

Будівлі і споруди та їх поведінка в умовах пожежі

МОДУЛЬ 2:

“Поведінка будівельних конструкцій під час пожежі”.

ЛЕКЦІЯ 13.

**ПОЖЕЖНО-ТЕХНІЧНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕРЕВ’
ЯНИХ БУДІВЕЛЬНИХ
ЕЛЕМЕНТІВ .**

ПЛАН ЛЕКЦІЇ:

1. Поведінка деревини в умовах підвищених температур.
2. Поведінка дерев`яних конструкцій під час пожежі.
3. Загальна послідовність визначення межі вогнестійкості дерев`яних конструкцій.

1. Поведінка деревини в умовах підвищених температур.

Як відомо, деревина є матеріалом природного походження, який на 99% складається з органічних речовин (50% складових деревини – це целюлоза). Наявність целюлози у структурі деревини і обумовлює її горючість.

Під дією високої температури відбувається так званий піроліз целюлози – процес хімічного перетворення целюлози в інші речовини, який супроводжується виділенням газів.

Піроліз проходить у дві стадії:

- 1 стадія - спостерігається при нагріванні деревини до температури 200 – 250 °С. Целюлоза перетворюється на вугілля і виділяє негорючі гази (чадний газ, вуглекислий газ, водяний пар);
- 2 стадія - спостерігається при нагріванні деревини до температури 250 – 360 °С і вище. Целюлоза перетворюється на смоли і виділяє горючі гази, зокрема метан.

Механізм розвитку горіння

деревини у загальному випадку виглядає наступним чином:

1. На початку впливу високої температури поверхневі шари деревини починають прогріватися. Целюлоза, що міститься там, починає перетворюватися на вугілля (поверхнєве обвуглення деревини) під дією зовнішнього теплового випромінювання, вугілля починає тліти і само виділяє тепло;



**2. Від розогрітого вугілля
теплова енергія
розповсюджується вглиб
деревини, температура прогріву
деревини збільшується.**

**Внаслідок подальшого прогріву
розпочинається піроліз
целюлози у більш глибоких
шарах деревини, при чому
виділяються горючі гази;**



3. Горючі гази по капілярах починають виходити на поверхню, де вступають у взаємодію із киснем зовнішнього повітря і спалахують від тліючого вугілля, розпочинаючи самотійне горіння деревини, горіння газів підтримує тління у деревному вугіллі;



4. Шари деревини послідовно перетворюються на вугілля, деревина прогрівається далі углибину, піроліз целюлози триває за рахунок прогріву глибинних шарів деревини. Таким чином продовжується горіння деревини.



Горіння деревини припиниться в тому випадку, коли вся деревина перетвориться на вугілля або в той момент, коли буде ліквідовано джерело теплового випромінювання.

• Іншими словами, горіння деревини буде тривати до тих пір, доки відбуватиметься піроліз целюлози.

Горіння – це екзотермічна реакція окислення речовин, що супроводжується інтенсивним виділенням тепла, світла, звуку, диму і полум'я.

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.

Розрізняють дві фази горіння деревини:

- **перша фаза** характеризується поглинанням тепла деревиною і виділенням негорючих газів.

При прогріві деревини до температур 100 – 110 °С спостерігається висихання деревини і виділення летючих ароматичних речовин.

При прогріві до температур 110 – 150 °С деревина починає змінювати колір (жовтіє), ароматичні речовини виділяються більш інтенсивно.

При прогріві до температур 150 – 250 °С розпочинається димоутворення і обвуглення;

- **друга фаза** характеризується виділенням теплової енергії з деревини, виділенням горючих газів, самотійним горінням деревини і горінням вуглецю:

- При прогріві деревини до температур 250 – 280 °С спостерігається вихід горючих газів на поверхню і їх займання.
- При прогріві до температур 280 – 300 °С збільшується вихід горючих газів і розпочинається самотійне горіння деревини великим полум'яним факелом.
- При прогріві до температур 300 – 350 °С відбувається інтенсивне утворення деревного вугілля, вугілля утворює своєрідну суцільну корку, яка екранує деревину.

Оскільки деревне вугілля є дуже крихким, то вугільна корка одразу вкривається тріщинами, крізь які горючі гази продовжують виходити на поверхню. Горіння деревини триває, але із зменшеним полум'яним факелом.

Слід зауважити, що само спалахування деревини відбувається при прогріві до температур 350 – 450 °С, при тривалому прогріванні деревини температура спалахування може навіть знижуватись.

2. Поведінка дерев`яних конструкцій під час пожежі.

