

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Матющенко Дмитра Миколайовича

«Напружено-деформований стан карнизних вузлів гнуклеєних рам з клеєної деревини»

представленої до спеціалізованої вченої ради Д 26.056.04

на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди

Актуальність теми дисертації. Деревина як будівельний матеріал має довгу історію та велику кількість переваг з іншими будівельними матеріалами, що підсилює її актуальність і цінність на сучасному етапі розвитку будівельної галузі. Житлові та промислові будівлі з використанням дерев'яних конструкцій є пріоритетним напрямом для багатьох Європейських країн, оскільки на сьогодні найважливішими вимогами до будівель є безпечність, їх надійність, довговічність, пожаробезпечність, екологічність та можливість повторної переробки матеріалу. Останній фактор вказує на унікальність деревини як будівельного матеріалу та різних типів з'єднань, які дозволяють виробляти нові конструктивні елементи зі старої деревини практично без відходів. Значним імпульсом у розвитку дерев'яних конструкцій стало впровадження різних клейових систем, що дозволило створювати дерев'яні конструкції значних розмірів та поширити область використання деревини як будівельного матеріалу. За останні 30 років особливу популярність отримали нові матеріали на основі деревини, такі як поперечна клеєна деревина або CLT панелі та шпоновий брус (або LVL) з деревини бука, що дозволяє сьогодні спостерігати будівництво багатоповерхових житлових та офісних будівель у різних країнах світу.

Криволінійні або гнуті клеєні конструкції є найбільш ефективними конструктивними рішеннями для багатьох типів будівель різного призначення. Важливим та складним питанням на етапі розрахунку та проектування гнутих конструкцій рамного типу є карнизні вузли рам, де виконано максимальний згин дошок клеєної деревини. Міцність карнизних вузлів та оцінка напружено

деформованого стану і дійсної роботи є важливим сучасним питанням, особливо з урахуванням роботи фундаментів розпірних конструкцій.

Виходячи з наведеного вище, слід відзначити, що задачі досліджень, які вирішуються в даній роботі, є актуальними. Результати дисертаційної роботи сприятимуть реалізації науково-технічної політики України в галузі будівництва – забезпечення надійної і безпечної експлуатації будинків і споруд на виконання постанови Кабінету Міністрів України №1313 від 20.08.2000 р., науково-технічному напрямку в оцінці технічного стану будинків і споруд на виконання постанови Кабінету Міністрів України №409 від 05.05.1999 р.

В процесі роботи над дисертацією виконано науково-дослідну та держбюджетну роботу: «Розвиток теорії розрахунку на міцність сталевих балок та елементів із тонколистової сталі з використанням високо механізованих ліній зварювання та профілювання» (державний реєстраційний номер 0115U005239, 2015 р.).

Структура і зміст роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і чотирьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 193 сторінки, 121 рисунок, 29 таблиць, 14 сторінок списку використаних джерел з 139 найменувань та 45 сторінок додатків.

Щодо основного змісту роботи.

У вступі обґрунтована актуальність роботи, викладені мета та задачі досліджень, наукова новизна, практична цінність та сформульовано мету і задачі дослідження по вдосконаленню методики розрахунку карнизних вузлів гнутоклеєних рам на основі аналізу дійсного напружено-деформованого стану за результатами експериментальних натурних випробувань.

В першому розділі зроблено огляд літературних джерел щодо конструктивних рішень карнизних вузлів гнутоклеєних рам у закордонній і вітчизняній практиці, а також аналіз методик розрахунку складових напруженого стану, які сильно різняться між собою та потребують уточнення і кореляції. Відмічено, що найбільш перспективними рамами є дощатоклеєні рами зі стійко-карнизним блоком та прямолінійним ригелем.

Згадуються науковці-дослідники, які займалися експериментальним дослідженням гнутоклеєних рам та відмічена відсутність важливих рекомендацій

щодо проектування гнукклеєних рам у національних стандартах різних країн світу з проектування дерев'яних конструкцій. Також в першому розділі розглянуті переваги та недоліки існуючих конструктивних рішень рам та зауважено про необхідність зміщення зубчастого стику у зону з нульовим згинальним моментом для зміни напруженого стану.

Зазначено, що всі існуючі методики розрахунку, окрім методики за ДСТУ–Н Б В.2.6–184:2012, не враховують можливість появи в небезпечних перерізах складного напруженого стану і це є неприпустимо для такого сильно анізотропного матеріалу як клеєна деревина.

У другому розділі доведена необхідність визначення внутрішніх зусиль гнукклеєних рам за допомогою методу скінченних елементів, на підставі проведених чисельних досліджень. Також автором розроблені стислі рекомендації по визначенню зусиль в гнукклеєних рамах за допомогою скінченних елементів та запропоновано алгоритм розрахунку для спрощеного визначення внутрішніх зусиль.

