 2. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 5 (п'ять) разів протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з п. 2.5 ТУ У 13481691.005-2001

Серія: ВБ № 922989

№ 264 № сертифіката: UA1.016.0104115-08 Дата видачі: 10.07.2008 Дійсний до: 18.10.2012

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554. Доручення фірми 'Promat GmbH' від 14.08.2007

Продукція: Вогнезахисне заповнення монтажних щілин силіконом PROMASEAL

Виробник: Фірма 'Promat GmbH' (Німеччина), адреса: Postfact 101564 D-40835 Ratingen, Germany, адреса виробництва: Kuirmansstraat 1 BE 1880 Kapelle-op-den-Bos, Бельгія

Код ТН ЗЕД: 3824 90 70 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисне заповнення монтажних щілин силіконом, що виробляється серійно з 10.07.2008 до 18.10.2012. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Гарантійний термін служби вогнезахисного заповнення монтажних щілин силіконом відповідно до декларації фірми 'Promat GmbH' складає 50 (п'ятдесят) років

Серія: ВБ № 922993

№ 265 № сертифіката: UA1.016.0104116-08 Дата видачі: 10.07.2008 Дійсний до: 18.10.2012

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554.

Доручення фірми 'Promat GmbH' від 14.08.2007

Продукція: Вогнезахисне заповнення монтажних щілин сухою сумішшю PROMASTOP MG III

Виробник: Фірма 'Promat GmbH' (Німеччина), адреса: Postfact 101564 D-40835 Ratingen, Germany, адреса виробництва: Kuirmansstraat 1 BE 1880 Kapelle-op-den-Bos, Бельгія

Код ТН ЗЕД: 3824 90 70 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисне заповнення монтажних щілин сухою сумішшю, що виробляється серійно з 10.07.2008 до 18.10.2012. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Гарантійний термін служби вогнезахисного заповнення монтажних щілин вогнезахисною сухою сумішшю відповідно до декларації фірми 'Promat GmbH' складає 50 (п'ятдесят) років
Серія: ВВ № 922994

№ 282 № сертифіката: UA1.016.0111035-08 Дата видачі: 22.07.2008 Дійсний до: 25.11.2012

Виданий: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Продукція: Вогнезахисний покрив рулонний (рулонне покриття вогнезахисне, яке спучується) 'Ендотерм ХТ 150' для сталевих повітроводів

Виробник: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.66.48.670

Додаткова інформація: Вогнезахисний покрив рулонний (рулонне покриття вогнезахисне, яке спучується) 'Ендотерм ХТ 150' для сталевих повітроводів, що виробляється серійно з 22.07.2008 до 25.11.2012 згідно з ТУ У 13481691.01-97 'Суміш та покриття вогнезахисні, які спучуються 'Ендотерм ХТ-150' зі змінами 1-5. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 5 (п'ять) раз протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з п. 2.5 ТУ У 13481691.01-97

Серія: ВВ № 100509

№ 284 № сертифіката: UA1.016.0113204-08 Дата видачі: 25.07.2008 Дійсний до: 24.07.2013

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554. Доручення фірми 'Eternit NV' від 22.10.2007

Продукція: Вогнезахисні плити PROMATECT-H

Виробник: Фірма 'Eternit NV' (Бельгія), адреса: Kuijpersstraat 1, BE 1880 Kapelle-op-den-Bos, Belgium

Код ТН ЗЕД: 6806 90 00 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисні плити PROMATECT-H, що виробляються серійно з 25.07.2008 до 24.07.2013. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100511

№ 285 № сертифіката: UA1.016.0113205-08 Дата видачі: 25.07.2008 Дійсний до: 24.07.2013

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554. Доручення фірми 'Promat International NV' від 22.10.2007

Продукція: Вогнезахисні плити PROMATECT-L500

Виробник: Фірма 'Promat International NV' (Бельгія), адреса: Vormstraat 24, B - 2830 Tisselt, Belgium

Код ТН ЗЕД: 6806 90 00 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисні плити PROMATECT-L500, що виробляються серійно з 25.07.2008 до 24.07.2013. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100512

№ 294 № сертифіката: UA1.016.0119766-08 Дата видачі: 05.08.2008 Дійсний до: 04.08.2010

