

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Пелеха Андрія Богдановича** за темою «**Несуча здатність та деформативність стиснутих дерев'яних елементів при локальному впливі високих температур**», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

**Актуальність обраної теми.** Традиційно деревина та матеріали на основі деревини є поширеними у будівництві матеріалами, оскільки їх застосування у будівництві має давню історію та має багато окремих прикладень. Дані матеріали високо ціняться архітекторами, інженерами-будівельниками та дизайнерами з огляду на їхні особливі конструкційні, технологічні та декоративні якості. У сучасних міських забудовах поширення будівельних конструкцій на основі матеріалів з деревини було дещо уповільнено, проте останнім часом із розвитком технологій таких матеріалів їхня цінність для зведення сучасних будинків, у тому числі висотних, відновилася і суттєво підвищилася. В цьому випадку важливе значення набули конструкцій з композиційних матеріалів на основі деревини. До таких матеріалів можна віднести клеєну та ламіновану деревину. Конструкційні властивості даних матеріалів відкривають їх новий потенціал для зведення висотних будівель та будівель підвищеної поверховості, особливо у північних країнах де виникають технологічні та конструктивні складності при зведенні будівель на основі традиційних матеріалів і важливість зниження тиску на фундаменти. Суттєвою перепорою повсюдного використання технологій будівництва з використанням таких матеріалів є їх спалюваність і здатність до поширення полум'я і як наслідок низька вогнестійкість, що істотно підвищує їхню пожежну небезпеку.

Не дивлячись на певні застереження щодо використання матеріалів на основі деревини з огляду на їхню підвищену пожежну небезпеку відомі шляхи щодо її суттєвого зниження за рахунок використання вогнезахисних просочувань, покриттів та облицювань. Проте, для застосування таких вогнезахисних систем при забезпеченні необхідної вогнестійкості конструкцій з матеріалів на основі деревини потрібні надійні методи її прогнозування, оскільки прогнозна оцінка вогнестійкості є необхідною процедурою при аналізі пожежної безпеки будівельних об'єктів. Для цього використовуються експериментальні та розрахункові методи. З огляду на викладене питання удосконалення експериментальної та розрахункової бази щодо оцінки вогнестійкості будівельних матеріалів на основі клеєної та ламінованої деревини є актуальним завданням.

### **Зв'язок роботи з науковими, плановими темами**

Дисертаційну роботу виконано у рамках наукових досліджень, що відповідають актуальним науковим напрямкам кафедри будівельних конструкцій та мостів Національного університету «Львівська політехніка». Дисертація виконана в межах науково-дослідної роботи «Теоретичні та

експериментальні дослідження звичайних та попередньо напружених залізобетонних, металевих, дерев'яних та інших конструкцій будівель, споруд, мостів і фундаментів та методів їх підсилення» (номер державної реєстрації 0117U007366, замовник – Міністерство освіти і науки України, 2017-2022рр.).

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у дослідженні напружено-деформованого стану як наукового підґрунтя щодо створення розрахункових методів оцінки вогнестійкості дощатоклесних колон при локальному впливі високих температур. При цьому вперше :

- розроблено оригінальну та дуже цікаву методику випробування дерев'яних дощатоклених колон в умовах локального нагрівання із застосуванням муфельної печі;
- проведені достатньо ґрунтовні випробування фрагментів дерев'яних дощатоклених колон в нормальних умовах та в умовах локального нагрівання, у результаті яких отримано нові дані про розподілення параметрів напружено-деформованого стану і характер їхнього деформування у нормальних умовах та умовах локального нагріву;
- запропоновано методику розрахунку температурних полів у дерев'яних дощатоклених колонах на основі числових методів розв'язку нестационарного рівняння теплопровідності;
- набуло подальшого розвитку уявлення про методи прогнозування поведінки дерев'яних дощатоклених колон в умовах локального нагрівання.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Результати і висновки дисертації є достатньо обґрунтованими при постановці і при відповідному розв'язку поставлених задач.

Наукові результати, отримані у дисертації, є науково обґрунтованими та одержані при проведенні експериментальних та числових досліджень на основі запропонованих математичних моделей поведінки фрагментів механічно навантажених дерев'яних дощатоклених колон в нормальних умовах та умовах локального нагрівання. Адекватність отриманих результатів підтверджена даними проведених дослідів та порівняння результатів розрахунку з експериментальними даними.

