

Будівлі і споруди та їх поведінка в умовах пожежі

**МОДУЛЬ 2:**

**“Поведінка будівельних конструкцій  
під час пожежі”.**

**ЛЕКЦІЯ 15.**

**ПОВЕДІНКА БУДІВЕЛЬНИХ  
КОНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС  
ПОЖЕЖІ**

# ПЛАН ЛЕКЦІЇ:

1. Поведінка будівель, зведених із залізобетонних конструкцій.
2. Особливості відновлення залізобетонних конструкцій після пожежі.
3. Теплове навантаження на конструкції будівель.

# 1. Поведінка будівель, зведених із залізобетонних конструкцій.

Міцність важкого бетону на осьовий стиск і осьовий розтяг при високих і підвищених температурах істотно змінюється і залежить від умов вільного вологообміну з навколишнім середовищем, температури нагрівання, тривалості і температурного режиму випробувань.

**Найбільше зниження міцності бетону відзначається при короткочасному нагріванні до температур 60 - 90 °C та складає відповідно 35 і 21 %.**

При температурі 200 - 400 °C призменна міцність збільшується на 5 - 10 %.

Нагрівання вище 400 °C викликає зниження міцності бетону.

При 600 °C воно складає 65 %, а при 700 °C - 48 % міцності зразків, що не нагрівалися.

Бетон при нагріванні змінюється в об'ємі і дає вогневу усадку.

При нагріванні виявляються два види температурних деформацій бетону: температурне розширення (оборотна деформація) і усадка (необоротна деформація).

Після нагрівання і наступного охолодження обидва види дають сумарну деформацію, що менша температурного розширення на розмір усадки бетону.

При нерівномірному нагріванні і криволінійному розподілі температури по висоті перетину залізобетонного елемента до утворення тріщин виникає **напружений стан** із самоврівноваженими епюрами напруг.

На гранях перетину елемента виникає **стиск**, у середній частині по висоті перетину - **розтяг**.

Від різниці температурного розширення бетону й арматури в елементі додатково створюється напружений стан.

У міру того як до колони прикладається навантаження, тобто змінюється положення плоского перетину, центральна частина колони, як найменш нагріта, має меншу деформативність.

Вона починає навантажуватися і напруги в ній зростають, а периферійні волокна - найбільш нагріті, мають велику деформативність і, отже, відчують менші напруги.

При досягненні максимального навантаження центральна частина колони руйнується, а периферійне волокно ще не досягає свого максимуму.



## 2. Особливості відновлення залізобетонних конструкцій після пожежі.

В процесі будівництва і експлуатації будівель, внаслідок різних причин можуть виникати пожежі або аварії, які супроводжуються горінням, яке не контролюється.

**Для пожеж характерний короткочасний (1- 6 годин) вплив полум`я на будівельні конструкції.**

**Потужність вогневого впливу на конструкції обумовлює тривалість пожежі та зростання температур його внутрішнього середовища.**

Обстеження будівель після пожеж показує, що залізобетонні конструкції мають різний ступінь пошкодження від вогневого впливу.

У зв'язку з цим розрізняють зону руйнування (обвалення) і аварійну зону, ділянки сильних, середніх і слабих пошкоджень конструкцій будівлі.

В промислових і складських будівлях, в процесі виробництва яких обертаються пальні і легкозаймисті речовини і матеріали (рідини, деякі пінопласти і т.п.), будівельні конструкції попадають в осередок пожежі після закінчення 1 - 2 хв. від початку загоряння.

При цьому нагрів конструкцій, що виявилися в осередку горіння, відбувається внаслідок випромінювання тепла полум'я, найбільша температура якого сягає 1000 - 1200 °С.

При горінні зріджених газів і деяких хімічних речовин температура в осередку пожежі знаходиться в межах 1200 - 1600 °С.

**Величина температури на поверхні будівельних елементів і частин будинків залежить від температури внутрішнього середовища пожежі, а також від їхнього розташування і відстані від місця горіння (осередку пожежі).**

**Отже, на поверхні залізобетонних конструкцій, розташованих над осередком горіння, температура внутрішнього середовища пожежі знаходиться в залежності від температури полум'я пальної речовини (1000 - 1600 °С).**

Температура на поверхні  
конструкцій, що примикає  
до осередку горіння, знижується  
до 800 - 1000 °C,  
при видаленні від осередку  
горіння – до 500 °C і нижче.



