

спрощення, які приймаються для аналітичних розрахунків призводять до значних похибок. Для вивчення рекомендацій щодо проектування таких конструкцій необхідне подальше їх дослідження.

1. Баженов В.А., Дащенко А.Ф., Коломиец Л.В., Оробей В.Ф. *Строительная механика: Специальный курс. Применение метода граничных элементов.* – Одесса: Астропринт, 2001. – 240 с. 2. Тацій Р.М., Давидчак О.Р. *Розв’язок задач динаміки і стійкості дискретно-неперервних стрижневих систем // Вісник НУ “Львівська політехніка” “Теорія і практика будівництва”.* – 2006. – № 262. – С. 96–103. 3. *Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений / Под ред. А.Ф. Смирнова.* – М.: Стройиздат, 1984. – 415 с. 4. Баженов В.А., Гранат С.Я., Шишов О.В. *Будівельна механіка. Комп’ютерний курс: Підручник.* – К., 1999. – 584 с.

УДК 624.131.64

Б.Г. Демчина, А.Б. Пелех, Г.М. Олексин, М.І. Сурмай  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра будівельних конструкцій та мостів

## ПОВЕДІНКА ДОЩАТОКЛЕЄНИХ КОЛОН ЗА МІСЦЕВОГО ВПЛИВУ ВИСОКОЇ ТЕМПЕРАТУРИ

© Демчина Б.Г., Пелех А.Б., Олексин Г.М., Сурмай М.І., 2009

**Наведено методику та результати дослідження роботи центрально стиснутих дерев’яних дощатоклеєних колон за місцевої дії високої температури. Виконано аналіз отриманих результатів експериментальних досліджень.**

**This article presents the method and results of research the centrally compressed wooden columns, made with plankglue elements, is resulted at the local action of high temperature. The analysis of the got results of experimental researches is executed and their generalization is done.**

**Постановка проблеми.** Останнім часом зріс попит замовників на конструкції з дерев’яних дощатоклеєних конструкцій, відповідно з’явилися підприємства, що спеціалізуються на виготовленні таких конструкцій. Їх широкому застосуванню сприяє доступна ціна, незначна об’ємна вага, легкість монтажу і велика сировинна база. Також клеєні дерев’яні конструкції при дотриманні вимог з проектування на вплив пожежі ефективно можуть забезпечувати відповідний рівень пожежної безпеки об’єктів, не нижчий, ніж у спорудах, запроектованих з використанням металевих або залізобетонних конструкцій.

Серед найпоширеніших, але не до кінця перевірених засобів вогнезахисту дерев’яних елементів, є захист їх гіпсокартонними листами. Використовують для таких цілей як звичайний так і вогнетривкий гіпсокартон. В українських нормативних документах відсутні рекомендації щодо застосування гіпсокартонних листів для вогнезахисту деревини, а також майже відсутні експериментальні напрацювання з вивчення вогнезахисних властивостей гіпсокартону на різних конструктивних елементах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Деревина як будівельний матеріал століттями використовується для зведення будівель і споруд. Довгий час в дерев’яних конструкціях використовувалася суцільна деревина, що обмежувало можливості перекриття великих прольотів будівель. Поява клеєних дерев’яних конструкцій усунула значну частину природних недоліків деревини (неоднорідність, наявність сучків і пороків, вплив вологості), відповідно підвищилася надійність конструкцій, оскільки клеєна деревина має постійні механічні властивості. Не зважаючи на пожежну небезпеку, деревина широко використовується в сучасному будівництві. Невелика теплопровідність деревини, масивність і цілісність перетинів дає можливість дерев’яним конструкціям зберігати несучу здатність під час пожежі набагато довше, ніж металевим, які втрачають її

за температури 450–500 °С. Основною причиною руйнування дерев'яних конструкцій під час пожежі є обвуглювання деревини, що призводить до зменшення їх перерізів. Усе навантаження сприймається необвугленою частиною перерізу, і несуча здатність зменшується в результаті скорочення площі перерізу. Відповідно на межу вогнестійкості конструкції впливає швидкість обвуглювання деревини. У міру зменшення перерізу зростає напруження в конструкції під дією експлуатаційного навантаження, і при досягненні ними граничних значень міцності деревини відбувається руйнування. На межу вогнестійкості впливає зміна міцності деревини під час нагрівання, що є сьогодні теж не вивченим.

**Мета та завдання досліджень.** Мета роботи – вивчити характер руйнування центрально навантажених дощатоклеєних колон за місцевої дії високих температур, визначити межі вогнестійкості колон та швидкості обвуглювання деревини для подальшого використання отриманих даних в проектуванні.

