

АНАЛІЗ ПОВЕДІНКИ НАГЕЛЬНИХ З'ЄДНАНЬ МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Деревина широко використовується в будівельній індустрії в багатьох конструктивних елементах. Процедури проектування описані в [1] і [2]. Однак у деревини є певні недоліки, і ці недоліки слід враховувати при розробці перспективних конструктивних рішень. Внутрішня структура деревини характеризується наявністю трьох взаємно перпендикулярних площин симетрії. Ці площини визначаються поздовжнім напрямком (L) уздовж волокон, радіальним напрямком (R) до річних кілець і тангенціальним напрямком (T) до річних кілець. Щоб повністю охарактеризувати механічну поведінку деревини, необхідно знати залежності напруження від деформації, що відносяться до системи відліку LRT. При проектуванні використовують метод кінцевих елементів і моделі деревини з ортотропного матеріалу. Рекомендації з проектування дерев'яних конструкцій наведені [3-5].

Дослідження присвячене чисельному моделюванню та аналізу нагельних з'єднань в конструкції з цільної деревини. Для виявлення впливу ортотропних властивостей деревини на характер розподілу напружень вироблено моделювання навантаження деревиноподібного зразка, що має анізотропні механічні властивості. Для всіх типів міцнісних параметрів такого зразка прийняті найбільші (найкращі) відповідні значення ортотропної деревини. Дослідження поведінки нагельних з'єднань з жорстким нагелем дозволило розглянути особливості роботи даних з'єднань на стиск і розтяг. В результаті досліджень з'ясувалося, що:

1. При проведенні випробувань нагельного з'єднання на стиск та на розтяг, більш низьке значення модуля пружності в ортотропних зразках веде до більшої податливості деревини поперек волокон. При одній і тій самій величині навантаження, в зразках з анізотропного і ортотропного матеріалу, нормальні напруження на розтяг значно перевищують граничні значення, при цьому між собою відрізняються в 6 разів. Більше падіння межі міцності у ортотропного зразка призводить до більш ранньої втрати несучої здатності. Ортотропність деревини призводить до істотного збільшення поперечних напружень і особливо напружень розтягу. При цьому в ортотропних зразках спостерігаються значно менші дотичні напруження в площині XZ.

2. При одних і тих же величинах навантаження, робота нагельного з'єднання на розтяг, в порівнянні з нагельним з'єднанням, яке працює на стиск, створює в деревині в два рази більші напруження розтягу вздовж волокон і на 28% збільшує поперечні напруження в площині XZ. При цьому, максимальні деформації в зоні контакту нагелю з деревиною збільшуються на 32%.

3. Ортотропність матеріалу надає гірші властивості і на стиск, і на розтяг, в порівнянні з анізотропним. Утворення тріщин і втрата несучої здатності настає раніше в зразках з ортотропного матеріалу. При складанні порівняльної характеристики результатів випробування зразків з ортотропного матеріалу на стиск і розтяг, видно, що для з'єднань, які працюють на розтяг на 31% більші значення загальних деформацій. При роботі нагельного з'єднання на розтяг, деформації вздовж волокон на 36% вище, а деформації поперек волокон на 22% нижче, ніж в з'єднанні, що працює на стиск. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вивчення поведінки матеріалу при динамічних навантаженнях, а також вивчення процесів тріщиноутворення.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-161:2017
2. EN 1995-1-1 (73 1701) Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings. Praha, ČNI. 2006.
3. Сахно С.І., Вербицький В.І., Астахов В.І. «Розрахунок конструкцій з лісоматеріалів за нормами ДБН В.2.6–161:2017 та EN 1995-1-1 теорія, приклади розрахунків, завдання для самостійного розв'язання». Навчальний посібник. Кривий Ріг, 2020.—240 с.
4. Porteous J., Kermani A. Structural timber design to Eurocode 5. Blackwell Publishing company, 2007. ISBN: 978-14051-4638-8
5. К. Becker, K. Rautenstrauch, "Ingenieurholzbau nach Eurocode 5, Konstruktion, Berechnung," Ausführung. Ernst & Sohn, 400 p., 2012