

Відгук офіційного опонента
на дисертаційну роботу Михайловського Дениса Віталійовича на тему
«Врахування дійсного напружено-деформованого стану у вузлах та елементах
конструкцій з клеєної деревини», представленої на здобуття наукового
ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні
конструкції, будівлі та споруди

Актуальність теми дисертації. Деревина в усьому світі була і залишається одним з основних будівельних матеріалів. До цього спонукає її широке розповсюдження, адже загальні запаси деревини в світі становлять біля 300 млрд. м³. Щорічні об'єми заготівлі деревини складають біля 3 млрд. м³, що вдвічі перевищує виробництво сталі і цементу. Однак проблеми надійності конструкцій з клеєної та поперечно-клеєної деревини на сьогодні вивчено недостатньо. В нормативних документах відсутні посилання на необхідність врахування складного напружено деформованого стану з врахуванням анізотропії фізико-механічних властивостей клеєної та поперечно-клеєної деревини.

Важливою і актуальною науково-технічною проблемою є узагальнення, виявлення нових закономірностей напружено-деформованого стану на основі сучасних підходів моделювання конструкцій з клеєної деревини та панелей з поперечно-клеєної деревини та удосконалення методики їх розрахунку з врахуванням дійсного напруженого стану матеріалу. Також важливою і актуальною науково-технічною проблемою є розробка методології розрахунку багатоповерхових будинків із панелей з поперечно-клеєної деревини.

Оцінка змісту дисертації. Дисертація складається із анотації, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел і чотирьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 412 сторінок, у тому числі 328 сторінок основного тексту, 205 рисунків, 43 таблиці, 21 сторінка списку використаних джерел з 205 найменувань та 36 сторінок додатків.

Наукова новизна досліджень: виявлені закономірності та одержані аналітичні розрахункові умови міцності деревини при складному напруженому стані для всіх можливих комбінацій напружень з врахуванням анізотропії фізико-механічних властивостей; одержані узагальнені аналітичні положення та рекомендації і методика розрахунку елементів конструкцій з комбінованої клеєної деревини; проведений аналіз та виявлені нові закономірності зміни напружено-деформованого стану великопрольотних конструкцій з клеєної деревини з врахуванням відносних деформацій при розрахунку як системи «основа–фундамент–споруда

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості безпосереднього використання запропонованої методики розрахунку конструкцій

з клеєної деревини та їх вузлів при складному напруженому стані, що підвищить їх надійність, а також застосуванні методології розрахунку висотних будівель з панелей із поперечно-клеєної деревини при їх розрахунку і проектуванні.

Результати дисертаційної роботи були використані під час проектування конструкцій поперечних рам прольотом 12 м пансіонату сімейного типу з об'єктами стаціонарної рекреації по вул. 11-та лінія, м. Ірпінь в Київській області. Результати дисертаційної роботи використані при розробці нормативних документів ДБН В.2.6-161:2017 «Дерев'яні конструкції. Основні положення» (затверджено наказом Мінрегіонбуду України від 06.06.2017р. № 140) і ДСТУ-Н Б В.2.6-184:2012 «Конструкції з цільної і клеєної деревини. Настанова з проектування» (затверджено наказом Мінрегіонбуду України від 21.12.2012 р. № 655). Участь здобувача у розробках зазначених нормативних документів зафіксована у офіційних виданнях цих документів.

Достовірність та обґрунтованість результатів забезпечено використанням при теоретичних дослідженнях фундаментальних закономірностей будівельної механіки, опору матеріалів, апробованих імовірісно-статистичних методів, даними чисельного моделювання роботи конструкцій, а також статистичною обробкою отриманих результатів.

Особистий внесок автора. Основні результати дисертаційної роботи одержано дисертантом самостійно. Участь автора у спільних публікаціях відображена в переліку опублікованих робіт.

Повнота висвітлення результатів у публікаціях і авторефераті. За темою дисертації опубліковано 52 роботи, серед яких: 16 статей у друкованих виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 10 статей у наукових виданнях інших держав та фахових виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз, 13 публікацій в інших виданнях, 11 патентів України на корисну модель. Частково, результати дослідження включені в два нормативні документи України. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації.

Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків дисертанта доцільно розглянути по кожному розділу дисертації окремо.

