

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Кашоїди Остапа Олександровича** на тему «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі» представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 19 – Архітектура та будівництво за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Детальний аналіз дисертаційної роботи Кашоїди Остапа Олександровича на тему «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі» та розгляд його наукових публікацій дозволяє сформулювати наступні висновки, а також надати загальну оцінку виконаного дослідження.

Актуальність теми дисертаційного дослідження Кашоїди Остапа Олександровича «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі» полягає у визначенні впливу жорсткості несучих конструкцій на напружено-деформований стан системи «основа – фундамент – надземні конструкції» і зокрема на пальові фундаменти. Вимогою сьогодення є забезпечення надійності та довговічності будівель із урахуванням мінливості навантажень, можливої зміни їх жорсткості під-час експлуатації, неоднорідності ґрунтових основ. Виконані дослідження із оцінки впливу зміни жорсткості конструкцій будівлі можна використати у повоєнному відновленні зруйнованих будівель і споруд та реконструкції існуючих об'єктів, що часто призводить до зміни їх жорсткості та конструктивної схеми. Запорукою коректного числового моделювання напружено-деформованого стану системи «основа – фундамент – надземні конструкції» є врахування зміни жорсткості її елементів для всіх стадій життєвого циклу будівлі: починаючи з розробки котловану, влаштування фундаментів, спорудження підземної і надземної частини будівлі та завершуючи введенням в експлуатацію із поступовою зміною навантажень і жорсткості конструкцій. Подальший моніторинг поведінки будівель є необхідним та дозволяє виконати порівняння результатів

числового моделювання із натурними спостереженнями і удосконалити методи розрахунків.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій

Підтверджуються результатами експериментальних досліджень, порівняння даних інженерних розрахунків із результатами числового моделювання та спостереженнями за осіданнями реального об'єкту.

Достовірність основних положень роботи забезпечена:

- точністю та достовірністю вихідних даних;
- використанням тестових і контрольних задач;
- використання ліцензійного програмного забезпечення;

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

Запропоновано підхід управління напружено-деформованим станом несучих конструкцій будівлі через зміну жорсткості окремих її частин шляхом введення додаткових елементів, що дозволяє перерозподілити зусилля у фундаментних конструкціях та знизити їх пікові значення в 1,5 рази.

Виявлено ефект впливу жорсткості стиків елементів панельного будинку на напружено-деформований стан пальового фундаменту, який полягає у виявленні значень зміни згинальних моментів у плиті ростверку до 5 разів в окремих зонах.

На основі польового випробування групи паль досліджено вплив різних методів моделювання взаємодії пальових фундаментів з ґрунтовою основою, показано що використання одновузлових скінченних елементів постійної жорсткості, що моделюють роботу палі, не дозволяє змоделювати взаємний вплив між палями, а використання групи одновузлових скінченних елементів перемінної жорсткості або об'ємних скінченних елементів ґрунтового середовища дозволяє виявити перерозподіл навантаження між палями, який сягає 1,6 рази між палями розміщеними у кутовій і центральній зоні.

Досліджено перерозподіл зусиль у палях в залежності від зміни жорсткості конструкцій будинку виконаних із збірного чи монолітного залізобетону та виявлено, що відбувається перерозподіл поздовжніх

зусиль у палях до 20% від середнього навантаження на палю у фундаменті в залежності від жорсткості підземного поверху.

Практичне значення отриманих результатів визначається наступним:

Запропоновано методику числового моделювання напружено-деформованого стану системи «основа – фундаменти – надземні конструкції», яка дозволяє виявити вплив зміни жорсткості будівельних конструкцій на напружено-деформований стан пальового фундаменту.