**Експериментальні дослідження.** Межу вогнестійкості дерев'яних конструкцій можна визначити експериментальним методом або розрахувати теоретично. Дослідження дерев'яних конструкцій на вогнестійкість достатньо складні та вимагають значних витрат, крім того, в процесі випробувань, складно визначити характеристики міцності і деформативності деревини через відсутність приладів, які б працювали за високих температур у випробувальних печах. Пропонований метод випробування центрально-стиснутих дерев'яних елементів ґрунтується на припущенні, що межа вогнестійкості настає у момент досягнення граничного напруження в найбільш послабленому перерізі елемента конструкції і залежить від швидкості обвуглювання деревини. На відміну від традиційних методів випробувань конструкцій у цьому методі обвуглювання деревини відбувається в невеликій області, де найімовірніше руйнування колони під час випробування на міцність. Установка для досліджень (рис. 1) складалася зі станда для статичних випробувань конструкції на міцність, муфельної печі, приладів для вимірювання деформацій і температур. Навантаження на зразок створювалося гідравлічним домкратом і контролювалося манометром насосної станції. Поздовжній вигин колони визначався трьома прогиномірами Аїстова, двома біля опорних шарнірів і одним по середині елемента. Деформації в перетині зразка фіксувалися з трьох боків шістьма мікроіндикаторами на базі  $B = 200$  мм. Температура в печі і в перетині елемента на різній глибині від поверхні, що нагрівається, вимірюється хромель-алюмелевими термопарами, сполученими з інтелектуальним вимірювальним перетворювачем ПВІ-0298, який передає інформацію на персональний комп'ютер. Зовнішня схема та вигляд установки зображені на рис. 1.

Програмою експериментального дослідження було передбачено випробування центрально-стиснутих дерев'яних стійок трьох серій (по дві у серії):

I серія – визначення несучої здатності елементів і вивчення їх напружено-деформованого стану в процесі завантаження.

II серія – випробування з місцевим одностороннім горінням деревини під дією високої температури за експлуатаційним значенням навантаження. Метою випробувань цієї серії було вивчення напружено-деформованого стану елемента в процесі горіння і його межі вогнетривкості за дії високої постійної температури  $500 \pm 25$  °С.

III серія – випробування зразків на вогнестійкість, захищених одним шаром гіпсокартону листа та центрально-завантажених експлуатаційним навантаженням. Мета випробувань – вивчення напружено-деформованого стану зразка в процесі завантаження і подальшого вогневого впливу, визначення межі вогнестійкості в режимі дії стандартної температурної кривої пожежі.

Розрахунок колон як центрально-стиснутих елементів проводився згідно СНиП II-25-80 [1]. Колони перерізом 100x100мм і завдовжки 1000мм виготовлені з дерев'яних клеєних по довжині дошок завтовшки 25 мм.

Випробування колон на міцність проводилися в лабораторії кафедри будівельних конструкцій і мостів Національного університету «Львівська політехніка». Навантаження на зразки прикладалися ступенями по 20 кН, покази з приладів знімали після витримки на кожному ступені по 5 хв. Попередньо було проведено випробування чотирьох зразків аналогічних розмірів на силовому пресі. Середнє значення руйнуючого зусилля становило 326 кН, а максимальне напруження в перерізі – відповідно  $32,6$  кН/см<sup>2</sup>, що близько до величини тимчасового опору на стиск уздовж волокон, наведеному в СНиП II-25-80.

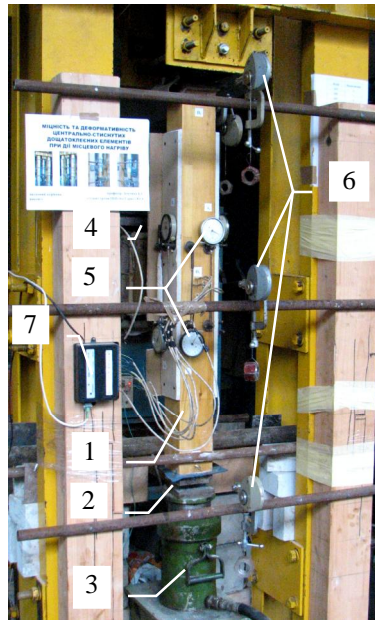
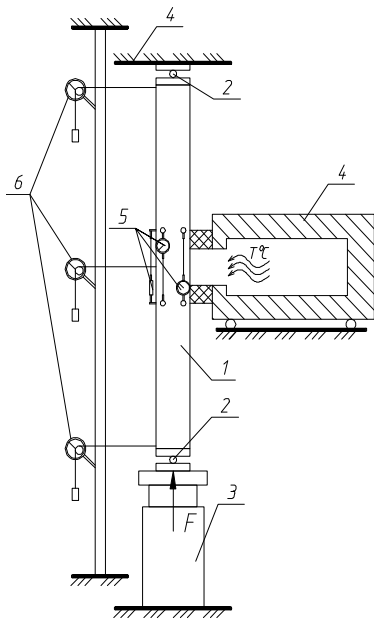