Виданий: ТзОВ 'Браш', адреса: 81473, Львівська обл., Самбірський р-н, с. Ралівка, вул. Гоголя, 20, код ЄДРПОУ 33914746

Продукція: Сидіння для вагонів рухомого складу залізниці з оббивним матеріалом з тканини арт. 7450 US/OG (виробництва фірми 'RUNOTEX S.A.', Польща), тканина оброблена просочувальною вогнезахисною речовиною (композицією просочувальною для поверхневого вогне- та біозахисту тканин та паперу) - ФСГ 1 (виробництва ТОВ 'ЗАХИСТ ЦЕНТР', Україна)

Виробник: ТзОВ 'Браш', адреса: 81473, Львівська обл., Самбірський р-н, с. Ралівка, вул. Гоголя, 20, код ЄДРПОУ 33914746 адреса виробництва: 79035, м. Львів, вул. Зелена, 149е

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 36.11.11

Додаткова інформація: Сидіння для вагонів рухомого складу залізниці, що виробляються серійно з 05.08.2008 до 04.08.2010 за ТУ У 35.2-33914746-001:2008 'Сидіння для вагонів рухомого складу залізниці. Технічні умови'. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з ТУ У 35.2-33914746-001:2008

Серія: ВВ № 100524

№ 296 № сертифіката: UA1.016.0120933-08 Дата видачі: 07.08.2008 Дійсний до: 06.08.2009

Виданий: ВАТ 'Крюківський вагонобудівний завод', адреса: 39621, Полтавська обл., м. Кременчук, вул. І.Приходька 139, код ЄДРПОУ 05763814

Продукція: Парусина світлотривкого фарбування, вогнезахисного просочення арт. 2в5-рв, СКОП

Виробник: ТОВ 'Лінен фореве', адреса: 33006, м. Рівне, вул. Фабрична 12, код ЄДРПОУ 32471719

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 17.40.22

Додаткова інформація: Парусина світлотривкого фарбування, вогнезахисного просочення арт. 2в5-рв, СКОП у кількості 14 483,333 (чотирнадцять тисяч чотириста вісімдесят три цілих триста тридцять три тисячних) метрів погонних, що отримані від ТОВ 'Лінен фореве' згідно з видатковою накладною від 31.03.2008 № РН-000302

Серія: ВВ № 100526

№ 344 № сертифіката: UA1.016.0139379-08 Дата видачі: 10.09.2008 Дійсний до: 25.11.2012

Виданий: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Продукція: Вогнезахисна речовина (суміш для вогнезахисного покриття) 'Ендотерм 210104' для залізобетонних плит

Виробник: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.30.22

Додаткова інформація: Вогнезахисна речовина (суміш для вогнезахисного покриття) 'Ендотерм 210104', що виробляється серійно з 10.09.2008 до 25.11.2012 згідно з ТУ У 24.3-13481691-007-2003 'Суміш для покриття 'Ендотерм 210104' зі змінами 1-2. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 5 (п'ять) разів протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з п. 2.5 ТУ У 24.3-13481691-007-2003

Серія: ВВ № 100580

№ 345 № сертифіката: UA1.016.0139380-08 Дата видачі: 10.09.2008 Дійсний до: 25.11.2012

Виданий: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Продукція: Вогнезахисний покрив рулонний (рулонне покриття вогнезахисне, яке спучується) 'Ендотерм ХТ 150' для ущільнення проходок пластмасових труб

Виробник: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.66.48.670

Додаткова інформація: Вогнезахисний покрив рулонний (рулонне покриття вогнезахисне, яке спучується) 'Ендотерм ХТ 150', що виробляється серійно з 10.09.2008 до 25.11.2012 згідно з ТУ У 13481691.01-97 'Суміш та покриття вогнезахисні, які спучуються ХТ 150' зі змінами 1-5. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 5 (п'ять) разів протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з п. 2.5 ТУ У 13481691.01-97

Серія: ВВ № 100579

№ 368 № сертифіката: UA1.016.0149187-08 Дата видачі: 29.09.2008 Дійсний до: 25.11.2012

Виданий: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Продукція: Вогнезахисне покриття (суміш для вогнезахисного покриття) 'Ендотерм 170205', що спучується, для сталевих колон

Виробник: ТОВ 'Науково-виробниче підприємство 'Спецматеріали', адреса: 83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 70, код ЄДРПОУ 13481691