Запропоновано та реалізовано конструктивне рішення підсилення вертикальних несучих елементів у м. Київ на експериментальній ділянці будівництва багатосекційних висотних будинків, завдяки чому було досягнуто зменшення згинальних моментів у плиті ростверку, що позитивно вплине на міцність та тріщиностійкість ростверку.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях. Наукові результати дисертації висвітлені у 6 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 1 стаття у науковому виданні, включеному до переліку наукових фахових видань України категорії «А», яке цитується у реферативній базі «Web of science»; 5 статей опублікованих у науковому виданні, включеному до переліку наукових фахових видань України категорії «Б». Результати дисертаційного дослідження були апробовані на 6 наукових конференціях. Отримані результати дисертаційної роботи, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Оцінка змісту, стилю та мови дисертації, її завершеності, оформлення

Представлена на рецензію дисертаційна робота написана українською мовою та оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку. Загальний обсяг дисертації складає 170 сторінок, у тому числі основна частина

складає 139 сторінок, список використаних джерел – 10 сторінок і додаток – 1 сторінка.

У вступі ґрунтовно викладено актуальність теми, науково сформульовано мету, яка відповідає обраній темі, та розкрито у задачах, викладено об'єкт та предмет дослідження, публікації та апробацію наукових розробок.

У першому розділі «Раціональні конструкції пальових фундаментів і методи їх розрахунку при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі» виконано аналіз існуючих технологій влаштування пальових фундаментів та методів їх розрахунку. Визначено як впливає геометрична форма і переріз палі на її жорсткість та несучу здатність.

Виявлено, що неспівпадіння центрів ваги несучих конструкцій, відповідно і їх жорсткостей та фундаменту призводить до нерівномірних осідань або кренів. Також неврахування центрів ваги призводить до нерівномірності завантаження паль в окремих зонах, що суттєво впливає на завантаження окремих зон.

У другому розділі «Моделі ґрунтового середовища та матеріалу конструкцій, що використовуються для оцінки взаємодії пальових фундаментів з основами» виконано аналіз моделей ґрунтового середовища, які використовуються для числового моделювання взаємодії пальового фундаменту із ґрунтовою основою.

Показано, що пружно-пластичні моделі ґрунту є ефективними нелінійними моделями, що дозволяють розрахунковим шляхом отримати коректний напружено-деформований стан системи «основа – фундамент – надземні конструкції». Критерій міцності Кулона-Мора описує пружно-пластичні деформації матеріалів і дозволяє отримати наближені результати для нелінійних розрахунків ґрунтової основи. Використання критерію міцності Кулона-Мора має недоліки: середнє головне напруження не впливає на міцність, що протирічить реальній поведінці ґрунтів при випробуваннях; меридіан і крива руйнування для закону

Кулона-Мора мають лінійну форму і кут внутрішнього тертя не залежить від гідростатичного тиску.

У третьому розділі «Методика числового моделювання взаємодії пальових фундаментів з ґрунтовими основами із урахуванням зміни жорсткості конструкцій будівель та нелінійних процесів деформування матеріалів» за результатами натурних випробувань фундаменту із 9 паль, було виконано числове моделювання взаємодії пальового фундаменту із ґрунтовою основою із використанням різних моделей взаємодії паль з основою. Аналіз отриманих результатів дозволяє отримати наступні висновки.

Визначено, що застосування одноузлового скінченного елемента постійної жорсткості, який моделює палі можна допустити у першому наближенні тільки коли на палі передається навантаження, яке менше 50% її несучої здатності, але в такому випадку фундамент буде працювати нерационально. Також така модель не може враховувати перерозподіл навантаження між палями та зміну жорсткості ґрунтової основи в процесі її деформації, що призводить до хибного проектування і прийняття таких же рішень.

Встановлено, що використання групи одноузлових скінчених елементів перемінної жорсткості, що моделюють палі, дає змогу отримати задовільну кореляцію результатів осідання паль в порівнянні із польовим дослідженням (різниця складає біля 15%). Такий підхід дає змогу виявити перерозподіл зусиль між палями та запропонувати раціональний варіант пальового фундаменту.

