

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Шехоркіної Світлани Євгеніївни

на тему: «Наукові основи і методи розрахунку гібридних
деревозалізобетонних багатоповерхових будівель»

представленої до спеціалізованої вченої ради Д 08.085.02

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

Актуальність теми дисертації. Будівельні конструкції з деревини набувають все більшого розповсюдження у всьому світі. Досвід проектування та експлуатації дерев'яних конструкцій різноманітного призначення підтверджує доцільність їх використання. Особливого розповсюдження, останнім часом, набули конструкції з клеєної деревини (ККД), в тому числі і при зведенні багатоповерхових будинків. Цьому сприяє той факт, що клеєна деревина ефективно акумулює в собі позитивні властивості деревини, як конструкційного матеріалу, насамперед, відносно високу міцність і дозволяє в значній мірі нівелювати недоліки цільної деревини.

Будівництво дерев'яних багатоповерхових будинків обходиться на 5-20% дешевше за аналогічні будинки з застосуванням металу чи залізобетону, в тому числі зі збірних залізобетонних панелей. Це тому, що використовуються більш прості інструменти, а самі панелі мають меншу вагу, що впливає на більш економічну конструкцію фундаментів та зменшує витрати при монтажі та транспортуванні. Збірні дерев'яні багатоповерхові будинки рекомендують будувати в сейсмонебезпечних районах.

Серед переваг дерев'яного домобудування фахівці також відзначають, що воно передбачає високий відсоток заводського виготовлення, а це дозволяє замінити витрати на оплату праці робітників на будівельних майданчиках. До того ж зведення дерев'яних будинків займає набагато

820. 1197 - 05/143
23.04.2021

менше часу, ніж будівництво залізобетонних будівель, а це дозволяє також значно зменшити витрати.

Слід відмітити, слова професора В. Єрмоліна, який вважає, що за показником споживання продукції з деревини на душу населення можна судити про рівень цивілізованості країни.

Таким чином впровадження в Україні будівництва висотних будівель з застосуванням деревини є актуальною і важливою задачею.

Структура і зміст роботи. Дисертація складається із анотації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і чотирьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 383 сторінок, у тому числі 272 сторінки основного тексту, 127 рисунків, 73 таблиці, 38 сторінок списку використаних джерел з 329 найменувань та 38 сторінок додатків.

Публікації. Результати отриманих досліджень опубліковані у 35 наукових працях, серед них: 16 наукових публікації у фахових виданнях включених до переліку МОН України, 4 публікації у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз Web of Science та SCOPUS, 4 публікації - матеріали науково-практичних конференцій, 10 колективних монографій, 1 державний стандарт України.

Щодо основного змісту роботи.

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

В першому розділі зроблено огляд літературних джерел щодо досвіду застосування конструкцій з цільної та клеєної деревини у вітчизняній і закордонній практиках багатопверхового будівництва. Розглянуто існуючі

рішення гібридних конструктивних систем, сучасні інженерні виробы, гібридні конструкції з використанням деревини та їх вузли, методи експериментального дослідження, розрахунку та особливості роботи. Виконано аналіз методів оцінки життєвого циклу будівельних об'єктів.

На підставі проведеного огляду та аналізу джерел було зроблено висновки, що на сьогоднішній день відсутні рекомендації щодо вибору конструктивної системи багатопверхових деревозалізобетонних гібридних будівель. Гібридні конструкції, завдяки раціональному поєднанню властивостей, дозволяють збільшити несучу здатність та просторову жорсткість будівлі, що створює умови для зведення багатопверхових будівель з використанням деревини як основного конструкційного матеріалу. Застосування деревини в багатопверховому будівництві є перспективним напрямком з точки зору зменшення негативного впливу будівельної галузі на навколишнє середовище.

Також встановлено, що наразі в Україні бракує стандартів з оцінки шкідливих викидів будівельних об'єктів, які враховують циркулярний характер функціональності будівлі.

У *другому розділі* наведено класифікацію конструктивних систем гібридних деревозалізобетонних багатопверхових будівель. Конструктивні системи розділені на три базові групи: стінову, каркасну та комбіновану. Наведено конструктивні заходи щодо забезпечення просторової жорсткості гібридних деревозалізобетонних багатопверхових будівель.

Наведено конструктивні рішення збірно-монолітних та збірних деревозалізобетонних балочних перекриттів, які складаються з головних та другорядних балок, по верхній площині яких влаштовується плита із залізобетону.

