

УДК 620.168

**Вогнезахист зовнішнього армування
та методи визначення межі вогнестійкості металоконструкцій**

старший викладач, Романенко С.М.

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон

Закон України «Про пожежну безпеку» [1] визначає, що всі будівлі і споруди, що вводяться в експлуатацію після завершення будівництва та реконструкції, повинні відповідати вимогам пожежної безпеки. До нормативних актів, які регулюють загальні положення щодо забезпечення пожежної безпеки об'єктів будівництва відноситься ДБН В.1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва» [2], які встановлюють пожежно-технічну класифікацію будівельних матеріалів, конструкцій і т.п..

Основні положення і послідовність процедури вогнезахисту сталевих конструкцій найбільш повно викладені в правилах з вогнезахисту [3], які містять основні вимоги щодо виконання робіт з вогнезахисної обробки будівельних конструкцій, способи виконання робіт, умови експлуатації та утримання вогнезахисного покриття.

«Пожежна безпека будівельних виробів і будівельних об'єктів» - це основна вимога яка визначена в «Технічному регламенті» [4] і ДБН В.1.2-7:2008 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Пожежна безпека» [5].

Межа вогнестійкості несучих конструкцій визначається шляхом вогневих випробувань. Державними стандартами [6-9] встановлено методи випробувань будівельних конструкцій і виробів на вогнестійкість в яких враховані вимоги та рекомендації Міжнародного стандарту [10], Європейського стандарту [11,14-16], а також стандартів Німеччини [12] та Польщі [11]. Мета методу випробування несучих конструкцій полягає у визначенні часу від початку теплового впливу за стандартним температурним режимом до настання одного з граничних станів конструкції з вогнестійкості.

Методи випробувань і розрахунків вогнестійкості конструкцій залежить від вибору можливих розрахункових сценаріїв пожежі (стандартний, пожежний, вуглеводородний) згідно ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 [17] і температури навколишнього середовища.

Практично при нагріванні більше 500 - 600К сталеві конструкції втрачають несучу здатність, а при температурі 700 – 800К обвалення під власною вагою. В якості основної критичної (проектної) температури згідно ДСТУ Б В.1.1-4-98* "Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги" прийнята температура 500К. На даний час ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 вводить диференційний підхід до визначення критичної температури. На рис. 1 показані залежності коефіцієнтів зниження міцності стали від температури, які наведені в ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 "Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій.

Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість "[18].

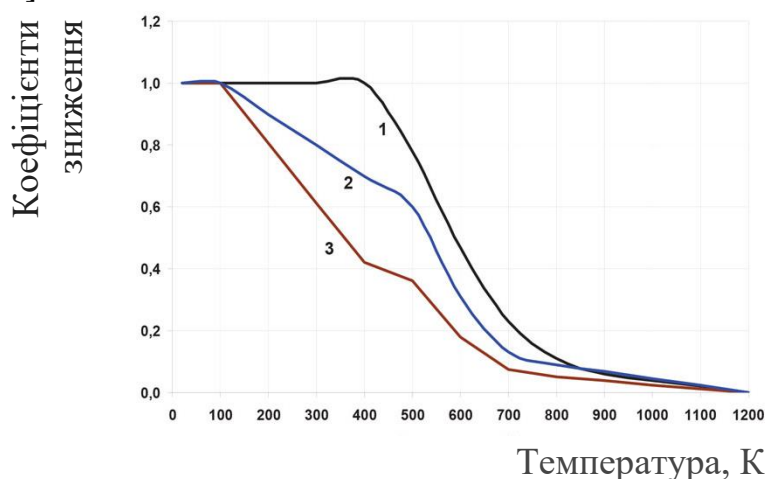


Рис. 1 Зниження міцності при нагріванні: 1 - коефіцієнт зниження межі текучості; 2- коефіцієнт зниження межі пропорційності; 3- коефіцієнт зниження межі модуля пружності

Так, самонесучі і недовантажені сталеві конструкції можуть зберігати свою несучу здатність і при температурі 650К, несуча здатність нормально навантажених конструкцій (з нормативним коефіцієнтом запасу) зберігається при 500 - 550К, перевантажені конструкції можуть втрачати несучу здатність вже при 400 - 450К. Наприклад, в Європі, Китаї та США значення критичної температури становить 530-810К, в Японії не перевищує 400К, в Англії прийнято дві критичні температури 500К і 620К.

