

До разової спеціалізованої вченої ради ДФ 26.192
Київського національного університету
будівництва і архітектури

Рецензія

доктора технічних наук, професора Олександра Журавського
на дисертаційну роботу **Комара Миколи Антоновича**
«Конструкції з клеєної та перехресно-клеєної деревини підсилені
композитними стрічками»,
подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 19 «Будівництво та архітектура»
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

1. Обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи та зв'язок із науковими програмами, планами й темами

В сучасній практиці будівництва все більше використовують конструкції з клеєної та перехресно-клеєної деревини. До таких конструкцій відносять балки перекриття та покриття, ферми та арки покриття, елементи несучих рам, плити перекриття та покриття та інші. З розвитком технології склеювання деревини виникає можливість створювати різні перерізи конструктивних елементів. Також для збільшення несучої здатності та зменшення прогинів згинальних елементів з клеєної та перехресно-клеєної деревини використовують армування за допомогою металевої арматури або металевих стрічок. За останні роки все ефективніше використовують композитні стрічки з вуглецевими волокнами для підсилення конструкцій. Їх також використовують і для підсилення дерев'яних конструкцій. Однак, при цьому відсутні методики для розрахунку та проектування таких конструкцій, а також відсутнє нормативне забезпечення.

Дисертаційна робота Комара Миколи Антоновича присвячена розв'язанню саме такої науково-технічної задачі. Цим обумовлена актуальність проведених у ході виконання роботи досліджень.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі металевих та дерев'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури за темою «Вдосконалення металевих та дерев'яних будівельних конструкцій». Тема дисертації і отримані результати відповідають актуальному напряму науково-

технічної політики України відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 23.05.2011 р. №547 «Про затвердження Порядку застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу».

Розв'язані в роботі задачі мають істотне значення для будівельної галузі знань (галузь знань – 19 «Архітектура та будівництво»), відповідають тематиці п. 6 України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» та актуальним напрямом науково-технічної політики в галузі оцінювання технічного стану будівель та споруд відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 5 травня 1997 року № 409 «Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж».

2. Обґрунтованість наукових результатів, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність

Наведені в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації є достовірними та належно обґрунтованими. Для цього автором проведені необхідні теоретичні та експериментальні дослідження.

Автором виконано достатньо широкий аналіз літературних джерел із досліджуваної тематики.

Дисертація вміщує достатню кількість розрахункових схем, графічного пояснювального матеріалу, таблиць. Детально описана методика експериментальних досліджень балок з клеєної деревини, підсилених композитними стрічками.

У дослідженнях використано чисельне моделювання дослідних балок, трьохшарнірних рам та плит з клеєної деревини, підсилених композитними стрічками при одноразовому короткочасному навантаженні методом скінченних елементів з використанням програмних комплексів «ЛПРА-САПР».

Загальні висновки дисертації відповідають сформульованій меті роботи та поставленим задачам дослідження.

3. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

Наукові результати, викладені в дисертації, отримані автором самостійно та мають достатній рівень новизни. Автором уперше отримані узагальнені аналітичні положення та рекомендації і методика розрахунку елементів конструкцій з клеєної деревини підсиленої композитними стрічками; проведено аналіз та виявлено нові закономірності зміни напружено-деформованого стану великопрольотних конструкцій з клеєної деревини, підсилених композитними стрічками. Також вдосконалено послідовність виконання підсилення конструкцій з застосування композитних стрічок на основі вуглецевих волокон, а також методику створення розрахункових моделей методом скінчених елементів в програмному комплексі ЛПА-САПР конструкцій з клеєної та перехресно-клеєної деревини підсилених композитними стрічками

4. Оцінка змісту та завершеності дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку літератури та додатків. Робота обсягом 188 сторінок друкованого тексту, з яких 149 сторінок основного тексту, 12 сторінок списку літератури та 10 сторінок додатків. Робота ілюстрована 18 таблицями та 122 рисунками. Список використаних джерел містить 101 найменування, з них 62 кирилицею та 39 латиницею.