Запропоновані конструктивні рішення характерних вузлів з'єднань несучих конструкцій гібридних деревозалізобетонних багатопверхових будівель.

Проведено чисельний аналіз забезпечення елементів каркасу критеріям несучої здатності та експлуатаційної придатності з урахуванням вимог пожежної безпеки (вогнестійкості).

У *третьому розділі* проведено чисельні дослідження в програмному комплексі «ЛІРА-САПР» гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель для обґрунтування вибору конструктивних схем.

Проведено аналіз напружено-деформованого стану елементів гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель в залежності від типу конструктивної схеми, способу забезпечення просторової жорсткості, а також фізико-механічних характеристик, залежностей «напруження-деформація» та реологічних властивостей матеріалів. Розглянуті наступні варіанти конструктивних схем: каркасна схема з дерев'яними колонами та балками перекриття та покриття; комбінована з двома залізобетонними діафрагмами жорсткості; комбінована з чотирма залізобетонними діафрагмами жорсткості; комбінована з залізобетонним ядром жорсткості; комбінована з залізобетонним ядром і чотирма діафрагмами жорсткості; комбінована з залізобетонним ядром жорсткості і аутригером в рівні верхнього поверху; комбінована з залізобетонним ядром жорсткості і аутригерами в двох рівнях (верхнього та середнього поверхів).

Для аналізу напружено-деформованого стану елементів було прийнято квадратний в плані будинок-прототип, загальним габаритом в плані 25x25 м. Крок колон в поздовжньому і поперечному напрямках становив 5 м. Розглянуто було будівлі в 5, 10, 15 і 20 поверхів.

В результаті чисельних досліджень просторових моделей були отримані дані про величину горизонтальних переміщень, а також максимальні значення зусиль в несучих елементах будівлі від несприятливих розрахункових сполучень навантажень.

Встановлено, що просторова жорсткість 5-ти і 10-ти поверхових будинків забезпечується для всіх розглянутих варіантів конструктивних

систем. 15-ти поверхові будівлі потребують застосування конструктивних систем з ядром жорсткості або чотирьом діафрагмам жорсткості. Для 20-ти поверхової будівлі рекомендується застосовувати комбіновану систему з залізобетонним ядром жорсткості та двома аутригерами, розташованими в рівні 20-го та 8-го поверхів.

Для виявлення та аналізу впливу повзучості на напружено-деформований стан гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель було прийнято варіант комбінованої системи із залізобетонним ядром жорсткості. Результати чисельного моделювання з урахуванням повзучості матеріалів показали, що реологічні властивості істотно впливають на величину переміщень елементів каркасу. Виявлене явище нерівномірного деформування, яке полягає в істотній різниці вертикальних переміщень колон та залізобетонних діафрагм або ядра жорсткості і обумовлює перекис поверхових чарунок та появу додаткових розтягуючих поздовжніх зусиль в балках перекриття.

За результатами проведених чисельних досліджень багатоповерхових гібридних будівель із застосуванням матеріалів з різними деформаційними та реологічними характеристиками слід враховувати вплив даних параметрів на напружено-деформований стан несучих елементів та жорсткості будівлі в цілому.

Запропоновано метод аналітичної оцінки та компенсації нерівномірних вертикальних переміщень елементів каркасу гібридних багатоповерхових деревозалізобетонних будівель.

На основі результатів проведених чисельних досліджень гібридних багатоповерхових деревозалізобетонних будівель розроблено практичні рекомендації щодо їх розрахунку.

В *четвертому розділі* приведені результати експериментальних досліджень матеріалів та виробів, які можуть використовуватись для гібридних багатоповерхових деревозалізобетонних будівель.

Наведено результати експериментальних випробувань на розтяг вздовж волокон цільної деревини. В результаті випробувань зразків на розтяг вздовж волокон було отримано руйнівне навантаження, а також визначено характер руйнування деревини. За отриманими даними для кожного зразка з використанням формул, приведених в EN 1194:1999, було визначено характеристичні значення міцності та модуля пружності при розтязі вздовж волокон. З використанням кореляційних залежностей, наведених в EN 1194:1999, визначені відповідні характеристичні значення механічних характеристик клеєної деревини.

Для оцінки несучої здатності клеєної деревини згідно визначеного класу міцності були виконані випробування стандартних зразків (балок з клеєної деревини) на згин. Експериментально визначена міцність на згин в 1.63 – 1.92 рази перевищує теоретичне характеристичне значення міцності.

