

## АРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ З ДЕРЕВИНИ КОМПЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ, СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

*Денис МИХАЙЛОВСЬКИЙ<sup>1</sup>, Микола КОМАР<sup>2</sup>*

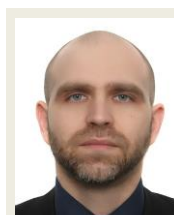
<sup>1,2</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури  
31, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна, 03037

<sup>1</sup>mykhailovskyi.dv@knuba.edu.ua, <http://orcid.org/0000-0002-7404-4757>

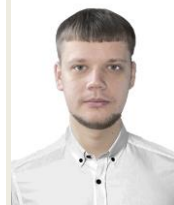
<sup>2</sup>kolya.komar0519@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3631-8999>

DOI: 10.32347/2522-4182.9.2021.72-80

**Анотація.** На сьогодні в будівельній галузі все більше з'являється потреба впровадження екологічного міського простору та використання матеріалів з відновлювального природного ресурсу, одним з таких будівельних матеріалів з стародавніх часів була деревина. В усьому світі з стародавніх часів за допомогою дерев'яних конструкцій зводилися храми, замки, будинки, мости та інші споруди. Велика кількість будівель і споруд з деревини успішно функціонують вже 300 - 400 років і служать яскравими прикладами довговічності цих конструкцій. В наші дні дерев'яне будівництво стрімко розвивається з розвитком нових технологій. Адже новинки технологій деревообробки дозволяють отримати зрощений масив дерева, що вирішує багато різноманітних питань деревини як конструкційного матеріалу. Останнім часом, особливого розповсюдження, набули конструкції з клеєної деревини (ККД), конструкції з якою часто застосовують для перекриття великих прольотів (більш ніж 100 м) та конструкції з поперечно-клеєної деревини (ПКД) або CLT (cross laminated timber), які складаються з непарної кількості шарів дошок зі взаємно перпендикулярним їх розташуванням у суміжних шарах. З ПКД виготовляються панелі які використовуються в панельному та панельно-каркасному будівництві споруд різної складності архітектурної форми та поверховості. В роботах [1-3] більш докладно викладені дослідження ККД та ПКД та методики їх розрахунку. Проте, деякі будівельні вимоги, наприклад умови обмеження будівельної висоти, коли застосування порівняно великих перерізів конструкцій з клеєної деревини, розрахованих з додержанням вимог граничних станів, є неможливим. Тому все більшої актуальності набуває пошук і дослідження модифікованих ККД, в



**Денис МИХАЙЛОВСЬКИЙ**  
професор кафедри металевих та дерев'яних конструкцій  
д.т.н., доцент.



**Микола КОМАР**  
аспірант кафедри металевих та дерев'яних конструкцій

тому числі армованих, для збільшення несучої здатності при зменшенні їхнього поперечного перерізу. Ця публікація присвячена огляду проведених досліджень армованих та підсиленних композитними матеріалами різноманітних ККД.

**Ключові слова.** Клеєна деревина; конструкції з клеєної деревини; армування; підсилення; арматура; композитна арматура; композитні стрічки.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Світовий досвід впровадження будівельних конструкцій з клеєної деревини, підтверджує доцільність їх використання [1-3]. Насамперед використання їх для перекриття середніх, великих і навіть дуже великих прольотів (більш ніж 100 м). Цьому сприяє той факт, що клеєна деревина ефективно поєднує в собі позитивні властивості деревини, в першу чергу, це відносно висока міцність при досить малій густині, що в

значній мірі нівелює недоліки цільної деревини. Одним із напрямів покращення ККД є їх армування. Тому проведення аналізу досліджень армованих ККД та армування конструкцій новітніми композитними матеріалами, допоможе в майбутньому вдосконалити та розширити сферу їхнього застосування.

Мета цієї роботи полягає в аналізі досліджень армованих конструкцій з клеєної деревини, інших конструкцій підсилені новітніми композитними матеріалами та існуючому досвіду підсилення композитними матеріалами ККД. Що допоможе в подальшому збільшити діапазон використання композитних матеріалів для покращення несучої здатності не тільки ККД прямокутного перерізу як балки, а і інших розповсюджених конструкцій (панелей з ПКД, рам, арок та інш.).

