

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Костіна Дениса Євгеновича на тему:
«Реалізація методу скінченних елементів у задачах динаміки
багатоповерхових будівель від впливу рухомого складу»,
що подається на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»,
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Аналіз дисертаційної роботи Костіна Дениса Євгеновича на тему «Реалізація методу скінченних елементів у задачах динаміки багатоповерхових будівель від впливу рухомого складу» та розгляд його наукових публікацій дозволяє сформулювати наступні висновки та загальну оцінку виконаного дослідження.

Актуальність обраної теми.

У процесі розвитку населених пунктів, з ущільненням забудови та збільшенням поверховості будівель проблема впливу коливань ґрунту, спричиненого рухомим складом, набуває особливої актуальності для сучасного містобудування та перетворюється на серйозний екологічний і техногенний виклик. Ці виклики мають бути проаналізовані ще на етапі проектування висотних будівель з урахуванням впливу рухомого складу як на прилеглу ґрунтову основу, так і на динаміку самої будівлі. Дисертаційна робота Костіна Д.Є. присвячена актуальній проблемі будівельної механіки з аналізу впливу коливань ґрунту від рухомого складу на динамічну поведінку багатоповерхових будівель, які розташовані поблизу залізничних колій, та оцінці меж зон негативного впливу рухомого складу на стан несучих конструкцій висотних будівель. В представленій здобувачем роботі реалізовано метод скінченних елементів для дослідження динаміки одношарових і багатошарових ґрунтових основ та багатоповерхових будівель під впливом рухомого складу у вигляді комплексного підходу із застосуванням існуючих програмних комплексів скінченно-елементного аналізу.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації базується на аналізі науково-технічної літератури, чіткості поставлених задач досліджень, розв'язання яких реалізовано із дотриманням загальноприйнятих теорій механіки, фізико-математичних моделей, та наукових методів дослідження, що зумовлює достовірність отриманих результатів. Визначення статичних і динамічних характеристик ґрунтової основи підтверджено розв'язанням тестової задачі із застосуванням трьох програмних комплексів скінченно-елементного аналізу. Можливості застосування створеної методики представлені розв'язанням складних реальних задач. Викладені наукові положення та висновки змістовні, достатньо аргументовані та сформовані у відповідності до результатів проведених

досліджень, що свідчить про високий рівень підготовки здобувача. Підсумовуючи наведені аргументи, можливо позитивно оцінити достовірність основних положень дисертаційної роботи здобувача та відзначити їх відповідність заявленим завданням дослідження.

Науковою новизною одержаних результатів слід вважати наступне:

- 1) розроблена нова ефективна чисельна методика дослідження напружено-деформованого стану багатоповерхової будівлі під впливом вібродинамічного збудження ґрунту від рухомого складу;
- 2) розроблено новий комплексний підхід до чисельного дослідження статичних і динамічних характеристик ґрунтової основи і багатоповерхової будівлі із застосуванням програмних комплексів скінченно-елементного аналізу;
- 3) запропоновані нові алгоритми комп'ютерної реалізації розробленої методики для моделювання динамічного впливу рухомого складу на багатоповерхову будівлю у вигляді векторів прискорення ґрунту, що отримані в результаті розв'язання задачі динаміки ґрунтової основи;
- 4) побудовані нові скінченно-елементні моделі динаміки одношарової та багатошарової ґрунтових основ і висотних будівель з урахуванням збудження ґрунту від рухомого складу;
- 5) отримані нові результати дослідження статичних і динамічних характеристик ґрунтових основ під впливом рухомого складу з урахуванням нелінійних властивостей ґрунту.

Теоретичне та практичне значення результатів.

Дисертація містить наукові положення, нові науково обґрунтовані теоретичні результати проведених досліджень, які мають істотне значення для галузі знань 19 – Архітектура та будівництво. Теоретичне значення дисертаційного дослідження полягає в розробці методики аналізу впливу вібродинамічного збудження ґрунту від дії рухомого складу на напружено-деформований стан багатоповерхової будівлі. Практичне значення дисертаційного дослідження полягає в тому, що розроблена методика може бути використана у проєктно-конструкторській практиці, а також для удосконалення нормативних даних з метою забезпечення конструктивної безпеки висотних будівель та споруд під впливом коливань ґрунту при дії вібраційних навантажень. Широкі можливості застосування методики ілюструються розв'язанням низки складних прикладних задач.

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

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових праць, у тому числі: 2 статті у науковому фаховому виданні України категорії «Б»; 2 – у науковому фаховому виданні України категорії «А», яке цитується у реферативній базі Web of Science; дві публікації представлені як тези наукових доповідей у збірниках

матеріалів міжнародних конференцій. Кількість публікацій, обсяг, якість, повнота висвітлення результатів та розкриття змісту дисертації відповідає вимогам «Порядку присудження наукового ступеня доктора філософії ...». Зазначені публікації повною мірою висвітлюють основні наукові положення дисертації. Вважаю, що дисертація пройшла належну апробацію.

