

Технічні науки

УДК 624.012

Новгородченко Аліна Юріївна

ад'юнкт

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

Національного університету цивільного захисту України

Новгородченко Алина Юрьевна

адъюнкт

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля

Национального университета гражданской защиты Украины

Novhorodchenko Alina

Adjunct of the

Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chornobyl Heroes of

National University of Civil Protection of Ukraine

Поздєєв Сергій Валерійович

доктор технічних наук, професор,

головний науковий співробітник

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

Національного університету цивільного захисту України

Поздеев Сергей Валерьевич

доктор технических наук, профессор

главный научный руководитель

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля

Национального университета гражданской защиты Украины

Pozdieiev Serhii

Doctor of Technical Sciences, Professor

Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chornobyl Heroes of

National University of Civil Protection of Ukraine

Некора Ольга Валеріївна

кандидат технічних наук,

провідний науковий співробітник

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

Національного університету цивільного захисту України

Некора Ольга Валерьевна

кандидат технических наук,

ведущий научный сотрудник

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля

Национального университета гражданской защиты Украины

Nekora Olha

Candidate of Technical Sciences

Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chornobyl Heroes of

National University of Civil Protection of Ukraine

**АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ОБВУГЛЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНОЇ БАЛКИ З
ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ
АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ОБУГЛИВАНИЯ ДЕРЕВЯННОЙ БАЛКИ С
ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБЛИЦОВКОЙ
THE ANALYSIS OF PARAMETERS FOR CARBONIZED WOODEN
BEAM WITH FIRE PROTECTION REVETMENT**

Анотація. Використовуючи розрахунковий метод оцінки вогнестійкості дерев'яних конструкцій, отримали температурні розподіли у перерізі зразків-фрагментів дерев'яних балок, на основі яких були визначені товщини і швидкості обвугленого шару даних зразків дерев'яних балок з вогнезахистом і без нього.

Ключові слова: дерев'яна балка, вогнезахисне облицювання, товщина обвугленого шару, швидкість обвуглення.

Аннотация. Используя расчетный метод оценки огнестойкости деревянных конструкций, получили температурные распределения в сечении образцов-фрагментов деревянных балок, на основе которых были определены толщины и скорости обугленного слоя данных образцов деревянных балок с огнезащитой и без нее.

Ключевые слова: деревянная балка, огнезащитная облицовка, толщина обугленного слоя, скорость обугливания.

Summary. There is a calculated method for rating the fire resistance of wooden construction. It helps to determine the temperature distributions in the section of wooden beams. The thickness and rate of charring were determined in the samples without fire protection and with fire protection revetment

Key words: a wooden beam, the fire protection revetment, charred layer thickness, rate of charring.

Деревина є найбільш поширеним горючим матеріалом в умовах пожежі, тому дерев'яні конструкції всіх типів, а саме дерев'яних балок, повинні задовольняти вимоги: механічної міцності, стійкості, довговічності та експлуатаційної придатності згідно з цими нормами [1], а також додатковими вимогами, які визначені у завданні на проектування, пожежної безпеки згідно з ДБН В.1.1-7 [2], ДБН В.1.2-7 [3] та іншими нормативними документами. Тому залишається актуальним питанням забезпечення нормативної межі вогнестійкості дерев'яних балок, за допомогою нових, ефективних, простих у виконанні та з мінімальними затратами способів вогнезахисту, таких як вогнезахисне облицювання вогнетривкими плитами, а саме орієнтовно-стружковими плитами OSB-3 (Oriented Strand Board).

Метою даної роботи. Вивчення геометричних параметрів обугленої зони дерев'яної балки з вогнезахисним облицюванням на основі орієнтовно-стружкових плит OSB-3 і без нього та виявлення

закономірностей їх залежності від часу експонування за умов впливу стандартного температурного режиму, як наукового підґрунтя прогнозування їх вогнестійкості та розрахункової оцінки. Для досягнення даної мети були поставлені *такі завдання*:

- дослідити поведінку зразків-фрагментів дерев'яної балки під дією високих температур і вогнезахисні властивості облицювального матеріалу орієнтовно-стружкових плит OSB-3, відповідно стандартного температурного режиму протягом 15, 30 та 60 хвилин;
- провести інтерполяцію отриманих результатів і встановити залежності температур від часу експонування кожного зразка-фрагмента під час вогневих випробувань;
- відтворення зміни параметрів швидкостей обуглення та товщин обугленого шару в залежності від часу експонування зразків-фрагментів обуглення за допомогою графіків регресійних залежностей.

