

ПЕРСПЕКТИВИ СУЧАСНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ДЕРЕВИНИ У СВІТОВІЙ ПРАКТИЦІ

Анотація: У статті досліджені тенденції сучасного будівництва з деревини у світі, його актуальність та переваги. Проведений аналіз прикладів застосування та перспективи новітніх будівельних матеріалів та технологій в сучасних дерев'яних конструкціях.

Ключові слова: *будівництво з деревини, композиційні будівельні матеріали з деревини.*

Постановка проблеми. Ми живемо у часі стрімкого розвитку нових технологій. Сучасна архітектура – це архітектура наднових матеріалів та сміливих форм. У всьому світі вже не один десяток років переймаються збереженням екосистеми планети, зменшенням викидів парникових газів та екологічністю виробництва задля забезпечення сталого розвитку міст і територій. Дослідження, які провели в США ще 5 років тому, показали, що 47% викидів вуглекислого газу генерує галузь будівництва, 33%- транспорт, та 19%-промисловість. Отже, будівництво – це галузь, яка найбільше забруднює повітря. Саме тому, у світі, на противагу будівництву із сталі та бетону, почалось масове спорудження будівель з деревини.

Актуальність даної теми. У Європі та Америці реалізуючи ідеї енергозбереження та очищення атмосфери від вуглекислого газу почали будувати 30-поверхові хмарочоси з дерева. Цілком можливо, що років через 15 щось подібне з'явиться й у нас. На даний момент в Євросоюзі діє програма "Дерев'яна Європа", якщо її успішно реалізують, то до 2020 року в Європі частка дерев'яного малоповерхового житла буде дорівнює 80% [1]. Ряд країн ЄС, де найбільш сильні традиції масового дерев'яного будівництва, вже зараз знаходиться на півдорозі до цієї цифри. У Фінляндії частка дерев'яних будинків становить 40%, у Німеччині будівлі з деревини займають 20% будівельного ринку, в Австрії близько 30% будинків побудовано із застосуванням дерев'яних конструкцій [1].

Аналіз світової практики. З дерева можна будувати усі види будівель. Найчастіше застосовують у будівництві соціального житла, гуртожитків для студентів, шкіл, лікарень, аеропортів, офісних та торгових центрів.

У грудні 2015 року в Норвегії, в місті Берген, завершилося будівництво житлового комплексу «Treet Bergen» на 14 поверхів заввишки 51 метр (рис.1). Будівля була побудована за технологією будівництва мостів з використанням модульного методу. В якості несучих конструкцій використовували ламінований клеєний брус, який був виготовлений норвезьким заводом Moelven. Будинок збирали як конструктор з 48 готових дерев'яних модулів, які були заздалегідь виготовлені на естонському заводі Kodumaja. Що особливо цікаво, кожен готовий модуль вже включав комунікаційну систему і внутрішню обробку. Для того, щоб надати будові більшу вагу і опір сильним вітрам, її розділили на три сектори, між якими встановили бетонну платформу. Щоб додатково захистити будівлю від вітру, з її східної та західної сторін використовували металевий сайдинг. На завершення будівельного процесу будівельники змогли похвалитися неймовірно високою точністю зведення - відхилення по вертикалі склали 3 мм. В результаті вийшов житловий комплекс на 62 квартири, з яких одинадцять однокімнатних і п'ятдесят одна трикімнатна. Зовні дизайн споруди відрізняється великою кількістю величезних вікон і зашкленних балконів. Житловий комплекс доповнений підземним паркінгом, спортивним залом і двома терасами з садовими меблями [10].