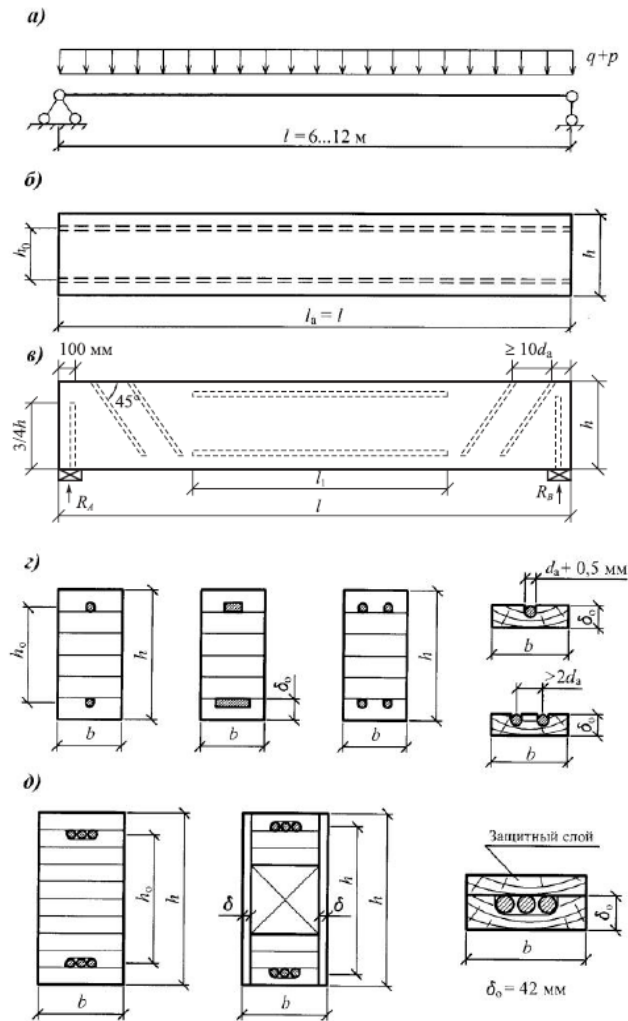
## ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1. Армовані конструкції з клеєної деревини:

- Підручник Иванова В.А., Клименко В.З. «Конструкции из дерева и пластмасс», [1], в якому пункт 52 «Армовані дощато-клеєні балки» присвячений тому, що армування збільшує несучу здатність, жорсткість та надійність дерев'яних балок. Найбільш ефективним є армування розтягнутої та стиснутої зон. При коефіцієнті армування 1-3% міцність та жорсткість збільшуються в 1,4-3,2 рази. В пункті рекомендуються використання стержневої гарячекатаної арматури періодичного профілю зі сталі класу А-II, А-III, А-IV (А300С, А400С-А500С, А600С відповідно). Арматура вкладається в пази, в які далі заливається епоксидний клей з наповнювачем та виконується запресування пакету. Також запропоновано виконувати розрахунок армованих балок на міцність за нормальними та дотичними напруженнями, та зазначені формули для визначення геометричних характеристик поперечного перерізу для балок з подвійним армуванням;

- Посібник Гринь И.М. «Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов» [2]. В пункті 5.3. «Клеєні балки армовані сталевими стержнями» йдеться, що армовані балки з клеєної деревини використовуються в випадках, коли необхідно збільшити несучу здатність або зменшити деформативність балок в умовах обмеженої будівельної висоти, або зменшити витрати деревини. Такі балки ефективні при великих прольотах та дії значних навантажень. Як і в попередньому підручнику [1] запропоновано використовувати стержнюву гарячекатану арматуру періодичного профілю зі сталі класу А-II, А-III, А-IV (А300С, А400С-А500С, А600С відповідно) в межах 1-3% площі поперечного перерізу балки, а також використання стержнів або стрічок одно напрямлених склопластиків (1-5%). Армуються балки в розтягнутій та стиснутих зонах (симетричне армування), або тільки в розтягнутій зоні (одинарне армування). Далі описано метод виконання пазів для арматури та безпосередньо її укладання. Та наведено схему конструктивного розрахунку армованих балок;

- Підручник Калугина А. В. «Деревянные конструкции» [4]. В пункті 6.8. «Армовані клеєні дерев'яні балки» вказано, що дослідження в області армованих конструкцій з клеєної деревини проводяться в Росії, Фінляндії, Швеції, Германії, США. Що основними перевагами армованих балок є збільшена несуча здатність та жорсткість балок, зменшення висоти поперечного перерізу конструкцій, економія якісної деревини до 15%. До недоліків таких конструкцій автор відносить збільшення трудомісткості та вартості виготовлення. Наведені основні схеми армування балок та їх поперечних перерізів (рис.1). Зазначено, що технологія виготовлення армованих ККД відрізняється від технології звичайних ККД появою додаткової операції вклеювання арматурних стержнів та висвітлено її алгоритм. Зазначені основні правила конструювання армованих балок та визначенні особливості їхнього розрахунку.



