

УДК 624.011

**КЛЕЄНИЙ ШПОН (УЛЬТРАЛАМ) - ПЕРСПЕКТИВНИЙ
БУДІВЕЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ**

**LAMINATED VENEER (ULTRALAM) - A PROMISING
CONSTRUCTION MATERIAL**

Михайловський Д.В. к.т.н., доцент; **Чубарев А.** студент. (Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ)

Mihailovskiy D.V. the candidate of technical sciences, assistant professor;
Chubarev A. student. (Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv)

Дана історична довідка та загальна інформація щодо клеєного шпону. Приведено обґрунтування ефективності застосування балочних конструкцій з клеєного шпону в порівнянні з цільною та клеєною деревиною.

This historical information and general information on laminated veneer. Provide a rationale the efficacy of beam structures made of laminated veneer over timber and laminated wood.

Ключові слова:

Клеєний шпон, балки з клеєної деревини, конструкції з клеєного шпону.
Laminated veneer (ultralam) beams of laminated wood construction with Laminated veneer.

Вступ. Дерев'яне будівництво широко розвинене в усьому світі [1, 2], завдяки своєму широкому розповсюдженню, легкості видобування і обробки, біологічній стійкості, екологічності, відносно малій густині при досить великій міцності, естетичним властивостям. Однак деревина, як і інші будівельні матеріали, має свої суттєві недоліки. Саме з цієї причини в лабораторії Федерального Лісництва США в 1935 р. була створена технологія виготовлення матеріалів з клеєного шпону (Ultralam) або LVL. Назва походить від англійського Laminated Veneer Lumber (брус з клеєного шпону). LVL виготовляють клейовим з'єднанням шарів шпону, товщиною від 2 до 3 мм, хвойних порід деревини (сосна, ялина). На відміну від простої фанери волокна сусідніх шарів розташовуються паралельно один одному. LVL - матеріали виробляються у вигляді різного розміру плит і бруса. Конструкційні LVL - матеріали можна обробляти не тільки у виробничих умовах, а й прямо на будмайданчику. У США в 60-х роках минулого століття широкомасштабне комерційне виробництво матеріалів LVL розпочала компанія Trus Joist International, в даний час стала підрозділом фірми

Weyerhaeuser. До 1998 р. єдиним виробником LVL в Європі була фінська компанія Finnforest. А з 1998 р. власне виробництво цієї продукції відкрила шведська компанія Vanerply.



Рис. 1 «The Metropol Parasol», Севілья, Іспанія

Спочатку LVL використовувався для виробництва пропелерів літаків та інших високоміцних авіаційних деталей під час другої світової війни. У 1970-і рр. засновники компанії Trus Joist International (зараз - підрозділ iLevel компанії Weyerhaeuser, США) Арт Траутнер і Герольд Томас стали використовувати клеєний шпону для виготовлення двотаврових балок для будівельних конструкцій (балки покриття та перекриття, ферми тощо) [3]. Одними з найяскравіших прикладів використання конструкцій з LVL є «The Metropol Parasol» в Севільї, Іспанії (Рис. 1) і стоїчно-ригельна система «Aviation Display Hall» в Новій Зеландії (Рис. 3). На теренах піст радянського простору перше виробництво клеєного шпону - LVL проектною потужністю 39 тис. м³ на рік було засновано в 2003 р. у м. Нягань (Тюменська обл.) Югорським лісопромисловим холдингом. А прикладом використання виробленого в Тюменській області клеєного шпону є Маріїнський концертний зал в Санкт-Петербурзі, Росії (Рис. 2), в якому конструкції лож і покриття виконані саме із клеєного шпону.

В 2005 р. компанія "Таліон Терра" придбала першу земельну ділянку в м. Торжок (Тверська обл.) з метою будівництва лісопереробного заводу, а в 2007р. на заводі вже була відкрита лінія по виробництву бруса з клеєного шпону [4, 5]. Компанія "Таліон Терра" орендує в Тверській області лісові ділянки з запасом деревини 200 тис. м³ і самостійно веде лісозаготівлю.