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.30.22

Додаткова інформація: Вогнезахисне покриття (суміш для вогнезахисного покриття) 'Ендотерм 170205', що виробляється серійно з 29.09.2008 до 25.11.2012 згідно з ТУ У 24.3-13481691.009-2004 'Суміш для вогнезахисного покриття 'Ендотерм 170205'. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 4 (чотири) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Маркування продукції здійснюється згідно з п. 2.5 ТУ У 24.3-13481691.009-2004

Серія: ВВ № 100603

№ 384 № сертифіката: UA1.016.0158113-08 Дата видачі: 13.10.2008 Дійсний до: 18.10.2012

Виданий: ТОВ 'СтілАрм', адреса: 03150, м. Київ, вул. Ямська, 72, код ЄДРПОУ 30264554. Доручення фірми 'Promat GmbH' від 14.08.2007

Продукція: Система з вогнезахисних плит PROMATECT-L500 для виготовлення ревізійних люків з межею вогнестійкості EI 60, з габаритними розмірами до 820 мм x 1 220 мм

Виробник: Фірма 'Promat GmbH' (Німеччина), адреса: Scheifenkamp 16, DE-40878 Ratingen, Germany

Код ТН ЗЕД: 6806 90 00 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Система з вогнезахисних плит PROMATECT-L500 для виготовлення ревізійних люків з межею вогнестійкості EI 60, що виробляється серійно з 13.10.2008 до 18.10.2012. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Гарантійний термін служби системи для вогнезахисту сталевих конструкцій відповідно до декларації фірми 'Promat GmbH' складає 50 (п'ятдесят) років

Серія: ВВ № 100620

№ 405 № сертифіката: UA1.016.0168358-08 Дата видачі: 30.10.2008 Дійсний до: 19.10.2010

Виданий: Фірма 'Sika Deutschland GmbH Business Unit Protective Coatings' (Німеччина), адреса: Kornwestheimer Strasse 103-107, D-70439 Stuttgart, Germany

Продукція: Вогнезахисне покриття для сталевих конструкцій 'Sika Unitherm ASR' з покривним лаком 'Sika Unitherm 7854'

Виробник: Фірма 'Sika Deutschland GmbH Business Unit Protective Coatings' (Німеччина), адреса: Kornwestheimer Strasse 103-107, D-70439 Stuttgart, Germany, адреса виробництва: Rieter Tal, D-71665, Vaihingen/Enz, Germany

Код ТН ЗЕД: 3824907000 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисне покриття для сталевих конструкцій 'Sika Unitherm ASR' з покривним лаком 'Sika Unitherm 7854', що виробляється серійно з 30.10.2008 до 19.10.2010. Здійснюється технічний нагляд за оціненою системою управління якістю та стабільністю показників сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100642

ДОДАТКИ: Серія: ГЕ № 252137

№ 406 № сертифіката: UA1.016.0168364-08 Дата видачі: 30.10.2008 Дійсний до: 19.10.2010

Виданий: Фірма 'Sika Deutschland GmbH Business Unit Protective Coatings' (Німеччина), адреса: Kornwestheimer Strasse 103-107, D-70439 Stuttgart, Germany

Продукція: Покриття вогнезахисне 'Sika Unitherm AWR' з покривним лаком 'Sika Unitherm 38279' для внутрішніх облицювальних та оздоблювальних матеріалів і дерев'яних елементів горищних покриттів (крокв, лат)

Виробник: Фірма 'Sika Deutschland GmbH Business Unit Protective Coatings' (Німеччина), адреса: Kornwestheimer Strasse 103-107, D-70439 Stuttgart, Germany, адреса виробництва: Rieter Tal, D-71665, Vaihingen/Enz, Germany

Код ТН ЗЕД: 3824907000 Код ОКП:

Додаткова інформація: Покриття вогнезахисне 'Sika Unitherm AWR' з покривним лаком 'Sika Unitherm 38279' для внутрішніх облицювальних та оздоблювальних матеріалів і дерев'яних елементів горищних покриттів (крокви, лати), що виробляється серійно з 30.10.2008 до 19.10.2010. Здійснюється технічний нагляд за оціненою системою управління якістю та стабільністю показників сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100644

№ 408 № сертифіката: UA1.016.0168430-08 Дата видачі: 31.10.2008 Дійсний до: 19.10.2010