Представлено результати експериментальних досліджень методом оптичної фізики (лазерної голографічної інтерферометрії) міцності та особливостей деформування з'єднання за допомогою металевих нагелів.

Наведено результати експериментальних досліджень болтового з'єднання дерев'яного елемента в який врізано всередину металеву пластину на розтяг вздовж волокон деревини. Зразок для дослідження виконаний у вигляді фрагменту реальної конструкції.

В кінці четвертого розділу наведено результати експериментального дослідження з'єднань дерев'яних елементів на металевих зубчастих пластинах на розтяг та згин.

П'ятий розділ присвячено розробці та удосконаленню методів розрахунку конструкцій та вузлів з'єднань гібридних багатоповерхових деревозалізобетонних будівель.

При розрахунку гібридних деревозалізобетонних конструкцій з урахуванням нелінійного характеру роботи з'єднання запропонована залежність модуля ковзання: Розроблено чисельно-аналітичний метод оцінки

напружено-деформованого стану деревозалізобетонної плити з урахуванням діаграм деформування матеріалів і з'єднань, а також ступеня спільної роботи.

Запропонована інженерна методика розрахунку згинальних деревозалізобетонних елементів з урахуванням нелінійного характеру роботи з'єднання. З використанням запропонованої методики розрахунку проведено чисельні дослідження, спрямовані на виявлення впливу нелінійного характеру роботи з'єднання і роботи арматури в розтягнутій зоні плити на несучу здатність деревозалізобетонного згинального елемента.

Проведено аналіз несучої здатності деревозалізобетонних перекриттів з несучими балками, з урахуванням армування залізобетонної плити, виходячи з конструктивних особливостей. Встановлено, що несуча здатність деревозалізобетонних перекриттів визначається міцністю дерев'яних балок.

Удосконалено метод моделювання напружено-деформованого стану нагельних з'єднань дерев'яних конструкцій, шляхом розбиття масиву деревини на дві області – глобальну з нормованими значеннями механічних властивостей деревини та локальну, в зоні змінання деревини з приведеними характеристиками.

Запропонована інженерна методика розрахунку вузлів сполучення балки та колони з клеєної деревини, з металевими пластинами, яка базується на методі дискретизації вузла на окремі компоненти, для кожного з яких виконуються відповідні перевірки.

Шостий розділ присвячено теоретичним основам, принципам та системі критеріїв оцінки екологічного впливу будівельного об'єкту протягом життєвого циклу. З урахуванням вимог стандарту EN 15978 запропоновано методику оцінки вуглецевого сліду будівельного об'єкту протягом його життєвого циклу, що відповідає сучасним вимогам щодо стійкого розвитку та циркулярної економіки. Для груп життєвого циклу запропонована модульна система, що враховує всі стадії, розділені на окремі інформаційні групи (А, В, С та D).

Наведено результати оцінки ефективності застосування багатопверхових деревозалізобетонних гібридних будівель за критерієм зменшення вуглецевого сліду.

Встановлено, що викиди при виробництві матеріалів та виробів для зведення гібридної будівлі зменшуються в 3.7 рази, при транспортуванні до будівельного майданчику – в 7.8 разів, при транспортуванні та захороненні будівельних відходів після ліквідації будівлі – в 10.8 та 6.6 разів, відповідно.

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

Список використаних джерел включає 329 позицій, в тому числі 166 робіт іноземних авторів.

В додатках наведено: список публікацій здобувача, результати чисельного дослідження напружено-деформованого стану багатопверхових гібридних будівель з урахуванням повзучості, результати експериментальних досліджень з'єднань дерев'яних елементів на металевих зубчастих пластинах, довідки впровадження результатів дослідження.

Зауваження по роботі:

1. Для порівняння вертикальних переміщень, отриманих з урахуванням повзучості та за результатами розрахунку пружної моделі не враховано коефіцієнт k_{def} , який необхідно враховувати для оцінки деформацій повзучості з урахуванням відповідного експлуатаційного класу згідно вимог ДБН В.2.6-161.
2. Метод компенсації нерівномірних вертикальних переміщень несучих конструкцій гібридних деревозалізобетонних багатопверхових будівель бажано було б розглянути в комплексі з вузовими з'єднаннями та їх

податливістю та доповнити рекомендаціями щодо вузлів кріплення каркасу з елементів з деревини до залізобетонних вертикальних елементів.