Також в другому розділі наведені результати чисельних досліджень, які показують збільшення згинального моменту у карнизному вузлі на 6-17% в залежності від співвідношення r/h при розрахунках з урахуванням геометричної нелінійності у порівнянні з результатами отриманими за аналітичними виразами які містяться у СНиП II-25-80.

Крім цього встановлено, що недостатньо виконувати перевірку міцності у бісектрисному перерізі карнизного вузла згідно до чинних нормативних документів, а необхідно додатково перевіряти міцність у розрахунковому перерізі у карнизного вузла ближче до ригеля від бісектрисного кута при кривині $r/h < 1,8$ та ближче до стійки при кривині $2,2 < r/h < 6$.

У третьому розділі проведено критичний аналіз виконаних експериментальних натурних досліджень гнукклеєних рам зі стійко-карнизним блоком та прямолінійним ригелем (або ДГРП), досліджених у 1984 році табуновим С.Ю. у Санкт-Петербурзькому університеті будівництва та архітектури. На основі аналізу цих досліджень виявлено достатню жорсткість та високу несучу здатність досліджених рам та встановлена відсутність руйнувань в стиснутій зоні карнизних вузлів і руйнувань в місці сполучення стійко-карнизного блока з ригелем, який

виконано за допомогою зубчастого шипу. Також було встановлено вплив анізотропії фізико-механічних властивостей на розподіл напружень криволінійних ділянок гнотоклеєних рам і збіжність лінійної залежності «напруження-деформації» в межах 1,5-1,75 від розрахункового навантаження, що свідчить про роботу деревини у пружній стадії.

Крім цього проведено співставлення значень напружень визначених за допомогою чисельних досліджень та отриманих при експериментальних випробуваннях виявив якісну збіжність переміщень рами.

За результатами досліджень встановлено, що руйнування в криволінійних ділянках має крихкий характер, а саме розрив крайніх розтягнутих волокон та розшарування в зоні сполучення з прямолінійним ригелем. Автором дисертації підтверджено, що найбільш небезпечним місцем у карнизному вузлі є його розтягнута зона від бісектрисного кута до перехідної зони сполучення з ригелем.

В третьому ж розділі доведено якісну та кількісну збіжність переміщень отриманих експериментальних даних та даних триманих в результаті розрахунку у ПК ЛІРА-САПР 2016, що дає змогу достовірно визначати всі компоненти напруженого стану у небезпечному місці карнизних вузлів гнотоклеєних рам та використовувати в подальших розрахунках криволінійних елементів дерев'яних каркасів.

В четвертому розділі розроблено багатокроковий алгоритм розрахунку гнотоклеєних рам з використанням плоских пластинчастих скінченних елементів у ПК ЛІРА-САПР 2016 з урахуванням анізотропії пружних і механічних властивостей деревини для якісної оцінки напружено-деформованого стану декількох радіусів кривини карнизних вузлів та покращення інженерного методу розрахунку.

Встановлена дійсна картина розподілу НДС у карнизному вузлі рами з урахуванням геометричної та фізичної нелінійності на підставі чисельних досліджень гнотоклеєних рам зі співвідношеннями r/h та h_{\max}/L . Виконані чисельні дослідження дали змогу встановити вплив анізотропії фізико-механічних властивостей на всі компоненти плоского напруженого стану при різних співвідношеннях r/h , а також вплив на збільшення напружень розтягу вздовж

волокон до 51%, стиску вздовж волокон до 22% та зменшення напружень стиску поперек волокон в межах 10%.

Проведені чисельні дослідження системи «основа-фундамент-наземні конструкції» показали важливість врахування нерівномірних осідань фундаментів гнуктоклесних рам, які призводять до значних змін НДС не тільки карнизних вузлів, але й всієї рами в цілому та призвести до її руйнування.

Проведені чисельні дослідження показали, що необхідно приділяти значну увагу не тільки величинам нормальних напружень розтягу вздовж волокон в зоні бісектрисного кута, а також напруженням, які виникають у перехідних зонах. Теоретично напружений стан конструкцій з цільної та клеєної деревини ділянок, де розташована зосереджена сила. Для оцінки міцності цих ділянок необхідно розглядати спільну дію трьох компонент плоского напруженого стану σ_x - σ_z - τ_{xy} .

Також встановлено, що тришарнірні гнуктоклесні рами добре працюють в умовах нерівномірних осідань за рахунок розрахункової схеми, що робить їх використання одним з найкращих конструктивних рішень в розглянутих умовах. Допустима різниця осідань опор досліджуваних рам орієнтовно складає 15–18 мм.

В п'ятому розділі обґрунтовано важливість врахування складного напруженого стану в місцях сполучення карнизного вузла зі стійкою та карнизного вузла з ригелем.

