

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, старшого викладача закладу вищої освіти

Коваля Максима Петровича

на дисертаційну роботу **Партуги Володимира Петровича**

"Несуча здатність і деформативність

монолітних залізобетонних плит з вставками в двох напрямках",

представленої на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія

та галуззю знань 19 – Архітектура та будівництво

Структура роботи. Дисертаційна робота, надана здобувачем на рецензію, викладена на 219 сторінках (із них 121 сторінка основного тексту), і складається із україномовної та англійської анотацій, списку публікацій здобувача по темі дисертації, змісту, вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 147 найменувань, та п'яти додатків на 59 сторінках. Робота написана грамотною технічною мовою та якісно ілюстрована фотографіями, рисунками, схемами та графіками (усього 91 рисунок), а також дванадцятьма таблицями. Текст дисертації чітко поділений на розділи та підрозділи, а виклад матеріалу дисертаційного дослідження здійснений логічно та послідовно.

Актуальність теми дисертації. З початку ХХ століття у промисловому та цивільному будівництві зростало поширення конструкцій, виконаних із залізобетону – композитного матеріалу, що складається із штучного каменю (цементобетону) та металевих виробів (арматури). Розвиток методів розрахунку залізобетонних конструкцій, який не зупиняється і досі, зумовлює оптимальне використання головних переваг складових компонентів залізобетону: високої міцності цементобетону на стиск та високої міцності металевої арматури на розтяг. В тій же історичній перспективі нерозривно із прогресом у теоретичних дослідженнях відбувався розвиток різноманітних технологій виготовлення як складових компонентів залізобетону, так і залізобетонних виробів зокрема та

залізобетонних споруд в цілому. За останнє століття будівельна галузь здійснила великий стрибок від обережного застосування у будівництві поодиноких залізобетонних елементів типу перемичок та армованих стрічкових фундаментів до спорудження грандіозних будівель, основні несучі елементи яких є виключно залізобетонними.

У останні три десятиліття радянської окупації в Україні основним видом залізобетонних конструкцій, дозволеними для застосування при будівництві різноманітних споруд, були збірні залізобетонні елементи заводського виготовлення, виконані згідно з типовими проектами. Після здобуття Україною незалежності вітчизняні проектувальники та будівельники отримали немислиму раніше свободу: вони перестали бути обмеженими набором типових проектів залізобетонних конструкцій стандартизованих типорозмірів. Все ширшого застосування набували збірно-монолітні та монолітні залізобетонні конструкції, які забезпечували небачену досі зручність та технологічність при спорудженні нових будівель та реконструкції старих, а також дозволили створювати нові архітектурні форми, що можуть суттєво відрізнитися своєю естетикою від радянських коробчатих об'ємів будівель, зумовлених жорсткою стандартизацією збірних залізобетонних конструкцій та обмеженим набором доступних заводських залізобетонних виробів.

Дисертаційна робота В. П. Партути присвячена вивченню аспектів оптимізації конструкцій монолітних залізобетонних перекриттів та інших плитних монолітних конструкцій. Застосування різноманітних порожниноутворювачів дозволяє створювати нові види перекриттів – часторебристі, безбалкові, кесонні тощо. Перекриттям із порожниноутворювачами притаманна низка позитивних характеристик – вища жорсткість, менша власна вага, знижені показники теплопровідності і, як наслідок, вища енергоефективність, менша матеріаломісткість. Модернізація існуючих методів розрахунку плитних монолітних конструкцій, зокрема перекриттів, а також створення нових методів розрахунку дозволяє ефективніше використовувати складові компоненти залізобетону. У зв'язку з цим рецензована робота є *актуальною*.

Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі автомобільних доріг та мостів Інституту будівництва та інженерних систем Національного університету "Львівська політехніка" і відповідає пріоритетним напрямкам кафедри, зокрема в частині "Розроблення, дослідження та вдосконалення конструктивних вирішень і методів розрахунку мостів, будівель та споруд", а також науковому напрямку галузевої науково-дослідної лабораторії з оптимізації, дослідження, обстеження і проектування конструкцій будівель і споруд (ГНДЛ-112 НУ "Львівська політехніка").