**Рис.1.** Армування клеєної дерев'яної балки: *a* – схема прикладання навантажень; *б* – схема армування балки одиночними стрижнями; *в* – схема армування балки; *г* – типи поперечних перерізів з одиночним армуванням; *д* – типи поперечних перерізів з груповим армуванням. [4].

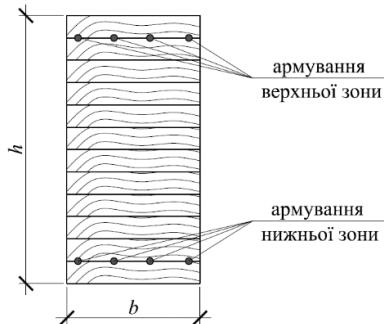
**Fig.1.** Reinforcement of glued wooden beam: *a* - scheme of application of loads; *b* - scheme of reinforcement of the beam by single rods; *c* - the scheme of reinforcement of a beam; *d* - types of cross-sections with single reinforcement; *e* - types of cross sections with group reinforcement. [4].

• Дисертація, Сурмай М.І., «Міцність та деформативність дощатоклеєних балок армованих склопластиковою та базальтовою арматурою» [5]. Автор дисертації досліджує міцність та деформативність балок з клеєної деревини армованих композитною арматурою. В його дисертаційній роботі досліджено сумісну роботу деревини з композитною арматурою на епоксидному клею. В роботі визначені формули для довжини анкерування арматури в балках з клеєної деревини та уточнено інженерну методику розрахунку таких балок. Автор висвітлив експериментальні та числові дослідження напружено-деформованого стану

армованих балок з клеєної деревини при роботі на згин та вивів коефіцієнт зменшення прогину для розрахунку балок у ПК «ЛИРА». Надав рекомендації для проектування та виготовлення армованих конструкцій з клеєної деревини.)

• Стаття Д. В. Михайловський, М. А. Комар. «Інженерна методика розрахунку елементів з клеєної деревини, армованої композитною арматурою» [6]. Автори в статті ставили перед собою завдання розробити інженерну методику розрахунку елементів з клеєної деревини армованої композитною арматурою (рис.2.). В роботі представлено методику яка полягає в засто-

суванні до стандартних формул розрахунку приведених характеристик поперечного перерізу: приведених площі, моменту опору та моменту інерції. Було запропоновано для розрахунку балок з клеєної деревини армованих композитною арматурою за експлуатаційною придатністю (другим граничним станом) використовувати, також, приведений модуль пружності перерізу дошок зовнішніх шарів, в яких і будуть спостерігатись максимальні нормальні напруження. Для аналізу даної методики було виконано порівняння чисельних досліджень балок одного класу міцності з клеєної деревини та з клеєної деревини армованих композитною арматурою з застосуванням аналітичних методик розрахунку та за допомогою програмного комплексу (ПК) ЛІРА-



**Рис.2.** Поперечний переріз елемента з клеєної деревини, армованого композитною арматурою в нижній зоні [6].

**Fig.2.** Cross section of glued laminated timber element reinforced with composite reinforcement in the lower zone [6].

## 2. Роботи про підсилення композитними стрічками інших конструкцій:

- Підручник Шилин А.А., Пшеничний В.А. Картузов Д.В. «Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами» [7] Підручник по підсиленню залізобетонних конструкцій композитними матеріалами. В ньому викладені основи проектування та технології зовнішнього армування залізобетонних конструкцій сучасними композитними матеріалами на основі вуглеводних, арамідних та скловолокон. Викладені основні положення по проектуванню підсилення згинальних залізобетонних конструкцій за першою та другою групами граничних станів. Приведена технологія підсилення залізобетонних конструкцій композитними матеріалами нового покоління. Розглянуті питання якості виконання робіт, вимоги до вихідних матеріалів та умови виконання

САПР методом скінченних елементів (МСЕ) із використанням плоских скінченних елементів (СЕ). В роботі доведено, що аналітичний розрахунок елементів прямокутного перерізу з клеєної деревини армованих композитною арматурою рекомендується проводити за запропонованою методикою, яка дозволяє врахувати товщину і механічні характеристики матеріалів з яких складається поперечний переріз елемента. Також встановлено, що моделювання таких конструкцій можливе стержневими елементами з наданням їм приведенного модуля пружності, що суттєво спрощує розрахунок складних стержневих систем.