У **вступі** обґрунтована актуальність роботи, викладені мета та задачі досліджень, наукова новизна, практична цінність та сформульовані мета і задачі досліджень, наведені основні отримані наукові результати та показане їх практичне значення

Перший розділ присвячено огляду теорій міцності різних матеріалів, що використовувались в різних галузях науки і техніки, включаючи і будівництво. Історичний шлях розвитку теорій міцності досить детально описано в роботах А. Надаї, С.П. Тимошенка та інших.

Розглянуто умови міцності анізотропних матеріалів. Особливу увагу приділено роботам О.К. Ашкеназі, А.А. Позднякова, Г.О. Генієва, А.Н. Флаксермана, Б.А. Освенского, Е.І. Світозарової, Р.Б. Орловича, Г.Г. Езєпова, А.Я. Найчука, В.В. Фурсова, В.З. Кліменка в яких містяться умови міцності деревини як анізотропного матеріалу.

У *другому розділі* за допомогою енергетичної теорії міцності, одержані розрахункові умови міцності деревини при складному напруженому стані для всіх можливих комбінацій напружень.

Визначено за допомогою чисельних досліджень з порівнянням з експериментальними даними параметричні коефіцієнти розрахункових умов міцності, з врахуванням анізотропії фізико-механічних властивостей та початкового рівня нормальних напружень вздовж волокон, для застосування в практичних розрахунках елементів і вузлів конструкцій з цільної та клеєної деревини.

У *третьому розділі* досліджено криволінійні, односкілі та двоскілі балки з цільної та клеєної деревини, що працюють на згин з позиції особливості їх напружено-деформованого стану.

Підтверджена наявність в гребеновому перерізі гнукотклеєних балок окрім нормальних напружень вздовж волокон значних за величиною, в порівнянні з розрахунковим значенням міцності, напружень впоперек волокон (радіальних). Доведено суттєву розбіжність як характеру розподілу дотичних напружень так і конкретних їх величини. Встановлено, що дотичні напруження збільшуються від центру до крайніх волокон перерізу балки і набувають максимальних значень на похилих гранях.

Також в третьому розділі розглянуто та чисельно досліджено напружений стан опорних вузлів всіх типів балок. Встановлено небезпечні місця в приопорних зонах балок з позиції складного напруженого стану.

У *четвертому розділі* чисельно досліджено напружено-деформований стан великопрольотних конструкцій з клеєної деревини (рам та арок) за допомогою методу скінчених елементів.

За результатами проведених чисельних досліджень гнукотклеєних рам в зоні карнизних вузлів спостерігається наявність напружень нормальних вздовж волокон σ_t , сколюючих τ , та напружень поперек волокон σ_{90} , що свідчить про необхідність перевірки міцності за розрахунковими умовами міцності при складному напруженому стані. Визначено конкретні небезпечні зони в яких слід виконувати таку перевірку.

У *п'ятому розділі* проведено чисельні дослідження великопрольотних конструкцій (рам і арок) з клеєної деревини з врахуванням конструкції фундаментів та ґрунтової основи як системи «основа–фундамент–споруда».

В результаті проведених чисельних досліджень рам з ґрунтовою основою встановлено, що при відносній різниці осідань $(\Delta S / L)=0,0005$ стовбчастих фундаментів будівель з несучим каркасом з ґнуклеєних рам, значної зміни напружено-деформованого стану в рамах від нерівномірних осідань фундаментів не відбувається.

За результатами проведених чисельних досліджень арок визначено граничну абсолютну різницю осідань опор, при якій вичерпується несуча здатність клеєної деревини. Для уніфікації з рамними конструкціями рекомендовано обмежувати відносну різницю осідань $(\Delta S / L)=0,0005$. Допустима різниця осідань опор досліджуваних рам та арок орієнтовно знаходиться в межах 15–18 мм.

У шостому розділі наведено загальні відомості про поперечно-клеєну деревину та проведено аналіз існуючих методик їх розрахунку. Для оцінки існуючих методик розрахунку панелей з поперечно-клеєної деревини та можливості застосування до їх розрахунку методу скінчених елементів реалізованому в ПК ЛІРА – САПР проведено аналіз експериментальних даних.