3. Чисельні дослідження напружено-деформованого стану та визначення нерівномірних вертикальних переміщень несучих конструкцій гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель слід було б проводити як системи «основа – фундамент – надземна конструкція». При чисельних дослідженнях гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель в розрахункову схему слід було б ввести плити перекриття.

4. Потребує пояснення строк експлуатації в 50 років прийнятий в дисертації для конструкцій з деревини та матеріалів на її основі.

5. В параграфі 2.1 щодо опису комбінованих систем говориться про те, що стінові елементи, ядра жорсткості і діафрагми сприймають горизонтальні навантаження, а елементи каркасу вертикальні. Насправді стінові елементи, ядра жорсткості і діафрагми у вигляді суцільних стін сприйматимуть і вертикальні навантаження, особливо коли будуть виготовлятися з матеріалу, що мають більшу жорсткість. Говорити про те, що інші елементи каркасу сприймають лише вертикальні навантаження, також невірно, бо це залежить від їх вузлів сполучення і поперечних перерізів.

6. В другому розділі проведено аналіз вогнестійкості конструкцій каркасу за критеріями несучої здатності під час пожежі (R). Було б доцільно провести такий аналіз і з позиції вогнестійкості конструкцій каркасу за критеріями експлуатаційної придатності під час пожежі (E). При аналізі вогнестійкості конструкцій каркасу за критеріями несучої здатності під час пожежі прийнята розрахункова швидкість обвуглювання $\beta_p=0.7$ мм/хв. Цей параметр залежить від густини деревини яка застосовується, про що варто було б написати. Також не зрозуміло чи враховано понижуючий коефіцієнт при визначенні розрахункових значень навантаження під час пожежі в аналізі вогнестійкості конструкцій каркасу за критеріями несучої здатності.

7. В параграфі 2.2 описується комбінована деревозалізобетонна плита, в якій пропонується спільну роботу балки та плити забезпечується за рахунок

металевих з'єднувальних елементів, в якості яких передбачається в тому числі і застосування металевих зубчастих пластин, що є сумнівним, оскільки вони призначені виключно для з'єднання елементів з цільної деревини між собою.

8. З розділу 2 в частині опису бетонних шпонок незрозуміло, чи армуються бетонні шпонки чи ні, і яким чином визначається зусилля, що передається через шпонки. В описі з'єднань відсутні вимоги по мінімально допустимим відстаням між вклеєними стержнями і болтами, що рекомендується застосовувати.

9. В параграфі 3.2 для урахування діаграм деформування, а також деформацій, що обумовлені реологічними властивостями матеріалів, при аналізі напружено-деформованого стану гібридних багатоповерхових будівель були використані залежності «напруження-деформації» та моделі повзучості: точна для бетону і спрощена для деревини (на рис. 3.2 графік «напруження-деформації» для деревини має саме лінійний характер). Було б доцільно застосовувати точну діаграму деформування деревини.

10. В параграфі 3.3 розділу 3 для оцінки впливу конструктивної системи, поверховості та способу забезпечення просторової жорсткості на напружено-деформований стан гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель було виконано ряд статичних розрахунків просторових моделей в припущенні лінійно-пружної роботи матеріалів, що не є коректним для залізобетонних елементів.

11. При аналізі напружено-деформованого стану за результатами чисельних досліджень гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель прийнято розрахункові значення міцності та жорсткості залізобетонних елементів і характеристичні значення міцності та жорсткості для клеєної деревини та елементів із клеєного шпону, що не є коректним і суттєво впливає на кінцевий результат. Аналогічне зауваження можна висловити до розрахунку деревозалізобетонної балки та чисельного моделювання нагельного з'єднання.

12. Додаткового пояснення потребують обрані для випробування клеєної балки довжиною 9880 мм розміри поперечного перерізу 120 x 180 мм.

13. З тексту четвертого розділу не зрозуміло, чи відбувалась витримка зразків під навантаженням і на який час, через необхідність врахування реологічних властивостей деревини і притаманну деревині релаксацію напружень, згідно рекомендацій ЦНДІБК [Рекомендации по испытанию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. Кучеренко. М.: Стройиздат, 1976. 28 с.]. Не для всіх зразків, які експериментально досліджувались, визначена вологість і прописано температурний режим при якому проводились дослідження.

14. Постановка чисельних досліджень щодо співставлення ефективної жорсткості і внутрішніх напружень за запропонованим методом і лінійно-пружною моделлю, не є коректною, через чітку фізичну нелінійність роботи залізобетону.