робіт по підсиленню, а також вимоги по обов'язковому моніторингу підсиленої конструкції. Проаналізовано досвід роботи ЗАО «Триада-Холдинг» по підсиленню залізобетонних конструкцій композитними матеріалами. Посібник призначений для інженерно-технічних працівників проектних та конструкторських організацій, які займаються питаннями ремонту та реконструкції різних будівельних конструкцій .

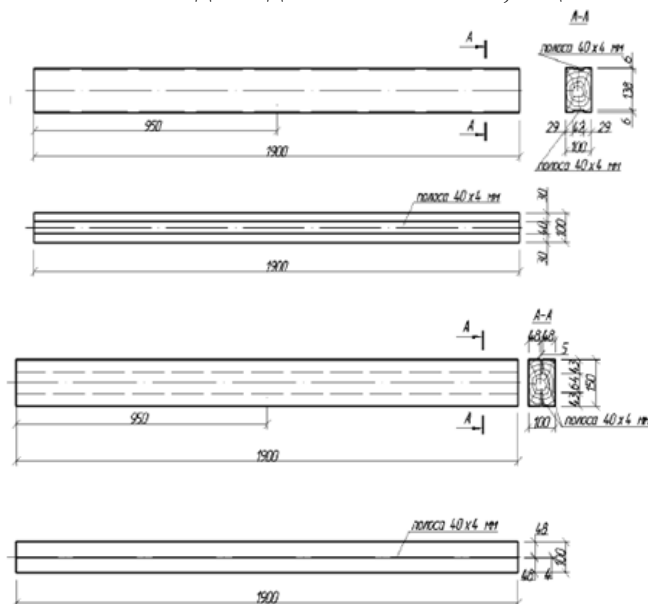
- Стаття Зятюк Ю. Ю. Операційність технології виконання робіт при підсиленні дослідних залізобетонних зразків (матеріалами фірми Sika). [8] У даній статті наведено технологію підсилення залізобетонних балок наклеюванням композитів з вуглецевих волокон в розтягнутій зоні елемента

- Стаття О.В. Панченко, О.Д. Журавський, «Оцінка міцності закріплення і обґрунтування способу наклеювання та анкерування композитної стрічки на бетон» [9].

У статті наведено результати експериментальних досліджень міцності закріплення композиційної стрічки на бетон при статичних та циклічних розтягуючих навантаженнях.

3. *Роботи з використанням композитних стрічок та конструкцій з клеєної деревини:*

- Стаття Башинський О.І., Бондарчук Т.Б., Пелешко М.З. «Несуча здатність та вогнестійкість дерев'яних балок армованих зовнішньою стрічковою арматурою» [10] Стаття авторів висвітлює питанням несучої здатності та вогнестійкості армованих дерев'яних конструкцій. За допомогою експериментальних досліджень показано, що



армування металевою стрічковою арматурою дерев'яних балок дає змогу збільшити майже в два рази їхню несучу здатність. Представлено три методи підсилення балки з клеєної деревини металевою стрічковою арматурою, а саме: балка армована металевою полосою 40x4мм, з'єднання якої виконувалося за допомогою епоксидного клею (рис.3.), балка армована металевою смугою 40x4 мм, поставленою на ребро, з'єднання якої виконувалося за допомогою епоксидного клею (рис.3а.) та балка армована металевою смугою 40x4мм, приєднання якої виконувалося за допомогою самонарізів (рис.2.).

