

*Ю.Л. Фешук, С.В. Поздєєв, д-р техн. наук, професор,
В.В. Ніжник, канд. техн. наук, с.н.с., О.П. Борис, канд. техн. наук
(Український науково-дослідний інститут цивільного захисту)*

ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОЛОН З ВОГНЕЗАХИСНИМ ЛИЦЮВАННЯМ

З аналізу літературних джерел, які стосуються пожеж, встановлено, що недостатньо приділено уваги вогнестійкості дерев'яних колон з вогнезахисною обробкою. Проаналізовано чинну нормативну базу щодо вогнестійкості дерев'яних колон з вогнезахистом, відомі способи вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій, наведено переваги та недоліки використання плиткового вогнезахисту. У результаті вивчення сучасних способів розрахунку вогнестійкості дерев'яних колон виявлено, що ці методики потребують удосконалення, оскільки не враховують вогнезахисту конструкцій на достатньому рівні. Це дає поштовх для проведення подальших досліджень за цим напрямком.

Ключові слова: вогнестійкість дерев'яних колон, способи вогнезахисту, розрахункові методи.

Y.L. Feshchuk, S.V. Pozdeyev, V.V. Nizhnyk, O.P. Borys

FIRE RESISTANCE OF WOODEN COLUMNS WITH MEMBRANE FIREPROOFING

The analysis of fires was conducted. According to the conducted analysis of literary sources it was determined that insufficient attention paid to wooden columns with membrane fireproofing. The analysis of the current regulatory framework on the fire resistance of wooden columns with fireproofing was done. The analysis of the existing methods of fire protection of wooden building constructions was performed, advantages and disadvantages of using slabby fire protection are given. According to the conducted analysis of the existing calculating methods on fire resistance of wooden columns it was determined that existing methods require improvement, because it does not include fire protection of constructions at a sufficient level. It gives impetus to further researches in this area.

Keywords: fire resistance of wooden columns, methods of fire protection, calculating methods

Постановка проблеми. Дерев'яні будівельні конструкції і сьогодні широко застосовуються у будівництві. Це пов'язано з високою механічною міцністю, стійкістю цих конструкцій до впливу зовнішнього середовища, декоративними властивостями та економічною доцільністю.

Застосування деревини в будівництві в якості несучих конструктивних елементів значно знижує ступінь вогнестійкості споруд і підвищує рівень пожежної небезпеки цих будівельних об'єктів, адже деревина є легко займистою та здатною підтримувати горіння. Попри це, кількість об'єктів будівництва із застосуванням дерев'яних будівельних конструкцій зростає. З 2017 року в Україні стартувала програма «зеленого будівництва», що має дати поштовх для ще більш широкого розповсюдження деревини в будівництві. Горючість деревини потребує пошуку шляхів щодо удосконалення її властивостей. З метою підвищення вогнестійкості дерев'яних колон застосовують поверхневе просочування або поверхневу вогнезахисну обробку. На сьогодні питанням вогнезахисту дерев'яних конструкцій із застосуванням просочень присвячено ряд праць. Деяко менше проводились дослідження, пов'язані з питаннями вогнезахисного облицювання деревини. Поверхнева обробка плитними матеріалами значно підвищує вогнестійкі властивості деревини, змінюючи при цьому її фізико-механічні властивості, що значно впливає на вогнестійкість в цілому. Здебільшого сучасними науковцями вивчалися питання підвищення вогнестійкості дерев'яних елементів завдяки зміні виду плитного вогнезахисного матеріалу, його товщини, кількості шарів, однак, не досліджувалось, як саме він впливає на вогнестійкість та фізико-механічні властивості деревини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні проведено багато досліджень, присвячених питанням вогнестійкості дерев'яних конструктивних елементів як із застосуванням різних способів вогнезахисту, так і без нього. Вплив вогнезахисного покриття на підвищення межі вогнестійкості дерев'яних будівельних конструкцій вивчався Соловйовою М. Е. [1]. Зокрема, було запропоновано композицію вогнезахисної фарби, що спучується на основі технічного вуглецю для дерев'яних конструкцій, внаслідок цього вдалося значно підвищити межу вогнестійкості. Незважаючи на значний ефект при його застосуванні, таке вогнезахисне покриття має високу собівартість. Вплив вогнезахисних просочень, нанесених шляхом як глибокого, так і поверхневого просочення, широко досліджувався вітчизняними науковцями. Так, Змагою Я.В. досліджувався вплив різних вогнезахисних речовин нанесених шляхом глибокого просочення в автоклаві [2] в умовах дії високих температур і навантаження на зміну геометричних параметрів зони обвуглювання дерев'яних балок. Останнім часом набуває поширення плитного облицювання в якості вогнезахисту. Плитним вогнезахистом займалися такі вчені, як Пелех А. Б., Демчина Б. Г., Шналь Т. М. [3, 4]. В якості матеріалу для вогнезахисту в своїх дослідках використовували гіпсокартон. В цілому ці досліді були спрямовані на підвищення вогнестійкості дерев'яних конструкцій без врахування впливу на фізико-механічні властивості деревини. Розкриттями питань пов'язаних з вогнестійкістю дерев'яних конструктивних елементів займалися зарубіжні науковці такі, як D. Barber, R. Gerard, R. White [5] та ін. Однак в дослідженнях, проведених вченими, й досі не розглядалися особливості дерев'яних колон з вогнезахистом. Тому виникає необхідність в проведенні наукових досліджень з метою розкриття раніше не вирішених питань вогнестійкості дерев'яних колон з вогнезахистом.

