

ВІДГУК

офіційного опонента

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

Відгук підготовлено на підставі вивчення поданої дисертаційної роботи, а також наукових публікацій, зарахованих за темою дисертаційного дослідження.

Актуальність теми дослідження

Щільна забудова мегаполісів змушує зводити висотні будівлі поблизу транспортних артерій. Постійні вібрації знижують несучу здатність конструкцій, викликають втому матеріалів. Вібрації від магістралей чи залізниць передаються через ґрунт на фундаменти навколишніх будівель. Це може порушувати роботу високоточного обладнання в лікарнях чи лабораторіях, а в житлових будинках - створювати дискомфорт для життя людей. Прогнозування та моніторинг динамічної реакції будівель за допомогою методу скінченних елементів дозволять визначити безпечні відстані, на яких можна зводити висотні будинки та споруди, вчасно закладати у проєкти захисні засоби: віброізоляційні екрани та демпфери або змінювати параметри самих конструкцій для уникнення резонансу. Тому можна стверджувати що дисертаційна робота Костіна Д.Є., присвячена розробці нової ефективної чисельної методики на основі методу скінченних елементів для аналізу статичної і динамічної ґрунтової основи і багатоповерхової будівлі, відповідає актуальній проблемі інженерної практики, а вибраний напрямок досліджень є перспективним.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації базується на використанні загальноприйнятих теорій та фундаментальних положень будівельної механіки, наукових методів дослідження. Тестова задача, розв'язана у трьох сучасних обчислювальних комплексах на базі методу скінченних елементів, продемонструвала ідеальне співпадіння картин ізополів вузлових переміщень

та напружень в усіх комплексах, при цьому відхилення максимальних значень вузлових переміщень не перевищило 1%.

Науковою новизною одержаних результатів слід вважати наступне:

1. уперше розроблено ефективну методику оцінки напружено-деформованого стану багатоповерхових будівель, що враховує динамічне збудження ґрунтової основи від руху залізничного транспорту;
2. виконано скінченно-елементне моделювання дії рухомого складу на статичний та динамічний стан ґрунтової основи з баластовою призмою;
3. створено нову модель динамічного впливу рухомого складу на висотну будівлю у вигляді векторів прискорень ґрунту;
4. новий комплексний підхід дозволив отримати нові результати аналізу статичних та динамічних характеристик елементів каркасів багатоповерхових споруд під дією динамічного навантаження від транспорту;
5. вперше отримані результати дослідження впливу розташування і напрямку динамічного збурення ґрунту від рухомого складу на напружено-деформований стан висотних будівель з різними конструктивними рішеннями.

Практичне значення одержаних результатів

Розроблений підхід може забезпечити прийняття оптимальних проектних рішень, що мінімізують руйнівну дію небезпечних чинників рухомого складу. Результати роботи доцільно впровадити у практику актуалізації нормативної бази для підвищення експлуатаційної надійності висотних об'єктів за умов вібродинамічного навантаження від рухомого складу.

Оцінка наукових публікацій

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 роботи представлені як тези наукових доповідей у збірниках матеріалів міжнародних форумів. Кількість публікацій, обсяг, якість, повнота висвітлення результатів та розкриття змісту дисертації відповідає вимогам «Порядку присудження наукового

ступеня доктора філософії...». Таким чином, наукові результати, отримані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

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

Дисертаційна робота написана державною мовою та оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури і чотирьох додатків, у яких наведені список публікацій здобувача за темою дисертації та довідки про впровадження результатів роботи у навчальному процесі та у науковій і проектній роботі. Загальний обсяг дисертації складає 160 сторінок, в тому числі 155 сторінок основного тексту, список використаних джерел на 9 сторінках.

Зміст анотацій українською і англійською мовами є ідентичним і повністю відображає зміст дисертації і в достатній мірі висвітлює її основні результати.

У **першому розділі** автором детально та в достатньому обсязі проведено огляд сучасного стану досліджень. Приділено увагу українським і зарубіжним теоретичним, експериментальним та емпіричними дослідженням. Автор зазначає що, попри значну кількість досліджень про дію сейсмічних та вітрових навантажень на споруди, коливання споруд, спричинені рухом залізничного транспорту, все ще потребують детальнішого аналізу.