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій. Партута В. П. виконав достатній обсяг теоретичних та практичних досліджень залізобетонних порожнистих конструкцій з двонапрямленим розташуванням вставок, зокрема виконавши натурні випробування фрагментів монолітного залізобетонного перекриття з двонапрямленим розташуванням вставок – перехресних балок, випробуваних за схемою восьмиточкового згину. Вважаю, що завдяки виконаним теоретичним і експериментальним дослідженням наукові положення та висновки роботи є *достатньо обґрунтованими*.

Достовірність отриманих результатів. Достовірність результатів, отриманих в ході експериментів, забезпечується застосуванням традиційних методів вимірювання деформацій, а також методу цифрової кореляції зображень та методу акустичної емісії. Достовірність результатів, отриманих в ході аналізу експериментальних даних та теоретичних вишукувань, забезпечується використанням методу розрахунку залізобетонних конструкцій за деформаційною моделлю та методу скінченних елементів.

Наукова новизна в роботі полягає у:

- розробленій методиці експериментальних досліджень перехресних залізобетонних балок;
- отриманих нових експериментальних даних щодо деформативності і міцності залізобетонних перехресних балок в зоні двовісного стиску;

– підтвердженні ефекту зміцнення стиснутого бетону в зоні пересічення перехресних балок, встановленому завдяки проведеним експериментальним дослідженням;

– розроблених рекомендаціях щодо розрахунку залізобетонних балок в плитах з двонапрямленим розташуванням вставок з врахуванням двовісного стиску бетону;

– подальшому розвитку методики експериментальних вимірювань деформацій на верхній грані бетону залізобетонних балок, зокрема при їх перехресному розташуванні з використанням оптико-цифрової системи (ОЦС).

Практичне значення отриманих результатів полягає у отриманні нових та актуальних даних натурних експериментів – випробуваннях перехресних залізобетонних балок за схемою восьмиточкового згину, а також у розробленні методики дослідження фрагментів монолітних плит з двонапрямленим розташуванням вставок.

Результати дисертаційної роботи використані при розробці робочих креслень та спорудженні монолітних залізобетонних перекриттів і фундаментної плити багатоповерхових житлових будинків по вул. Білогірській у м. Тернополі, а також залізобетонної фундаментної плити 10-поверхового житлового будинку по вул. Тролейбусній у м. Тернополі.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях. По темі дисертаційної роботи опубліковано у 8 наукових публікаціях, у тому числі 2 статті – у наукових виданнях, що входить до бази Scopus, 4 статті – у науковому виданні України та 2 публікації у матеріалах вітчизняних і міжнародних конференцій.

Робота пройшла достатню апробацію, вона доповідалась на 3-х наукових конференціях.

Щодо основного тексту дисертації.

У вступі автор коротко окреслив проблематику виконаного дослідження, описав його актуальність та зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Автором була сформульована мета дисертаційної роботи та

окреслені завдання дослідження, виконання яких призвели до досягнення поставленої мети. Подана інформація про об'єкт, предмет, методи дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, а також про особистий внесок здобувача, його публікації та апробацію результатів дисертації.

Перший розділ роботи присвячений огляду проведених до цього часу досліджень залізобетонних плит перекриттів, зокрема із порожниноутворювальними вставками, а також досліджень двовісно стиснутого бетону та двовісно стиснутих залізобетонних конструкцій.

В другому розділі наведені відомості про програму і методику експериментальних досліджень – подані відомості про проектування та виготовлення дослідних зразків, описаний хід статичних випробувань зразків та подана інформація про методи та прилади, які застосовувалися для дослідження напружено-деформованого стану дослідних зразків під час випробувань.

Третій розділ містить матеріали детального аналізу результатів проведених експериментів.

Четвертий розділ дисертаційної роботи присвячений теоретичним дослідженням; у ньому зокрема розроблені загальні рекомендації щодо розрахунку плитних конструкцій із двонапрямленим розташуванням вставок.

П'ятий розділ присвячений висвітленню питань техніко-економічної та екологічної ефективності плитних конструкцій із двонапрямленим розташуванням вставок, а також подана інформація про впровадження результатів роботи.