**Рис.3.** Схема армування дослідних зразків серії II та IV. [10]

**Fig.3.** Scheme of reinforcement of prototypes of series II and IV. [10]

**Рис.3а.** Схема армування дослідних зразків серії III. [10]

**Fig.3а.** Scheme of reinforcement of prototypes of series III. [10]

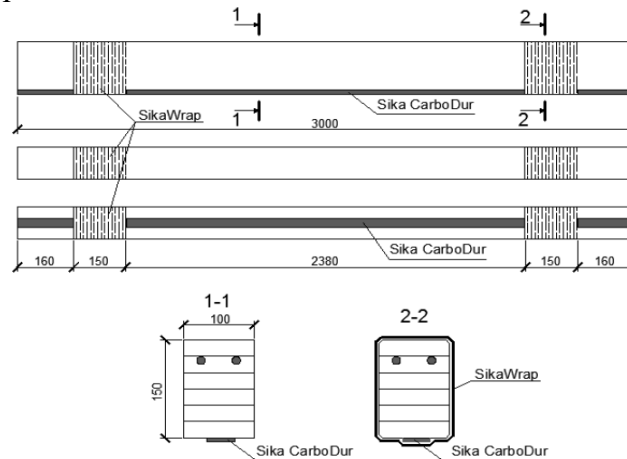
Найбільш ефективним способом армування дерев'яних балок стрічковою арматурою виявився встановлення її вертикально в площині дії згинального моменту. Також виконано порівняння результатів теоретичних розрахунків за методикою запропонованою Клименком В.З. та експериментальними результатами. Ще показано, що підвищення межі вогнестійкості дерев'яних балок, армованих зовнішньою стрічковою арматурою досягається за допомогою вогнезахисного покриття Ендотерм ХТ 150.);

- Стаття Гомон С., Поліщук М., «Влаштування комбінованого армування балок із клеєної деревини» [11]. Автори статті ставили перед собою завдання експериментально розглянути технологію виго-

товлення клеєних дерев'яних балок армованих стержневою арматурою та композитними стрічками (Рис.4). Роботу виконували з дерев'яною балкою армованою двома стержнями періодичного профілю Ø12 мм А500С, розташованих в стиснутій зоні в спеціальних пазах, та композитною вуглепластиковою стрічкою фірми Sika CarboDur S-512 наклеєною в розтягнутій зоні на двокомпонентний клей Sikadur-30 та заанкерованою на опорних ділянках за допомогою полотна з вуглецевих волокон SikaWrap-230С на двокомпонентному клею Sikadur-330 для уникнення відриву стрічки. Розроблено алгоритм виконання робіт. Детально розглянуто етапи приготування клеїв, підготовки та приклеювання полотна і

стрічки. Для фіксації результату, після виготовлення армованої балки на неї закріплювали тензодатчики в зоні чистого згину. Також вказані таблиці з фізико-механічними характеристиками клеїв, полотна та стрічки. Автори зробили висновки, що композитна арматура Sika CarboDur є

досить ефективним способом збільшити несучу здатність дерев'яних конструкцій, та рекомендували, що для досягнення позитивного результату потрібно дотримуватись технологічного режиму та виконувати основні вимоги підготовки матеріалів.



**Рис.4.** Схема армування дерев'яної клеєної балки композитною арматурою фірми Sika [11].

**Fig.4.** Scheme of reinforcement of a wooden glued beam with composite reinforcement of Sika firm [11].

#### 4. Нормативні документи :

- У нормативних документах України ДСТУ-Б.В.2.6-217-2016 [12] та ДБН В.2.6-161:2017 [13] рекомендації щодо розрахунку чи інший, будь який, інженерний підхід до конструкцій з клеєної деревини, армованих композитними матеріалами, відсутній.

- Міжнародні стандарти/тести стрічок з вуглеводних волокон для підсилення залізобетонних конструкцій – складова частина систем Sika CarboDur:

**Франція:** CSTB - Avis Technique 3/10-669, SIK CARBODUR SIK WRAP.

**Словачія:** TSUS, Building Testing and research institutes, Technical Approval TO-09/0080, 2009: Systémy dodatočného zosilňovania konštrukcií Sika CarboDur® a SikaWrap® (Slovak).

**Польща:** Technical Approval ITB AT-15-5604/2011: Zestaw wyrobów Sika® CarboDur® do wzmacniania i napraw konstrukcji betonowych (Polish).

**Польща:** Technical Approval IBDiM Nr AT/2008-03-0336/1 „Płaskowniki. pręty, kształtki i maty kompozytowe do wzmacniania betonu o nazwie handlowej: Zestaw

*materialów* Sika® CarboDur® do wzmacniania konstrukcji obiektów mostowych (Polish).

**Fib,** Technical Report, bulletin 14: Externally bonded FRP reinforcement for RC structures, июль 2001 (Інтернаціональні).

**США:** ACI 440.2R-08, Guide for the Design and construction of Externally Bonded FRP Systems for strengthening concrete structures, июль 2008, (USA).

**Великобританія:** Concrete Society Technical Report No. 55, Design guidance for strengthening concrete structures using fibre composite material, 2000 (UK).