Перший розділ присвячений аналізу досліджень армованих дерев'яних конструкцій, у результаті якого автор стверджує про необхідність детального вивчення таких конструкцій, підсилених композитними стрічками. В Україні практично відсутні дослідження спільної роботи композитних стрічок з дерев'яними конструкціями. Це не дає можливості розробити інженерну методику розрахунку. Також відсутні рекомендації з проектування дерев'яних конструкцій, підсилених композитними стрічками.

Другий розділ присвячений аналізу чисельних досліджень напружено-деформованого стану конструкцій з клеєної та перехресно-клеєної деревини,

підсилених композитними стрічками, з використанням програмного комплексу «ЛПРА-САПР». Встановлено, що балки з клеєної деревини, підсилені композитними стрічками, мають в середньому на 18% менші прогини та на 27% менші нормальні напруження від аналогічних балок з клеєної деревини без підсилення. Рами з клеєної деревини, підсилені композитними стрічками, мають в середньому на 39% менші прогини та в середньому на 57% менші максимальні нормальні напруження в розтягнутій зоні ригелів у порівнянні аналогічних рам без підсилення. Плити з перехресно-клеєної деревини (ПКД), підсилені композитними стрічками, мають в середньому на 20% менші прогини та на 32% менші нормальні напруження від аналогічних плит з ПКД без підсилення.

В третьому розділі наведені методика та результати експериментальних досліджень дослідних балок з клеєної деревини, підсиленої композитними стрічками, та без підсилення. При дослідженні напружено-деформованого стану балки з клеєної деревини, підсиленої композитними стрічками, встановлено, що визначення механічних властивостей деревини при згині, методом випробування зразків деревини з однієї партії, дає достовірне значення модуля пружності. Наведена послідовність виконання підсилення балок з клеєної деревини композитними стрічками фірми Sika. Експериментально встановлено, що в підсилених балках прогини зменшуються до 13%, в той же час, а руйнування відбулось при значенні, яке на 63% є більшим за граничне максимальне розрахункове навантаження при $k_{mod}=1$ та на 80% більшим за максимальне розрахункове навантаження експериментального зразка без підсилення з урахуванням коефіцієнта k_{mod} , розрахованим відповідно до діючих норм. Також встановлено, що максимальні повздовжні напруження в підсилених балках зменшились до 42%, максимальні дотичні напруження збільшились в підсилених балках до 57%, а дотичні напруження збільшились в деяких перерізах до 79%.

У четвертому розділі виконане чисельне моделювання дослідних балок для визначення напружень в перерізах та прогинів і порівняння отриманих результатів з натурними експериментальними випробуваннями. Встановлено, що у результаті моделювання експериментального зразка в ПК «ЛПРА-САПР» прогини в

підсилених балках зменшились на величину до 17%, а в експерименті вони зменшуються на величину до 13%. Встановлено, що параметри напружено-деформованого стану деревини, отримані з числового дослідження, мають достатню збіжність з експериментом. Деякі відмінності в кількісних значеннях поперечних та дотичних напружень пояснюються особливостями будови деревини та наявністю факторів, які можуть суттєво впливати на її напружено-деформований стан і як наслідок міцність в цілому. Встановлено, що руйнування експериментального зразка, підсиленого композитними стрічками, відбулось в зоні концентрації нормальних вздовж волокон, поперек волокон та дотичних напружень, що доводить необхідність проведення додаткових розрахунків за умовами міцності при складному напруженому стані. Автором запропонована інженерна методика розрахунку елементів з клеєної деревини, підсилених композитними стрічками. Вона полягає у застосуванні до загальних формул розрахунку елементів дерев'яних конструкцій за граничними станами, які містяться в діючих нормах, приведених характеристик до зовнішніх дошок елементів, та перевірок зон концентрації комбінації нормальних вздовж волокон, поперек волокон та дотичних напружень за умовами міцності при складному напруженому стані.

Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладання, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам МОН.

