

## ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ LVL-КОМПОЗИТІВ В УКРАЇНІ

### FIELD OF APPLICATION AND PROSPECTS OF THE USE OF LVL-COMPOSITES IN UKRAINE

**Гомон Св.Св., д.т.н., проф. (Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне), Свиридюк О.Б., аспірант (Луцький національний технічний університет, Луцьк)**

**Homon S.S., Dh.D., professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), Svyrydiuk O., postgraduate (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

*Проаналізовано стан наукових досліджень LVL-композитів за кордоном та в Україні. Висвітлено область застосування та перспективи використання LVL-композитів в Україні та за її межами. Наведено область подальших перспективних досліджень LVL-композитів.*

*Domestic and foreign researchers carried out a detailed analysis of the work of LVL composites abroad and in Ukraine. The field of application and prospects for the use of LVL composites in Ukraine and abroad are highlighted. The area of further perspective research of LVL-composites is given.*

*Wood is a valuable natural material, and the world's reserves are decreasing significantly every year. Materials, products, elements, and structures based on the wood of various species are wildly popular, both in Ukraine and far beyond its borders. Ukraine is one of the leading European exporters of raw wood products. Many times in everyday life, at work, and in public places, our eyes are pleased with products made of wood.*

*Equally important factors are studies of different mechanical characteristics of wood-based materials that work under different types of loads and in different environments. Materials, products, elements, and structures made of glued and modified wood (various composites), including those based on wood veneer, are gaining great popularity. They are used in many industries, including construction. These include LVL composites.*

*A composite is a material made of two or more components and has new improved properties compared to others. Composite materials usually imitate the best characteristics of the components: increased strength, reduced deformability, resistance to corrosion, lightweight, thermal insulation, etc. Among the main modern wood-based composite materials are: Laminated Veneer Lumber, (LVL), Cross-Laminated Timber (CLT) i Glued Laminated Timber (GLT).*

*The most promising and innovative among them in the conditions of Ukrainian realities is laminated veneer lumber. LVL is a material made from pine and spruce veneers that are glued together to create a material that is primarily strong and dimensionally stable.*

*In the future, it is necessary to conduct experimental and theoretical studies of the mechanical properties of the above-mentioned composites under different operating conditions and types of loading from the beginning of loading to destruction, as well as to propose a calculation method.*

**Ключові слова:** *деревина, LVL-композити, дерев'яний шпон, механічні характеристики, композиційні матеріали.*

**Keywords:** *wood, LVL-composites, wood veneer, mechanical characteristics, composite materials.*

**Постановка проблеми.** Деревина є цінним природним матеріалом, запаси якого в світі з кожним роком значно зменшуються. Матеріали, вироби, елементи та конструкції на основі деревини різних порід користуються шаленою популярністю як в Україні, так і далеко за її межами. Україна є одним із провідних європейських експортерів сировинної продукції деревини. Неодноразово в побуті, на роботі, в громадських місцях наше око радують вироби з деревини.

Не менш важливими факторами залишаються дослідження різних механічних характеристик матеріалів на основі деревини, які працюють за різних видів навантажень та в різних середовищах. На даний час великої популярності набувають матеріали, вироби, елементи та конструкції з клеєної та модифікованої деревини (різні композити), в тому числі на основі дерев'яного шпону. Вони застосовуються в багатьох галузях промисловості, в тому числі і будівництві. До таких можна віднести і *LVL-композити*.

Отже, в даній статті ми спробуємо навести область застосування та перспективи використання в Україні та за її межами таких нових композитів.

**Аналіз відомих досліджень і публікацій.** У нашій країні та світі досить широко використовується клеєна деревина, в тому числі у вигляді дверей, вікон, меблів, а також несучих елементів та конструкцій - балок, колон, ферм [1-9]. Не менш популярною є модифікована деревина [10, 11].

В останні роки набуває все більшої популярності композиційний матеріал на основі дерев'яного шпону, який склеєний пошарово тонкими листками. З нього виготовляють, як правило, несучі елементи конструкцій, які називають *LVL-композитами* [12-14].

В нашій країні виготовляють *LVL-компози́ти* частково, тому вони практично і не досліджені, в тому числі їхні механічні характеристики за різних умов експлуатації.

**Метою даної статті** є встановити область застосування та перспективи використання *LVL-компози́тів* у різних галузях економіки нашої країни.

**Основна частина.** Цільна деревина є природним матеріалом, який має цілий перелік переваг, що зумовлює його різноманітне використання у різних галузях економіки. Однак цей природний матеріал має і низку значних недоліків, що суттєво обмежує його використання як матеріалу. Серед основних недоліків цільної деревини є: сучкуватість, біологічна нестійкість та горючість (без додаткової обробки спеціальними хімічними речовинами), здатність до утворення тріщин, анізотропія та асиметрія деревини, обмеженість у розмірах готових виробів.