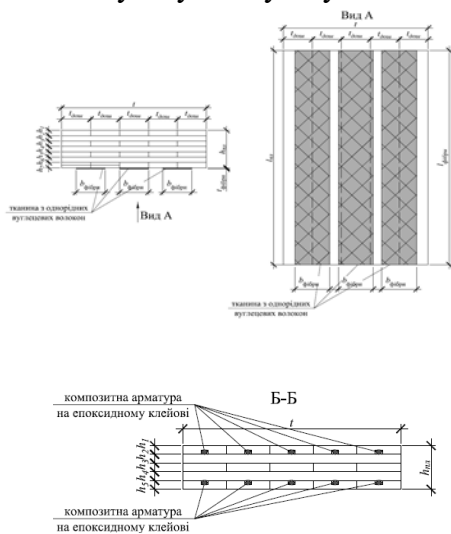
**Швейцарія:** SIA 166, Klebebewehrungen, 2003 /2004 (CH).

**Італія:** CNR-DT 200/2004 - Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Existing Structures.

#### ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Провівши аналіз досліджень в сфері армування конструкцій з клеєної деревини, інших конструкцій підсилені новітніми композитними матеріалами та невеликий

досвід підсилення композитними матеріалами конструкцій з клеєної деревини, можна зробити висновок, що проведений аналіз допоможе в подальшому збільшити межі використання композитних матеріалів для покращення несучої здатності не тільки ККД прямокутного перерізу, як балки, а і інших розповсюджених конструкцій (рам, арок тощо) та панелей з ПКД (рис. 5, рис. 6). Враховуючи, що в вітчизняних нормах [12, 13] відсутні розрахунки та вказівки по використанню, будь яких конструкцій з клеєної та поперечно-клеєної деревини армованих композитними матеріалами, це питання заслуговує на увагу та якнайшви-



**Рис. 6.** Панелі з поперечно-клеєної деревини армовані ненапруженою композитною арматурою вкладеною в спеціальні пази дошок зовнішніх шарів, що працюють на стиск зі згином [15].

**Fig. 6.** Panels from cross-laminated timber are reinforced by unstressed composite armature enclosed in special grooves of the boards of the external layers working on compression with a bend [15].

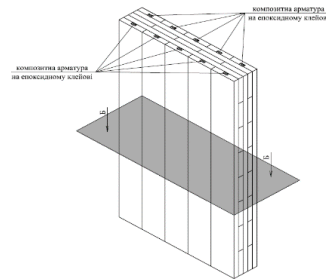
## ЛІТЕРАТУРА

1. **Конструкции из дерева и пластмасс.** В.А. Иванов, В.З. Клименко. – Киев: Вища школа. Головное изд-во. 1983. – 279 с.
2. **Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет. Учеб. Пособие/ И. М. Гринь, К. Е. Джан-Темиров, В. И. Гринь.** – 3-е изд., перераб. И доп. – К.: Выща шк., 1990. – 221 с.
3. **Застосування деревини та деревинних матеріалів у будівництві.** / Михайловский Д.В. // *Международный информационно-*
4. **Деревянные конструкции: учеб. пособие/ А.В. Калугин.** – Изд. 2-е, испрв. и доп. – М.:Изд-во АСВ, 2008. – 288 с.
5. **Міцність та деформативність дощатоклеєних балок армованих склопластиковою та базальтовою арматурою.** / Сурмай М.І./ Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук // Національний університет «Львівська Політехніка» // на правах рукопису. Львів, 2015. – 185 с.
6. **Інженерна методика розрахунку елементів з клеєної деревини, армованої компо-**

дшого впровадження. Слід зазначити, що в нормативних документах Sika, різних країн є технічні рекомендації, по їхньому використанню тільки для залізобетонних конструкцій, хоча і прописана можливість застосування цих матеріалів і для конструкцій з деревини. Питання розробки інженерної методики розрахунку та практичних рекомендацій по використанню композитних матеріалів з КД та ПКД є досить актуальним і сприятиме підвищенню їх надійності та розширить діапазон їх використання при зведенні будівель і споруд різноманітного призначення.