Критична температура металоконструкцій залежить і від типу використовуваної марки сталі при нормативній експлуатаційному навантаженні [18-20].

Вогнестійкість сталевий незахищеною конструкції залежить від її наведеної товщини (див. Рис. 2). Наведена товщина визначається відношенням площі поперечного перерізу конструкції до її обігрівається периметру. Реально в будівництві застосовуються конструкції з наведеною товщиною не більше 24 мм.

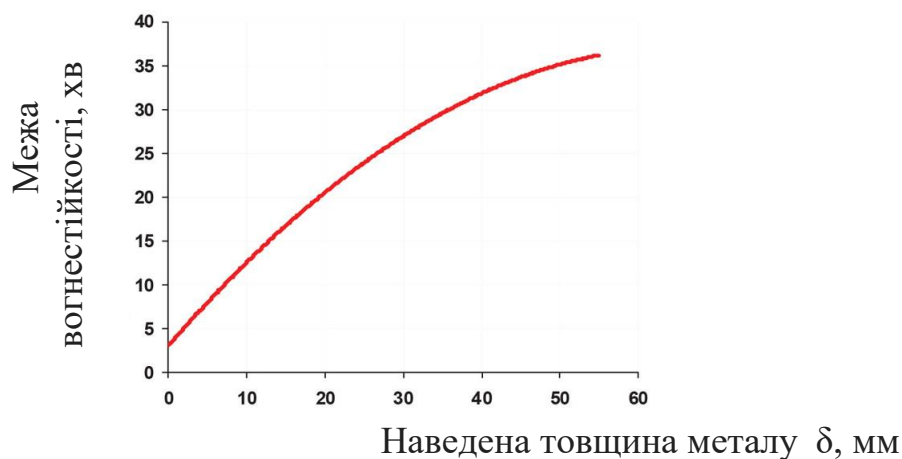


Рис. 2 Залежність межі вогнестійкості незахищеною сталевій конструкції від її наведеної товщини δ

Будівельні вироби повинні проектуватися та зводиться так, щоб у разі виникнення пожежі вони могли зберігати несучу здатність протягом певного проміжку часу, а також чинити опір поширенню вогню.

Показником вогнестійкості є межа вогнестійкості конструкцій, який визначається в умовах стандартних випробувань і часом від початку вогневого впливу до настання одного з граничних станів конструкції:

- втрата несучої здатності (R);
- втрата цілісності (E);
- втрата теплоізолюючої здатності.

Сталеві несучі конструкції по вогнестійкості поділяються на класи R15, R30, R45, R60, R90, R120, R150, R180. Літерне позначення R означає граничний стан конструкції за втратою несучої здатності. Цифрове позначення - межа вогнестійкості, що визначається в хвилинах від початку вогневого впливу за стандартним температурним режимом до досягнення критичної температури металу (для сталевих конструкцій).