Яскравий приклад багатопверхового житлового комплексу з CLT-панелей - це соціальне житло побудоване в 2013 році - VIA CENNI в Мілані (рис.2). У ньому використані принципи еко-поселення та "розумного міста", а саме: зелені дахи, прогулянкові зелені зони також інтегровані різноманітні громадські функції. Весь комплекс побудований з екологічних матеріалів та дружній до навколишнього природного середовища. Технологія будівництва з CLT-панелей є достатньо ефективною, щоб дозволити скоротити 50% часу на будівництво. Будівлі округу Ценні розроблені у найвищому класі енергоефективності (клас А). Відмінні показники житлового комплексу, скорочення енергоспоживання на 70-80%, є результатом будівельних характеристик, а також застосованих екологічних пристроїв та обладнання (теплові насоси, що живляться підземними водами). Усе це дозволило поєднати в собі велику економію, високий комфорт і, насамперед, підвищену соціальну ідентичність осіб, які там живуть. Мешканці радіють і пишаються тим, що живуть в цьому районі [11].

Найвищий хмарочос з дерева Європи (рис.3) був розроблений в рамках великого конкурсу Réinventer Paris, ціллю якого був пошук інноваційних та дружніх до середовища рішень для 23-х майданчиків Парижу. На ділянці забудови «Баобаб», частиною якого є дерев'яний хмарочос, також заплановане житло (соціальне та приватне), магазини та кафе, гуртожиток для студентів, майданчики для городництва і навіть паркінг із зарядними станціями для електромобілів. За словами архітекторів з MGA (Michael Green Architecture

Ванкувер, Канада), метою проекту є демонстрація того, як об'єднання інноваційних технологій з місцевою інфраструктурою допомагає створювати конструктивно незвичайні і естетично унікальні будівлі, які дійсно здатні кардинально перетворити обличчя Парижа, як це зробив, наприклад, Гюстав Ейфель півтора століття тому, побудувавши Ейфелеву вежу, яка стала сьогодні найголовнішою визначною пам'яткою міста [12].



Рис.1. «Treet Bergen» найвища сучасна багатоповерхівка Норвегії, 14 поверхів, Берген, Норвегія



Рис. 2. Соціальне житло в Мілані, Італія. VIA CENNI

Сучасні хмарочоси, як правило, виготовляються з бетону та сталі, але, як стверджує архітектор Майкл Чартерс, дерево може бути життєздатним будівельним матеріалом для висотних будівель, які матимуть менший вплив на навколишнє середовище. Чартерс розробив "Big Wood" (рис.4), прототип для великомасштабного хмарочоса, зробленого з дерева для 2013 eVolo Skyscraper Competition. "Big Wood" - це великий універсальний комплекс, який буде розташовуватися вздовж річки Чикаго в південній частині Чикаго. Забудова змішаного використання міститиме житло, роздрібну торгівлю, бібліотеку та парк. На думку архітектора, Чикаго - відоме як батьківщина хмарочосів, є оптимальним місцем для прототипу масового будівництва з деревини[13].

Проект під назвою "Куб" (рис.5), був побудований архітектурним бюро Хокінс\Браун, на замовлення Regal Homes у 2015 році в Лондоні. Десятиповерхова будівля розташована на вулиці Венлок-роуд 17-21, має унікальну гібридну сталеву-дерев'яну конструкцію, її загальна висота 33 метри. Цей житловий комплекс побудований також за допомогою CLT-панелей [14].

У липні 2017 року в Канаді була завершена ще одна дуже цікава споруда - багатоповерховий гуртожиток для студентів Університету Британської Колумбії у Ванкувері (рис.6). Brock Commons Tallwood House - це інноваційна багатоповерхова гібридна будівля. Окрім забезпечення студентів житлом, Brock Commons демонструє суцільне дерево як практичний будівельний матеріал у висотних спорудах і демонструє інноваційний та сталий спосіб підвищення

енергоефективності будівель. Конструкція Brock Commons комбінована, фундамент, два сходові марші та шахти ліфтів виконані з бетону, каркас складається з дерев'яних колон на які опираються перекриття з CLT-панелей, споруда налічує 18 поверхів і досягає висоти 53 метри. Фасади будівлі навісні із заскленням[15].