**Рис.5.** Панелі з поперечно-клеєної деревини армовані композитними стрічками [14].

**Fig.5.** Panels from cross-laminated timber are reinforced with composite tapes[14].



- зитною арматурою / Михайловський Д. В., Комар М. А. // *Будівельні конструкції, теорія і практика №7 КНУБА, 2020. С. 93 - 100. – 128 с.*  
<http://doi.org.10.32347/2522-4182.6.2020.93-100>
7. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами. Шилин А. Л., Картузов Д. В. Москва: Стройиздат, 2007. 184 с.
  8. Операційність технології виконання робіт при підсиленні дослідних залізобетонних зразків (матеріалами фірми Sika). /Зятюк Ю. Ю. //Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб.наук. праць. Рівне, 2016. С. 466-475.
  9. Оцінка міцності закріплення і обґрунтування способу наклеювання та анкерування композитної стрічки на бетон / О. В. Панченко, О. Д. Журавський // *Будівельні конструкції. Теорія і практика : зб. наук. праць / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; відп. ред. О. Д. Журавський. - Київ : КНУБА, 2018. - Вип. 2. - С. 209-218.*
  10. Несуча здатність та вогнестійкість дерев'яних балок армованих зовнішньою стрічковою арматурою / О. І. Башинський, Т.Б. Боднарчук, М.З. Пелешко // *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. - 2014. - № 9. - С. 184-189.*
  11. Влаштування комбінованого армування балок із клеєної деревини. / Гомон С., Поліщук М., // *Вісник Львівського Національного Аграрного Університету Архітектура і сільськогосподарське будівництво № 20 - 2019 р. ст. 44-49.*
  12. ДСТУ-Б.В.2.6-217-2016 «Проектування будівельних конструкцій з цільної і клеєної деревини.» // - Київ, "Укранрхбудінформ" 2016. – 143 с.
  13. ДБН В.2.6-161:2017 «Дерев'яні конструкції. Основні положення.» // - Київ, "Укранрхбудінформ" 2017. – 125 с.
  14. Панель з поперечно-клеєної деревини, армована композитними стрічками / заявники і власники: Київський національний університет будівництва і архітектури, Михайловський Д. В., Комар М. А., Комар А. А. // Патент на корисну модель № 147060 Україна, E04C 3/12 (2006.01). – № u2020 07240; заяв. 12.11.2020 ; опубл. 07.04.2021, Бюл. № 14.
  15. Панель з поперечно-клеєної деревини, армована композитною арматурою / заявники і власники: Київський національний університет будівництва і архітектури, Комар М. А., Комар А. А. // Патент на корисну модель № 147059 Україна, МПК E04C 3/02 (2006.01), E04C 3/12 (2006.01), E04C 3/14 (2006.01). – № u2020 07239; заяв. 12.11.2020 ; опубл. 07.04.2021, Бюл. № 14.

## REFERENCES

1. Konstruktsyy yz dereva i plastmass. V.A. Yvanov, V.Z. Klymenko. – Kyev: Vyshcha shkola. Holovnoe yzd-vo. 1983. – 279 s.
2. Stroytelnye konstruktsyy iz dereva i syntetycheskykh materialov. Proektyrovanye i raschet. Ucheb. Posobye/ Y. M. Hryn, K. E. Dzhhan-Temyrov, V. Y. Hryn. – 3-e yzd., pererab. Y dop. – K.: Vishcha shk., 1990. – 221 s.
3. Zastosuvannia derevyny ta derevynnykh materialiv u budivnytstvi. / Mykhailovskiy D.V. // *Mezhdunarodnyi ynformatsyonno-tekhnicheskyy zhurnal Oborudovanye y ynstrument dlia professyonalov (derevoobrabotka) - №4 / 199. Kharkiv, 2017. S. 40 - 44.*
4. Dereviannie konstruktsyy: ucheb. posobye/ A.V. Kaluhyn. – Yzd. 2-e, ysprv. y dop. – M.:Yzd-vo ASV, 2008. – 288 s.
5. Mitsnist ta deformatyvnysh doshchatokleienykh balok armovanykh skloplastykovoio ta bazaltovoio armaturoio. / Surmai M.I./ *Dysertatsiia na zdobuttia naukovooho stupenia kandydata tekhnichnykh nauk // Natsionalnyi universytet «Lvivska Politehnika» // na pravakh rukopysu. Lviv. 2015. – 185 s.*
6. Inzhenerna metodyka rozrakhunku elementiv z kleienoio derevyny, armovanoi kompozytnoio armaturoio / Mykhailovskiy D. V., Komar M. A. // *Budivelni konstruktsii. Teoriia i praktyka №7 KNUBA, 2020. S. 93 - 100. – 128 s.*  
<http://doi.org.10.32347/2522-4182.6.2020.93-100>
7. Vneshnee armyrovanye zhelezobetonnykh konstruktsiy kompozytsyonnymy materialamy. /Shylyn A. L., Kartuzov D. V. Moskva: Stroiyzdat, 2007. 184 s.
8. Operatsiynist tekhnolohii vykonannia robit pry pidsylenni doslidnykh zalizobetonnykh zrazkiv (materialamy firmy Sika). /Ziatiuk Yu. // *Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy: zb.nauk. prats. Rivne, 2016. S. 466-475.*