Процедура дослідження і випробувальне обладнання. У даній роботі вогневі випробування і дослідження поведінки дерев'яних балок з вогнезахисним облицюванням та без нього проводилося в установці для вогневих випробувань зразків-фрагментів за стандартним температурним режимом протягом 15, 30, та 60 хвилин експонування. Для проведення експерименту було обрано суцільний сосновий брус розміром 70×50×350 мм, клеєна фанера розмірами 350×350 мм з товщиною 16 мм; вогнезахисне облицювання з одним та з подвійним шаром орієнтовно-стружкових плит OSB-3 Kronospan розміром 2500x1250x12мм [4, с. 35]. Детально зразки-фрагменти до випробування представлені на рис. 1. Експеримент проводився в установці для вогневих випробувань, яка представляє собою камеру зі сталевого корпусу з розмірами 500×500×500 мм. З тильної сторони камера має отвір діаметром 60 мм для встановлення сопла пальника. З середини для мінімізації втрати теплоти камера захищена

шаром негорючою ізоляцією «Conlit 150» товщиною 100 мм. Нагрівання зразків проводився через отвір за допомогою газового пальника «ДОНМЕТ». Інтенсивність подачі газу змінювалася за допомогою регулятора, яким підтримувався необхідний температурний режим під час проведення випробування. Пальник складається зі стовбура, з'єднаного з гумовим шлангом (рукавом), який в свою чергу з'єднаний з газовим балоном [4, с. 36].

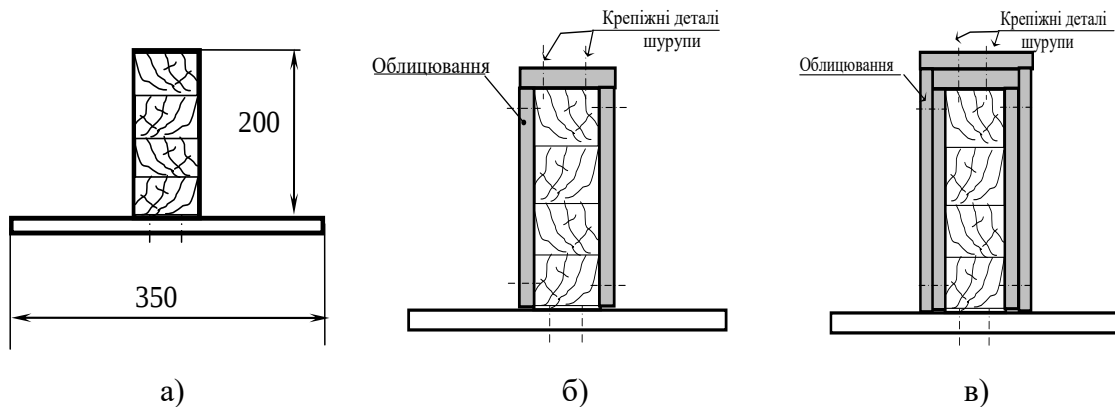


Рис. 1. Загальний вигляд експериментальних зразків-фрагментів дерев'яної балки:

а) без вогнезахисту; б) з одним шаром вогнезахисного облицювання; в) з подвійним шаром вогнезахисного облицювання

Джерело: розробка авторів

Використовуючи розрахунковий метод оцінки вогнестійкості дерев'яних конструкцій [5, с. 66-67], було визначено температурні розподіли у перерізі зразків-фрагментів дерев'яних балок, що піддавались впливу вогню. Аналізуючи експериментальні дані, отримано параметри регресійних залежностей, які наведені в таблиці 1. Параметри регресійних залежностей бокової і торцевої товщини були розраховані за допомогою математичного програмного забезпечення Mathcad.