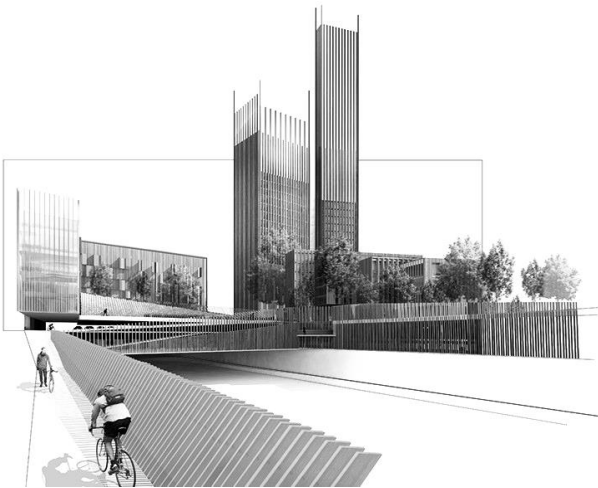


Рис. 3. Проект «Баобаб», найвищий хмарочос (35 поверхів) з дерева Європи в Парижі. Michael Green Architecture (MGA)

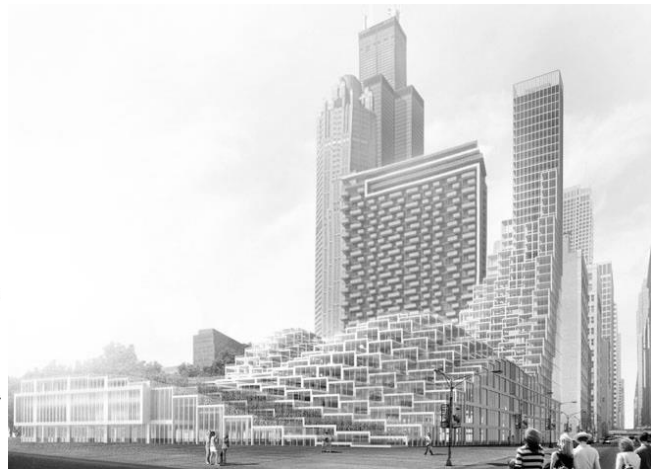


Рис. 4. Big Wood skyscraper, хмарочос з дерева в Чикаго, США



Рис. 5. The Cube, Лондон, Великобританія. Hawkins\Brown Architects



Рис. 6. Brock Commons Tallwood House, гуртожиток для студентів університету Британської Колумбії, Ванкувер, Канада. Acton Ostry Architects Inc.

Виклад основного матеріалу. Первинним постає питання з чого ж побудовані такі масштабні проекти. Як відомо, дерево відзначається високою технологічністю. Дерев'яні будівлі зводяться у двічі швидше ніж з бетону і складаються наче конструктор. Це відбувається завдяки модульним системам, застосуванню клеєних LVL (Laminated Veneer Lumber) брусів, панелей CLT (Cross Laminated Timber), композиційних матеріалів LSL (Laminated Strand Lumber) та PSL (Parallel Strand Lumber). Ці системи об'єднані в групу Engineering Wood Products, – конструкційна, або інженерна деревина. Так, для забезпечення

більшої довговічності, стійкості до гниття та зменшення схильності до грибкового розпаду деревина піддається термообробці. Дуже популярно при створенні конструктивних елементів, балок, ферм, крокв та рам використовувати клеєний брус, який забезпечує високу вогнестійкість, відсутність наскрізного розтріскування, високу теплоізоляцію в порівнянні з цілісною деревиною, а також міцність та довговічність будівлі [1].

CLT панелі - це панелі з перехресно клеєної деревини. Для склеювання шарів між собою використовуються поліуретанові клеї. Вони не містять формальдегідів і розчинників, шкідливих для здоров'я. Така панель повністю складається з сухої струганної деревини хвойних або ж листяних порід. Її шари поперечно переклеєні. Їх кількість може коливатися від 3 до 7. Товщина зазвичай становить від 5-6 до 40 см. Довжина досягає 24 метрів. Ширина - до 3 метрів [5].