Наукові результати дисертації в повному обсязі представлені у 7 наукових статтях, надрукованих у наукових виданнях, з яких одна стаття надрукована у закордонному науковому виданні і має відповідну індексацію у науково-метричних базах. За результатами проведених досліджень отримано 3 патенти на винахід. Робота апробована на 8 науково-практичних конференціях. Дисертація відповідає встановленим вимогам.

**Практична цінність** полягає в тому, що автор на основі теоретичних та експериментальних досліджень запропонував методику для випробувань конструкцій в лабораторних умовах на силову дію та вплив високої температури (перспектива - моделювання умов реальної пожежі) з можливістю вимірювання деформацій в зоні горіння конструкції. Запропонував математичну модель розрахунку температурних полів у дерев'яних колонах в

умовах локального високотемпературного нагрівання. Запропоновані методики та математичні моделі можуть слугувати підґрунтям щодо прогнозування вогнестійкості дощатоклених колон із вогнезахистом та без нього. Розроблені методики впроваджені у практичну діяльність проєктувальних організацій та навчальний процес, про що свідчать відповідні акти впровадження.

**Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях.** Основні положення дисертаційної роботи повною мірою відображені у наукових працях у фахових науково-технічних виданнях України та закордонному виданні та у 8 матеріалах міжнародних і вітчизняних конференцій, а також запропоновані технічні інновації захищені патентами України на винахід. Перелічені публікації їх кількість та науковий рівень відповідає вимогам ДАК України до кандидатських дисертацій.

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (108 найменувань) та 4-х додатків. Робота викладена на 176 сторінках машинописного тексту і включає 69 рисунків, 12 таблиць та 11 сторінок додатків.

У вступі обґрунтована актуальність теми, визначено мету та завдання досліджень, висвітлено наукове та практичне значення роботи, результати її апробації і публікацій.

**Перший розділ** дисертації присвячений аналізу результатів сучасних експериментальних досліджень дерев'яних конструкцій за умов теплового високотемпературного впливу. На основі проведеного аналізу показано, що питання поведінки стиснутих елементів дерев'яних конструкцій в умовах локального впливу високих температур потребує додаткового розкриття і проведення відповідних наукових досліджень.

Виявлено недоліки існуючих підходів у методиках розрахунку дерев'яних колон, в умовах дії високих температур у нормативній та технічній літературі, які полягають в обмеженості їх застосування для асиметрично нагрітих елементах.

Виявлена потреба у виконанні спеціальних експериментальних досліджень напружено-деформованого стану дерев'яних дощатоклеєних колон при впливі локального нагріву. Проведений аналіз досліджень та нормативної документації щодо прогнозування поведінки дерев'яних дощатоклеєних колон при впливі локального нагріву в умовах пожежі дозволив сформулювати мету основні завдання наукових досліджень дисертаційної роботи.

**У другому розділі** автором представлено основні відомості щодо експериментального обладнання, матеріалів та вимірювальної апаратури, наведено основні аспекти виготовлення зразків та підготовки їх до випробувань. Також у даному розділі наведено основні процедури методики проведення лабораторних випробувань дерев'яних дощатоклеєних колон при впливі локального нагріву та натурних випробувань дерев'яної рами.

**У третьому розділі** подано результати досліджень серій дослідних зразків для визначення механічних властивостей деревини на стиск, розтяг та згин.

Отримано та проаналізовано результати випробовувань дерев'яних дощатоклеєних колон на стиск при дії нормальних температур. Встановлено руйнівні зусилля для п'яти колон, а також досліджено напружено-деформований стан колон в процесі завантаження та перед самим руйнуванням.

За результатами випробовувань отримано та проаналізовано міцність та деформативність дощатоклеєних колон при впливі локального нагріву без захисту та з захистом зони нагріву гіпсокартонними листами. Була визначена глибина обвуглювання незахищеної деревини в момент руйнування. За результатами випробовувань в лабораторних умовах була прогнозована вогнестійкість.

