

## **Дерев'яні конструкції в аеропортобудуванні**

*Дослідження стосується питань застосування конструкцій з інженерної деревини при проєктуванні будівель аеропортів.*

### **Вступ.**

Деревина є одним з найстаріших, екологічних та відновлювальних будівельних матеріалів, який володіє унікальними властивостями: незначна вага, міцність, пластичність, економічність, гарні теплоізоляційні властивості, опір хімічно-агресивним середовищам, простоту обробки та ін. На сьогоднішній день застосування дерев'яних конструкцій набуває все більшої актуальності. З одного боку це викликано підвищенням вартості традиційних для галузі матеріалів, як-то сталь чи залізобетон, а з іншої прогресивні способи виробництва інженерної деревини з підвищеними міцнісними показниками (ультралам LVL, клеєний брус GLT, поперечно клеєна деревина CLT, клеєний брус цвяхами NLT або дюбелями DLT та ін.), вдосконалення методів розрахунку та проєктування із застосуванням BIM-технологій, оригінальні архітектурні та конструктивні рішення, реалізовані в останні десятиріччя свідчать про зростаючий інтерес до потенціалу будівництва з дерева в нашій країні, так і в світі [1 - 4].

Значне поширення екологічно привабливих та сучасних конструкцій з деревини, без сумніву викликано загальносвітовою тенденцією тяжіння до стійкої архітектури при проєктування будівель. Не є винятком в цьому тренді й споруди аеропортів, які виступають одними з найсильніших локальних джерел шкідливого техногенного впливу на довкілля. При їх спорудженні змінюється ландшафт, забруднюється атмосфера, ґрунти та водні ресурси. Саме тому так важливо при будівництві нових чи реконструкції існуючих споруд аеропортів надавати перевагу таким матеріалам та проєктним рішенням, що зведуть до мінімуму негативний вплив на навколишнє середовище.

Важливо відмітити й естетичний аспект застосування деревини, як конструкційного матеріалу. Шаруваті клеєні та гнукклеєні дерев'яні елементи дозволяють проєктувати конструкції практично будь яких розмірів та перерізів, перекривати прольоти понад 100 м та виготовляти технічно оригінальні доробки. Сучасні програмні комплекси також значно розширюють можливості моделювання для створення нових геометричних форм та реалізації інноваційних рішень. Будівлі аеропортів виступають знаковими архітектурними об'єктами, унікальними за розміром і технічними рішеннями, тому використання деревини в практиці їх проєктування безумовно має підстави для успішного впровадження.

Застосування дерев'яних конструкцій при спорудженні будівель аеропортів, викликає ряд важливих питань, відповіді на які можуть бути отримані з досвіду проєктування та будівництва інших об'єктів-аналогів. При цьому важливо зосереджуватися не лише на типології та функціональному

призначенні будівлі, але і розглядати ряд будівельних задач пов'язаних з вибором технологічної системи (традиційні чи гібридні системи, наприклад «метал-деревина»), матеріалу, вузлових з'єднань та типів кріплення окремих елементів для підвищення технологічності, захист відповідно діючих пожежних стандартів, монтажні засоби та ін. З огляду на це основна мета даної статті – проаналізувати вибірковий ряд окреслених питань для узагальнення будівельних рішень, які можуть бути ефективно використані для потреб сучасного аеропортобудування.

#### **Світовий досвід використання деревини в аеропортобудуванні.**

Розробка концепцій, проектів та спорудження окремих будівель аеропортів із застосуванням новітніх матеріалів з деревини з покращеними характеристиками є реаліями нашого часу. Відмітимо в зв'язку з цим проект з розширення аеропорту Цюріха, Швейцарія (Zurich Airport - Dock A), який за задумом архітекторів складається з терміналу та командно-диспетчерський пункту. Конструктивно будівля вирішена у вигляді просторової дерев'яної рами з колонами «V»-подібної форми. Для максимального застосування природного світла передбачені вітражі та світловий ліхтар.



Рис. 1. Термінал аеропорту Цюріха (фото с сайту <https://www.dezeen.com> )

Прикладом завершеного будівництва може слугувати міжнародний аеропорт Мастан Себу, Філіппіни, покрівля якого повністю виконана зі збірних 30-метрових тришарнірних арок стрілкового обрису виконаних з клеєної деревини.



Рис. 2. Термінал аеропорту Мactан Cebu (<https://www.archdaily.com> )

Особливістю даного регіону є висока сейсмічність. Завдяки специфіці фізико-механічних властивостей деревини, сейсмічні зусилля в ній розвиваються значно менші, ніж в аналогічних конструкціях з інших матеріалів. Тому застосування природного матеріалу в даному проєкті було не лише вдалим архітектурним, але і науково обґрунтованим рішенням [5].

Досить часто для покриттів будівель аеропортів застосовуються класичні дерев'яні балочні конструкції. Наприклад легкі покрівлі терміналу Portland Jetport, США (загальною площею 3720 м<sup>2</sup>) та Jackson Hole Airport, Вайомінг, США реалізовані з клесного бруса (рис. 3).



Рис. 3. Конструкції дерев'яної покрівлі Portland Jetport Airport та Jackson Hole Airport (<https://www.thinkwood.com>, <https://www.archdaily.com> )

Оригінальний проєкт був розроблений для аеропорту в м. Тіроль, Австрія. Він складається з ряду універсальних модульних будівель зі збірних дерев'яних елементів. Особливістю даного рішення є створення готових технологічних блоків, які забезпечують швидкий монтаж та можливість передбачити різні планувальні схеми.