Таблиця 1

**Параметри регресійних залежностей бокової і торцевої товщини
обвуглювання від часу експонування для зразків-фрагментів**

Коефіцієнти регресії $d(t) = b_1 + b_2t + b_3t^2 + b_4t^3$	b_1 , мм	b_2 , мм·хв ⁻¹	b_3 , мм·хв ⁻²	b_4 , мм·хв ⁻³
бокової товщини				
Без вогнезахисту	0	- 0,522	0,048	$- 5,715 \cdot 10^{-4}$
З 1-м шаром вогнезахисного облицювання	0	- 0,211	0,016	$- 1,42 \cdot 10^{-4}$
З 2-м шаром вогнезахисного облицювання	0	0,064	$- 6,412 \cdot 10^{-3}$	$1,425 \cdot 10^{-4}$
торцевої товщини				
Без вогнезахисту	0	- 0,985	0,087	$- 9,053 \cdot 10^{-4}$
З 1-м шаром вогнезахисного облицювання	0	- 0,576	0,048	$- 4,156 \cdot 10^{-4}$
З 2-м шаром вогнезахисного облицювання	0	0,048	$- 5,926 \cdot 10^{-3}$	$1,811 \cdot 10^{-4}$

Для детального дослідження зміни швидкостей обвуглювання зразків-фрагментів дерев'яних балок, отримані дані використовувались в подальших розрахунках бічної і торцевої товщини шару обвуглювання, які показані на рис. 2.

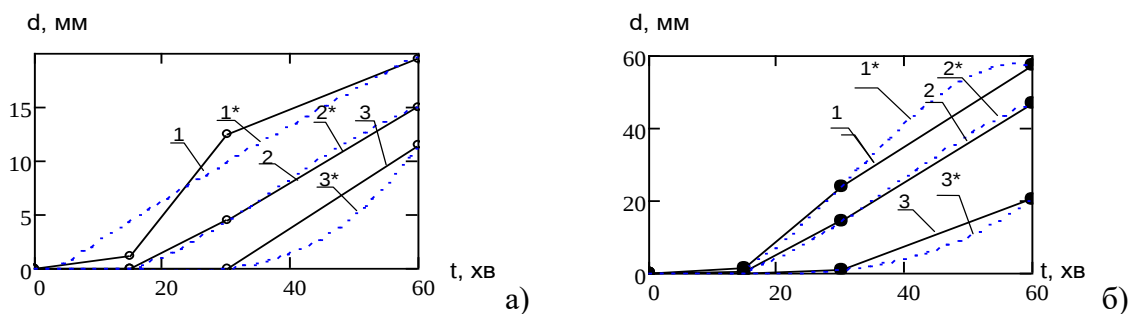


Рис. 2. Графіки залежностей бічних (а) і торцевих (б) товщин обвугленого шару в залежності від часу експонування зразків-фрагментів:

1 – без вогнезахисту; 1* - регресійна залежність без вогнезахисту; 2 – з 1-м шаром вогнезахисних OSB-3 плит; 2* - регресійна залежність для 1-го шару вогнезахисту; 3 – з 2-м шаром вогнезахисних OSB-3 плит; 3* - регресійна залежність для 2-го шару вогнезахисту

Джерело: розробка авторів

Результати визначення швидкостей обвуглювання подано у вигляді графіків, що зображені на рис. 3. Графіки регресійних залежностей бічних товщини шару обвуглювання зразків-фрагментів дерев'яних балок без вогнезахисту, а також з одним і подвійним шаром вогнезахисного облицюванням OSB-3 плити, зображені на рис. 3.