Тому все частіше застосовуються матеріали на основі композитів. Композит - це матеріал, виготовлений з двох або більше компонентів (поєднаних у макроскопічному масштабі) і має нові покращені властивості в порівнянні з іншими. Композитні матеріали зазвичай наслідують найкращі характеристики компонентів: підвищена міцність, понижена деформівність, стійкість до корозії, невелика вага, термоізоляція, тощо. Серед основних сучасних композитних матеріалів на основі деревини є: клеєна пошарово деревина зі шпону (англ. Laminated Veneer Lumber, LVL), поперечно-клеєна деревина (англ. Cross-Laminated Timber, CLT) і пошарово-клеєна деревина (англ. Glued Laminated Timber, GLT).

Найбільш перспективний та інноваційний серед них в умовах українських реалій - це клеєна пошарово деревина зі шпону. LVL – це матеріал, виготовлений із шпону сосни та ялини (залежно від виробника, можуть бути й інші породи дерев), які склеюються між собою, щоб створити матеріал, який є перш за все міцним та стабільним у розмірах.

LVL можна назвати відносно новим та інноваційним матеріалом на основі деревини тільки для України, оскільки в світі виробництво даного матеріалу бере свій початок із середини 50-х років. Технологія його виробництва дозволяє обробляти малоцінну деревину (наприклад, дрібні дерева), яку не можна використовувати для виробництва цільної деревини. За умовами використання LVL можна застосовувати як за стандартної вологості, так і за підвищеної.

LVL, як і фанера, відноситься до матеріалів, виготовлених зі шпону, який в свою чергу виготовляється з колод круглої форми. Потім листи шпону склеюють шарами по товщині клеєм на основі фенолоформальдегідних смол, а по довжині з'єднують за допомогою

компресійних нахлесткових з'єднань. Основним продуктом, отриманим у результаті склеювання листів дерев'яного шпону, зазвичай товщиною близько 3 мм, є будівельна плита LVL товщиною від 21 до 90 мм, максимальною шириною 2500 мм і довжиною 18 000 мм.

Завдяки видаленню дефектів деревини, таких як сучки, тріщини або скручування волокон, LVL у процесі виробництва характеризуються кращими параметрами міцності, ніж у випадку з цільною деревиною. Крім того, LVL характеризується високим ступенем рівномірності властивостей у поздовжньому і поперечному напрямках. Таким чином, матеріал LVL є сучасним конструкційним будівельним матеріалом, який має такі характеристики:

- широкий асортимент доступних перерізів і можливість отримати перерізи з розмірами більшими, ніж для цільної деревини;
- простота обробки та складання конструкцій;
- точність виконання і висока якість поверхні, яка часто не потребує додаткової обробки;
- однорідність та покращені механічні властивості у порівнянні з суцільною деревиною;
- стабільність розмірів (низький рівень вологості і пов'язане з цим зниження усадки дозволяє обмежити деформацію конструкції в результаті зміни вологості);
- ефективне використання матеріалу;
- низький коефіцієнт теплопровідності (нижчий, ніж у суцільної деревини);
- легкий захист від гниття та вогню.

Незважаючи на те, що у світі є багато виробників LVL, на даний момент в Україні небагато виробників виготовляють матеріали такого типу. Єдиний завод з виробництва цього матеріалу в Польщі знаходиться в місті Чарна Вода (Поморське воєводство). Основною продукцією LVL, що виробляється на цьому заводі, є два види плит LVL, тобто LVL R і LVL X. Плита LVL R виготовляється лише зі шпону, наклеєного паралельно довжині плити, тоді як плита LVL X має близько 20% шпону, волокна якого розташовані впоперек його довжини, завдяки чому він характеризується більшою стабільністю розмірів і жорсткістю у поперечному напрямку. Тому типовим застосуванням панелей LVL R є поздовжні конструктивні елементи, наприклад, балки, крокви. Панелі LVL X використовуються, серед іншого, в якості обшивки дахів, стель і стін, як несучі плити, так і плити жорсткості. Структура клеєного бруса зі шпону наведена на рис. 1.

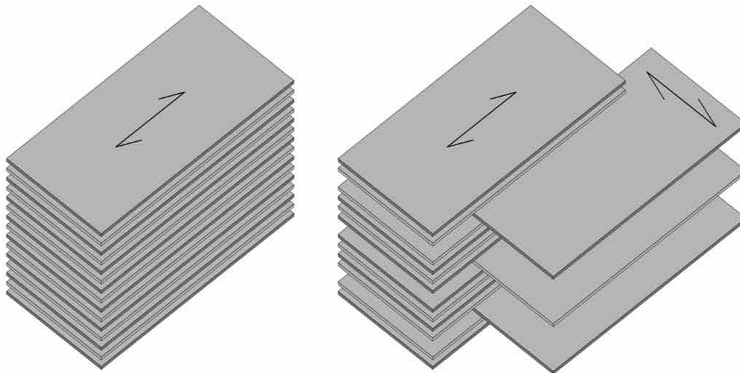


Рис. 1. Структура клеєного бруса зі шпону

Плити LVL також є напівфабрикатом для виготовлення несучих елементів з клеєного перерізу - балок LVL, а також двотаврових балок. Завдяки кромковому розташуванню шпону LVL має високу несучу здатність, що дозволяє зменшувати поперечні перерізи.

