

Будівлі і споруди та їх поведінка в умовах пожежі

МОДУЛЬ 2:

“Поведінка будівельних конструкцій під час пожежі”.

ЛЕКЦІЯ 11.

Одномірні та двомірні температурні поля.

ПЛАН ЛЕКЦІЇ:

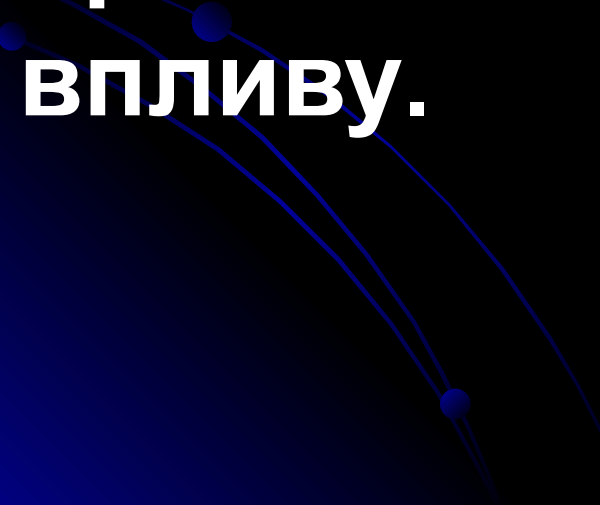
Вступ.

- 1 . Основні розрахункові схеми для визначення межі вогнестійкості будівельних конструкцій.
2. ДВОМІРНІ ТЕМПЕРАТУРНІ ПОЛЯ.
3. Визначення межі вогнестійкості залізобетонних стрижньових конструкцій.
4. Дія високої температури на статично визначені і статично невизначені елементи.

Основна сутність розрахунку межі вогнестійкості полягає в тому, щоб визначити час, протягом якого фізико-механічні властивості будівельного матеріалу, з якого виготовлена конструкція, зменшиться настільки (під впливом високої температури), що з'явиться можливість настання руйнування або прогрівання конструкції.

Іншими словами, необхідно визначити інтервал часу, протягом якого в конструкції під дією високої температури утвориться так зване температурне поле, яке призведе до зниження фізико-механічних властивостей матеріалу.

Температурним полем можна назвати сукупність значень температури прогріву об'єму матеріалу, що змінюється у часі протягом температурного впливу.



Для спрощення методики розрахунку вважається, що температурне поле розповсюджується у плані перерізу конструкції (одномірне температурне поле).

Загалом, задача по визначенню межі вогнестійкості складається з двох основних частин: теплотехнічної та статичної.

Теплотехнічна частина має на меті визначення параметрів температурного поля, яке виникає у перерізі елемента при прогріванні.

Тобто, за допомогою теплотехнічної задачі можна визначити інтервал часу, протягом якого конструкція прогріється до критичних температур.

Теплотехнічна задача може бути самотійно використана для визначення межі вогнестійкості за третім граничним станом.

У свою чергу, результати вирішення теплотехнічної частини є вихідними даними для статичної частини, за допомогою якої визначається інтервал часу, протягом якого конструкція під впливом високої температури втратить несучу здатність.

Статична задача самотійно використовуватись не може; вона може бути вирішена тільки у сукупності із теплотехнічною.

Шляхом вирішення тепло-технічної і статичної задачі визначається межа вогнестійкості **за першим граничним станом.**

Розрахунок межі вогнестійкості конструкції виконується з урахуванням наступних основних допущень:

- межа вогнестійкості розраховується для окремо взятої конструкції без урахування її взаємодії з іншими конструкціями;
- умовно вважається, що конструкція рівномірно прогрівається по всій довжині і висоті;
- втрати температури по кутах конструкції не враховуються;
- температурні напруження, що виникають в конструкції при нагріванні, не враховуються.

Для того, щоб приступити до вирішення теплотехнічної задачі, необхідно задати так звані крайові умови, які в свою чергу поділяються на: початкові і граничні.

До початкових умов відноситься температура конструкції до пожежі.

Граничні умови встановлюють закономірності теплообміну між джерелом теплового випромінювання і поверхнею конструкції, тобто з їх допомогою враховується напрямок теплового потоку, що діє на конструкцію і його інтенсивність.