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

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків до роботи, списку використаних джерел (85 найменувань на 9 сторінках). Загальний об'єм становить 160 сторінок друкованого тексту, основний її зміст викладено на 155 сторінках, включаючи, окрім тексту, 18 таблиць та 65 рисунків. Структура та оформлення відповідають чинним вимогам. Мова написання дисертації – українська.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, зумовлену необхідністю створення нових ефективних підходів до аналізу динамічної поведінки висотних будівель і споруд, розташованих біля залізничних магістралей, з метою забезпечення їх безаварійної експлуатації. Автор чітко окреслив об'єкт та предмет дослідження. У даній частині роботи містяться обов'язкові описові елементи, зокрема сформульовано мету, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, висвітлено апробацію результатів роботи та зв'язок досліджень з науковими програмами, планами та темами кафедри будівельної механіки Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА) та Науково-дослідного інституту будівельної механіки КНУБА.

У першому розділі дисертаційної роботи виконано огляд сучасних наукових досліджень, що висвітлюють методи дослідження впливу вібродинамічних навантажень від руху залізничного транспорту та потягів метрополітену на ґрунт із взаємодією з несучими конструкціями будівель.

Другий розділ присвячено викладенню теоретичних основ і методів, на яких базується чисельна методика дослідження статички і динаміки ґрунтової основи і багатоповерхової будівлі. Розроблені основні співвідношення методу скінченних елементів для побудови математичних моделей ґрунтової основи і споруди для лінійної і нелінійної крайових задач статички та крайової задачі динаміки.

У третьому розділі широко представлені дослідження ґрунтової основи з баластовою призмою при дії статичного і динамічного навантажень від руху потягу. Для доведення достовірності розробленої чисельної методики розв'язана тестова задача у трьох програмних комплексах: MSC NASTRAN, LIRA-CAPR і SCAD. Розв'язання тестової задачі продемонструвало гарне співпадіння ізополів напружень і переміщень моделей, побудованих у перерахованих комплексах.

Четвертий розділ роботи присвячено розрахунку декількох реальних задач про напружено-деформований стан багатоповерхових будинків, що мають різні конструктивні рішення. Результати дослідження свідчать, що коливання ґрунту від залізничного транспорту відчутні на рівні фундаменту споруди навіть за

дотримання нормативних відстаней. Крім того, на динамічний відгук будівлі суттєво впливає її просторове розташування відносно джерела вібрації. Розглянуто різні кути орієнтації споруди щодо колій та зафіксовано відповідні зміни горизонтальних переміщень елементів каркасу у заданих точках.

Висновки, представлені наприкінці основного тексту, сформульовані в достатній мірі, точно й об'єктивно відображають результати проведеного дослідження.

Зауваження по роботі.

- 1) тестова задача про деформування ґрунтової основи при передаванні на неї навантаження від фундаментної балки при дії зосередженої сили (розділ 3) висвітлює лише питання порівняння точності визначення напружено-деформованого стану ґрунтового масиву у різних програмних комплексах у їх порівнянні між собою. При цьому виявлені певні відмінності у величинах отриманих напружень. Для більш глибокого розгляду цього питання доцільно було б підібрати в літературі і додатково розглянути тестову задачу, розв'язок якої вже відомий. Це дозволило б зробити більш об'єктивні висновки щодо достовірності визначення саме величин напружень. Також при розв'язанні тестової задачі доцільно було б провести дослідження збіжності результатів при згущенні скінченоелементної сітки;
- 2) запропоноване відображення результатів розв'язання задачі у вигляді гістограм не є доцільним, оскільки дублює дані, наведені в таблицях;
- 3) для повноти інформації щодо вимушених коливань багатошарової ґрунтової основи було би доцільно дослідити не лише переміщення та прискорення шарів ґрунту, а і їх швидкості;
- 4) доцільно було б висвітлити міркування або критерії, за якими автор вибрав для своїх досліджень розглянуті в дисертації конструкції багатоповерхових будівель та відповідні ґрунтові основи;
- 5) у дисертації результати дослідження напружено-деформованого стану висотних будівель представлені в досить стислому об'ємі, порівняно з результатами дослідження ґрунтових основ. Зважаючи, що тема дисертації та її мета сформульовані саме щодо дослідження багатоповерхових будівель, ці результати доцільно було б висвітлити більш широко. Також ці результати є цікавими з наукової точки зору.

Зазначені зауваження не зменшують загального позитивного враження від представленої дисертації, та не знижують її наукової і практичної цінності.

Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...»

Дисертаційна робота Костіна Дениса Євгеновича «Реалізація методу скінченних елементів у задачах динаміки багатоповерхових будівель від впливу

рухомого складу» виконана з дотриманням правил академічної доброчесності і є завершеною самостійною науковою працею, у якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що мають теоретичне і практичне значення.

За змістом, структурою, рівнем наукової новизни, практичним значенням, повнотою оприлюднення основних результатів і загальною логікою викладення матеріалу дисертація відповідає спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, а також вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії», зокрема пп. 5,6,7,8,9, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44, Отримані результати свідчать про значний внесок автора у науку.

Загальний висновок

На підставі викладеного вважаю, що дисертаційна робота Костіна Дениса Євгеновича «Реалізація методу скінченних елементів у задачах динаміки багатоповерхових будівель від впливу рухомого складу» за актуальністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю, теоретичним та практичним значенням результатів відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії ...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022р. №44, а її автор – Костін Денис Євгенович – заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія галузі знань 19 – Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