LVL бруси – це бруси із клеєного шпону. Конструктивний матеріал, виготовлений по технології склейки кількох шарів лушеного шпону хвойних порід (сосна, ялина, модрина) товщиною близько 3 мм. Волокна деревини суміжних шарів розташовані паралельно, що відрізняє LVL від фанери. Випускається у вигляді брусів, балок, та плит різних розмірів. Легко обробляється в процесі виробництва та на будівельному майданчику [4].

LSL (Ламінований пиломатеріал) – композиційний матеріал з деревини, виготовлений вологостійкого клею та з волокон деревини тополі, товщиною 0,8 мм, шириною 25 мм та довжиною 300 мм. Оскільки деревні волокна інкапсульовані в клей та внаслідок однорідної структури матеріалу, LSL в більшості випадків є стійким до атмосферних умов. Можна виділити два типи LSL: плати, де нитки вирівняні в напрямку основної осі продукту та плити, де частина ниток вирівняна в напрямку опосередкованої осі продукту. Перші придатні для використання у вигляді балок, крокв, підвіконь, колон та ін., тоді як другі використовуються як матеріал для стін, підлоги та стелі[15].

PSL (Паралельно з'єднаний пиломатеріал) - композиційний продукт з деревини, виготовлений із смужок шпону товщиною близько 3 мм і шириною 15 мм. Для скріплення окремих шпон використовується фенольна смола. Під час безперервного стискання, шпони з'єднуються у формі нескінченної балки. Такі пиломатеріали призначені для використання в конструкціях з довгими вільними прольотами. Щоб отримати компоненти з великими поперечними перерізами, елементи PSL можуть бути з'єднані разом[15].

Вміст шкідливих речовин у таких виробках практично зведено до нуля. Принаймні, в деревині, що пройшла обробку в країнах Євросоюзу: у 2004 році ЄС наклав заборону на застосування хімічно обробленої деревини на своїй території [1].

Високий відсоток заводського виготовлення дозволяє замістити затрати на оплату праці робітників на будівельних майданчиках. При цьому можна також

уникнути затримок будівництва через погану погоду, тощо. Значно менше часу потрібно на усадку будівлі. Таким чином, кожна дерев'яна будівля становить архітектурну, екологічну та економічну цінність [6].

Клеєні дерев'яні конструкції відзначаються також високою вогнестійкістю. Європейські стандарти в будівництві громадських будівель передбачають саме дерев'яні балки, тому що їх обвалення в разі займання відбувається в три рази повільніше за бетонні конструкції. Що ж до довговічності дерев'яних будинків, то в термінах служби такого будинку і побудованого з інших матеріалів істотних відмінностей немає [3]. Масивна конструкція з дерева не може легко загорітися оскільки вона містить в собі багато вологи. Часто висотні дерев'яні будівлі оздоблюють навісними панелями або цеглою, що подовжує термін їх експлуатації та захищає дерев'яну конструкцію від впливу природних факторів.

Будівництво з деревини – це екологічно відповідальне будівництво. Один дерев'яний будинок середніх розмірів може адсорбувати 40 тон вуглекислого газу, що дорівнює за кількістю викидам автомобіля, який активно використовується протягом 20 років однією сім'єю [2]. Дерево - це універсальний будівельний матеріал, оскільки деревина володіє ефектом «дихання», пропускаючи повітря і забезпечуючи постійний повітрообмін у приміщеннях таким чином створюючи хороший мікроклімат [3].

Висновок. Як видно із дослідження, у Європі, Канаді та Америці будівництво з деревини набрало грандіозних масштабів і попри невисоке приватне житло, дерев'яні будівлі значно зросли у поверховості і все це стало можливим завдяки сучасним дерев'яним будівельним матеріалам. Невдовзі такі масштабні проекти назавжди змінять звичний вигляд найбільших міст світу.