У Загальних висновках сформульовані основні результати проведеної в рамках дисертаційного дослідження роботи.

Крім того, дисертаційна робота доповнена п'ятьма **додатками**, які органічно доповнюють викладений в основній частині роботи матеріал.

По виконаній Партутою В. П. роботі є наступні **зауваження**:

1. У Розділі 2 описана програма і методика проведених експериментальних досліджень. У практиці виконання експериментальних

досліджень загальноприйнятим підходом є виготовлення в рамках однієї серії чи марки зразків-близнюків, що дозволяє проводити верифікацію результатів по серії чи марці, а також усереднювати отримані числові дані, які під час експериментів неодмінно отримуються із певним відхиленням від середнього значення. В рамках виконаного дисертаційного дослідження зразки кожної марки виготовлялися в єдиному екземплярі; таке рішення потребує певного обґрунтування.

2. У підрозділі 2.2 *Конструкція і технологія виготовлених зразків. Фізико-механічні характеристики матеріалів* наведена коротка характеристика виконаних матеріалознавчих досліджень та результати визначення фізико-механічних параметрів бетону та арматури. Варто було включити повніший виклад цих результатів (відомості про масу зразків, фактичні геометричні розміри, руйнівні зусилля для кубів та призм, результати склерометрії та ультразвукової діагностики тощо) як окремий додаток до дисертаційної роботи.

3. У підрозділі 2.4 *Методика експериментальних вимірювань деформацій верхньої грані бетону дослідних зразків за використання оптико-цифрової системи* не подана інформація про роздільну здатність матриці цифрової камери Nikon та фактичне співвідношення масштабу фотографованої поверхні у форматі "міліметри – пікселі". Також у згадуваному вище підрозділі 2.4 не подана технічна інформація про об'єктив "Sigma-400", зокрема про його дисторсію (аберацію оптичних систем, при якій лінійне збільшення змінюється по полю зору, порушуючи подібність між об'єктом та його зображенням) та тип дисторсії (імовірно, радіальний – бочкоподібний, подушкоподібний, складний). У тексті рецензованої роботи також не згадується, яким чином враховувалася дисторсія об'єктива при обробці результатів, отриманих за допомогою методу цифрової кореляції зображень, що є важливим з огляду на загальну складність конкретної реалізації цього методу із використанням дзеркала.

4. У підрозділі 2.5 та підрозділі 3.3 викладена інформація про метод акустичної емісії та результати його застосування. Вважаю за недолік те, що даний метод не був використаний при випробуванні лінійних зразків марки Л за

схемою чистого згину, оскільки ці додаткові дані, отримані з простих зразків, могли б повніше підтвердити висновки, зроблені за результатами проведеної акустико-емісійної діагностики.

5. Графіки, наведені на рис. 3.8, 3.9, 3.10, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.24, 3.25, 3.26, 3.38, 3.39, 3.40, 3.41, 3.42, 3.43 та 3.44 виконані якісно та читабельно, проте різні гілки є розрізняваними лише при збереженні повноколірного діапазону – в оригінальній електронній версії машинопису та при кольоровому друці з оригінальної версії машинопису. При чорно-білому друці або при чорно-білому ксерокопіюванні усі елементи графіків будуть передані за допомогою чорного кольору та відтінків сірого кольору, відповідно розрізнити гілки, подані в оригіналі різними кольорами, буде неможливо розрізнити. Маркери усіх гілок графіків на згаданих рисунках виконані круглими, що додатково ускладнить їх розрізнення. При підготовці усіх графічних матеріалів слід передбачати їх читабельність та можливість розрізнення елементів при чорно-білому друці, наприклад, використання різних типів ліній (суцільна, пунктирна, штрих-пунктирна) та маркерів різних геометричних форм (коло, квадрат, ромб) із різними умовами заливки контуру.

6. У підрозділі 4.1 *Розрахунок несучої здатності нормальних перерізів дослідних зразків за деформаційною методикою* наведені відомості про висоту стиснутої зони бетону x_1 на стадії граничної рівноваги для лінійних дослідних зразків розміром $b \times h = 10 \times 16$ см: для балки Л-1 $x_1 = 8,18$ см, для балки Л-2 $x_1 = 7,47$ см. Така висота стиснутої зони на стадії граничної рівноваги, коли складові матеріали балки досягають межі своєї міцності, є доволі великою; чи немає тут помилки у поданих одиницях вимірювання? Як ці значення висоти стиснутої зони узгоджуються із експериментально отриманими даними?