Розрізняються граничні умови чотирьох родів:

- 1-го роду характеризуються задаванням зміни температури на поверхні конструкції (зміна температури у будь-якій точці поверхні);
- 2-го роду характеризуються задаванням щільності теплового потоку (зміни щільності теплового потоку, а також напрямком теплового потоку по відношенню до поверхні конструкції);

- **3-го роду** характеризуються задаванням характеру зміни температури теплового потоку протягом тривалості пожежі (завдається температура пожежі у будь-який момент часу і коефіцієнт теплообміну між поверхнею конструкції і зовнішнім середовищем);
- **4-го роду** характеризуються задаванням коефіцієнту теплообміну між обігріваною і необігріваною поверхнями конструкції.

1 . Основні розрахункові схеми для визначення межі вогнестійкості будівельних конструкцій.

Схема 1. Прогрівання плоскої конструкції тепловим потоком, що спрямований з однієї сторони.

Така схема застосовується для визначення межі вогнестійкості плоских огорожуючих конструкцій (плит, стінових панелей, тощо) за третім граничним станом.

Схема 2. Прогрівання стрижньових елементів з декількох боків одночасно.

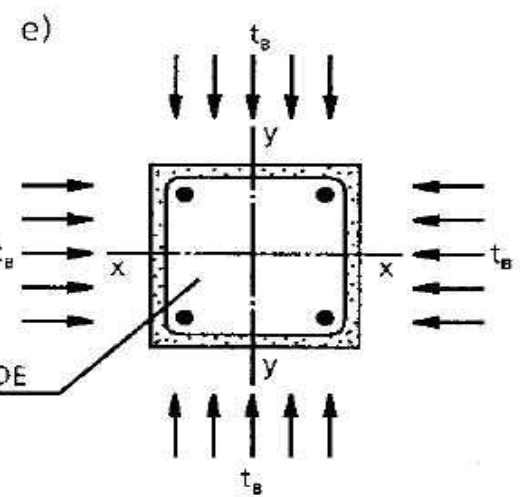
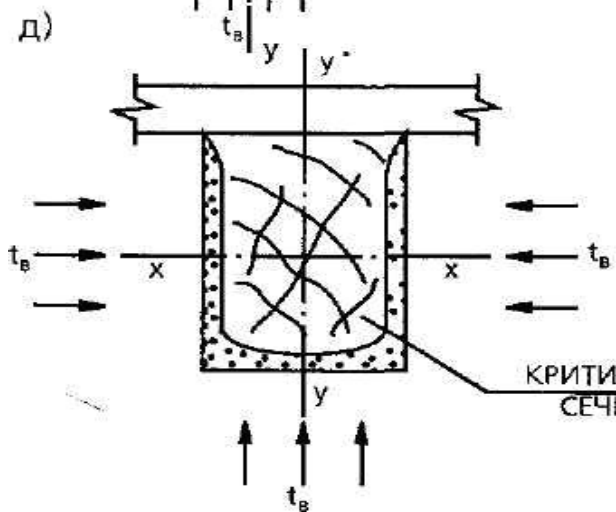
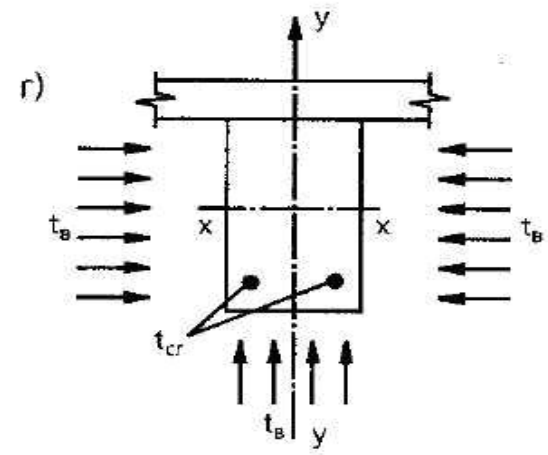
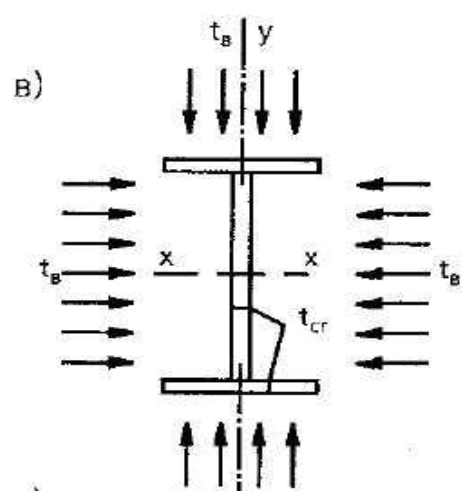
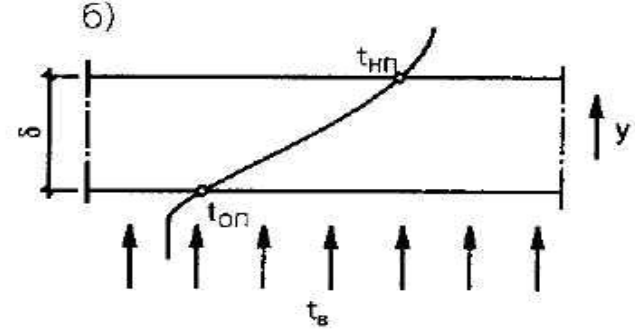
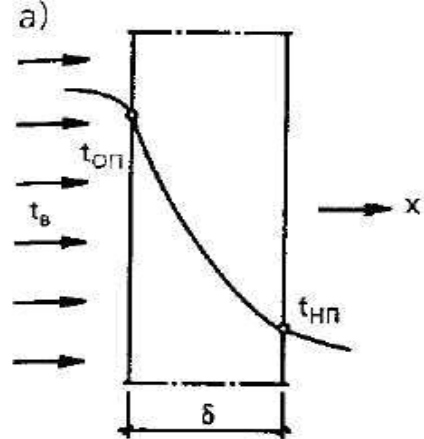
Така схема використовується для визначення межі вогнестійкості металевих незахищених конструкцій або залізобетонних згинальних елементів.