Виданий: Фірма 'Sika Deutschland GmbH Business Unit Protective Coatings' (Німеччина), адреса: Kornwestheimer Strasse 103-107, D-70439 Stuttgart, Germany,

Продукція: Вогнезахисне покриття для кабелів 'Sika Unitherm AKR' з покривним лаком 'Sika Unitherm 38202'

Виробник: Фірма 'Sika Deutschland GmbH Business Unit Protective Coatings' (Німеччина), адреса: Kornwestheimer Strasse 103-107, D-70439 Stuttgart, Germany, адреса виробництва: Rieter Tal, D-71665, Vaihingen/Enz, Germany

Код ТН ЗЕД: 3824907000 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисне покриття для кабелів 'Sika Unitherm AKR' з покривним лаком 'Sika Unitherm 38202', що виробляється серійно з 31.10.2008 до 19.10.2010. Здійснюється технічний нагляд за оціненою системою управління якістю та стабільністю показників сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: BB № 100643

№ 411 № сертифіката: UA1.016.0169379-08 Дата видачі: 03.11.2008 Дійсний до: 30.10.2013

Виданий: Фірма 'Dunamenti Tuzvedelem ZRt.' (Угорщина), адреса: H-2131 God, Nemeskeri Kiss Miklos u. 33, Hungary

Продукція: Вогнезахисні подушки типу 'PS' (ПШ) для кабельних проходок

Виробник: Фірма 'Dunamenti Tuzvedelem ZRt.' (Угорщина), адреса: H-2131 God, Nemeskeri Kiss Miklos u. 33, Hungary

Код ТН ЗЕД: 3824 90 70 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисні подушки типу 'PS' (ПШ) для кабельних проходок, що виробляються серійно з 31.10.2008 до 30.10.2013. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 4 (чотири) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: BB № 100649

№ 412 № сертифіката: UA1.016.0169380-08 Дата видачі: 03.11.2008 Дійсний до: 30.10.2013

Виданий: Фірма 'Dunamenti Tuzvedelem ZRt.' (Угорщина), адреса: H-2131 God, Nemeskeri Kiss Miklos u. 33, Hungary

Продукція: Вогнезахисна речовина (покриття вогнезахисне) 'Polytherm' для сталевих конструкцій

Виробник: Фірма 'Dunamenti Tuzvedelem ZRt.' (Угорщина), адреса: H-2131 God, Nemeskeri Kiss Miklos u. 33, Hungary

Код ТН ЗЕД: 3824 90 70 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисна речовина (покриття вогнезахисне) 'Polytherm', що виробляється серійно з 31.10.2008 до 30.10.2013. Здійснюється

технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 4 (чотири) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100650

ДОДАТКИ: Серія: ГЕ № 252149

№ 418 № сертифіката: UA1.016.0170153-08 Дата видачі: 04.11.2008 Дійсний до: 08.08.2009

Виданий: ЗАТ 'Завод Елокс', адреса: 63460, Харківська обл., Зміївський р-н, смт. Комсомольське, Балаклейське шосе, б. 58, код ЄДРПОУ 14306300. Доручення ЗАТ 'Элокс-Пром' від 18.02.2008

Продукція: Вогнезахисна силіконова речовина 'Силотерм ЕП-6', що спучується, для кабелів, яка наноситься на покрив з вогнезахисної речовини 'PYRO-SAFE FLAMMOPLAST KS 1' для кабелів виробництва фірми 'svt Brandschutz Vertriebsgesellschaft mbH International' (Німеччина)

Виробник: ЗАТ 'Элокс-Пром' (Росія), адреса: Россия, 129626, г. Москва, 1-ый Рижский пер., 6, стр.6, адреса виробництва: Завод Силиконовых Материалов и склад ЗАО 'Элокс-Пром', Россия, 140143, Московская обл., Раменский р-н, пос. Родники, ул. Трудовая, 10, Технопарк 'Родники'