Постановка задачі та її вирішення. Метою цієї статті є визначення вимог нормативних документів щодо оцінювання вогнестійкості дерев'яних колон з вогнезахисним облицюванням. Для досягнення поставленої цілі слід вирішити такі задачі:

- провести аналіз чинної нормативної бази щодо вогнестійкості дерев'яних колон з вогнезахистом;
- провести аналіз відомих способів вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій;
- провести аналіз відомих методів оцінки вогнестійкості дерев'яних колон з вогнезахистом та розглянути питання щодо можливості їх удосконалення.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Аналіз пожеж за 2016 рік [6] показав, що найбільше пожеж виникло в спорудах житлового сектора, на другому місці – торгівельно-складські споруди, третє місце займають соціально-культурні, громадські та адміністративні споруди. Детальний розподіл пожеж представлений на рисунку 1.

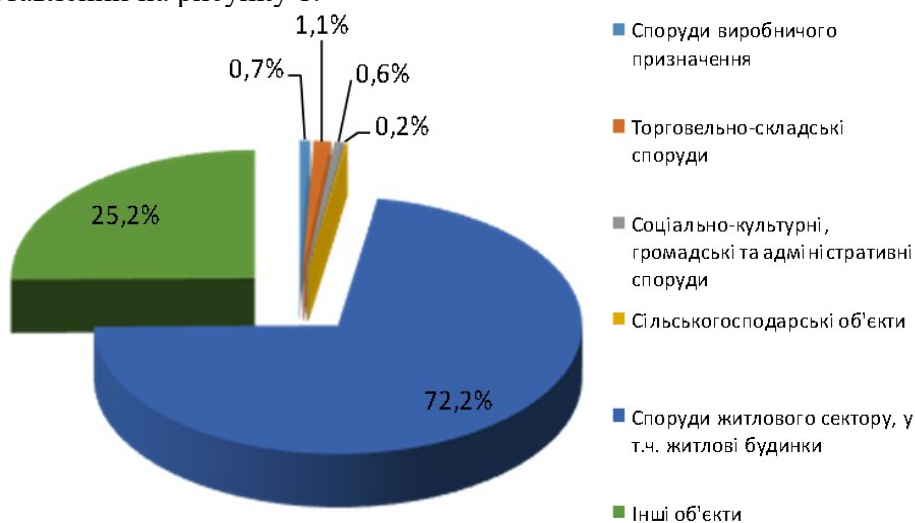


Рисунок 1 – Розподіл пожеж за об'єктами їх виникнення (2016 р.)