Загальні вимоги до класів (меж) вогнестійкості будівельних конструкцій наведені в ДБН В.1.1-7-2016 "Загальні вимоги. Пожежна безпека об'єктів будівництва". Для сталевих конструкцій ці вимоги можна представити у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1

Ступінь вогнестійкості будинку	Мінімальні класи вогнестійкості сталевих конструкцій	Назва розділу	Назва розділу	Назва розділу
	Колони	Сталеві несучі конструкції сходових площадок і маршів	Сталеві несучі конструкції перекриттів	Балки, ферми, арки, рами покриттів
I	R150	R60	R60	R30
II	R120	R60	R45	R30
III	R120	R60	R45	не нормується
IIIa	R15	R15	R15	R15
IVa	R15	R15	R15	R15
V	не нормується			

З неї видно, що в будівлях і спорудах I - III ступеня вогнестійкості застосування незахищених сталевих конструкцій неможливо. У разі, коли нормативний клас вогнестійкості конструкції становить R15 (RE 15, REI 15), допускається застосування незахищених сталевих конструкцій не залежно від їх фактичної межі вогнестійкості (п. 4.40 ДБН В.1.1-7-2016)

Тому в будівлях ступеня вогнестійкості IIIa, IVa і V, сталеві конструкції можуть застосовуватися без вогнезахисту, за винятком випадків обумовлених в нормативній документації.

Для забезпечення нормативної межі вогнестійкості посиленних зовнішнім армуванням конструкцій застосовуються:

- нанесення на їх поверхню вогнезахисних покриттів і облицювань;
- застосування вогнезахисних екранів.

При реставраційних роботах та реконструкції будівель і споруд поширені спосіб вогнезахисту конструкцій обетонуванням, облицюванням цеглою та теплоізоляційними плитами. Для облицювання застосовують різні плити і листові вироби, керамічні кам'яні вироби, блоки, вогнезахисні штукатурки (суха будівельна суміш).

При вогнезахисному облицюванні матеріалами, які містять природну і хімічно з'єднуючу воду (гіпсокартон, штукатурки), сталева конструкція за кілька хвилин нагрівається до температури 100К і тримається певний час.

Вогнестійкість сталевій конструкції, яка облицювана мінераловатними плитами, може бути підвищена не тільки збільшенням захисного шару, а й за рахунок застосування плит з більшою щільністю. Нагрівання конструкцій з такою облицюванням йде монотонно. За рахунок застосування облицювання можна отримати значні межі вогнестійкості сталевих конструкцій до 180 хвилин і вище.

Вогнезахисні облицювання застосовуються, коли необхідно отримати межа вогнестійкості більше 60 хв (див. таблицю 1). Оцінка ефективності вогнезахисних облицювань проводиться в основному відповідно до ДСТУ Б В.1.1-13:2007 "Захист від пожежі. Балки. Метод випробувань на вогнестійкість "(EN 1365-3:1999, NEQ) і ДСТУ Б В.1.1-14:2007" Захист від пожежі. Колони. Метод випробувань на вогнестійкість "(EN 1365-4:1999, NEQ).

На жаль, ці стандарти не завжди дозволяють за отриманими під час випробувань результатами будувати інтерполяційні залежності для різних значень наведених товщини металу, товщини облицювання й критичних температур. Для захисту несучих сталевих конструкцій міжповерхових перекриттів можуть застосовуватися вогнезахисні підвісні стелі, які виготовляються за допомогою плитних матеріалів.

Фактично підвісні стелі це - горизонтальна підвісна облицювання. Випробування вогнезахисних підвісних стель проводяться відповідно до ДСТУ Б В.1.1-9:2003 "Захист від пожежі. Підвісна стеля. Метод випробувань на вогнестійкість "(EN 1364-2:1999, NEQ).

Незважаючи на те, що за рахунок вогнезахисних облицювань можна істотно підвищити вогнестійкість металевих конструкцій, застосування їх не завжди можливо і доцільно через їх високу вартість і маси, наприклад, для вогнезахисту конструкцій з невеликим межею вогнестійкості.

Для вогнезахисту сталевих несучих конструкцій, нормований межа вогнестійкості яких не перевищує 60 хвилин, раціонально застосування вогнезахисних фарб (покриттів), які терморозширюються (спучуються).