Рис. 1. Схема і зовнішній вигляд стенда для випробовувань на вогнестійкість: 1 – зразок, що випробується; 2 – опорні шарніри; 3 – гідравлічний домкрат; 4 – муфельна піч; 5 – мікроіндикатори; 6 – прогиноміри Аістова; 7 – ПІВІ-0298

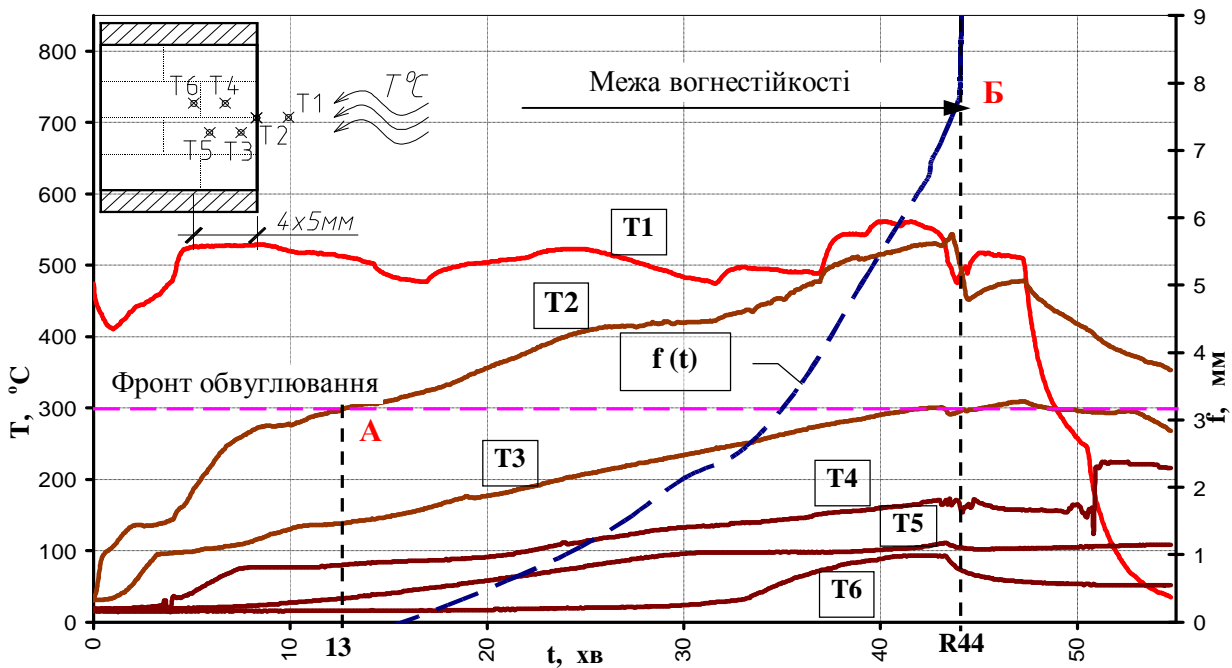


Рис. 2. Покази термопар  $T_i$  в перерізі зразка з незахищеною поверхнею і графік кривої деформацій  $f(t)$ : 1... 6 – графіки  $T(t)$  термопар

Впродовж дослідження дерев'яних елементів на дію одностороннього нагрівання випробування проводилося в три етапи:

1 етап – завантаження центрально-стиснутого елемента навантаженням, що дорівнює експлуатаційному розрахунковому значенню (90 кН), що становило приблизно 0,7 від величини розрахункового руйнівного зусилля. Визначався поздовжній вигин колони і деформації деревини у перерізі по середині елемента в процесі завантаження. Навантаження подавалося ступенями по 20 кН.

2 етап – початок одностороннього нагрівання – супроводжувалося появою вигину від поверхні нагрівання в результаті збільшення ексцентриситету. Зміна ексцентриситету залежала від

зменшення перерізу колони внаслідок обвуглювання деревини під час нагрівання до температури 300 °С, погіршення механічних властивостей деревини з боку нагріву за температурі від 20 до 300 °С і безпосередньо від самого силового поздовжнього вигину колони.