Рис. 4. Проект модульного дерев'яного аеропорту в м. Тіроль  
(<https://lakaperspectives.com>)

На рис. 5 наведені зображення конструкцій хвилястої дерев'яної покрівлі головного терміналу Portland International Airport. Несучими конструкціями покрівлі стали гнуті клеєні 24-метрові однопролітні дерев'яні балки, кожна з яких мала власний обрис для створення унікальної просторової форми. Висота перерізу кожної балки становила до 4 м.

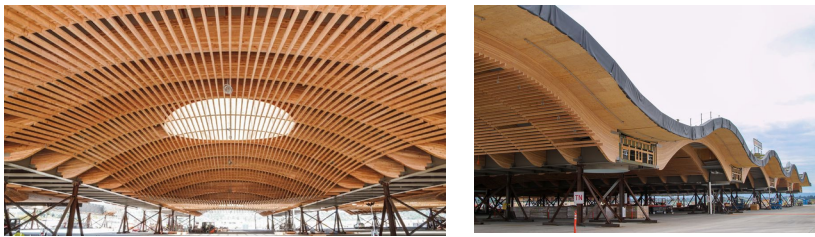


Рис. 5. Гнуті клеєні балки покрівлі Portland International Airport  
(<https://timberlab.com>)

Службові будівлі аеропорту Відня також збудовані з використанням дерев'яних конструкцій. Більшість корпусів одноповерхові, мають каркасну конструктивну схему з сіткою колон 10x28,5 м та консольні навіси. Габаритний розмір становить 45x100 м.

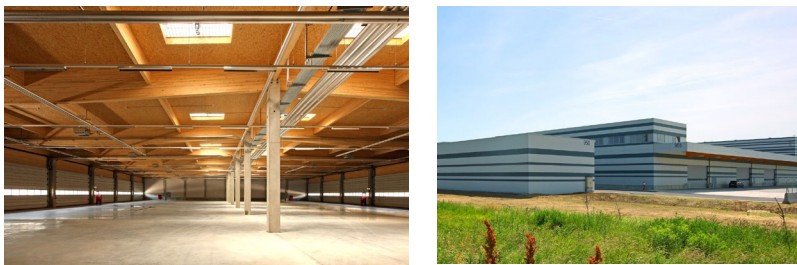


Рис. 6. Службові будівлі Vienna Airport (<https://www.rubner.com/>)

В рамках реконструкції аеропорту Split Airport, частина покрівлі головного терміналу (25х40 м) була виконана у вигляді ребристого купола з гнуклесених дерев'яних елементів змінної висоти (рис. 7) [6].

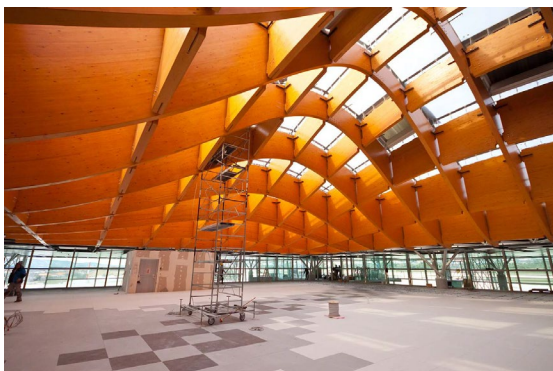


Рис.7. Покрівля Split Airport (<https://www.exyuaviation.com/>)

**Висновок.** Деревину, як будівельний матеріал традиційно відносять до області малоповерхового будівництва, тому дерев'яні конструкції досить рідко потрапляють у фокус проектних груп при спорудженні будівель і споруд громадського призначення. Проте завдяки унікальним якостям інженерної деревини та її екологічній привабливості, використання даного матеріалу є перспективним для конструкцій будівель аеропортів та, зокрема елементів покриття складної просторової форми.

### Список літератури

1. Журавлев А.А. Пространственные деревянные конструкции. – А.А. Журавлев, Г.Б. Вержуковский, Н.Н. Еременко. – Ростов-на-Дону: Малыш, 2003. – 518с.
2. Weinand Y. Advanced Timber Structures. – Architectural Designs and Digital Dimensioning. – Birkhäuser, Basel, 2017. – 238 P.
3. Гетц К.-Г. Атлас деревянных конструкций / К.-Г. Гетц, Д. Хоор, К. Мелер, Ю. Наттер. – М.: Стройиздат. – 1985. – 272 с.
4. Михайловський Д.В. Деревина – сучасний будівельний матеріал. – Д.В. Михайловський, Р.В. Заєць, А.Г. Чубарев. – Містобудування та територіальне планування. – 2014. – Вип. 52. – С.256-263.
5. Lakshmanan R. Benefits of Glulam Timber Roof Structure for Airport Passenger Terminal Building / R. Lakshmanan. – Journal of The Institution of Engineers. – 103(2). – 2022. – P. 1-6.
6. Radnic J. Passenger terminal extension structure at Split Airport / J. Radnic, D. Matesan, I. Banovic, D. Buklijas-Kobojevic. – Gradevinar. – 68(11). – 2016. – P. 907-917.