Код ТН ЗЕД: 3824 90 70 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисна силіконова речовина 'Силотерм ЕП-6', що виробляється серійно з 04.11.2008 до 08.08.2009 згідно з ТУ 2257-002-33680530-02 Силиконовое огнезащитное покрытие 'Силотерм ЕП-6' зі зміною № 1. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності. Використання вогнезахисної силіконової речовини 'Силотерм ЕП-6', що спучується, для кабелів, для нанесення на покрив з вогнезахисної речовини 'PYRO-SAFE FLAMMOPLAST KS 1' для кабелів виробництва фірми 'svt Brandschutz Vertriebsgesellschaft mbH International' (Німеччина) можливе за умови погодження виконання робіт у кожному конкретному випадку з органами Державного пожежного нагляду

Серія: ВВ № 100654

№ 436 № сертифіката: UA1.016.0177022-08 Дата видачі: 17.11.2008 Дійсний до: 30.10.2013

Виданий: Фірма 'Dunamenti Tuzvedelem ZRt.' (Угорщина), адреса: H-2131 God, Nemeskeri Kiss Miklos u. 33, Hungary

Продукція: Вогнезахисна піна 'Dunafoam 1K' для проходок кабельних

Виробник: Фірма 'Dunamenti Tuzvedelem ZRt.' (Угорщина), адреса: H-2131 God, Nemeskeri Kiss Miklos u. 33, Hungary

Код ТН ЗЕД: 3824 90 70 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисна піна 'Dunafoam 1K' для проходок кабельних, що виробляється серійно з 17.11.2008 до 30.10.2013. Здійснюється

технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 4 (чотири) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100677

№ 437 № сертифіката: UA1.016.0177024-08 Дата видачі: 17.11.2008 Дійсний до: 30.10.2013

Виданий: Фірма 'Dunamenti Tuzvedelem ZRt.' (Угорщина), адреса: H-2131 God, Nemeskeri Kiss Miklos u. 33, Hungary

Продукція: Вогнезахисна речовина (покриття вогнезахисне) 'Polylack A', що спучується, для сталевих конструкцій

Виробник: Фірма 'Dunamenti Tuzvedelem ZRt.' (Угорщина), адреса: H-2131 God, Nemeskeri Kiss Miklos u. 33, Hungary

Код ТН ЗЕД: 3824 90 70 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисна речовина (покриття вогнезахисне) 'Polylack A', що спучується, для сталевих конструкцій, що виробляється серійно з 17.11.2008 до 30.10.2013. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 4 (чотири) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100678

ДОДАТКИ: Серія: ГЕ № 252161

№ 438 № сертифіката: UA1.016.0177027-08 Дата видачі: 17.11.2008 Дійсний до: 30.10.2013

Виданий: Фірма 'Dunamenti Tuzvedelem ZRt.' (Угорщина), адреса: H-2131 God, Nemeskeri Kiss Miklos u. 33, Hungary

Продукція: Проходки кабельні, що виконані із застосуванням вогнезахисної пасти 'Polylack K', вогнезахисної речовини 'Polylack F' та плит мінераловатних

Виробник: Фірма 'Dunamenti Tuzvedelem ZRt.' (Угорщина), адреса: H-2131 God, Nemeskeri Kiss Miklos u. 33, Hungary

Код ТН ЗЕД: 3824 90 70 00 Код ОКП:

Додаткова інформація: Проходки кабельні, що виконані із застосуванням вогнезахисної пасти 'Polylack K', вогнезахисної речовини 'Polylack F' та плит мінераловатних, що виробляються серійно з 17.11.2008 до 30.10.2013. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 4 (чотири) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100679

№ 461 № сертифіката: UA1.016.0183090-08 Дата видачі: 02.12.2008 Дійсний до: 17.07.2013

Виданий: ТОВ 'ИНГВІТ', адреса: 83014, м. Донецьк, вул. Лівобережна, 20, код ЄДРПОУ 34828385

Продукція: Вогнезахисна речовина (фарба вогнезахисна) 'Терапласт 146' для дерев'яних елементів горючих покриттів (крокв, лат)

Виробник: ТОВ 'ІНГВІТ', адреса: 83014, м. Донецьк, вул. Лівобережна, 20, код ЄДРПОУ 34828385

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.30.2

Додаткова інформація: Вогнезахисна речовина (фарба вогнезахисна) 'Терапласт 146', що виробляється серійно з 02.12.2008 до 17.07.2013 згідно з ТУ У 24.3-34828385-001:2008 Фарби вогнезахисні'. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 4 (чотири) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100698

№ 475 № сертифіката: UA1.016.0185820-08 Дата видачі: 08.12.2008 Дійсний до: 07.12.2010