У **другому розділі** розкрито теоретичні засади та методичні підходи, що сформували основу чисельної методики для дослідження статичної і динамічної реакції системи ґрунтова основа – будівля на вплив навантажень від рухомого складу. Математичну модель статички баластової призми та ґрунтової основи в узагальнених координатах розроблено на основі варіаційного принципу можливих переміщень Лагранжа, а її нелінійний аналог реалізовано за допомогою методу Ньютона – Рафсона. Для опису динамічної крайової задачі ґрунтового масиву використано варіаційний принцип Даламбера – Лагранжа в узагальнених координатах.

Третій розділ роботи присвячений детальному дослідженню поведінки ґрунтової основи із застосуванням скінченно-елементного аналізу. Для одношарової і багатошарової моделей ґрунтової основи із значними розмірами виконано ретельні лінійні та нелінійні дослідження статички й динаміки. На початку розділу для підтвердження вірогідності застосування

розробленої чисельної методики викладена тестова задача, у якій моделі, створені одночасно у трьох програмних комплексах, продемонстрували абсолютну збіжність результатів.

У **четвертому розділі** наведено низку реальних задач про напружено-деформований стан багатоповерхових будівель, що знаходяться під впливом коливань ґрунту, спричинених рухом залізничного потягу. Спектральним методом оцінено напружено-деформований стан будівлі за умов розрахункових навантажень та вібродинамічного збурення ґрунту, прикладеного до фундаменту у вигляді векторів прискорень. Розглянуті будівлі з різними конструктивними особливостями та з різною орієнтацією стосовно залізничних колій. Оцінено зміни НДС елементів каркасу і загальні горизонтальні переміщення без впливу і з впливом прискорень ґрунту. Показано збільшення горизонтальних переміщень при дії прискорень ґрунту порівняно із розрахунковими сполученнями навантажень.

Зауваження по роботі.

1. На мій погляд у першому розділі дисертації недостатньо висвітлено питання існуючих підходів щодо математичного моделювання динаміки висотних будівель під дією рухомого складу.
2. Незрозуміло якими вимогами оперував автор щодо прийнятих їм геометричних параметрів ґрунтової основи.
3. Не зовсім зрозуміло, чи враховувалось демпфірування в комп'ютерному скінченно-елементному моделюванні одношарової і багатошарової ґрунтової основи.
4. Було б доцільно в тестовій задачі порівняти скінченні елементи, які використав автор для моделювання ґрунтової основи, зі скінченними елементами, які використано для створення моделі основи в програмних комплексах SCAD і LIRA.
5. На мою думку, в дисертації недостатньо висвітлені переваги та недоліки представленого автором комплексного підходу до скінченно-елементного моделювання динаміки багатоповерхневих будівель під дією рухомого складу.

Висловлені зауваження мають рекомендаційний характер і не применшують високої якості дисертаційної роботи. Вони окреслюють перспективи для подальших наукових пошуків, але жодним чином не впливають на загальну позитивну оцінку дослідження, його наукову новизну та практичну цінність.

Оцінка відповідності освітньо-науковій програмі підготовки.

Під час виконання дисертаційної роботи Костін Денис Євгенович провів самостійне наукове дослідження та опублікував основні його результати. Аналіз змісту роботи та підсумків впровадження отриманих даних засвідчив, що наукова праця здобувача Дениса Євгеновича Костіна повністю відповідає науковому напрямку освітньо-наукової програми КНУБА для підготовки фахівців третього (освітньо-наукового) рівня за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія.

Загальний висновок

За підсумками викладеного вище можна констатувати при високий рівень виконання здобувачем поставленого наукового завдання та ґрунтовне опанування методологічних засад науково-дослідної роботи.

Отримані здобувачем результати не викликають сумніву, є науково обґрунтованими, мають наукову новизну і практичне значення. В цілому, робота заслуговує позитивної оцінки.

Вважаю, що кваліфікаційна наукова праця «Реалізація методу скінченних елементів у задачах динаміки багатопверхових будівель від впливу рухомого складу», подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, є завершеною і самостійно виконаною, містить нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати та відповідає вимогам пунтів 5 - 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 та напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КНУБА з вищезазначеної спеціальності, а її автор – Костін Денис Євгенович – заслуговує на присудження освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерної
інженерної графіки та дизайну
Національного транспортного університету


Іван МАРТИНЮК

Підпис завіряю
Начальник відділу кадрів НТУ