Враховуючи вищенаведені властивості LVL, можна зробити висновок, що даний матеріал має великі перспективи використання в Україні в якості будівельного матеріалу в каркасних і традиційних конструкціях.

Застосування LVL-композитів можливе у різних сферах будівництва, зокрема, в промислових будівлях (рис.2), в елементах покрівель (рис.3), несучих конструкціях громадських будівель (рис.4), альтанок (рис.5), складів (рис.6).



Рис. 2. Промислова будівля з використанням LVL-композитів



Рис. 3. Елементи покрівлі з використанням LVL-композитів



Рис. 4. Несучі конструкції громадських будівель із використанням LVL-композитів (конференц-зала)



Рис. 5. Несучі конструкції альтанок з використанням LVL-композитів



Рис. 6. Склад готової продукції з використанням LVL-композитів

У подальшому необхідно провести експериментально-теоретичні дослідження механічних властивостей вище наведених композитів за різних умов експлуатації та видів навантаження, від початку завантаження до повного руйнування, а також запропонувати методику розрахунку.

## Висновки

1. Проаналізовано стан наукових досліджень LVL-композитів за кордоном та в Україні.
2. Висвітлено область застосування та перспективи використання LVL-композитів в Україні та за її межами.
3. Наведено область подальших перспективних досліджень LVL-композитів.

## References

1. Mascia, N. T., Bertoline, C. A. A., Basaglia, C. D., Donadon, B. F.(2018). Numerical analysis of glued laminated timber beams reinforced by Vectran fibers. *Ambiente Construído, Porto Alegre*, 18(3), 359-373.
2. Kulman, S., Boiko, L., Bugaenko, Ya., & Zagursky, I. (2019). Finite element simulation the mechanical behaviour of prestressed glulam beams. *Scientific Horizons*, 12(83), 72-80.
3. Gomon, S., Gomon, P., Korniychuck, O., Homon, S., Dovbenko, T., Kulakovskiy, L., & Boyarska, I. (2022). Fundamentals of calculation of elements from solid and glued timber with repeated oblique transverse bending, taking into account the criterion of deformation. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 64(2), 37-47.
4. Gomon, S.S., Gomon, P., Homon, S., Polishchuk, M., Dovbenko, T., & Kulakovskiy, L. (2022). Improving the strength of bending elements of glued wood.

*Procedia Structural Integrity*, 36, 217-222.

5. Gomon S., Pavluk A., Gomon P., & Podhorecki A. (2019). Complete deflections of glued beams in the conditions of oblique bend for the effects of low cycle loads. *AIP Conference Proceedings*, 2077, article number 020021.

6. Sobczak-Piąstka, J., Gomon, S.S., Polishchuk, M., Homon, S., Gomon, P., & Karavan, V. (2020). Deformability of glued laminated beams with combined reinforcement. *Buildings* 10(5), article number 92.

7. Gomon S.S., Polishchuk M., Homon S., Gomon P., Vereshko O., Melnyk Yu., Boyarska I. (2020). Rigidity of combined reinforced glued wood beams. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, 11(1). Pp. 131-133.

8. Homon Sv.Sv., Homon Sv.St., Karavan V., Kulakovs'kyi L. Rezultaty eksperymental'nykh doslidzhen' kleyenoyi derevyny konstruktsiynykh rozmiriv za zhorstkoho rezhymu viprobuvan'. Visnyk L'vivs'koho natsional'noho universytetu pryrodokorystuvannya. Seriya «Arkhitektura ta budivnytstvo». L'viv: LNUP, 2022. №23. S. 45-48.

9. Gomon S.S., Pilipaka L.M. Experimental studies of the glued wood strength and deformation properties under the hard test mode. Vcheni zapysky Tavriys'koho natsional'noho universytetu imeni V.I. Vernads'koho. Seriya: Tekhnichni nauky. Kyiv, 2020. Tom 31 (70). № 3. CH.2. C. 130–135.

10. Yasniy, P., Homon, S., Iasnii, V, Gomon, S.S., Gomon, P., & Savitskiy, V. (2022). Strength properties of chemically modified solid woods. *Procedia Structural Integrity*, 36, 211-216.