Пожежна безпека об'єктів залежить від ряду факторів, в тому числі і вогнестійкості будівельних конструкцій. Аналіз пожеж показав, що низька межа вогнестійкості конструкцій, зокрема невідповідність нормативним документам з пожежної безпеки, а особливо несучих будівельних елементів, суттєво зменшує час евакуації людей й значно ускладнює роботу пожежно-рятувальних підрозділів на пожежі. Це в свою чергу призводить до людських втрат та великих матеріальних збитків. В Україні широко використовуються при будівництві будівель та споруд дерев'яні конструкції, внаслідок цього значно знижується рівень пожежної безпеки об'єктів. Чи не головною умовою, необхідною для виконання дерев'яними конструкціями несучих та огорожувальних функцій, є забезпечення необхідної нормативної вогнестійкості. Як правило, вогнестійкість дерев'яних конструкцій залежить не тільки від типу матеріалу, класна чи цільна деревина, але й від таких факторів, як наявність вузлів з'єднання та елементів посилення, геометричні розміри і конфігурація перерізу конструкції, величина механічних навантажень, вогнезахист, умови вогневого впливу.

На сьогодні значна кількість наукових праць присвячена питанням вогнестійкості дерев'яних несучих конструктивних елементів, однак й досі залишаються не повністю дослідженими питання вогнестійкості дерев'яних колон. Виходячи з цього, здійснено аналіз нормування вогнестійкості дерев'яних колон в тих спорудах [7-15], де згідно із статистичними даними [6] виникає найбільше пожеж. Результати аналізу державних будівельних норм представлено у вигляді таблиці.

Таблиця 1

Нормування вогнестійкості дерев'яних колон в спорудах

№ з/п	Тип споруди	Ступінь вогнестійкості ШБ/IV
1	2	3
1	Житлові будинки	R 60/R 30
2	Торгівельно-складські споруди	R 60/R 30
3	Культурно-видовищні та дозвілля заклади	R 60/R 30
4	Дитячі дошкільні заклади	R 60/R 30
5	Будинки та споруди навчальних закладів	R 60/R 30
6	Заклади охорони здоров'я	R 60/R 30
7	Підприємства харчування	R 60/R 30
8	Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди	R 60/R 30
9	Будинки адміністративного та побутового призначення	R 60/R 30

Таким чином, згідно з державними будівельними нормами [16], нормування дерев'яних колон, що застосовуються при будівництві, передбачено для будинків: ШБ, IV ступенів вогнестійкості. Клас вогнестійкості за втратою несучої здатності дерев'яних колон для таких будинків повинен становити 60 та 30 хвилин відповідно.

Державні будівельні норми потребують вогнезахисної обробки для дерев'яних конструкцій. В Україні, згідно з правилами з вогнезахисту [17], існують такі способи вогнезахисту будівельних конструкцій:

- поверхневе просочування;
- поверхнева вогнезахисна обробка;
- вогнезахисне заповнення.

Перші два способи активно застосовуються для захисту дерев'яних конструкцій, тому потребують більш детального розгляду.

Вогнезахисне просочування використовується для будівельних конструкцій, виготовлених з пористого матеріалу яким є деревина. При просочуванні використовують вогнезахисні засоби, які проникають в об'єкт вогнезахисту. Залежно від глибини проникнення виділяють два способи просочення: поверхнєве (до 5 мм) та глибоке (5 мм і більше). З року в рік вдосконалюються вогнезахисні просочення, хімічний склад яких ускладнюється, час захисної дії зростає, проте й собівартість значно підвищується. Як показує практика, час захисної дії просочень, нанесених у поверхневий спосіб не дає змоги досягнути бажаних результатів і має певні недоліки. Що стосується глибокого просочення, то воно більш ефективно й дійсно підвищує вогнестійкість дерев'яних конструкцій. Основні способи його здійснення: вимочування, дифузійне просочування, просочування в гарячих-холодних ваннах, просочування під тиском в автоклавах та ін. Однак проведення операцій по глибокому просочуванню значно ускладнено, адже для цього необхідне спеціальне обладнання, обмеженість в розмірах дерев'яних конструкцій та висока собівартість. Це все на практиці значно обмежує коло використання цього методу.