Сучасні технології принципово змінюють механічні характеристики матеріалів з клеєного шпону, таким чином дозволяють створювати з них продукцію із зовсім іншими монтажними та експлуатаційними

характеристиками. Показники міцності на згин і розтяг вздовж волокон у LVL матеріалів майже вдвічі перевищують характеристики пиломатеріалів з цільної та клеєної деревини. Крім того, на відміну від пиломатеріалів з цільної деревини, довжина елементів LVL може легко досягати 24 метрів. Саме ці фактори визначили основне використання LVL бруса для зведення несучих каркасів будівельних конструкцій, в якості елементів кроквяних конструкцій, міжповерхових та горищних балок перекриттів. Не дивлячись на бурхливий розвиток нових технологій у будівництві, дерев'яне житлове будівництво популярно не тільки з естетичних чи екологічних міркувань. Справа в високій технологічності дерев'яних будівельних конструкцій.



Рис. 2 Маріїнський концертний зал в Санкт-Петербурзі, Росії

Для виробництва бруса з клеєного шпону використовується деревина хвойних порід, яка володіє більшою щільністю, ніж листяна, що традиційно використовується для виробництва фанери. Перед тим як піти в переробку, колоди протягом 24 годин проходять гідротермічну обробку в басейні з гарячою водою, температура якої досягає 50⁰С. Після гідротермічної обробки колоди розрізаються поперечною пилкою на заготовки довжиною 2,5 м. Потім ці заготовки доставляються на лінію виготовлення шпону, де колоди "розкручуються" в стрічку шпону товщиною 3,2 мм. Продуктивність лінії по виготовленню шпону досягає швидкості до 18 колод на хвилину.

Відходи виробництва шпону, так звані "олівці", і відходи від процесу вирівнювання заготовок по діаметру подрібнюються для виготовлення пелет. Чорні відходи (кора) йдуть в якості сировини в котельню заводу для опалення виробничих приміщень - таким чином забезпечується принцип безвідходності виробництва.

Стрічка шпону розрізається на листи шириною 1,25 м. Утворені окремі листи шпону потрапляють в сушильну камеру виробництва компанії

Grenzebach (Німеччина). Вологість регулюється за допомогою автоматичного вологоміра, недосушеними листи, рівень вмісту води в яких перевищує 5%, знову потрапляють в сушильну камеру. Після цього шпон проходить через ультразвукове сканування на щільність на обладнанні Metriguard (США).

Таким чином, на першому етапі виробництва виходить сухий шпон, який сам по собі є готовим продуктом, придатним до використання на меблевих і дверних підприємствах. На наступному етапі з шпону виготовляють брус з клеєного шпону.

Для склеювання шпону використовується стійкі до окислення клеї. Далі відбувається безперервне пресування з попереднім підігрівом мікрохвилями. Для такого способу виробництва LVL властиво оптимальне проникнення клею в структуру деревини, при якому матеріал набуває кращих фізико-механічних властивостей. При склеюванні листи шпону розташовуються в шаховому порядку, рівномірно по всій довжині елементу.



Рис. 3 «Aviation Display Hall», Нова Зеландія

Комп'ютеризація процесів виробництва і контролю якості гарантує досить точні розміри виробів. На відміну від матеріалів з цільної деревини, LVL дозволяє довільно варіювати розміри елементу, обмежуючи їх лише технологічними можливостями лінії з випуску LVL. При довжині від 2,5 до 24м, ширина клеєного бруса з шпону може бути від 200 до 1830мм, а товщина 21 - 75мм. Заготовки з LVL можуть розрізатися точно за розмірами замовника. У міру необхідності можна розрізати заготовки як на брус, так і на дошки не тільки в умовах виробництва, а й безпосередньо на будівельному майданчику.

