

С.І. САХНО, Л.А. ЯНОВА, О.В. ПИЩИКОВА кандидати техн. наук, доценти,
А.Є. МАНЬКО, К.С. ПИЩИКОВА, студенти
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЇ П'ЯТИПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ З CLT ПАНЕЛЕЙ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Деревина є екологічно чистим і придатним для повторного використання будівельний матеріал, який при правильному догляді має тривалий термін служби. Сировина, яка постійно відновлюється та має безліч переваг, починаючи від нижчої вартості, підвищеної енергоефективності та меншої дії на навколишнє середовище і закінчуючи унікальними варіантами дизайну. Все більш популярними стають конструктивні матеріали з деревини, такі як CLT панелі (cross laminated timber) [1] та глулам (клеєний брус) [2]. Використання даних матеріалів зростає із кожним роком з великим попитом, виробництвом в Європі та у всьому світі. CLT панелі вже використовують у багатьох різних конструкціях будинків, багатоповерхівок, холів, спортивних арен та мостів. Панелі CLT, X-Lam, масивний брус – це загальні назви листових матеріалів, панелей, стійок та балок, виготовлених з клеєних дошок або дошок, укладених поперемінно під прямим кутом. По відношенню до їхньої малої власної ваги, панелі CLT мають більш високу несучу здатність ніж більшість інших будівельних матеріалів, тому великі конструкції можуть витримувати високі навантаження.

На сьогоднішній день відсутні стандартні методики розрахунку будівель CLT панелей. Розрахунок сучасних конструкцій з деревини в Україні має виконуватись відповідно до ДБН В.2.6-16 1:2017 [3]. Однак при підготовці даних будівельних норм було допущено ряд суттєвих помилок [4], які не дозволяють використовувати цей документ для реалізації відповідних розрахунків такими загальноприйнятими САД-системами як SCAD та Lira. У зв'язку з цим було проведено моделювання напружено-деформованого стану силового каркасу багатоповерхового будинку з глуламу та CLT панелей методом скінчених елементів за допомогою програмного комплексу у навчальній версії ANSYS Student, який призначений для вирішення широкого кола інженерних завдань, пов'язаних зі статичними та динамічними впливами на конструкції, термодинамікою, динамікою рідин та газу, та безлічі інших завдань. При розробці математичної моделі були враховані рекомендації у [5].

В результаті досліджень виявлені особливості роботи Багатоповерхового будинку з CLT панелей. Панелі мають високу міцність та жорсткість і можуть бути використані для будівництва багатоповерхових будинків. Виявлено особливості роботи силового каркасу першого поверху-який складається з колон та балок з клеєної деревини та центральним ядром з CLT панелей. Найбільші відносні деформації спостерігаються у колонах першого поверху та у місцях примикання стінових панелей до перекриття. Найбільші напруження виникають у конструкції покрівлі, колонах першого поверху та у місцях з'єднання міжкімнатних перегородок верхнього поверху з підвітряної сторони будівлі. Модальний аналіз будинку показав, що форма коливань та амплітуда відхилень значною мірою залежить від жорсткості колон першого поверху.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що розрахунок конструкцій CLT панелей, котрі зроблені в програмному забезпеченні ANSYS суттєво спростять розрахунки будинків та в майбутньому впровадять їх будівництво в Україні.

Список літератури

1. Masroor, M., Doudak, G., & Casagrande, D. (2022). Design of Multipanel CLT Shear Walls with Bidirectional Mechanical Anchors Following Capacity-Based Design Principle. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 36(1). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)cf.1943-5509.0001693](https://doi.org/10.1061/(asce)cf.1943-5509.0001693)
2. Hajihassani, R., Ghahri, S., Zamani, S. M., & Nourbakhsh, A. (2022). Performance of densified wood glulam as building bio-material. *Journal of Renewable Materials*, 10(2). <https://doi.org/10.32604/jrm.2022.017781>
3. ДБН В.2.6-161:2017. Дерев'яні конструкції. Основні положення. – Київ : Мінрегіон України, 2017. –111 с.
4. Sakhno, Serhiy and Yanova, L. and Pishchikova, O. V., Суттєві помилки в ДБН В.2.6-161:2017 «дерев'яні конструкції основні положення» та їх можливі наслідки (Significant Mistakes in DBN V.2.6-161: 2017 'Wooden Constructions Basic Provisions' and Their Possible Consequences) (February 15, 2020). Гірничий вісник ДВНЗ “Криворізький національний університет”, 105, p. 127-132, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3538659>
5. Gustafsson Anders, Crocetti Roberto, Just Alar, Landel Pierre, Olsson Jörgen, Pousette Anna, Silfverhielm Magnus, & Östman Birgit. (2019). *The CLT Handbook* (E. Borgström & J. Fröbel, Eds.). Skogsindustrierna Svenskt Trä.