При поверхній обробці застосовуються вогнезахисні засоби, які на поверхні об'єкта вогнезахисту утворюють вогнезахисний покрив. Вогнезахисні засоби наносяться методом фарбування (фарби, лаки), штукатурення, обмотування (рулонні вогнезахисні засоби), облицювання (плитні матеріали). Будівельні конструкції з деревини мають високий показник горючості. При проектуванні будівель III, IV ступеня вогнестійкості, згідно [16], дерев'яні конструктивні елементи повинні бути захищені від дії вогню та високих температур штукатуркою або іншими листовими або плитними матеріалами. Тому одним із способів зниження горючості деревини є її облицювання.

Взагалі, чим товща конструкція, тим важче її прогріти на необхідну глибину для виникнення стійкого горіння і розповсюдження полум'я. Тому збільшення площі перерізу дерев'яних конструкцій може бути одним із варіантів вогнезахисту та підвищення межі вогнестійкості [18].

Доцільно зазначити переваги та недоліки застосування облицювань з плитних матеріалів у вигляді таблиці [19].

Таблиця 2

Переваги та недоліки плитного вогнезахисту будівельних конструкцій

Спосіб вогнезахисту	Переваги	Недоліки	Область застосування
Встановлення плитних матеріалів	<ul style="list-style-type: none"> – низький рівень маси; – підвищена вібростійкість та довговічність завдяки механічному кріпленню до конструкції; – технологічність і відносно низька трудомісткість; – ремонтпридатність; – не залежить від стану раніше нанесених лакофарбових покриттів; – гарні декоративні властивості 	<ul style="list-style-type: none"> – високий рівень необхідних товщин вогнезахисту; – неможливість захисту важкодоступних місць конструкції; – високий рівень паропро проникності; – перевитрата матеріалу при забезпечення високого класу вогнестійкості 	Для забезпечення високої межі вогнестійкості конструкцій при наявності плоских поверхонь

Як бачимо з таблиці 2, облицювання будівельних конструкцій плитними матеріалами має обмежену область застосування та певний ряд недоліків, проте незважаючи на це чи не основною перевагою способу є довговічність вогнезахисту, простота нанесення та можливість за допомогою збільшення слоїв регулювати клас вогнестійкості конструкцій.

В якості конструктивних покриттів для дерев'яних конструкцій можуть бути використані азбестоцементні листи, гіпсокартон, або інші негорючі або важкогорючі матеріали.

Взагалі, для оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій існують такі методи: експериментальний, експериментально-розрахунковий, розрахунковий

Експериментальне визначення вогнестійкості здійснюється відповідно до основоположного стандарту [20] та його похідних [21, 22] і передбачає повноцінні вогневі випробування. Сутність експериментально-розрахункових методів полягає в проведенні випробувань зразків на вогнестійкість, визначенні властивостей матеріалу з якого виготовлений зразок на основі випробувань і розрахунку вогнестійкості. Окремого розгляду потребують розрахункові методи.

На сьогодні існує система будівельних стандартів (Єврокодів) [37, 38], в яких представлені нові норми з проектування визначення вогнестійкості. Для проведення оцінювання вогнестійкості будівельних конструкцій виділяють такі розрахунки:

- розрахунок вогнестійкості за табличними даними;
- спрощені методи розрахунку;
- уточнені методи розрахунку.

Табличний метод дає змогу здійснювати оцінку вогнестійкості конструкцій на підставі даних з таблиць. Спрощений метод розрахунку дає можливість здійснити аналіз окремих елементів конструкції, що працюють на розтяг, згин, стиск та ін.

Уточнені методи розрахунку повинні забезпечувати реалістичний аналіз конструктивної системи, що піддається впливу пожежі. Вони повинні ґрунтуватися на основній фізичній поведінці таким чином, щоб забезпечувати прийнятний рівень наближення до очікуваної поведінки відповідного конструктивного елемента в умовах пожежі.

Уточнені методи розрахунку повинні включати окремі розрахункові моделі для визначення: збільшення та розподілу температури всередині конструктивних елементів (теплотехнічний розрахунок); механічної поведінки конструктивної системи або будь-якої її частини (статичний розрахунок), визначення глибини обвуглювання.