Виданий: ТОВ 'НВП 'Укрвермікуліт', адреса: 08606, Київська обл., м. Васильків, вул. Прорізна, 1, код ЄДРПОУ 31101383

Продукція: Система для вогнезахисту сталевих конструкцій вогнезахисними плитами ПВН-О 600 зі спученого вермікуліту та неорганічного зв'язуючого ('ТЕРМОВЕР')

Виробник: ТОВ 'НВП 'Укрвермікуліт', адреса: 08606, Київська обл., м. Васильків, вул. Прорізна, 1, код ЄДРПОУ 31101383

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 26.8

Додаткова інформація: Система для вогнезахисту сталевих конструкцій, що виробляється серійно з 08.12.2008 до 07.12.2010. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100709

ДОДАТКИ: Серія: ГЕ № 252185

№ 484 № сертифіката: UA1.016.0189320-08 Дата видачі: 17.12.2008 Дійсний до: 16.12.2010

Виданий: ТОВ 'Пожежний профілактик', адреса: 04080, м. Київ, вул. Костянтинівська, 73, код ЄДРПОУ 31752093

Продукція: Вогнезахисні речовини покривні воднодисперсійні акрилові ВД АК-5021 'Пірант-колор' та ВД АК-5021 'Пірант-система' для дерев'яних елементів горючих покриттів (крокв, лат)

Виробник: ТОВ 'Пожежний профілактик', адреса: 04080, м. Київ, вул. Костянтинівська, 73, код ЄДРПОУ 31752093, адреса виробництва: 08300, Київська обл., м. Бориспіль, вул. Запорізька, 28

Код ТН ЗЕД: Код ОКП: 24.66.48

Додаткова інформація: Вогнезахисні речовини покривні воднодисперсійні акрилові ВД АК-5021 'Пірант-колор' та ВД АК-5021 'Пірант-система', що виробляються серійно з 17.12.2008 до 16.12.2010 згідно з ТУ У 24.6-31752093-003:2005 'Речовини вогнезахисні покривні воднодисперсійні акрилові: ВД АК-

5021 'Пірант-колор', ВД АК-5021 'Пірант-система'. Здійснюється технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції 2 (два) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100721

№ 496 № сертифіката: UA1.016.0191728-08 Дата видачі: 24.12.2008 Дійсний до: 23.12.2013

Виданий: ПП 'ДСС ГРУП', адреса: 21000, м. Вінниця, вул. Івана Бевза, 34, офіс 211, код ЄДРПОУ 35997299. Доручення фірми 'PROTECCION PASIVA 2000, S.L.' (Іспанія) від 20.12.2008 № 1

Продукція: Вогнезахисне покриття (штукатурка протипожежна) VERMIPLASTER для сталевих колон

Виробник: Фірма 'PROTECCION PASIVA 2000, S.L.' (Іспанія), адреса: Pol. Ind. Carretera de la Isla, C/ Aljibe, 19, 41700 Dos Hermanas (Sevilla), Spain

Код ТН ЗЕД: 3824 Код ОКП:

Додаткова інформація: Вогнезахисне покриття (штукатурка протипожежна) VERMIPLASTER для сталевих колон, що виробляється серійно з 24.12.2008 до 23.12.2013. Здійснюється технічний нагляд за стабільністю показників сертифікованої продукції 3 (три) рази протягом терміну дії сертифіката відповідності

Серія: ВВ № 100730

ДОДАТКИ: Серія: ГЕ № 252191

Навчальне видання

Пушкаренко Алла Сергіївна
Васильченко Олексій Володимирович
Квітковський Юрій Володимирович
Луценко Юрій Володимирович
Миргород Оксана Володимирівна

**ВОГНЕЗАХИСНЕ ОБРОБЛЯННЯ
БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ**

Навчальний посібник

Підписано до друку 10.01.11 . Формат 60x84/16.
Папір 80 г/м². Друк ризограф. Ум.друк. арк. 10,9
Тираж 300 прим. Вид. № 01/10. Зам.№ 495/11 Обл.вид арк. 7,3 Зам. № 91
Відділення редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023, м. Харків, вул. Чернишевська, 94

КП "Міська друкарня", 61002, Харків, вул. Артема, 44
Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення
України про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції,
№ 3613 серія ДК від 29.10.2009