Сучасні будівлі з деревини у комплексі з енергозберігаючими технологіями є дуже актуальними для України. Цього року набув чинності закон про Енергетичну ефективність будівель. Згідно з яким, з моменту як нерухомість в Україні знаходиться на ринку для продажу чи оренди, енерго сертифікат є обов'язковим. Сертифікат по енергії – це документ, який оцінює енергоефективність споруди по шкалі А+ (дуже ефективний) то G (неефективний). Сьогодні, у Європі та Америці, питання енергоефективності будівель стоїть дуже гостро і кожна споруда має відповідний паспорт і сертифікат, а покращення енергоефективності існуючих споруд заохочується державою. Чудовими прикладами “зелених” будівель в українських містах були б нові дитячі садки, розважальні та спортивні центри, нові адміністративні будівлі, школи чи лікарні. Необхідно популяризувати будівництво з деревини в Україні та використовувати сучасні світові будівельні матеріали. Досвід найбільш розвинутих країн світу показує, що будівництво з дерева - відмінний спосіб вкладення інвестицій і збільшення кількості робочих місць.

Література

1. Дерев'яні вишукування. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dom.ukrbio.com/ua/articles/5129/>
2. Нові тенденції в дерев'яному житловому будівництві. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dominant-wood.com.ua/ua/news/105-novi-tendencyi>
3. Що необхідно знати про будівництві дерев'яного будинку. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.aratta-ukraine.com/text_ua.php?id=1512
4. ЛВЛ - Брус. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ЛВЛ-Брус>
5. Панели из поперечно-клееной древесины (CLT). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://derevo.ua/articles/details/paneli-iz-poperechno-kleenoj-drevesiny-clt-65>
6. В Европе активно строят многоэтажные деревянные дома. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://kalevalaosb.ru/about/prensa/129>
7. В Норвегії побудували найвищий багатопверховий будинок з дерева. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dominant-wood.com.ua/ua/news/205-v-norvegii-postroili-samyiy-vyisokiy-mnogoetazhnyiy-dom-iz-dereva>
8. SOCIAL HOUSING VIA CENNI. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.rossiprodi.it/?project=social-housing-via-cenni-2#more>
9. У Парижі побудують дерев'яний хмарочос. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://vikna.if.ua/news/category/cikavo/2015/10/30/43350/view>
10. Michael Charters' Big Wood Skyscraper is a Sustainable Alternative to Steel and Concrete Buildings. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://inhabitat.com/big-wood-skyscraper-design-earns-honorable-mention-from-2013-evolo-skyscraper-competition/>
11. The Cube / Hawkins\Brown. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/774172/the-cube-hawkins-brown>
12. Brock Commons Tallwood House. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.naturallywood.com/emerging-trends/tall-wood/brock-commons-tallwood-house>
13. The Cube / Hawkins\Brown. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/774172/the-cube-hawkins-brown>
14. Brock Commons Tallwood House. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.naturallywood.com/emerging-trends/tall-wood/brock-commons-tallwood-house>

15. Офіційний сайт компанії “European wood China” [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.europeanwood.org.cn/en/>

16. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» . [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>.

Шевчук О.С.,

Львовский национальный политехнический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВРЕМЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ

Аннотация. В статье исследованы тенденции современного мирового строительства из древесины, его актуальность и преимущества. Также проведен анализ примеров применения и перспективы новейших строительных материалов и технологий в современных деревянных конструкциях.

Ключевые слова: *деревянное домостроение, древесные композиционные материалы в строительстве.*

O. Shevchuk,

Lviv Polytechnic National University

PROSPECTS OF MODERN TIMBER MATERIALS IN WORLD PRACTICE

Abstract. In this article discovered world's tendencies of contemporary architectural timber design, their actuality and advantages. Also, there were analyzed examples of practical adaptation newest building materials and technologies in wooden constructions and their prospectivity.

Key words: *timber construction, wooden building materials.*