Показано, що використання об'ємних скінчених елементів з лінійним законом деформування ґрунтового середовища забезпечує кореляцію результатів числового моделювання з експериментальними даними як поздовжніх зусиль в палях так і осідань ростверку. Виявлено, що числове моделювання за таким методом дозволяє виявити достовірний перерозподіл між палями.

Використання пружно-пластичних моделей ґрунту призводить до більшої збіжності результатів моделювання, в порівнянні із пружним

законом деформування, а для кращої кореляції результатів моделювання рекомендується порівнювати із даними натурних випробувань. Виявлено, що такий підхід дає змогу виявити перерозподіл зусиль між палями, тобто поздовжні зусилля будуть відрізнятись від експериментальних даних до 30%.

Також було визначено закономірність у визначені розподілу навантаження між палями в залежності від їх розташування у пальовому фундаменті. Тобто знаючи середнє навантаження на палю N можна виконати прогноз зусилля, що буде у ній виникати: у кутовій палі – $1,15N$; у середній палі – $1,0N$; у центральній палі – $0,7N$.

Запропоновано методику числового моделювання напружено-деформованого стану системи «основа – фундаменти – надземні конструкції», яка дозволяє врахувати вплив жорсткості несучих конструкцій на напружено-деформований стан пальового фундаменту в різних зонах.

У четвертому розділі «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі» для експериментального будинку було виконано порівняння напружено-деформованого стану пальового фундаменту та вертикальних несучих елементів підвального поверху в залежності від методу числового моделювання взаємодії пальового фундаменту із ґрунтовою основою. На стадії влаштованого залізобетонного каркасу будівлі та огорожуючих конструкцій було виміряно фактичні осідання плити ростверку і в подальшому на основі цих даних було виконано порівняння розрахункових значень та фактичних величин переміщень у контрольних точках.

Порівняння фактичних і розрахункових переміщень плити ростверку показало, що прогнозовані розрахунком із використанням одновузлових скінченних елементів постійної жорсткості деформації є заниженими у 1,5 рази. Визначено, що застосування моделі із одновузловими скінченними елементами постійної жорсткості моделює напружено-деформований стан пальового фундаменту, який якісно відрізняється на краях і в

центральної зоні плити ростверку, також характер епюри згинальних моментів суттєво відрізняється від епюри інших варіантів числового моделювання. Використання моделі із одновузловими скінченними елементами постійної жорсткості прогнозує найменші абсолютні значення напружень у вертикальних елементах, що призводить до недооцінки напружено-деформованого стану та зниженню надійності проектних рішень.

Використання моделі палі із групою одновузлових скінченних елементів перемінної жорсткості прогнозує напружено-деформований стан пального фундаменту, який має найбільші значення ординат епюри згинаючих моментів у плиті ростверку. Порівняння фактичних і розрахункових осідань плити ростверку показало, що переміщення за таким методом числового моделювання взаємодії пального фундаменту із ґрунтовою основою є завищеними до 5 разів.

Використання об'ємних скінченних елементів у якості ґрунтового середовища прогнозує напружено-деформований стан, при якому майже рівномірно завантажуються вертикальні несучі елементи каркасу при умові, що врахований контакт ростверку із ґрунтом. Порівняння фактичних і розрахункових переміщень плити ростверку показало, що осідання є завищеними до 2 разів, що є достатнім показником із врахуванням відповідальності конструкції.

Встановлено, що використання покрокового зростання навантаження, врахування зміни жорсткості надземних конструкцій, що відповідає реальним етапам їх зведення, за рахунок поступової появи елементів моделі та введення обмеження поздовжнього зусилля у палі до межі її несучої здатності, дозволяє отримати уточнені значення напруження у вертикальних несучих елементах, що на 20% менші ніж без такого врахування.