Завдяки цій схемі можна визначити час, протягом якого конструкція прогріється до критичної температури.

В даному випадку під критичною розуміється така температура, при досягненні якої конструкція втрачає несучу здатність.

Схема 3. Конструкція одночасно прогрівається із декількох боків, причому площа робочого перерізу конструкції поступово зменшується.

Така схема використовується під час розрахунку межі вогнестійкості дерев'яних конструкцій, а також стиснутих залізобетонних і кам'яних конструкцій.



2. ДВОМІРНІ ТЕМПЕРАТУРНІ ПОЛЯ.

Як відомо, температурне поле розповсюджується по всьому об'єму конструкції під час пожежі, тобто у трьох площинах.

Інженерна методика розрахунку межі вогнестійкості базується на тому, що ми умовно вважаємо температурне поле одномірним, тобто воно розповсюджується тільки у площі перерізу конструкції.

Двомірне температурне поле,
відповідно, буде розповсюджу-
ватися у двох площинах.

Поняття про двомірне
температурне поле використову-
ється при створенні розрахун-
кових методик, призначених для
машинного розрахунку.

Розрахунки, що базуються на двовірних температурних полях, більш точні, крім того, за допомогою таких методик можна визначити межу вогнестійкості конструкції зі складною геометричною формою (для двостійкових металевих колон, ферм, ребристих перекриттів, тощо).

Але для інженерного розрахунку такі методики занадто складні.

3. Визначення межі вогнестійкості залізобетонних стрижньових конструкцій.

**Для визначення межі
вогнестійкості залізобетонних
стиснутих елементів використо-
вується третя розрахункова
схема.**

**Залізобетонні колони під час
пожежі, як правило, руйнуються у
своїй центральній частині.**

Це пояснюється тим, що колона під час пожежі починає інтенсивно прогріватися, починаючи від зовнішніх шарів, і таким чином через деякий час повздовжня робоча арматура може опинитися у зоні прогріву.



Відповідно, вона почне втрачати свої механічні властивості і фактично може вимкнутися із сумісної роботи із бетоном.

Наслідком цього буде перерозподіл розтягуючих навантажень з арматури на бетон і крихке руйнування конструкції під навантаженням.