Оскільки конструкційні матеріали з клеєного шпону мають підвищену стійкість до впливу агресивних середовищ порівняно з матеріалами з цільної та з клеєної деревини, їх можна застосовувати для зведення

сільськогосподарських приміщень, складів хімічних реактивів, басейнів тощо. Крім того елементи конструкцій з клеєного шпону доцільно використовувати в конструкціях великих збірних каркасних будинків, промислових складських будівель, у виготовленні дверних і віконних рам, рейок розсувних дверей, тощо. Він може використовуватися при будівництві мостів і водонапірних башт, залізничних шпал, в якості шумового бар'єру на автостадах, в конструкціях сходів і будівельних лісів, а також в якості стійок як несучих, так і не несучих стін.

Матеріал Ultralam від компанії "Таліон Терра" підрозділяється на кілька видів залежно від галузі застосування. Ultralam R використовується для виробництва підбалок, опорних несучих балок, двотаврових балок, обрешітки, профілів вікон і дверей. Ultralam X використовується в якості стінових панелей, дерев'яних стяжок, елементів силової опалубки. Ultralam I може, залежно від вимог замовника, мати нестандартну довжину і товщину, порядок поперечних і поздовжніх шарів.

Ultralam застосовується в конструкціях великих збірних блочних будинків, в якості компонентного матеріалу і в конструкціях промислових складських приміщень, у будівництві індивідуальних дерев'яних будинків, у виготовленні дверних і віконних рам, рейок розсувних дверей, а також у будівництві басейнів, спортивних залів і т.д. Він може використовуватися при будівництві мостів і водонапірних башт, залізничних шпал, в якості шумового бар'єру на автостадах, в конструкціях сходів і будівельних лісів, а також в якості стійок як несучих, так і не несучих стін.

Аналіз досліджень. Нормативною базою розрахунків є «Научно-технический отчет «Исследование многослойного клееного из шпона материала Ультралам с обоснованием положений стандарта организации (СТО) «Деревянные конструкции. Многослойный клееный из шпона материал Ultralam (Ультралам). Общие технические требования.»» [6]. За даними звіту був складений і опублікований стандарт організації «Деревянные конструкции. Многослойный клееный из шпона материал Ultralam (Ультралам). Общие технические требования. СТО 36554501-021-2010» [7].

Постановка мети і задач досліджень. Метою дослідження є порівняння застосування в перекриттях та покриттях будівель балок з цільної, клеєної деревини та клеєного шпону (LVL).

Методика досліджень. Проведені чисельні дослідження балок на двох опорах прольотами від 4 до 20 м з градацією в 1 м по довжині. Приймалось що балки з клеєної деревини прийняті з деревини сосни 2-го сорту. Навантаження постійне та тимчасове довготривале - 3 (кН/м).

Для клеєної деревини прийнята густина $\rho=520$ (кг/м³), модуль пружності $E_{\sigma}=10000000$ (кН/м²)=10000 (МПа), модуль зсуву $G_v=500000$ (кН/м²)=500 (МПа), Коефіцієнти Пуассона поперек волокон при напруженнях вздовж волокон $\mu_{90,0}=0,45$, вздовж волокон при напруженнях поперек волокон

$\mu_{0,90}=0,018$. При згині вздовж волокон $R=14$ (МПа). При стисканні і зминанні вздовж волокон $R=14$ (МПа). При стисканні і зминанні впоперек волокон $R=1,8$ (МПа). При розтягуванні вздовж волокон $R=9$ (МПа), поперек волокон $R=0,3$ (МПа). При сколюванні вздовж волокон перпендикулярно площині листа $R=0,7$ (МПа), паралельно площині листа $R=1,6$ (МПа).