9. **Otsinka mitsnosti zakriplennia i obhru-  
ntuvannia sposobu nakleivannia ta an-  
keruvannia kompozytnoi strichky na beton** /  
O. V. Panchenko, O. D. Zhuravskiy // *Budivelni  
konstruksii. Teoriia i praktyka : zb. nauk. prats  
/ Kyiv : KNUBA, 2018. - Vyp. 2. - S. 209-218.*
10. **Nesucha zdatnist ta vohnestiikist  
derevianych balok armovanykh zovnish-  
noiu strichkovoio armaturoiu** / O. I.  
Bashynskiy, T.B. Bodnarchuk, M.Z. Peleshko // *Visnyk Lvivskoho derzhavnoho universytetu  
bezpeky zhyttiediialnosti. - 2014. - № 9. - S.  
184-189.*
11. **Vlashtuvannia kombinovanoho armuvannia  
balok iz kleienoi derevyny.** / Homon S.,  
Polishchuk M., // *Visnyk Lvivskoho Natsional-  
noho Ahrarnoho Universytetu Arkhitektura i  
silskohospodarske budivnytstvo № 20 - 2019 r.  
st. 44-49.*
12. **DSTU-B.V.2.6-217-2016** «Proektuvannia  
budivelnikh konstruksii z tsilnoi i kleienoi  
derevyny.» // - Kyiv, "Ukrarkhbudi-nform"  
2016. – 143 s.
13. **DBN V.2.6-161:2017** «Dereviani konstruksii.  
Osnovni polozhennia.» // - Kyiv,  
"Ukrarkhbudininform" 2017. – 125 s.
14. **Panel z poperechno-kleienoi derevy-ny,  
armovana kompozytnymy strichkamy** /  
zaiavnyky i vlasnyky: Kyivskiy natsionalnyi  
universytet budivnytstva i arkhitektury,  
Mykhailovskiy D. V., Komar M. A., Komar A.  
A. // *Patent na korysnu model № 147060  
Ukraina, E04S 3/12 (2006.01). – № u2020  
07240; zaiav. 12.11.2020 ; opubl. 07.04.2021,  
Biul. № 14.*
15. **Panel z poperechno-kleienoi derevyny,  
armovana kompozytnoio armaturoiu** /  
zaiavnyky i vlasnyky: Kyivskiy natsionalnyi  
universytet budivnytstva i arkhitektury, Komar  
M. A., Komar A. A. // *Patent na korysnu model  
№ 147059 Ukrai-na, MPK E04S 3/02  
(2006.01), E04S 3/12 (2006.01), E04S 3/14  
(2006.01). – № u2020 07239; zaiav. 12.11.2020  
; opubl. 07.04.2021, Biul. № 14.*

## REINFORCEMENT OF COMPOSITE WOODEN STRUCTURES MATERIALS, CONDITION AND PROSPECTS

Стаття надійшла до редакції 3.11.21.

Denis MYKHAYLOVSKYI,  
Mykola KOMAR

**Summary.** Today, there is a growing need in the construction industry for the introduction of ecological urban space and the use of materials from renewable natural resources, one of such building materials from ancient times was wood. Temples, castles, houses, bridges and other structures have been erected all over the world since ancient times with the help of wooden structures. A large number of buildings and structures made of wood have been operating successfully for 300-400 years and are vivid examples of the durability of these structures. Nowadays, wooden construction is developing rapidly with the development of new technologies. After all, new woodworking technologies allow obtaining a spliced array of wood, which solves many different issues of wood as a structural material. Recently, the construction of glued timber (GT), which is often used to cover large spans (more than 100 m) and the construction of cross-laminated timber (CLT) or CLT (cross laminated timber), which are often from an odd number of layers of boards with their mutually perpendicular arrangement in adjacent layers. Panels used in panel and panel-frame construction of buildings of various complexity of architectural form and number of storeys are made of CLT. In works [1-3] studies of efficiency and CLT and methods of their calculation are described in more detail. However, some building requirements, such as the conditions for limiting the building height, when the use of relatively large cross-sections of plywood constructions, calculated in compliance with the requirements of the boundary conditions, is not possible. Therefore, the search and study of modified efficiencies, including reinforced ones, to increase the bearing capacity while reducing their cross section is becoming increasingly important. This publication is devoted to the review of the conducted researches reinforced and reinforced with composite materials of various efficiencies.

**Keywords.** Glued timber; laminated timber constructions; reinforcement; strengthening; armature; composite armature; composite tapes.