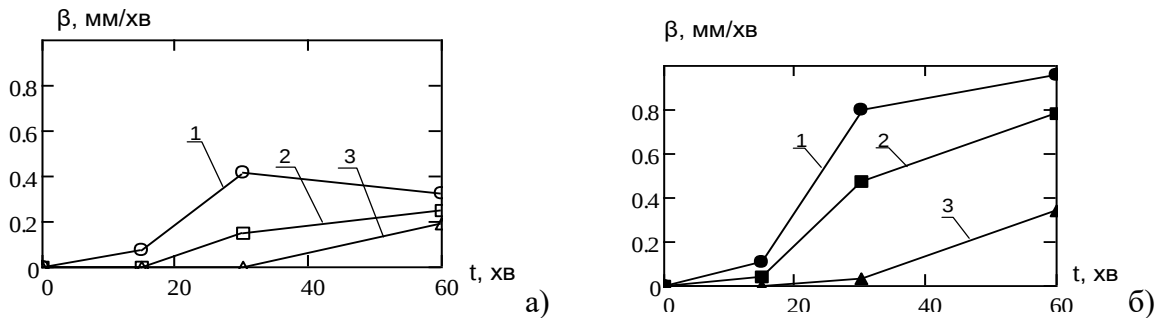


Рис. 3. Залежність бічних (а) і торцевих (б) швидкостей обвуглювання від часу експонування зразків:

1) – без вогнезахисту; 2 – з 1-м шаром вогнезахисного облицювання; 3 – з 2-м шаром вогнезахисного облицювання

Джерело: розробка авторів

Аналізуючи графіки регресійних залежностей визначаємо, що товщини обвугленого шару бічних та торцевих сторін в незахищених зразках почали поступово зростати з 15 хв випробування, а з 25 хв досягли таких значень (із подальшим стрімким збільшенням): для бічної товщини 15 мм; для торцевої товщини 25 мм. Зразки з одним шаром вогнезахисного облицювання мали значно кращі показники, товщини почали зростати лише з 15 хв і поступово збільшувалися протягом всього випробування. Найкращі результати показали зразки з подвійним шаром вогнезахисного облицювання. Утворення обвугленого шару для бічних сторін почалося з 30 хв випробування, а для торцевих - з 22 хв. По закінченню випробування максимальна бічна товщина дорівнювала 11 мм, а торцева – 20 мм. Стосовно швидкості обвуглювання, то у зразків без вогнезахисту швидкість почала також одразу зростати і досягла максимального значення

0,5 мм/хв для бічних сторін, а для торцевих більше 0,8 мм/хв. В зразках з одним шаром швидкість почала зростати з 15 хв для бічних сторін і досягла таких максимальних значень, як 0,3 мм/хв. Однак для торцевої товщини швидкість обвуглювання почала зростати з 5 хв і досягла 0,8 мм/хв. Найстійкіше себе поводити зразки з подвійним шаром, адже швидкість для бічних сторін почала зростати з 30 хв. і досягла лише 0,2 мм/хв. А в торцевих сторін зразків з 18 хв, але на 60 хв випробування мала найменше значення 0,38 мм/хв.

Висновки. Таким чином, встановлено залежності зміни товщини торцевих і бічних шарів обвуглювання зразків-фрагментів, за допомогою експериментального методу та шляхом побудови регресійних залежностей. Графічно зображено залежності бічної і торцевої товщини обвугленого шару і швидкості обвуглювання відповідно до часу експонування. Отримані результати показали, що величина швидкості обвуглювання для зразків з одинарним та подвійним шаром відповідають рекомендованим швидкостям, які знаходяться в межах від 0,6-0,8 мм/хв. Найбільш стійкими до вогневого впливу (відповідно стандартного температурного режиму) виявилися зразки дерев'яної балки з подвійним шаром вогнезахисного облицювання на основі орієнтовно-стружкових плит OSB-3.

Література

1. ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Основні положення.
2. ДБН В.1.1-7: 2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.
3. ДБН В.1.2-7-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека.
4. Новгородченко А. Ю., Поздєєв С. В., Некора О. В., Луценко Ю. В., Медвідь Б. Ю. Дослідження обвуглювання дерев'яної балки з вогнезахисним облицюванням на основі плит OSB // Надзвичайні

ситуації: попередження та ліквідація: збірник наукових праць. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2018. № 4. 102 с.

5. Фещук Ю.Л., Поздеев С.В., Нижник В.В., Новгородченко А.Ю. Метод интерполяции температурных полей в сечении фрагментов деревянных колонн с огнезащитной облицовкой // Журнал «Вестник Кокшетауского технического института», сентябрь 2018 г. № 3(31). 100 с.