

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Кашоїди Остапа Олександровича

на тему: «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – будівництво та цивільна інженерія,
галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

Детальний аналіз дисертації Кашоїди Остапа Олександровича «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі» дозволяє сформулювати наступні узагальнені висновки щодо актуальності, ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

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.

Наукова новизна одержаних результатів

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 як у якісній так і в кількісній зміні згинальних моментів у плиті ростверку до 5 разів.

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 змодельовати 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.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість наукових положень і достовірність теоретичних результатів, висновків і рекомендацій полягає в тому, що вони сформульовані на основі досить великої кількості теоретичних розрахунків, а саме моделюванні з використанням сучасних програмних комплексів із застосуванням адекватних пружно-пластичних моделей ґрунту та відповідних критеріїв міцності, які порівнюються з результатами польових досліджень та натурних експериментальних досліджень.

Також автором виконано достатньо широкий та ґрунтовний аналіз літературних джерел по тематиці дослідження як українських так і закордонних.

У тексті дисертації наявна достатня кількість ілюстративного та графічного матеріалу, який дозволяє виконати ґрунтовний та об'єктивний аналіз результатів досліджень та відповідні висновки.

Практичне значення результатів досліджень

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.

Аналіз змісту та завершеності дисертації

Дисертація, підготовлена Кашоїдою О.О., складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (85 найменування) та одного додатку. Загальний обсяг роботи становить 170 сторінок.

Зміст анотацій українською та англійською мовами є ідентичним і повною мірою відображає зміст дисертації та достатньо висвітлює її основні результати та висновки.

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

В першому розділі 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. Також неврахування центрів ваги призводить до нерівномірності завантаження паль в окремих зонах.

У другому розділі виконано аналіз моделей ґрунтового середовища, що 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-пластичну поведінку матеріалу, дозволяє

отримати наближені результати в загальних випадках нелінійних розрахунків ґрунтової основи при оцінці несучої здатності, тому широко використовується при числовому моделюванні. 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, так що параметр міцності (кут внутрішнього тертя) не залежить від гідростатичного тиску.

У третьому розділі на базі польового випробування групи з 9 паль, було виконано числове моделювання взаємодії пальового фундаменту із ґрунтовою основою із використанням різних моделей взаємодії паль з основою. Порівнявши отримані результати зроблено наступні висновки.

Визначено, що застосування одновузлового 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 одновузових скінчених елементів перемінної жорсткості, що моделюють палі, дає змогу отримати задовільну кореляцію результатів осідання паль в порівнянні із польовим дослідженням (різниця в середньому складає біля 15%). Такий підхід дає змогу виявити перерозподіл зусиль між палями та запроектувати паловий фундамент з певним запасом.

Показано, що використання об'ємних скінчених елементів з пружним законом деформування у якості ґрунтового середовища призводить до доброї кореляції результатів моделювання у порівнянні із експериментальними даними як поздовжніх зусиль в палях так і осідань ростверку. Встановлено, що числове моделювання за таким методом дозволяє виявити перерозподіл між палями.

Визначено, що використання пружно-пластичних моделей ґрунту призводить до більшої збіжності результатів моделювання, в порівнянні із пружним законом деформування та до кращої кореляції результатів моделювання із польовим випробуванням. Виявлено, що такий підхід дає змогу виявити перерозподіл зусиль між палями, але розрахункові поздовжні зусилля будуть відрізнятись від фактичних, отриманих при експерименті до 30%.

Також було визначено закономірність у визначенні 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.

У четвертому розділі 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 одноузлових скінченних елементів постійної жорсткості деформації є заниженими у 1,5 рази. Визначено, що застосування моделі із одноузловими скінченними елементами постійної жорсткості моделює напружено-деформований стан пальового фундаменту, який якісно відрізняється на краях і в центральній зоні плити ростверку, також характер епюри згинальних моментів суттєво відрізняється від епюри інших варіантів числового моделювання. Використання моделі із одноузловими 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 паль із групою одноузлових скінченних елементів перемінної жорсткості прогнозує напружено-деформований стан пальового фундаменту, який має найбільші кількісні значення ординат епюри згинаючих моментів у плиті ростверку. Порівняння фактичних і розрахункових осідань плити ростверку показало, що переміщення за таким методом числового моделювання взаємодії пальового 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 пальового 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 завжди буде призводити до перерозподілу вертикальних напружень із зменшенням їх пікових значень. Також застосування монолітних конструкцій у якості стін підвалу призводить до зменшення екстремумів 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.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях

Основні результати, наукові положення, висновки та рекомендації достатньо повно відображено у 6 працях: 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»; 6 тез конференцій.

Праці Кашоїди О.О. відповідають п. 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 року № 167. Наведені у дисертації розробки пройшли апробацію на конференціях різного рівня, де доповідалися основні положення та результати досліджень.

Зауваження та дискусійні положення до дисертації

Загальні зауваження щодо **оформлення** дисертації.

1. Стор. 30, 32, 34, 37, 73, 102, 110, 115, 122 присутні різні граматичні та стилістичні помилки, наприклад: на стор. 110 другий абзац знизу - посилання на невідомий рис. 06., на стор. 122 перший абзац, у слові бетонного пропущено останні дві літери “го” та інші.

Дискусійні положення до дисертації

1. По тексту дисертації одночасно використовується поняття ступенів свобод і ступенів вільності.
2. На рис. 3.2 на одному із етапів розрахунку вказано - защемлюємо нижні вузли стержнів, що моделюють палі, які саме в'язі накладаються у цих вузлах.
3. Стор. 74 у другому абзаці бажано вказати в якому програмному комплексі виконано числове моделювання взаємодії пальового фундаменту із ґрунтовою основою.
4. У четвертому висновку до розділу №3 доцільно було б уточнити, зміна жорсткості яких саме будівельних конструкцій впливає на НДС пальового фундаменту?
5. Не зовсім зрозуміло механізм застосування обмеження поздовжнього зусилля в палях на рівні їх несучої здатності в програмному комплексі.
6. Яким чином враховано зміну фізико-механічних характеристик ґрунтів при зміні напруженого стану основи?

Загальний висновок

Результати аналізу дисертації, анотацій українською та англійською мовами, опублікованих праць дають підстави для висновку про те, що дослідження Кашоїди Остапа Олександровича «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі» є завершеним самостійним науковим дослідженням. За рівнем наукової новизни отриманих результатів та їхнього практичного значення дисертація «Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовими основами при врахуванні зміни жорсткості конструкцій будівлі» є закінченою роботою, 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 Кашоїда Остап Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний опонент:

Кандидат технічних наук, доцент,
декан факультету будівництва,
цивільної та екологічної інженерії,
Вінницького національного
технічного університету



Іван МЕТЬ

Підпис к.т.н., доцента Метя Івана «засвідчую»

Вчений секретар

Вінницького національного
технічного університету



Підпис

ПОСВІДЧУЮ



Інна ВІШТАК

Іван Метя, Інна Віштак