Дерев`яні конструкції, які експлуатуються у наявних будівлях, в основному являють собою стрижньові елементи (балки, перекриття, кроквяні балки, стояки).

- Ці елементи виконують лише несучу функцію, тому межа вогнестійкості таких елементів визначається лише за 1-м граничним станом.

Під час пожежі дерев`яні конструкції починають самотійно горіти, шари деревини послідовно перетворюються на вугілля.

При подальшому розвитку пожежі обвуглення деревини триває і величина робочого перерізу конструкції починає поступово зменшуватися. Відповідно зі зменшенням робочого перерізу знижується і несуча здатність конструкцій.

У деякий момент настає ситуація, коли залишкова несуча здатність конструкції виявляється меншою, ніж зовнішнє навантаження і в цей момент відбувається руйнування конструкції.



Для того, щоб визначити межу
вогнестійкості дерев`яних
конструкцій необхідно:

- знати її геометричні розміри, а також величину зовнішнього навантаження;
- крім того, необхідно задати величину нормативного обвуглення.

Для деревини хвойних порід величина нормативного обвуглення складає 2-2,5 мм/хв.

3. Загальна послідовність визначення межі вогнестійкості дерев'яних конструкцій

З початку визначають параметри конструкції **до пожежі**, зокрема визначають несучу здатність.

Тривалість пожежі умовно розбивається на інтервали часу по 1-3 хв. Для конкретного інтервалу часу визначають зміни у несучій здатності. Несуча здатність у визначений інтервал часу порівнюється із зовнішнім навантаженням.

Несуча здатність стійки до пожежі:

$$N = \varphi \cdot A_{ст} \cdot R_d$$

де φ – коефіцієнт поздовжнього вигину;

$A_{ст}$ – площа перерізу до пожежі;

R_d – опір деревини.

**Коефіцієнт повздовжнього вигину
буде розрахований за формулами:**

$\varphi = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2$	при $\lambda \leq 70$
$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2}$	при $\lambda > 70$

Далі розраховується несуча здатність деревини через 3, 6, 9 (і т. д.) хвилин від початку вогневого впливу.

Якщо несуча здатність виявиться більшою, ніж зовнішнє навантаження, то визначають параметри конструкції для наступного інтервалу і продовжують розрахунок до тих пір, доки несуча здатність у визначений інтервал часу не виявиться меншою, ніж зовнішнє навантаження.

Втрата несучої спроможності дерев'яних конструкцій є **результатом обгоряння несучих елементів**, що, у кінцевому підсумку веде до зниження їх робочого перерізу та зростанню напруження в робочому перерізі при незмінному зовнішньому навантаженні.

Граничний стан конструкції за міцністю знаходять у момент, коли напруження в робочому перерізі стають рівними до нормативних.

ВИСНОВОК:

Таким чином, при визначенні межі вогнестійкості дерев'яних конструктивних елементів необхідно враховувати швидкість вигорання деревини, що призводить до:

- зменшення перерізу будівельного елемента,
- зростанню напружень та
- зменшенню несучої спроможності.

Запитання для самотійної підготовки:

- Чому деревина є горючим матеріалом?
- У яких конструкцій вище межа вогнестійкості: у металевих чи дерев'яних і чому?
- Що таке піроліз целюлози?
- За яким граничним станом розраховується межа вогнестійкості дерев'яних конструкцій і чому?
- Що є причиною руйнування дерев'яних конструкцій при пожежі?
- Охарактеризуйте першу стадію піролізу целюлози.
- Охарактеризуйте другу стадію піролізу целюлози.
- Охарактеризуйте 1 фазу горіння деревини.
- Охарактеризуйте 2 фазу горіння деревини.
- До яких пір може тривати горіння дерев'яної конструкції при пожежі?
- Які вихідні дані необхідні для визначення межі вогнестійкості дерев'яної конструкції?
- Наведіть загальну послідовність визначення межі вогнестійкості дерев'яної конструкції.

Завдання на самопідготовку:

- Література:
 1. ДСТУ Б В.2.7–19–95 (ГОСТ 30244–94). Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість.
 2. Пушкаренко А.С., Васильченко О.В., Квітковський Ю.В., Луценко Ю.В., Миргород О.В. «Вогнезахисне обробляння будівельних матеріалів і конструкцій» - Х.: НУЦЗУ, 2011. – 176 с.
 3. Яковлев А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. - М.: Стройиздат, 1988. - С. 26 - 32.
 4. Иванов В.А. і ін. Конструкции из дерева и пластмасс. Приклади проектування. - К.: Вища школа, 1981.
 5. Лыков А.В. Теория теплопроводности. -М.: "Высшая школа", 1967. – 599 с.