Для клеєного шпону (LVL) прийнята густина $\rho=480$ (кг/м³), модуль пружності $E_0=15000000$ (кН/м²) = 15000 (МПа) модуль зсуву $G_v=350000$ (кН/м²)=350 (МПа), Коефіцієнти Пуассона такі самі як і для клеєної деревини. При вигині вздовж волокон $R=20$ (МПа). При стисканні і зминанні вздовж волокон $R=20$ (МПа). При стисканні і зминанні впоперек волокон $R=2,0$ (МПа). При розтягуванні вздовж волокон $R=18$ (МПа), поперек волокон $R=0,5$ (МПа). При сколюванні вздовж волокон перпендикулярно площині листа $R=2,5$ (МПа), паралельно площині листа $R=2,0$ (МПа).

Підбір перерізів елементів проводився за двома граничними станами. За ДСТУ-Н Б В.2.6-184:2012 [9] для балок з клеєної деревини і клеєного шпону (LVL) ширина перерізу становила $b=12$ (см), а висота h підбиралась відповідно кількості і товщині шарів. Граничні прогини ω розраховувались відповідно до ДСТУ Б В.1.2-3:2006 [10] при прольоті l , м: $l \leq 1$, $\omega=1/120$; $1 = 3$, $\omega=1/150$; $1 = 6$, $\omega=1/200$; $1 = 24$ (12), $\omega=1/250$.

Результати досліджень. Результати чисельних досліджень приведено на рис. 4, 5, 6.

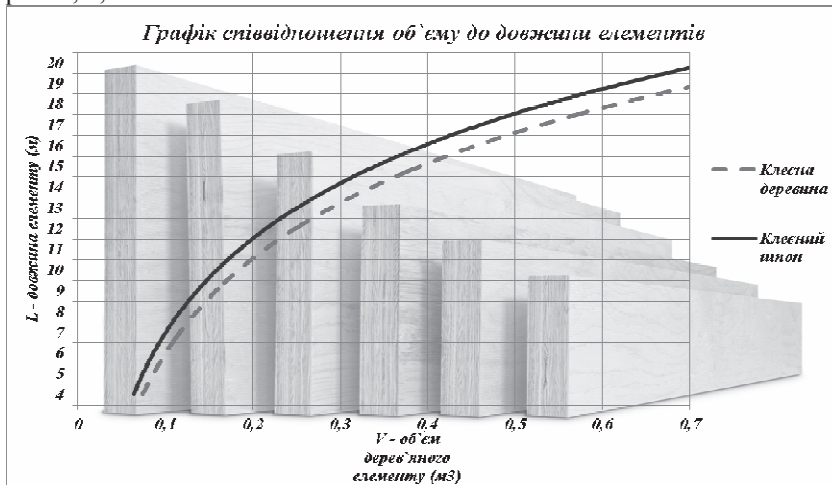


Рис. 4 Зміна витрат деревини на виготовлення балок в залежності від прольоту

За результатами проведених чисельних досліджень можна зробити висновок, що для балок з LVL необхідно на 10-15% менше деревини ніж необхідно на виготовлення аналогічних балок зі звичайної клеєної деревини.



Рис. 5 Вага елементів з клеєного шпону та клеєної деревини в залежності від прольоту

При порівнянні вагових показників балок з клеєного шпону - LVL та балок зі звичайної клеєної деревини, виявилось що елементи з LVL на 10-20% легші за аналоги з клеєної деревини, що надає клеєному шпону додаткові переваги при монтажі конструкцій.