**Температуру внутрішнього середовища пожежі в різноманітних точках по довжині (або висоті) помешкання визначають по номограмі в залежності від середньої об'ємної температури і відношення відстані (або висоти) від осередку горіння до фіксованого.**

- За цими номограмами можна з достатньою точністю визначити середньооб'ємну температуру і температуру в заданій точці.**

### 3. Теплове навантаження на конструкції будівель.

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

Так, густина теплового потоку при горінні:

- деревини складає - 157 000, ккал/(м<sup>2</sup>.год).
- полістіролу - 284 000, ккал/(м<sup>2</sup>.год).
- нафти - 640 000 ккал/(м<sup>2</sup>.год).

**Тепло, що виділяється при пожежі, частково акумулюють будівельні конструкції і частково відносять продукти горіння.**

**Теплове навантаження, сприймане 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 °C.

**Від впливу високих температура при прогріві перетинів залізо-бетонних 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 властивості міцності і деформації.**

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

Як показує практика дослідження пожеж, будівельні елементи конструкцій жодного будинку не можуть задовольняти 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 можливе виправлення значно ушкоджених (на перший погляд навіть безнадійних) залізобетонних конструкцій будівель і споруд.**

- Технічне обстеження конструкцій будівлі, ушкодженої вогнем проводять для виявлення обсягів відновлених робіт і оцінки можливості їх подальшої експлуатації.**

При оцінці вогнестійкості конструкції необхідно вирішення таких задач:

- 1) дослідження температурного режиму натурної пожежі і прогріву перетину залізобетонних конструкцій;
- 2) визначення часу опору залізобетонних елементів конструкцій вогневому впливу;
- 3) виявлення причин руйнування конструкцій;

- 4) виявлення стана фактичної (залишкової) несучої спроможності залізобетонних конструкцій, ушкоджених вогнем;
- 5) визначення зон і ділянок ушкодження вогневим впливом конструкцій будинків;
- 6) уточнення відповідності фактичної межі вогнестійкості необхідному у відповідності з будівельними правилами й умовами пожежної безпеки в залежності від розміру вогневого навантаження в будівлі.

**Дослідження пожежі будівельні експерти роблять для вивчення пожежно-технічної характеристики будівлі, процесів розвитку вогневого впливу, причин і умов поширення вогню, особливостей поведінки будівельних конструкцій при пожежі і після неї, наслідків впливу високих температур на частини будинку і його конструктивні елементи, визначення обсягу ушкоджень і встановлення збитку по конструкціях будинку.**

Слабкі ушкодження конструкцій,  
що потребують ремонту після  
вогневого впливу,  
характеризуються:

- 1) поверхневими тріщинами із шириною розкриття до 0,5 мм у розтягнутих зонах елементів, що вигинаються;

- 2) незначними деформаціями елементів без ушкодження стиснутих зон і стрижнів робочої арматури.  
При цьому прогини балок не перевищують  $1/100$  прольота, відхилення осей колони від вертикалі менше  $1/150$  їх висоти.
- 3) незначним прогрівом перетинів елементів під впливом високих температур.  
У цьому випадку сколювання бетону відбуваються при простукуванні захисного шару (у масивних конструкціях сколювання може відбутися безпосередньо після вогневого впливу, глибина сколювання не більш 20 мм).

# Завдання на самопідготовку:

- 1. Яковлев А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций М.: Стройиздат.: 1988. с 30 – 54.
- 2. Бушев В.П., Пчелинцев В.А., Федоренко В.С., Яковлев А.И. Огнестойкость зданий. – М.: Стройиздат 1970. – с 86 – 120.
- 3. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций /НИИЖБ. – М.: Стройиздат. 1985.
- 4. Ройтман М.Я. Пожарная профилактика в строительстве (Учебник для слушателей ВИПТШ под редакцией Кудаленкина В.Ф.) М.: ВИПТШ, 1975. – с 71 – 99.
- 5. ДБН В.1.1–7–2002. Захист від пожежі. Пожежна небезпека об'єктів будівництва.