Розрахункові моделі уточненого методу розрахунку створюються за допомогою спеціального програмного забезпечення й складаються з рівнянь тепломасообміну, напружено-деформованого стану, рівнянь, що визначають початкові та граничні умови та коефіцієнтів цих рівнянь. Для програмування уточнених моделей використовуються програмні комплекси ANSYS, Ліра, Femap.

При здійсненні математичного моделювання теплових процесів оцінювання вогнестійкості проводиться шляхом розв'язання задач теплопровідності і міцності конструкцій.

Рівняння теплопровідності в умовах пожежі розв'язують двома способами:

1. Розв'язок задачі теплопровідності з граничними умовами III роду. На поверхні будівельної конструкції, яка обігривається, задають радіаційний і конвективний теплообмін. Температура середовища задається стандартною температурною кривою, або за даними розрахунку реального пожежного навантаження;

2. Розв'язання спряженої задачі. Рівняння теплопровідності для конструкції і рівняння динаміки зміни температури газового середовища (рівняння розвитку пожежі) вирішуються спільно.

Проведення розрахунків за допомогою математичних моделей дає змогу враховувати ряд знижувальних коефіцієнтів для властивостей матеріалів, однак при цьому не враховуються такі фактори, як фізична і геометрична нелінійність, усадка, повзучість, діаграми розтяг-стиск.

Значним недоліком, що впливає на точність оцінки межі вогнестійкості при використанні уточнених моделей розрахунку, є те, що не враховується вогнезахист конструкцій на достатньому рівні, а також вплив вогнезахисту у вигляді лицювальних плит на теплофізичні та механічні властивості деревини. Взагалі, в уточнених моделях на досить низькому рівні розглядаються геометричні конфігурації зони обвуглювання деревини.

Висновки. Проведений аналіз пожеж показав, що однією з причин людських жертв та значних матеріальних збитків при пожежі є невідповідність нормативним документам з пожежної безпеки конструктивних елементів споруд, а особливо – несучих. Особливо пожежо-небезпечними є об'єкти, в яких будівельні конструкції виготовлені з деревини.

Аналіз способів вогнезахисту дерев'яних конструкцій та наукових праць присвячених вогнезахисту, показав, що недостатньо приділено уваги вогнезахисній обробці у вигляді плитного облицювання деревини. З огляду на це, дослідження, спрямовані на підвищення вогнестійкості дерев'яних колон з вогнезахисним облицюванням, а також дослідження впливу цього облицювання на фізико-механічні властивості деревини під дією високих температур, являються доцільними.

Аналіз методів визначення вогнестійкості дерев'яних колон показав, що значним недоліком, який впливає на точність оцінки межі вогнестійкості при використанні уточнених моделей розрахунку, є те, що не враховується вогнезахист конструкцій на достатньому рівні, а також вплив вогнезахисту у вигляді лицювальних плит на теплофізичні та механічні властивості деревини. Взагалі, в уточнених моделях на досить низькому рівні розглядаються геометричні конфігурації зони обвуглювання деревини.

Враховуючи вище викладене, можна стверджувати, що проведення досліджень, спрямованих на удосконалення існуючих методів оцінки вогнестійкості дерев'яних колон, являється актуальним.

Список літератури:

1. Соловійова М. Е. Влияние огнезащитного покрытия на повышение предела огнестойкости деревянных строительных конструкций: Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2013, № 1 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ogbus.ru/article/vliyanie-ognezashhitnogo-pokrytiya-na-povyshenie-predela-ognestojkosti-derevyannyx-stroitelnyx-konstrukcij>.
2. Змага Я. В. Розрахунковий метод підвищеної точності для оцінки межі вогнестійкості дерев'яних балок з вогнезахисним просоченням: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: спец. 21.06.02 «Пожежна безпека»/ Я. В. Змага. – Харків 2016
3. Демчина Б. Г. Поведінка дощатоклеєних колон за місцевого впливу температури / А. Б. Пелех, Г. М. Олексин, М. І. Сурмай // [Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка"](#). - 2009. - № 655. – С. 71-74. – Бібліогр.: 3 назв. – укр.
4. Пелех А.Б. Натурні випробування конструкції дерев'яної рами на вогнестійкість в умовах реальної пожежі / А. Б. Пелех, Б. Г. Демчина, Т. М. Шналь, С. С. Була, О. В. Крочак // [Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка"](#). – 2008. – № 627. – С. 167-171. – Бібліогр.: 4 назв. – укр.
5. Summary of the fireprotection foundation report fire safety challenges of tall wood buildings [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://firesciencereviews.springeropen.com/articles/10.1186/s40038-015-0009-3>.
6. Аналіз масиву карток обліку пожеж (POG_STAT) за 12 місяців 2016 року [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://undicz.dsns.gov.ua/files2017/2/2/AD_12_2016.pdf
7. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. ДБН В.2.2-15-2005. [Чинні від 01.01.2006] Держбуд України від 18.05.2005 № 80 – 45 с. – (Національний стандарт України).
8. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. ДБН В. 2.2-23:2009 [Чинні від 01.07.2009] Мінрегіонрозвитку та будівництва України від 16.01.2009 №4.

9. Будинки і споруди. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади. ДБН В 2.2-16-2005. [Чинний від 01-04-2006] Держбуд України від 27.09.05 № 171 – 20 с. – (Національний стандарт України).
10. Будинки і споруди. Дошкільні навчальні заклади. ДБН В.2.2-4-97. [Чинний від 27-06-1996] Держкоммістобудування України від 06.08.1997 № 136 – 48 с. – (Національний стандарт України).
11. Будинки і споруди. Будинки та споруди навчальних закладів. ДБН В.2.2-3-97. Основні положення. – [Чинний від 27-06-1996] Держкоммістобудування України від 6.08.97 р. – 37 с. – (Національний стандарт України).
12. Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я. ДБН В.2.2-10-2001. Основні положення. – [Чинний від 04-01-2001]. Держбуд України від 01.04.2001 № 2. – 45 с. – (Національний стандарт України).
13. Будинки та споруди. Підприємства харчування. ДБН В.2.2-25-2009. Основні положення. – [Чинний від 01-09-2010]. Міністерство регіонального розвитку та будівництва від 30.12.2009 № 703. – 85 с. – (Національний стандарт України).
14. Будинки та споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. ДБН В.2.2-13-2003. Основні положення. – [Чинний від 01-03-2004]. Держбуд України від 10.11.2003 № 184. – 105 с. – (Національний стандарт України).
15. Будинки та споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. ДБН В.2.2-28-2010. Основні положення. – [Чинний від 01-10-2011]. Міністерство регіонального розвитку та будівництва від 30.12.2010 № 570. – 28 с. – (Національний стандарт України).
16. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7-2002. – [Чинний від 2003-05-01]. – К.: Держбуд України, 2003. – 87 с. – (Державні будівельні норми України).
17. Наказ МНС України від 02.07.2007 № 460 «Про затвердження Правил з вогнезахисту» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0849-07>.
18. Огнезащита деревянных конструкций [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://firesafetyblog.ru/ognezashhita/ognezashhita-derevyannykh-konstrukcij.html>.
19. Огнезащита: преимущества и недостатки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.polifan-lkm.ru/articles/st-ognezashity-sposoby>.
20. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Пожежна безпека (ISO 831: 1975) ДСТУ Б В. 1.1-4-98*. [Чинний від 1998-10-28.] – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 20 с. – (Національний стандарт України).
21. Захист від пожежі. Балки. Метод випробування на вогнестійкість (EN 1365-3:1999, NEQ) ДСТУ Б В.1.1-13:2007 [Чинні від 01.01.2008] Мінрегіонрозвитку та будівництва України від 22.06.2007 № 64 – 6 с. – (Національний стандарт України).
22. Захист від пожежі. Колони. Метод випробування на вогнестійкість (EN 1365-4:1999, NEQ) ДСТУ Б В.1.1-14:2007 [Чинні від 01.01.2008] Мінрегіонрозвитку та будівництва України від 22.06.2007 № 63 – 6 с. – (Національний стандарт України).
23. Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі (EN 1991-1-2:2002, IDT) ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010, [Чинний від 01.07.2013] Мінрегіонбуду України від 27.12.2010 р. № 549 – 74 с. (Національний стандарт України).
24. Проект. Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-2. Загальні правила. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1995-1-2:2004, IDT) ДСТУ-Н Б EN 1995-1-2:2012 [Чинний від 01.07.2013] Мінрегіонбуду України від 21.12.2012 р. № 652 – 90 с – (Національний стандарт України).