11. Yasniy P., Gomon S. Timber with improved strength and deformable properties. *Scientific Journal of Ternopil National Technical University*. Ternopil: TNTU, 2020. Vol 99. No3. P. 17–27.

12. Homon Sv. Sv. Polipshennya mitsnisnykh ta deformivnykh vlastyvostry sutsil'noyi derevyny ta kompozytsiynykh materialiv na yiyi osnovi: dys. ... dokt. tekhn. nauk: 01.02.04. Ternopil', 2021. 387 s.

13. Svyrydyuk O.B., Homon Sv.Sv. Perspektyvy vykorystannya kompozytiv na osnovi derev"yanoho shponu v Ukraini. Fizyka i khimiya tverdoho tila. Stan, dosyahnennya i perspektyvy : Materialy VII Vseukrayins'koyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi zdobuvachiv vyshchoyi osvity ta molodykh vchenykh, 21-22 zhovtnya 2022 r., m. Luts'k. Luts'k: IVV LNTU, 2022. S. 43-44.

14. Buryak A.O., Mykhalovs'kyi D.V. Perevahy i nedoliky LVL-balok v porivnyanni z balkamy zi zvychnoyi kleyenoyi derevyny. Novi tekhnolohiyi v budivnytstvi. Kyiv: NDIBK, 2015. №29. S. 29-34.

### **Література**

1. Mascia, N. T., Bertoline, C. A. A., Basaglia, C. D., Donadon, B. F. (2018). Numerical analysis of glued laminated timber beams reinforced by Vectran fibers. *Ambiente Construido, Porto Alegre*, 18(3), 359-373.



2. Kulman, S., Boiko, L., Bugaenko, Ya., Zagursky, I. (2019). Finite element simulation of the mechanical behaviour of prestressed glulam beams. *Scientific Horizons*, 12(83), 72-80.
3. Gomon, S., Gomon, P., Korniychuck, O., Homon, S., Dovbenko, T., Kulakovskiy, L., & Boyarska, I. (2022). Fundamentals of calculation of elements from solid and glued timber with repeated oblique transverse bending, taking into account the criterion of deformation. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 64(2), 37-47.
4. Gomon, S.S., Gomon, P., Homon, S., Polishchuk, M., Dovbenko, T., & Kulakovskiy, L. (2022). Improving the strength of bending elements of glued wood. *Procedia Structural Integrity*, 36, 217-222. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.027>.
5. Gomon S., Pavluk A., Gomon P., & Podhorecki A. (2019). Complete deflections of glued beams in the conditions of oblique bend for the effects of low cycle loads. *AIP Conference Proceedings*, 2077, article number 020021.
6. Sobczak-Piąstka, J., Gomon, S.S., Polishchuk, M., Homon, S., Gomon, P., & Karavan, V. (2020). Deformability of glued laminated beams with combined reinforcement. *Buildings* 10(5), article number 92.
7. Gomon S.S., Polishchuk M., Homon S., Gomon P., Vereshko O., Melnyk Yu., Boyarska I. (2020). Rigidity of combined reinforced glued wood beams. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, 11(1). Pp. 131-133.
8. Гомон Св.Св., Гомон Св.Ст., Караван В., Кулаковський Л. Результати експериментальних досліджень клеєної деревини конструкційних розмірів за жорсткого режиму випробувань. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія «Архітектура та будівництво»*. Львів: ЛНУП, 2022. №23. С. 45-48.
9. Gomon S.S., Pilipaka L.M. Experimental studies of the glued wood strength and deformation properties under the hard test mode. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. Київ, 2020. Том 31 (70). № 3. Ч.2. С. 130–135.
10. Yasniy, P., Homon, S., Iasnii, V., Gomon, S.S., Gomon, P., & Savitskiy, V. (2022). Strength properties of chemically modified solid woods. *Procedia Structural Integrity*, 36, 211-216.
11. Yasniy P., Gomon S. Timber with improved strength and deformable properties. *Scientific Journal of Ternopil National Technical University*. Ternopil: TNTU, 2020. Vol 99. No3. P. 17–27.
12. Гомон Св.Св. Поліпшення міцнісних та деформівних властивостей суцільної деревини та композиційних матеріалів на її основі: дис. ... докт. техн. наук: 01.02.04. Тернопіль, 2021. 387 с.
13. Свиридюк О.Б., Гомон Св.Св. Перспективи використання композитів на основі дерев'яного шпону в Україні. Фізика і хімія твердого тіла. Стан, досягнення і перспективи : Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених, 21-22 жовтня 2022 р., м. Луцьк. Луцьк: ІВВ ЛНТУ, 2022. С. 43-44.
14. Буряк А.О., Михайловський Д.В. Переваги і недоліки LVL-балок в порівнянні з балками зі звичайної клеєної деревини. Нові технології в будівництві. Київ: НДІБК, 2015. №29. С. 29-34.