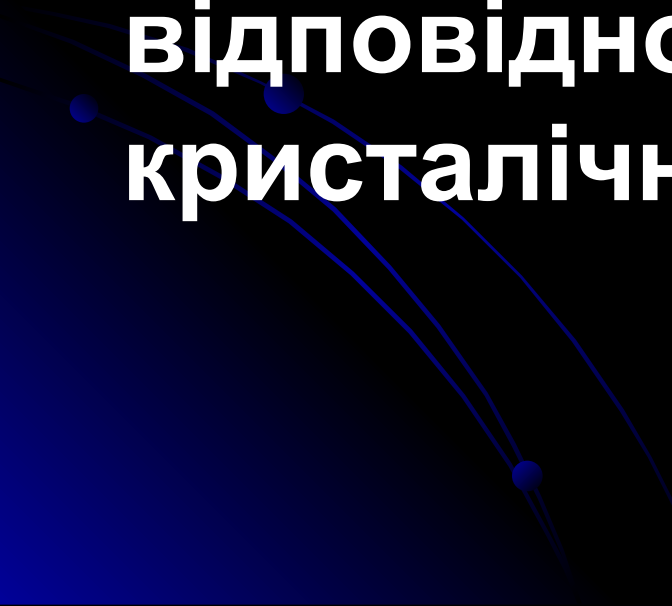
Слід зауважити, що будь-яка залізобетонна конструкція має захисний шар бетону.

Крім того, бетон є достатньо ефективним теплоізолятором, але при досягненні бетоном критичної температури він сам починає випромінювати тепло, а також починає втрачати свої механічні властивості.

Критична температура для бетону – це таке значення температури прогріву, при якому починає різко знижуватися розрахунковий опір матеріалу.

Приблизно можна вважати, що критична температура бетону на гранітному щебені дорівнює $650\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для бетону на вапняковому щебені $750\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Критична температура для арматури – це таке значення прогріву, при якому починає спостерігатись порушення межмолекулярних зв'язків і, відповідно, руйнування кристалічної ґратки.



Слід зауважити, що на початковій стадії пожежі, коли залізобетонна конструкція прогріється до температури **100-150 °C**, міцність бетону може навіть дещо збільшитись.

Це можна пояснити тим, що при нагріванні із бетону звільняється хімічно зв'язана волога.

Під дією цієї вологи ті частки цементу, що не прореагували з водою при виготовленні конструкції, вступають у реакцію з водою і утворюють новий цементний камінь.

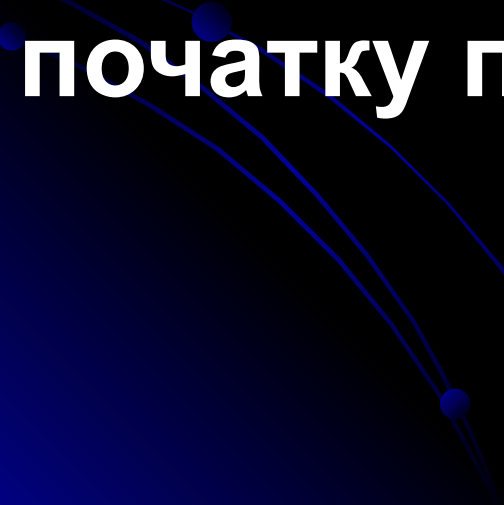
Але, як тільки вся волога випарилась із тіла бетону, відновлення цементного каменю припиняється і міцність бетону починає неухильно знижуватись.

Залежно від розміру перерізу, прогрівання колони може відбуватись по-різному.

- **Тонкостінними** вважаються колони з розміром перерізу до 120 мм. Вважається, що ця колонна прогрівається рівномірно по всій площі перерізу.
- **Товстостінні** колони мають розміри перерізу від 160 мм і вище. Такі колони прогріваються пошарово.

Враховуючи вищенаведене,
можна стверджувати, що
розрахунок межі вогнестійкості
залізобетонних колон
проводиться з урахуванням того,
що при пошаровому прогріві
робоча площа перерізу колони
постійно зменшується.

Таким чином, сутність
розрахунку межі вогнестійкості
залізобетонної колони полягає в
тому, щоб визначити несучу
здатність конструкції за деякий
визначений проміжок часу від
початку пожежі.



4. Дія високої температури на статично визначені і статично невизначені елементи.

- До статично визначених елементів відносяться такі, що мають шарнірне кріплення по обом сторонам (балки, плити).
- Статично невизначені елементи кріпляться жорстко або мають обпирання по трьом або чотирьом сторонам.
Вони мають дещо більшу вогнестійкість, ніж статично визначені.

Під час пожежі руйнування конструкції починається на середніх ділянках.

Якщо конструкція має шарнірне кріплення, то руйнування конструкції відбудеться практично одразу, оскільки половинки конструкції будуть мати змогу вільно повертатися відносно вузлів обпирання.

Якщо конструкція має жорсткі вузли обпирання, то її руйнування відбудеться тільки після того, як зруйнуються опорні вузли.

Половинки конструкції працюватимуть як консолі.