References:

1. Solovyova M. E. Vliyanie ognezashchitnogo pokrutiya na povyshenie predela ognestoykosti derevyannykh stroytelnykh konstruktsiy: Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Neftegazovoe

- delo», 2013, № 1 [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: <http://ogbus.ru/article/vliyanie-ognezashhitnogo-pokrytiya-na-povyshenie-predela-ognestojkosti-derevyannykh-stroitelnykh-konstrukcij>.
2. Zmaga Ya. V. Rozrakhunkovyy metod pydvyshchenoy tochnosti dlya otsinky mezhy vognestyykosti derevyanykh balok z vognezakhysnym prosochennyam: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. Stupenya kand. tech. nauk: spets. 21/06/02 «Pozhezhna bezpeka»/ Y.V. Zmaga. – Kharkiv 2016.
3. Demchyna B. G. Povedinka doshchatokleenykh kolon za mistsevogo vplyvu temperatury / A. B. Pelekh, G. M. Oleksyn, M. I. Surmay // Vysn. Nats. un-tu «Lviv. polytekhnika». – 2009 – № 655/ – S. 71-74/ Bibliograf.: 3 nazv. – ukr.
4. Pelekh A.B. Naturny vyprobuvannya konstruktsiy derevyanoy ramy na vognestyykyst v umovakh realnoy pozhzhezhy / A.B. Pelekh, B.G. Demchyna, T.M. Shnal, S.S. Bula, O.V. Krochak // Vysn. Nats. un-tu «Lviv. polytekhnika». –2008. – № 627. – S. 167-171 – Bibliograf.: 4 nazv. – ukr.
5. Summary of the fireprotection foundation report fire safety challenges of tall wood buildings [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://firesciencereviews.springeropen.com/articles/10.1186/s40038-015-0009-3>.
6. Analyzh masyvu kartok obliku pozhezh (POG_STAT) za 12 misyatsiv 2016 roku [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: http://undicz.dsns.gov.ua/files2017/2/2/ AD_12_2016.pdf.
7. Budynki i sporudy. Zhytlovi budynky. Osnovny polozhennya. DBN V.2.2-15-2005 [Chynni vid 01.01.2016] Derzhbud Ukrainu vid 18.05.2005 № 80 – 45 s. – (Natsionalnyy standart Ukrainy).
8. Budynki i sporudy. Pidpnyemstva torgivli. DBN V 2.2-23:2009 [Chynni vid 01.07.2009] Minregionrozvytku ta budivnytstva Ukrainy vid 16.01.2009 №4.
9. Budynki i sporudy. Kulturno-vydovyshchni i dozvillevi zaklady. . DBN V 2.2-16-2005. [Chynny vid 01-04-2006] Derzhbud Ukrainu vid 27.09.05 № 171 – 20 s. – (Natsionalnyy standart Ukrainy).
10. Budynki i sporudy. Doshkilni navchalni zaklady. DBN V 2.2-4-97. [Chynny vid 27-06-1996] Derzhkommistobuduvannya Ukrainy vid 06.08.1997 № 136 – 48 s. – (Natsionalnyy standart Ukrainy).
11. Budynki i sporudy. Budynky i sporudy navchalnykh zakladiv. DBN V 2.2-3-97. Osnovni polozhennya. – [Chynny vid 27-06-1996] Derzhkommistobuduvannya Ukrainy vid 06.08.97/ - 37 s. – (Natsionalnyy standart Ukrainy).
12. Budynki i sporudy. Zaklady okhorony zdorovya. DBN V 2.2-10-2001. Osnovni polozhennya. – [Chynny vid 04-01-2001]. Derzhbud Ukrainu vid 01.04.2001 № 2 – 45 s. – (Natsionalnyy standart Ukrainy).
13. Budynki i sporudy. Pidpnyemstva kharchuvannya. DBN V 2.2-10-2001. Osnovni polozhennya. – [Chynny vid 01-09-2010]. Ministerstvo regionalnogo rozvytku ta budivnutstva vid 30.12.2009 № 703. – 85 s. – (Natsionalnyy standart Ukrainy).
14. Budynki i sporudy. Sportyvni i kulturno-ozdorovchi sporudy. DBN 2.2-13.2003. Osnovni polozhennya. – [Chynny vid 01-03-2004]. Derzhbud Ukrainu vid 10.11.2003 № 184 – 105 s. – (Natsionalnyy standart Ukrainy).
15. Budynki i sporudy. Budynky administratyvnogo ta pobutovogo pryznachennya. DBN 2.2-28-2010. Osnovni polozhennya. – [Chynny vid 01-10-2011]. Ministerstvo regionalnogo rozvytku ta budivnutstva vid 30.12.2009 № 570. – 28 s. – (Natsionalnyy standart Ukrainy).
16. Zakhyst vid pozhezhi. Pozhezhna bezpeka obektiv budivnytstva: DBN V. 1.1.7-2002. – [Chynny vid 2003-05-01]. K.: Derzhbud Ukrainu, 2003. – 87 s. – (Derzhavni budivelni normy Ukrainy).
17. Nakaz MNS Ukrainy vid 02.07.2007 № 460 «Pro zatverdzhennya Pravyl z vognezakhystu» [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0849-07>.
18. Oгнезашchyta derevyznykh konstruktsiy [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: <http://firesafetyblog.ru/ognezashhita/ognezashhita-derevyannykh-konstrukcij.html>.