7. На стор. 139 у 1-му абзаці наведене речення "*Використовуючи пінополістирольні вставки, на 31,9 % зменшили витрату бетону і, відповідно власну вагу перекриттів з двонапрямленим розташуванням вставок загальною площею 6732 м².*". Побудова речення не дозволяє зрозуміти, чи площа 6732 м² – це загальна площа перекриттів, чи загальна площа пінополістирольних вставок.

Незважаючи на кількість, висловлені зауваження не є критичними, і вони не знижують в цілому позитивної оцінки даної роботи. Рецензована робота виконана ґрунтовно та з доволі широким розмахом, викладена грамотною технічною мовою у структурованій послідовності та якісно ілюстрована. Вважаю за потрібне також звернути увагу на такі позитивні риси дисертаційної роботи:

1. Експериментальні дослідження виконані на семи натурних зразках, і хоча потребували значних матеріальних та часових затрат, дозволили отримати цінні науково-практичні дані.

2. Застосування під час експериментальних досліджень додаткових діагностичних методів – методу цифрової кореляції зображень та методу акустичної емісії – дозволило додатково верифікувати отримані результати.

3. Виконання даної роботи було породжено реальними потребами у будівельній галузі, а результати роботи були впроваджені та у майбутньому неодмінно будуть впроваджені на нових об'єктах будівництва.

4. Отримані експериментально відношення згинальних моментів в коротких балках до моментів в довгих балках є максимально близькими до значення 0,75, що свідчить про високу якість виготовлення зразків (зокрема про однорідність цементобетонних масивів тіл зразків), а також про ретельність у підготовці та виконанні випробувань дослідних зразків.

5. Проведені дослідження з належною достовірністю дозволяють стверджувати, що на ділянці перетину балок відбувається зміцнення бетону внаслідок двовісного обтиску. Це відкриває перспективи для подальших теоретичних та практичних досліджень, вдосконалення конструкцій монолітних залізобетонних перекриттів, досягнення раціонального використання характеристик залізобетону як композитного матеріалу та підвищувати ступінь економії матеріальних ресурсів у будівництві.

Висновки.

1. Дисертаційна робота Партути Володимира Петровича "Несуча здатність і деформативність монолітних залізобетонних плит з вставками в двох напрямках" за актуальністю, змістом, науковою новизною та практичним значенням є завершеною науковою працею, в якій отримані достатньо теоретично обґрунтовані і експериментально підтверджені наукові результати

2. Прорецензована дисертаційна робота повністю відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. "Про затвердження Вимог до оформлення дисертації" в редакції від 12.07.2019 (підстава z0640-19).

3. Робота відповідає вимогам "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 січня 2022 року в редакції від 08.05.2024 (підстава 507-2024-п).

4. Вважаю, що автор дисертації Партута Володимир Петрович заслуговує присвоєння наукового ступеня доктора філософії (Ph. D.) за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія та галуззю знань 19 – Архітектура та будівництво.

Рецензент

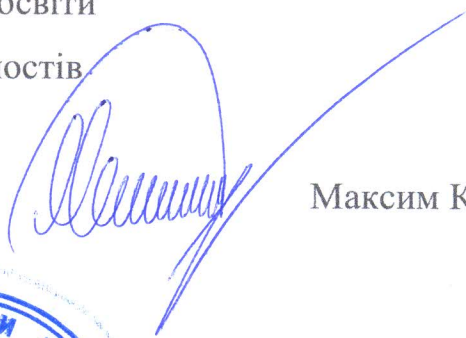
кандидат технічних наук,

старший викладач закладу вищої освіти

кафедри автомобільних доріг та мостів

Національного університету

"Львівська політехніка"



Максим КОВАЛЬ

Вчений секретар,

кандидат технічних наук, доцент

Національного університету

"Львівська політехніка"



Роман БРИЛИНСЬКИЙ