За результатами експериментальних та чисельних досліджень НДС карнизних вузлів була уточнена умова міцності з урахуванням складного напруженого стану, яка міститься у нормативному документі ДСТУ-Н Б В.2.6-184:2012 та розроблені практичні рекомендації по інженерному розрахунку гнуктоклесних рам зі співвідношенням r/h від 1 до 6.

Також в п'ятому розділі наведені значення поправочних коефіцієнтів для визначення напружень по висоті поперечного перерізу, які враховують анізотропію фізико-механічних властивостей клеєної деревини та геометричну нелінійність.

У загальних висновках сформульовано основні результати, отримані при вирішенні наукових задач даної дисертаційної роботи.

Список використаних джерел включає 139 позицій, в тому числі 9 робіт іноземних авторів.

В додатках наведено результати визначення компонент напруженого стану в карнизних вузлах гнотоклеєних рам за допомогою методу скінченних елементів та за основними методиками розрахунку, а також блок-схеми для визначення компонент напруженого стану карнизних вузлів гнотоклеєних рам з врахуванням складного напруженого стану.

Зауваження по роботі:

1. В дисертації у параграфі 1.1 де виконано огляд еволюції карнизних вузлів гнотоклеєних рам відсутні клеєфанерні рами де гнуті карнизні вузли можуть складатися з двох гілок, що здається важливим при розгляді роботи карнизних вузлів.

2. Враховуючи чинний ДБН В.2.6-161 «Дерев'яні конструкції. Основні положення», та посилання на його положення слід було розкрити питання об'ємного напруженого стану при дії напружень при розтягу поперек волокон деревини у зоні максимального згину.

3. Параграф 1.1 слід було б доповнити таблицею з показниками висоти поперечного перерізу в залежності від величини прольоту рам для різних конструктивних рішень карнизних вузлів.

4. В параграфі 1.2 при аналізі методики розрахунку міцності гнутих балок згідно до EN 1995-1-1 слід було навести значення коефіцієнтів k_{dis} та k_{vol} , які враховують перерозподіл напружень та об'єм деревини зігнутої частини конструкції.

5. В параграфі 2.1 слід було б доповнити графіками зміни напружень розтягу поперек волокон в залежності від кривини зігнутого елемента.

6. Відсутні у параграфі 3.2 посилання на стандарти згідно яких були обрані розміри зразків для визначення характеристик пружності та міцності, а також не вказано в якому інтервалі значень навантаження від руйнуючого були зафіксовані ці величини.

7. У таблиці 3.2 містяться значення модуля пружності при розтягу вздовж волокон, але з тексту не зрозуміло на зразках яких розмірів було отримано ці пружні характеристики.

8. Не зрозуміло значення понять «нормативне» та «розрахункове» значення навантаження при лабораторних випробуваннях гнотоклеєних рам, що наведено у таблиці 3.3.

9. Четвертий розділ дисертації слід було б доповнити графіками зміни дотичних напружень при врахуванні анізотропії фізико-механічних властивостей матеріалу, як це показано для нормальних напружень розтягу та стиску на рис. 4.15 та рис. 4.16.

10. У висновках до четвертого розділу йдеться мова про вплив анізотропії фізико-механічних властивостей матеріалу на напруження, яке не є однаковим і показані величини змін у процентах, при цьому відсутні дані щодо дотичних напружень.

11. П'ятий розділ доцільно було б доповнити запропоновану методику розрахунку карнизних вузлів практичними рекомендаціями щодо методів підсилення з використанням гвинтів або вклеєних стержнів на стадії виготовлення конструкції, як це практикується в Німеччині, Швейцарії та Австрії.

12. У списку використаних джерел бракує посилань на діючі стандарти щодо технологічних особливостей гнотоклеєних дерев'яних елементів, та посилань на роботи іноземних дослідників, які займалися питаннями криволінійних елементів та розтягом поперек волокон деревини.

13. Також є ряд зауважень редакційного та методологічного характеру, про що було вказано автору при особистій зустрічі.

Висловлені зауваження відносяться до окремих фрагментів досліджень і не є принциповими, тому не знижують як теоретичного, так і практичного значення роботи і в цілому позитивної оцінки дисертаційної роботи Матющенко Д.М.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації. В роботі виконано значний обсяг натурних експериментальних досліджень карнизних вузлів гнотоклеєних рам. В експериментальних дослідженнях використані традиційні методи дослідження напружено-деформованого стану з використанням індикаторів, прогиномірів, тензодатчиків. Для чисельних досліджень застосовано метод скінчених елементів, реалізований в програмному комплексі «ЛІРА-САПР», з використанням пластинчатих скінчених

елементів. Порівняння результатів теоретичних розрахунків, виконаних за методиками автора дисертації і методом скінчених елементів, з експериментальними даними свідчить про їх високу збіжність.