Дослідження впливу жорсткості підвального поверху будівель із збірного залізобетону на напружено-деформований стан пального фундаменту показало, що згинальні моменти у плиті ростверку чутливі до розташування вертикальних стиків у стінових панелях. Виявлено, що

використання монолітних конструкцій для стін підвального поверху у якості вертикальних несучих елементів призводить до перерозподілу напружень і зменшує їх значення. Застосування монолітних конструкцій у якості стін підвалу завжди є раціональним варіантом який реально відображає та дозволяє зменшити екстремуми на епюрі згинальних моментів у плиті ростверку.

Результати роботи виконаної аспірантом Кашоїдою О.О. в межах його дисертаційного дослідження на тему: «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі» впроваджені на експериментальному об'єкті: «Будівництво житлового комплексу для військовослужбовців та членів їх сімей по вул. Магнітогорській, 5 в Деснянському районі м. Києва. 1-ша черга будівництва», дозволило обрати раціональний варіант підсилення фундаментів та вертикальних несучих елементів даного будинку.

У дисертаційній роботі відсутні ознаки порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів має посилання на відповідне джерело.

Дискусійні положення та зауваження по дисертаційній роботі. У процесі аналізу змісту й структури дисертації виникли такі зауваження змістовного характеру:

1. Результати аналізу (залежності) значень згинальних моментів у ростверку в залежності від параметрів жорсткості надземної частини. Бажано перевірити перерозподіл згинальних моментів в різних перерізах. Варто пояснити зміну знаків значень згинальних моментів.

2. Необхідно виділити як узгоджуються результати моніторингу переміщень (осідань) пальового фундаменту в залежності від формування жорсткості елементів системи «основа-фундамент-надземні конструкції» в процесі його зведення у характерних зонах

3. Рекомендується в доповіді результатів досліджень пояснити чому відбувається інтенсивний приріст деформацій при досягненні значень навантажень за 50% від несучої здатності палі.

4. Рекомендується пояснити, чому в результатах числового моделювання в широкому діапазоні навантажень має лінійний характер деформування.

5. Рекомендується в доповіді розширити посилання на фахівців у даній області, в тому числі й фахівців які представляють КНУБА.

Вказані зауваження не знижують позитивної оцінки роботи, і можуть розглядатись як рекомендації для подальшої роботи в даному напрямку досліджень. Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Оцінка відповідності освітньо-науковій програмі підготовки.
Протягом виконання дисертаційних досліджень Кашоїда Остап Олександрович провів наукове дослідження, оформлене у вигляді дисертації, та опублікував його основні наукові результати.

Аналіз змісту дисертації та підсумків впровадження її результатів показав, що кваліфікаційна наукова робота здобувача Кашоїди Остапа Олександровича повністю відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КНУБА для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня підготовки фахівців за спеціальністю 192 – Будівництво і цивільна інженерія.

Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії». Дисертація Кашоїди Остапа Олександровича «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі» відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп. 5 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Дотримання принципів академічної доброчесності.
Дисертаційна робота Кашоїди Остапа Олександровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї,

результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

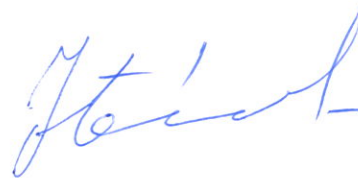
Загальний висновок про дисертаційну роботу

У підсумку до викладеного вище можна стверджувати про високий рівень виконання здобувачем поставленого наукового завдання та глибоке оволодіння методологією наукової діяльності.

Вважаю, що кваліфікаційна наукова праця «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі», подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» є завершеною і самостійно виконаною працею, містить нові науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати і відповідає вимогам пп. 5-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а автор наукової праці, Кашоїда Остап Олександрович, заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

Рецензент:

Професор кафедри геотехніки
Київського національного
університету
будівництва і архітектури,
доктор технічних наук, професор



Ігор БОЙКО

«Підпис І.П. Бойка засвідчую»

Вчений секретар Вченої ради КНУБА
к.т.н., доцент



Микола КЛИМЕНКО