15. В п'ятому розділі побудовані графіки деформування з'єднання дерев'яних та бетонних елементів, зміни величини модуля ковзання від переміщень, а також від величини навантаження для деревини хвойних порід класу міцності С24 та листяних порід класу міцності D30 і проведено їх аналіз та зроблено певні узагальнені висновки. Доцільніше було б порівняти роботу з'єднання деревини хвойних та/або листяних порід різних класів міцності і вже на підставі цього робити узагальнені висновки.

16. 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 Шехоркіної С.Є.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації. В роботі виконано значний обсяг експериментальних досліджень зразків з цільної та клеєної деревини та їх з'єднань за допомогою сталевих нагелів. В експериментальних дослідженнях використані традиційні методи дослідження напружено-деформованого стану з використанням індикаторів, прогиномірів, тензодатчиків в атестованій науково-дослідній лабораторії. Для чисельних досліджень застосовано метод скінчених елементів, реалізований в програмному комплексі «ЛПРА-САПР». Порівняння результатів теоретичних розрахунків, виконаних за методиками автора дисертації і методом скінчених елементів, з експериментальними даними свідчить про їх гарну збіжність.

Основні наукові положення і висновки дисертації апробовані і пройшли обговорення на семи міжнародних наукових конференціях.

Наукову новизну в роботі становлять:

– запропонований загальний методологічний підхід, основні положення та принципи розрахунку гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель з урахуванням діаграм деформування, повзучості матеріалів та показників екологічного впливу на навколишнє середовище протягом життєвого циклу;

– встановлені закономірності зміни параметрів НДС конструкцій гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель в залежності від конструктивної схеми;

– обґрунтування вибору конструктивної схеми та способу забезпечення просторової жорсткості гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель висотою до 20-ти поверхів включно;

– запропонований метод оцінки та компенсації нерівномірних вертикальних переміщень несучих конструкцій гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель;

– розроблені нові конструктивні рішення основних вузлів з'єднань

несучих конструкцій гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель, а саме: стик колон по висоті, сполучення балок та колон;

- запропонований чисельно-аналітичний метод оцінки НДС згинальних деревозалізобетонних конструкцій з урахуванням діаграм деформування матеріалів і з'єднань та ступеня спільної роботи елементів конструкції;

- удосконалення конструктивних рішень гібридного деревозалізобетонного ребристого перекриття, вузлів сполучення колон з фундаментом, балок та залізобетонних конструкцій, з'єднання вертикальних в'язей з колонами та балками гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель;

- удосконалення методу розрахунку багатоповерхових будівель в частині гібридних деревозалізобетонних конструктивних систем;

- удосконалення методу експериментального дослідження міцності та деформативності деревини в зоні взаємодії з металевим нагелем шляхом поєднання стандартних методик з методами оптичної фізики (лазерної голографічної інтерферометрії);

- удосконалення методу моделювання НДС нагельних з'єднань шляхом розбиття масиву деревини на дві області – глобальну з нормованими значеннями фізико-механічних властивостей деревини та локальну в зоні змінання з приведеними характеристиками;

- отримав подальший розвиток метод оцінки вертикальних переміщень несучих конструкцій гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель, який враховує діаграми деформування, а також характеристики повзучості деревини та бетону.

- отримала подальший розвиток методологія оцінки впливу будівельного об'єкту на навколишнє середовище шляхом аналізу вуглецевого сліду, що враховує всі стадії життєвого циклу, а також можливість рециклінгу складових елементів та матеріалів після ліквідації будівлі.

Практичне та наукове значення роботи.

Основні наукові результати роботи: створено методологічні основи для розроблення проектів гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель та їх реалізації у вітчизняній практиці будівництва; розроблено та впроваджено рекомендації щодо розрахунку гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель з урахуванням діаграм деформування та реологічних властивостей матеріалів; розроблено алгоритм розрахунку гібридних деревозалізобетонних згинальних конструкцій з урахуванням діаграми деформування з'єднання і арматури в розтягнутій зоні бетонного елемента; впроваджено методику та результати експериментальних досліджень міцності та деформативності дерев'яних конструкцій та з'єднань із застосуванням лазерної голографічної інтерферометрії; запропоновано методику розрахунку вузла сполучення дерев'яних балки та колони гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель; запропоновано методику визначення вуглецевого сліду будівлі з урахуванням вимог європейського стандарту EN 15978.