Підтверджується достовірність теоретичних положень та висновків також практикою впровадження результатів роботи: при проектуванні конструкцій рам прольотом 12 м пансіонату сімейного типу з об'єктами стаціонарної рекреації по вул. 11-та лінія, м. Ірпінь в Київській області.

Основні наукові положення і висновки дисертації апробовані і пройшли обговорення на двох міжнародних наукових конференціях і на науково-практичній конференції молодих вчених.

Наукову новизну в роботі становлять: дійсний НДС карнизних вузлів гнукотклеєних рам, встановлений за допомогою чисельних досліджень методом скінчених елементів та отриманого алгоритму створення розрахункових схем; аналіз закономірностей руйнування карнизних вузлів гнукотклеєних рам з урахуванням досліджених особливостей їх роботи; вдосконалено методику визначення напружень в карнизних вузлах гнукотклеєних рам з урахуванням дійсного НДС та уточнення розрахункових коефіцієнтів умов міцності, які враховують рівень напружень та анізотропію пружних та механічних характеристик деревини; розроблено практичні рекомендації по визначенню небезпечних зон карнизних вузлів з різною величиною їх кривини в умовах складного напруженого стану.

Практичне та наукове значення роботи.

Основні наукові результати роботи – це вдосконалена методика розрахунку карнизних вузлів гнукотклеєних рам з врахуванням дійсного НДС та уточнені поправочні коефіцієнти умов міцності карнизних вузлів. Впровадження результатів досліджень здійснено при проектуванні конструкцій рам прольотом 12м пансіонату сімейного типу з об'єктами стаціонарної рекреації по вул. 11-та лінія, м. Ірпінь в Київській області та при порівняльному розрахунку гнукотклеєних рам прольотом 40 м спортивно-розважального комплексу для пляжного волейболу з критим павільйоном у м. Київ.

Отримані автором наукові та практичні результати досліджень рекомендовано використовувати: науково-дослідними проектними інститутами та

спеціалізованими організаціями при виконанні проектних робіт при обстеженні та реконструкції будівель і споруд різноманітного призначення; вищими навчальними закладами будівельного напрямку при впровадженні у навчальний процес спецкурсів зі спеціальних будівельних конструкцій та споруд для студентів за спеціальністю «Промислове та цивільне будівництво» (7.06010101, 8.06010101).

Особистий внесок здобувача. В дисертаційній роботі результати наукових досліджень отримані автором самостійно та виносяться до захисту вперше. Здобувачеві належить: аналіз та узагальнення результатів експериментальних даних, теоретичних та досліджень з застосуванням методу скінчених елементів напружено-деформованого стану карнизних вузлів гнукотклеєних рам; розроблено практичні рекомендації щодо розрахунку карнизних вузлів з урахуванням складного напруженого стану, враховуючи огляд експериментальних досліджень та встановленням граничної відносної різниці осідань ґрунтової основи.

Повнота відображення наукових положень в опублікованих роботах. Основні положення дисертації в достатньому обсязі викладені у 18 друкованих працях, з яких 6 – у спеціалізованих фахових виданнях України, 9 – публікацій в матеріалах конференцій та інших періодичних виданнях, 3 – у наукових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз, 4 – патенти на винахід.

В публікаціях у співавторстві здобувачеві належать: порівняльний аналіз плоского напруженого стану гнукотклеєних рам за експериментальними та чисельними дослідженнями; чисельні дослідження НДС карнизних вузлів гнукотклеєних рам за різними методиками, а також проведено аналіз еволюції їх конструктивних рішень; проведено чисельні дослідження впливу нерівномірних осідань опор фундаментів на НДС карнизних вузлів гнукотклеєних рам.

В авторефераті дисертації достатньо повно викладені основні положення та результати роботи. Які є ідентичними змісту дисертації.

Текст і графічні матеріали дисертації та автореферату оформлені відповідно вимог, що пред'являються до дисертацій Міністерством освіти і науки України.

Висновки про відповідність роботи вимогам Міністерства освіти і науки України.

Дисертаційна робота Матющенко Дмитра Миколайовича «Напружено-деформований стан карнизних вузлів гнукотклеєних рам з клеєної деревини» є завершеною науковою працею, в ній отримані достатньо теоретично обгрунтовані і експериментально підтверджені нові наукові результати, вона має теоретичне та практичне значення і відповідає вимогам пунктів 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року.

Автор дисертації Матющенко Дмитро Миколайович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент
кафедри будівельних конструкцій
Харківського національного університету
міського господарства
ім. О.М. Бекетова

А.М. Бідаков

Підпис засвідчую:

Вчений секретар Харківського
національного університету
міського господарства
ім. О.М. Бекетова,
доктор технічних наук, професор



Д.В. Тугай