Приведено аналіз чисельних досліджень 3-х, 5-ти та 7-ми шарових панелей з поперечно-клеєної деревини, прольотами 3, 6 і 9 м, з рівномірно розподіленим по площі навантаженням 1,5 кН/м² та 5,0 кН/м², методом скінчених елементів в ПК ЛІРА - САПР та аналітичною теорією Крейзінгера.

Як бачимо зі зменшенням кількості шарів різниця в одержаних результатах за теорією Крейзінгера та МСЕ при моделюванні об'ємними СЕ сильно зменшується. Відносно ж висока різниця в одержаних значеннях нормальних напружень пояснюється особливістю розрахунку за допомогою об'ємних скінчених елементів.

У сьомому розділі дисертаційної роботи присвячений розробці методології розрахунку висотних панельних будинків з поперечно-клеєної деревини як системи «основа–фундамент–споруда» за допомогою методу скінчених елементів в ПК ЛІРА–САПР.

Для удосконалення аналітичної методики запропоновано визначати приведені геометричні характеристики поперечного перерізу панелей: приведені площі поперечного перерізу поперек осей x та y , приведені моменти опору поперечного перерізу перпендикулярному осям x та y , приведені моменти інерції поперечного перерізу перпендикулярно осям x та y .

Для розрахунку панелі як цільного елемента та для застосування методу скінчених елементів при розрахунку як одиночних панелей так і панельних будинків з поперечно-клеєної деревини в цілому введено поняття приведених модулів пружності.

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

Основним результатом дисертаційної роботи є вирішення важливої науково-технічної проблеми дослідження, узагальнення і уточнення закономірностей напружено-деформованого стану вузлів та елементів конструкцій з клеєної та поперечно-клеєної деревини.

Зауваження:

1. У вступі варто було б привести номери держреєстрацій кафедральних науково-дослідних робіт, за якими працював здобувач.

2. У вступі варто було б розширити перелік методів досліджень, фактично використаних в дисертації.

3. В огляді можна було б згадати про дослідників клеєної деревини – Стоянова В. (ОДАБА), та Лупаєнка Г.В. (ПолтІБІ).

4. В дисертації зустрічаються практично порожні (по 4-5 рядків) сторінки, наприклад сторінки 149, 153, 185 та інш.

5. Практично всі деформовані схеми арок, ізополя напружень та ін., починаючи з рис. 4.19; 4.23; 4.33; 5.23; 5.25 і далі, дуже важко читаються, їх варто було б перенести у додаток.

6. Додаткових пояснень вимагає характер змін графіків збільшення дотичних (сколюючих) напружень при врахуванні анізотропії фізико-механічних властивостей (рис. 4.25).

7. Треба було б пояснити різницю в розташуванні графіків залежності деформацій панелі при чисельному моделюванні в ПК Ліра на рис. 6.30 та рис. 6.31.

8. Загальні висновки дещо не конкретні.

9. Впровадження роботи у виробництво могло бути ширшим.


Наведені зауваження та побажання не знижують як теоретичного так і практичного значення дисертаційної роботи та можуть бути враховані при проведенні подальших досліджень.

Висновок щодо відповідності дисертації вимогам МОН України

Дисертація Михайловського Д.В. є цілісною, завершеною науковою працею, в якій вирішено важливу науково-технічну проблему дослідження, узагальнення і уточнення закономірностей напружено-деформованого стану вузлів та елементів конструкцій з клеєної та поперечно-клеєної деревини. Дослідження проведено на високому науковому рівні, дисертацію та автореферат оформлено згідно з існуючими вимогами «Порядку присудження наукових ступенів».

Оцінюючи роботу в цілому, вважаю, що за актуальністю і новизною, обсягом проведених досліджень та їх науковим рівнем, теоретичною і прикладною значущістю отриманих результатів, повнотою їх опублікування у фахових виданнях дисертація «Врахування дійсного напружено-деформованого стану у вузлах та елементах конструкцій з клеєної деревини» відповідає всім вимогам до докторських дисертацій, а її автор, Михайловський Денис Віталійович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,
професор, лауреат Державної премії України,
завідувач кафедри архітектури та міського будівництва
Національного університету «Полтавська
політехніка імені Юрія Кондратюка»



Олександр Семко

Підпис д.т.н., професора Семка О.В. засвідчую:
Проректор з наукової та міжнародної роботи
Національного університету
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
к.е.н.,



Світлана Сівіцька