Вогнестійкість конструкцій з вогнезахисним спучуючи покриттям більше залежить від наведеної товщини конструкції, на відміну від конструкцій з вогнезахисної облицюванням. Це пов'язано з тим, що теплоємність металу конструкції і облицювання величини одного порядку, а теплоємність спучуючого тонкого покриття суттєво менше.

Оцінка вогнезахисної здатності спучуються покриттів, як і облицювань, може бути проведена відповідно до ДСТУ Б В.1.117:2007 "Захист від пожежі. Вогнезахисні покриття для будівельних металевих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності "(ENV 13381-4:2002, NEQ). На рис. 7 наведено графічне представлення фрагмента такої залежності для конкретного спучуються покриття при критичній температурі 500К.

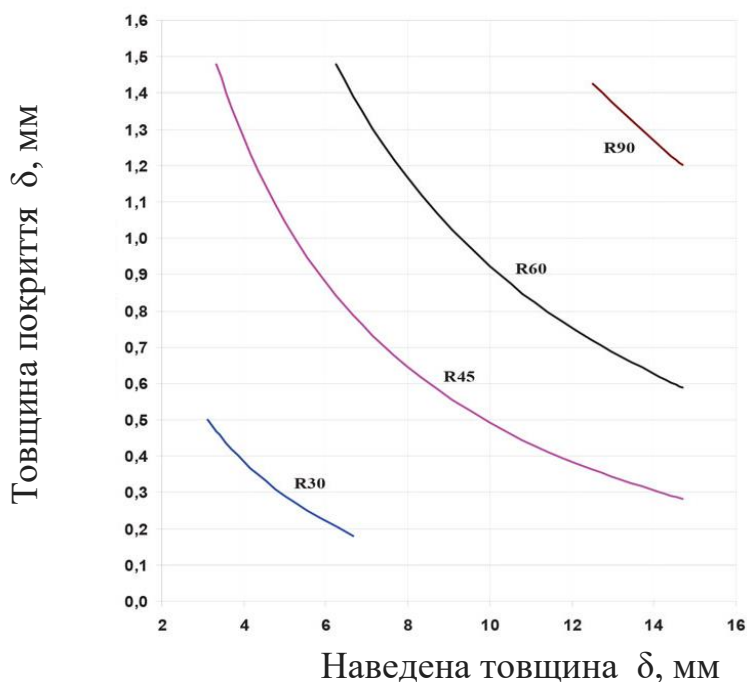


Рис. 3 Характерні залежності товщини спучуючого покриття і наведеної товщини металу для різних значень вогнестійкості при проектній (критичній) температурі 500К

Інтумесцентні покриття містить в своєму складі комплекс хімічних речовин, які в процесі термічних перетворень супроводжується комплексом ендотермічних хімічних реакцій, можуть виділяти продукти термолізу та горіння, що чинить негативний вплив під час пожежі на організм людини і навколишнє середовище [21].

Перевагою цих покриттів є мінімальна товщина, вагове навантаження на конструкції, технологічність робіт по вогнезахисту, ремонтпридатності, вібростійкість та добрі декоративні властивості.

Висновки. Будівельні матеріали та вироби, які застосовуються в різних будівельних роботах, повинні відповідати стандартам та Директивам ЄС [22-27].

Міжнародний досвід свідчить про те, що необхідним інструментом який гарантує відповідність якості продукції вимогам нормативно-технічної документації (НТД) є сертифікація - підтвердження відповідності продукції певним вимогам, конкретним стандартам або технічним умовам.

За даними Державного центру сертифікації ДСНС України на даний момент в Україні сертифіковані 19 вогнезахисних матеріалів для сталевих,

залізобетонних конструкцій, які відносяться до гнучкої (мати) та жорсткої (плити) конструкційного вогнезахисту.

Тому вибір захисного покриття для кожного випадку повинен проводитися окремо, в залежності від характеру агресивного середовища і матеріалу, що покривається.