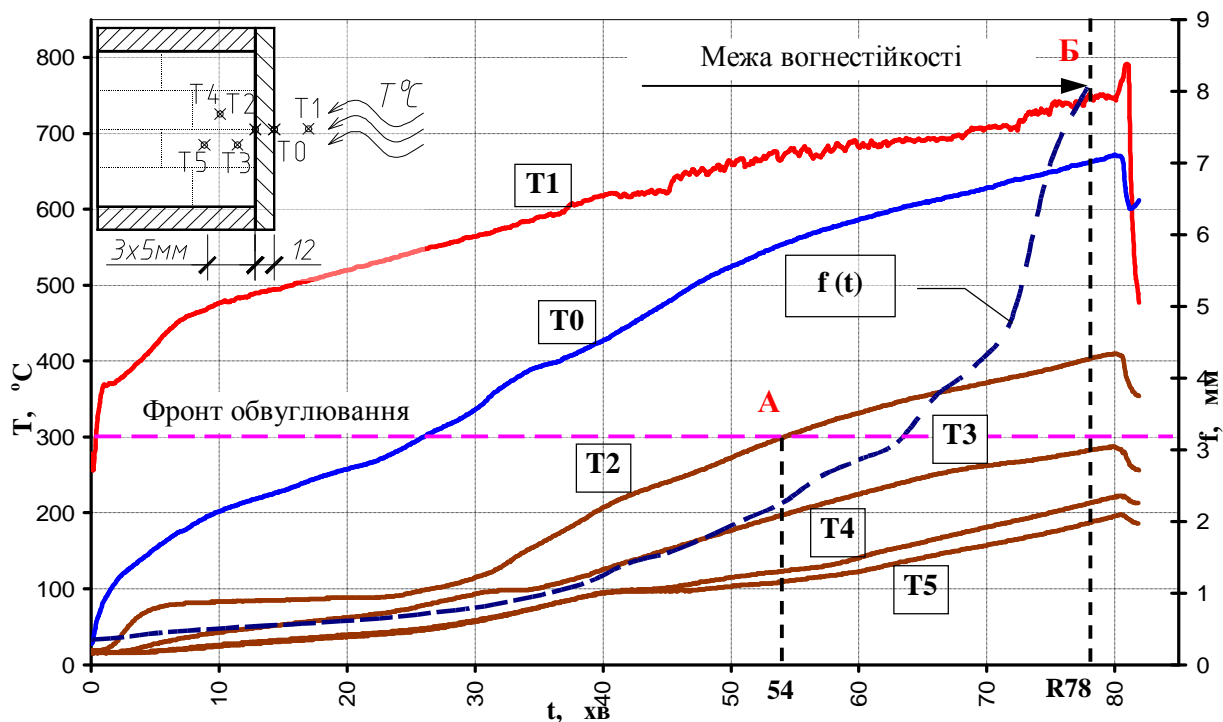


Рис. 3. Покази термопар  $[T(t)]$  в перерізі захищеного гіпсокартоном зразка і графік кривої деформацій  $[f(t)]$ : 0–5 – номери термопар

3 етап – руйнування конструкції унаслідок втрати стійкості убік від поверхні нагрівання. Визначався поздовжній вигин елемента залежно від часу горіння. Момент руйнування вважався межею вогнестійкості зразка.

Розподіл температур на певній глибині від поверхні обвуглювання і наростання поздовжнього вигину залежно від часу нагрівання незахищеної і захищеної гіпсокартоном деревини показаний на рис. 2, 3.

**Висновки.** Випробування зразків II серії з незахищеною поверхнею деревини показали такі результати: межа вогнестійкості двох зразків фактично однакова і становить 45 і 44 хв відповідно (на графіку показано пунктирною лінією); глибину обвуглювання деревини визначили за температурами на термопарах. Розміщення фронту обвуглювання можна визначити з температурою межі розподілу – 300 °С. Оцінивши зміну температури на різній глибині поперечного перетину колон, було визначено середнє значення швидкості обвуглювання деревини, яке становило 0,12 мм / хв. У момент руйнування зразка температура на термопарі Т3 (5мм) досягла 300 °С, що відповідає глибині обвуглювання.

Результати дослідження зразків III серії з вогнезахистом гіпсокартонними листами такі: межа вогнестійкості двох зразків відрізнялася і становить 98 і 78 хв, що пояснюється наявністю додатково нанесеного шару рідкого скла на поверхню деревини і гіпсокартону першої колони; глибина обвуглювання деревини у момент руйнування колони на 78 хв становить 5 мм. А початком обвуглювання можна вважати 54 хв (температура 300 °С на поверхні деревини).

1. СНиП II-25-80. *Деревянные конструкции* / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 66 с.
2. Клименко В.З. *Конструкции з дерева і пластмас: Підручник*. – К.: Вища шк., 2000. – 304 с.
3. Шналь Т.М. *Вогнестійкість та вогнезахист дерев'яних конструкцій: Навч. посібник*. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006. – 220 с.