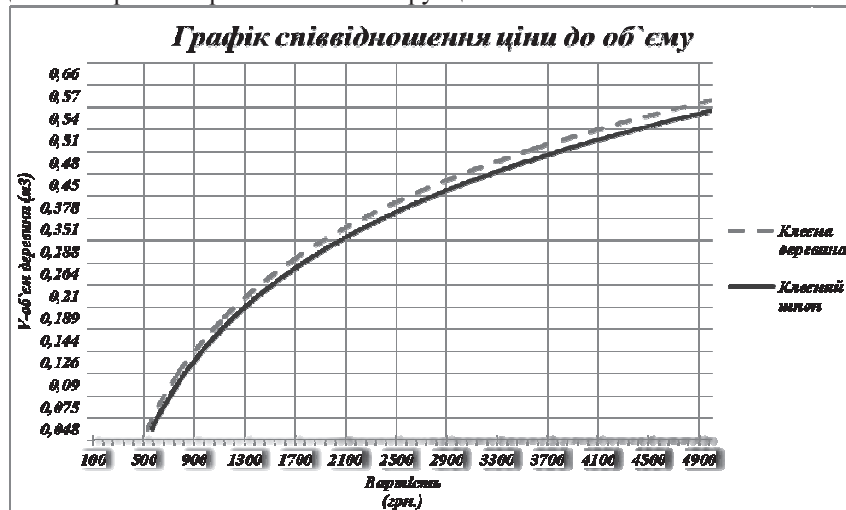


Рис. 6 Співвідношення вартості клеєної деревини та клеєного шпону

Як бачимо з рис. 3 клеєна деревина виявляється дешевшою за клеєний шпон на 5-10%. Але враховуючи експлуатаційні характеристики та

ефективність монтажу конструкцій, ця різниця легко перекривається (Вартість балок LVL взята з офіційного сайту Югорського лісопромислового холдингу (ЮЛХ)).

Висновки. Недоліком LVL є: недостатня інформація в науковій і технічній літературі, низька вивченість матеріалу, що не дозволяють на сьогоднішній день говорити про його широке застосування в будівельній галузі. Норми проектування України [8, 9] не дозволяють застосовувати цей сучасний будівельний матеріал, бо не містять в собі інформації щодо нього. Основні напрямки використання LVL - в каркасному малоповерховому житловому будівництві (балки перекриттів, крокви, ригелі, несучі стійки), монолітному будівництві (елементи бетонної опалубки).

Згідно аналізу сучасного стану деревообробної промисловості України, потреба в дерев'яних будівельних конструкціях за останні 5 років збільшилась майже вдвічі, що пояснюється значною ресурсною базою та широким спектром застосування матеріалів з деревини. Ця статистика обумовлює можливість створення на Україні виробництва дерев'яного конструкційного будівельного матеріалу, такого як LVL.

1. Карунас О. А. / Клееные деревянные конструкции в современном строительстве // О. А. Карунас, К. В. Чернова, И. И. Елькина - Актуальные проблемы архитектуры, строительства и энергосбережения. Сб. науч. трудов. — Симферополь : НАПКС, 2012. — Вып. 4. - С. 320-324. 2. Найчук А. Я. / Клееная древесина – строительный материал будущего // А. Я. Найчук, С. Васильев. - Архитектура и строительство. Журнал №3, Выпуск 2009. - С. 10-15. 3. Allen / Fundamentals of Building Construction: Fourth Edition. // Allen, Edward and Joseph Iano - Hoboken: John Wiley & Sons, 2004. pg. 91. 4. Р. Ракитянская / Вначале было дерево (Новые строительные материалы на основе древесины) - Журнал "Деревянные дома", № 40, 2011г. - С. 96-107. 5. Гудков Ю. В. / Производство LVL древесины: теперь и в России // Ю. В. Гудков, А. А. Ахундов - Журнал «Строительные материалы», № 589, 2004г., - С. 12-18. 6. Научно-технический отчет «Исследование многослойного клееного из шпона материала Ультралам с обоснованием положений стандарта организации (СТО) Деревянные конструкции. Многослойный клееный из шпона материал Ultralam (Ультралам). Общие технические требования. М.: 2010. - 268 с. 7. СТО 36554501-021-2010 Деревянные конструкции. Многослойный клееный из шпона материал Ultralam (Ультралам). Общие технические требования. М.: 2010. - 13 с. 8. ДБН В.2.6-161:2010 Конструкції будівель і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 102 с. 9. ДСТУ-Н Б В.2.6-184:2012. Конструкції з цільної і клеєної деревини. Настанова з проектування. – К.: Мінрегіонбуд, 2013 – 120 с. 10. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. Видання офіційне - К.: Мінбуд, 2006. – 4 с.