Список використаних джерел

[1] Закон України «Про пожежну безпеку» (із змінами і доповненнями). Постанова Верховної Ради України №3747-ХІІ від 17.12.1993

[2] ДБН В.1.1.7-2016 «Загальні вимоги. Пожежна безпека об'єктів будівництва». – Київ: Мінрегіонбуд та житлво-комунального господарства України , 2017

[3] НАПБ Б.01.012-2007 «Правила з вогнезахисту» наказ МНС України №460 від 2.07.2007

[4] «Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд» (із змінами і доповненнями). Постанова Кабінету Міністрів України №543-2010-п від 30.06.2010

[5] ДБН В.1.2-7:2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. - Киев: Мінрегіонбуд України, 2008.- 3 с.

[6]ДСТУ Б В.1.1-4-98 Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги.- Київ: Держбуд України, 1999

[7] ДСТУ Б В.1.1-14:2007 «Захист від пожежі. Колони. Метод випробування на вогнестійкість»

[8] ДСТУ Б В. 1.1-13:2007(EN 1365-3:1999, NEQ) Балки. Метод випробування на вогнестійкість. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2007.- 13-14 с.

[9]ДСТУ Б В.1.1-17:2007 «Вогнезахисні покриття для будівельних несучих металевих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності».

[10] ISO 834-1:1999: Fire-resistance tests-Elements of building construction-Part 1: General requirements

[11] EN 1363-1: Fire Resistance Test-Part 1: General Requirement

[12] DIN 4102:1998: Reaction to fire tests Part 1, B2: Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame

[13] PN -B- 02851-1:1997: Fire protection of buildings- Method of test for fire resistance of elements of building construction-General requirements and classification

[14] EN 1365-3: 1999: Fire resistance tests for load bearing elements Part 3: Beams

[15] EN 1365-4: 1999: Fire resistance tests for load bearing elements Part 4: Columns

[16] EN 1365-2: 1999: Fire resistance tests for load bearing elements Part 2: Floors and roofs

[17] ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 «Еврокод 1. Действия на конструкции. Общие действия. Действия на конструкции во время пожара»

[18] ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 «Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Общие правила и правила для сооружений»

[19] В.М. Ройтман. «Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий».- М.:.-2001.- 382 с.

[20] J. Milke, V. Kodur, C. Marrion. «Overview of Fire. Protection in Buildings», http://www.fema.gov/pdf/library/fema403_apa.pdf

[21] С. Селиванов. Пожар и его влияние на жизнедеятельность человека.- Бюлетень пожежної безпеки. - 2002. - №6. - с.2

[22] Закон україн «Про стандартизацію» Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 31, ст.1058 (Із змінами, внесеними згідно із Законом [№ 124-VIII від 15.01.2015](#), ВВР, 2015, № 14, ст.96)

[23]Декрет Кабінета Міністрів України "Про стандартизацію і сертифікацію". Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1993, N 27, ст.289

[24] 99/454/ЕС - Решение Комиссии от 22 июня 1999 года о порядке подтверждающих соответствие строительной продукции в соответствии со статьей 20 (2) Директивы Совета 89/106/ЕЕС в отношении пожара остановки, огонь уплотнений и огнезащитных продуктов (уведомления под номером документа С (1999) 1481) (текст имеет отношение к ЕЭЗ);

[25] 99/469/ЕС - Решение Комиссии от 25 июня 1999 года о порядке подтверждающих соответствие строительной продукции в соответствии со статьей 20 (2) Директивы Совета 89/106/ЕЕС в отношении продуктов, связанных с бетона, строительного раствора и раствора (уведомление в соответствии с номер документа С (1999) 1480) (текст имеет отношение к ЕЭЗ)

[26] 95/467/ЕС Решение Комиссии от 24 октября 1995 г, внедряющее Статью 20 (2) Директивы Совета 89/106/ЕЕС по строительной продукции

[27] Наказ «Про затвердження переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні» Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики № 28 від. 01.02.2005 (Із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства економічного розвитку і торгівлі)