Впровадження результатів досліджень здійснено при розробці нормативно-технічних документів Міністерства регіонального розвитку та будівництва України (ДСТУ-Н Б В.2.6-217:2016. Конструкції з цільної і клеєної деревини. Настанова з проектування. – К.: Мінрегіонбуд, 2013. – 120 с.; Зміна №1 ДСТУ-Н Б EN 1995-1-1:2010 «Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1995-1-1:2004, IDT)» URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=56365) та використовуються в навчальному процесі Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» при підготовці здобувачів вищої освіти за напрямком 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціальність «Промислове та цивільне будівництво» при викладанні спеціальних курсів «Зелене будівництво» та «Сучасні архітектурно-конструктивні рішення будівель і споруд».

Отримані автором наукові та практичні результати досліджень рекомендовано використовувати: науково-дослідними проектними інститутами та спеціалізованими організаціями при розробці проектів гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель різноманітного призначення; вищими навчальними закладами будівельного напрямку при впровадженні у навчальний процес спецкурсів зі спеціальних будівельних конструкцій та споруд для студентів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Особистий внесок здобувача. В дисертаційній роботі результати наукових досліджень, аналітичні залежності та чисельні моделі, результати експериментальних досліджень і практичні результати отримані автором самостійно та виносяться до захисту вперше. Здобувачеві належить створення методології розрахунку та проектування гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель з урахуванням діаграм деформування, повзучості матеріалів; проведення чисельних досліджень методом скінчених елементів в програмному комплексі «ЛІРА-САПР» та аналіз і порівняння одержаних результатів з експериментальними даними; запропонована загальна методика оцінки шкідливих викидів (вуглекислого газу) протягом життєвого циклу гібридної багатоповерхової будівлі.

Повнота відображення наукових положень в опублікованих роботах. Основні положення дисертації в достатньому обсязі викладені у 35 наукових працях, серед них: 16 наукових публікації у фахових виданнях включених до переліку МОН України, 4 публікації у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз Web of Science та SCOPUS, 4 публікації - матеріали науково-практичних конференцій, 10 колективних монографій, 1 державний стандарт України.

В публікаціях у співавторстві здобувачеві належать: проведення аналізу та систематизація існуючих конструктивних рішень

багатоповерхових будівель з дерев'яними конструкціями в контексті зниження шкідливих викидів, а також підходів до встановлення фізико-механічних властивостей конструкційної деревини, відповідно до національних та європейських стандартів; проведення чисельного моделювання напружено-деформованого стану гібридних деревозалізобетонних багатоповерхових будівель з урахуванням діаграм деформування та реологічних властивостей матеріалів, запропонована спрощена методика оцінки вертикальних переміщень та сформульовано метод та алгоритм компенсації нерівномірних вертикальних переміщень; удосконалення конструктивного рішення та методу розрахунку гібридного деревозалізобетонного перекриття з урахуванням нелінійної роботи з'єднання; розроблено методику та програму дослідження та отримано експериментальні дані щодо фізико-механічних та деформаційних характеристик клеєної деревини, натурних балок та нагельних з'єднань; розроблена методика та програма експериментальних досліджень дерев'яних елементів із застосуванням методу голографічної інтерферометрії; запропоновані конструктивні рішення, виконано теоретичне та експериментальне обґрунтування екологічних несучих конструкцій; розроблена методика та виконано аналіз результатів скінченно-елементного моделювання багатоболтового з'єднання з сталевими пластинами; розроблене конструктивне рішення та сформульовано критерії забезпечення несучої здатності вузлових з'єднань; запропонована загальна методика, отримані аналітичні залежності та виконано оцінку шкідливих викидів (вуглекислого газу) протягом життєвого циклу гібридної багатоповерхової будівлі.

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 Шехоркіної Світлани Євгеніївни «Наукові основи і методи розрахунку гібридних деревозалізобетонних багатопверхових будівель» 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, 10 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 656 від 19.08.2015р., № 1159 від 30.12.2015р., № 567 від 27.07.2016.

Автор дисертації Шехоркіна Світлана Євгеніївна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри металевих
та дерев'яних конструкцій
Київського національного університету
будівництва і архітектури

Д.В. Михайловський

Підпис засвідчую:

Вчений секретар Київського
національного університету
будівництва і архітектури
кандидат технічних наук, доцент



О.С. Петренко