Опрацьовано результати дослідження натурального випробовування дерев'яної рами в умовах реальної пожежі. Проаналізовано роботу конструкцій на різних етапах пожежі. Отримано результати обвуглювання в реальних умовах.

**У четвертому розділі** виконаний розрахунок дерев'яних колон на дію зовнішнього температурного навантаження. Отримано аналітичний розв'язок задачі з розподілу температури в дерев'яній колоні, частина якої знаходиться в змінному (в часі) температурному полі та задачі про розподіл міцності деревини при її роботі на стиск, розтяг та зріз за умов нерівномірно, односторонньо нагрітої дерев'яної колоні.

Виконаний розрахунок напружено-деформованого стану дерев'яних колон під час локального високотемпературного впливу та зовнішнього навантаження.

Виконаний практичний розрахунок центрально стиснутої колоні із локальним тепловим впливом за методом скінчених елементів у програмному комплексі «ЛІРА». Також виконано порівняння отриманих результатів із результатами, обчисленими за сучасними нормативними документами.

Наведено рекомендації для розрахунку дерев'яних колон при їх локальному вогневому впливі.

### **Зауваження щодо дисертаційної роботи**

1. При експериментальному дослідженні механічних властивостей зразків деревини недостатньо уваги було приділено статистичному аналізу результатів експериментів з точки зору їхньої достовірності

2. Недостатньо уваги приділено обґрунтуванню параметрів локалізації теплового впливу пожежі на фрагменти дерев'яних колон з огляду на практичні умови теплового впливу пожежі для реальних колон і за яких умов подібний локальний вплив пожежі здійснюється.

3. При дослідженнях поведінки фрагментів дерев'яних колон тепловий вплив було максимально наближено до стандартної температурної кривої у даних умовах експерименту, проте температурні криві теплового впливу у різних дослідах суттєво відрізнялися від стандартної температурної кривої та між собою. Яким чином дана обставина могла вплинути на точність та достовірність результатів випробовувань?

4. При отриманні аналітичного розв'язку нестационарного рівняння теплопровідності було застосовано його лінійне представлення, проте, при

застосуванні рекомендацій 2 частини Єврокоду 5 мають бути використані температурозалежні теплофізичні характеристики деревини, що вказує на необхідність запису рівняння теплопровідності у нелінійній формі. Чи впливає дана обставина на точність результатів розрахунку?

5. Яким чином була врахована анізотропність механічних властивостей деревини та асиметричність діаграм деформування при розтягу та стиску деревини при розрахунку напружено-деформованого стану у дерев'яних колонах.

6. Результати, представлені у дисертації, отримані тільки для одної породи деревини – конструкційної сосни, проте недостатньо приділено уваги питанню, чи може бути використані запропоновані розрахункові методики для інших порід.

7. В дисертації недостатньо приділена увага питанню прогнозування вогнестійкості дерев'яних колон прямокутного або круглого перерізу за запропонованими методиками.

8. При аналізі результатів розрахунку за запропонованими методиками бажано було б порівняти їх зі розрахунками, виконаними для колони із реальними розмірами із врахуванням нелінійних ефектів при тепловому розрахунку та розрахунку напружено-деформованого стану.

Висловлені зауваження не знижують загальне позитивне враження від роботи і важливість отриманих результатів і носять рекомендаційний характер щодо подальшої дослідницької роботи.

### Висновок

Враховуючи вищевикладене, необхідно відзначити, що дисертаційна робота Пелеха Андрія Богдановича є завершеною науково-дослідною роботою, в якій на основі обґрунтованих експериментальних та теоретичних результатів вирішене науково-прикладне завдання підвищення пожежної безпеки дерев'яних будівельних конструкцій.

Враховуючи актуальність, обґрунтованість наукових положень та висновків, наукову новизну практичну цінність і повноту їх викладу у наукових працях, вважаю, що дисертаційна робота відповідає необхідним вимогам, а її автор Пелех Андрій Богданович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент

Головний науковий співробітник

Черкаського інституту пожежної безпеки

імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

д.т.н., проф.

Сергій ПОЗДЄСВ

Підпис засвідчую:

вчений секретар

національного

засвідчую

відділу

Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Сергій БИЧЕНКО