5. Наукове та практичне значення виконаного дослідження

Дисертаційна робота містить нові наукові обґрунтовані результати як теоретичного, так і практичного значення, що дозволяє розв'язувати конкретне наукове завдання (у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво») при проектуванні конструкцій з клеєної деревини, підсилених композитними стрічками. Автором запропоновано інженерну методику розрахунку елементів конструкцій з клеєної деревини підсиленої композитними стрічками, а також методику створення розрахункової моделі конструкцій з клеєної та перехресно-

клеєної деревини, підсилених композитними стрічками, в ПК ЛПРА-САПР. Запропонована послідовність виконання підсилення конструкцій з клеєної деревини композитними стрічками.

6. Повнота відображень основних положень дисертації у наукових публікація

За результатами досліджень опубліковано 7 наукових праць, у тому числі: 5 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 2 – у наукових фахових виданнях України категорії «А», яке цитується у реферативній базі Web of Science; 4 тез наукових доповідей в збірниках матеріалів міжнародних конференцій; отримано 3 патенти на корисну модель за темою дисертаційної роботи.

Основні положення та результати досліджень були апробовані на 4 міжнародних наукових конференціях.

В опублікованих працях повністю розкрито сутність та зміст наукових положень, представлених до захисту. У співавторських публікаціях особистий внесок дисертанта відображено відповідно до отриманих ним особисто результатів.

7. Дотримання вимог академічної доброчесності

За результатами звіту подібності щодо перевірки на плагіат дисертаційна робота Комара М.А. є результатом самостійних досліджень здобувача та не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати та тексти інших авторів мають посилання на відповідні джерела. Отже, порушення академічної доброчесності відсутні.

8. Дискусійні положення

Погоджуючись із цінністю представленої до захисту дисертаційної роботи для науки і практики, вважаю за доцільне звернути увагу на зауваження щодо тексту роботи:

1. При описанні реологічних властивостей композитних матеріалів автор вказує на вплив повзучості на довготривалу міцність. Відомо, що повзучість це деформативна характеристика (стор. 40).
2. На стор. 42...45 наведений огляд підсиленні композитними стрічками залізобетонних та металевих конструкцій, що не відповідає темі дисертації.
3. Автор роботи називає «прогини балки» «вертикальними деформаціями». Деформації відносять до матеріалу конструкції.
4. Графіки на рис. 2.21...2.23 відображають «максимальні нормальні напруження» відносно «рівномірно розподіленого навантаження». Максимальні напруження це напруження при руйнуванні. А які напруження в композитній стрічці?
5. Моделювання трьохшарної рами не зовсім відповідає конструкції рами. Потрібно її виконати аналогічно як в балці.
6. Рисунки 3.26, 4.8...4.19 дуже дрібні і важко читаються.
7. Бажано випробування виконувати по три зразки.
8. В експериментальних дослідженнях відсутні дані щодо щеплення композитної стрічки з балкою. Відсутні дані щодо деформацій та напружень в композитній стрічці.
9. В розділі 4.3 наведена методика розрахунку конструкцій з клеєної деревини, підсилені композитними стрічками. В запропонованих залежностях відсутні характеристики композитної стрічки. Не зрозуміло як впливає композитна стрічка на збільшення несучої здатності дерев'яних балок.

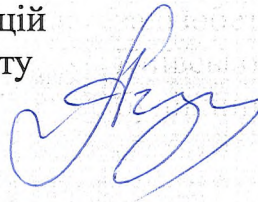
9. Загальний висновок

Наведені до дисертаційної роботи зауваження не мають суттєвого впливу на загальну позитивну оцінку виконаної роботи, що, безперечно, є актуальним і має цінність для науки і практики.

Дисертаційна робота на тему «Конструкції з клеєної та перехресно-клеєної деревини підсилені композитними стрічками» є закінченою, містить наукову новизну, має теоретичне та практичне значення, розв'язані в роботі задачі мають

істотне значення для будівельної галузі знань та відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) і «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р., а її автор Комар Микола Антонович заслуговує присудження наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Рецензент,
доктор технічних наук
професор, завідувач кафедри
залізобетонних та кам'яних конструкцій
Київського національного університету
будівництва і архітектури



Олександр ЖУРАВСЬКИЙ