19. Ogneshchyta preimushchystva i nedostatki [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: <http://www.polifan-lkm.ru/articles/st-ognezashity-sposoby>.

20. Budivelni konstruktsii. Metody vyprobuvan na vognestiykist. Zagalni vymogy. Pozhezhna bezpeka (ISO 831: 1975) DSTU B. V. 1.1-4-98* [Chynnyy vid 1998-10-28]. – K.: Ukrarkhbudinform, 2005. – 20 s. – (Natsionalnyy standart Ukrainy).

21. Zakhyst vid pozhezhi. Balky. Metod vyprobuvannya na vognestiykist (EN 1365-3:1999, NEQ) DSTU B. V. 1.1-13:2007 [Chynni vid 01.01.2008] Minisregionrozvytku ta budivnutstva Ukrainy vid 22.06.2007 № 64. – 6 s – (Natsionalnyy standart Ukrainy).

22. Zakhyst vid pozhezhi. Kolony. Metod vyprobuvannya nf vognestiykist (EN 1365-4:1999, NEQ) DSTU B. V. 1.1-14:2007 [Chynni vid 01.01.2008] Minisregionrozvytku ta budivnutstva Ukrainy vid 22.06.2007 № 63. – 6 s – (Natsionalnyy standart Ukrainy).

23. Evrokod 1. Diy na konstruktsiy. Chastyna 1-2. Zahalni diy. Diy na konstruktsiy pid chas pozhezhi (EN 1991-1-2:2002, IDT) DSTU-H B EN 1991-1-2:2010 [Chynnyy vid 01.07.2013] Minregionbudu Ukrainy vid 27.12.2010 № 549 – 74 s. (Natsionalnyy standart Ukrainy).

24. Proekt. Evrokod 5. Proektuvannya derevyanykh konstruktsiy. Chastyna 1-2. Zahalni pravyla. Rozrakhunok konstruktsiy na vognestiykist (EN 1995-1-2:2004, IDT) DSTU-H B EN 1995-1-2:2012 [Chynnyy vid 01.07.2013] Minregionbudu Ukrainy vid 21.12.2012 № 652 – 90 s. . (Natsionalnyy standart Ukrainy).

