

Голові разової спеціалізованої ради PhD 16657
Національний університет
«КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»
доктору технічних наук, професору
Барабаш Марії Сергіївни

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента Горба Олександра Григоровича

на дисертаційну роботу

Табаркевич Наталії Віталіївни

**«Сталезалізобетонні перекриття з прихованими балками у будівлях
аеропортів»**

**представлену на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
галузі знань 19 Архітектура та будівництво**

1. Актуальність теми дисертації визначається сучасними тенденціями розвитку будівельної галузі та необхідністю створення ефективних, надійних і раціональних конструктивних рішень. Застосування сталезалізобетонних перекриттів із прихованими балками дає змогу поєднати переваги сталі та бетону, забезпечити необхідну несну здатність і жорсткість конструкцій, а також зменшити їх матеріаломісткість. Особливо перспективним є використання таких конструкцій у будівлях аеропортів, для яких характерні значні прольоти, підвищені навантаження та потреба у формуванні великих відкритих просторів. Приховані балки сприяють ефективнішому використанню внутрішнього об'єму будівлі та розміщенню інженерних комунікацій. Отже, дослідження сталезалізобетонних перекриттів із прихованими балками є актуальним науково-практичним завданням, спрямованим на підвищення ефективності, надійності та раціональності конструктивних рішень сучасних будівель.

2. Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямам розвитку будівельної науки України у сфері створення та вдосконалення інноваційних композитних і комбінованих конструкцій будівель та споруд, спрямованих на підвищення їх надійності, ефективності, довговічності та

ресурсоощадності.

Дисертаційна робота виконувалася на кафедрі комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів факультету архітектури, будівництва та дизайну Національного авіаційного університету (Київського авіаційного інституту) в межах держбюджетної (кафедральної) науково-дослідної роботи № 82–2023/10.01.04 «Інноваційні композитні та комбіновані конструкції будівель і споруд для авіаційної галузі» (2023–2025 рр.).

Тематика дисертаційного дослідження безпосередньо пов'язана з виконанням зазначеної науково-дослідної роботи та спрямована на розвиток наукових засад проєктування й удосконалення сталезалізобетонних конструкцій перекриттів з прихованими балками. У межах виконання НДР автором проведено аналіз сучасних конструктивних рішень сталезалізобетонних перекриттів, виконано чисельні та експериментальні дослідження їх напружено-деформованого стану, а також розроблено рекомендації щодо підвищення ефективності таких конструкцій для об'єктів цивільного та транспортного будівництва, зокрема споруд авіаційної галузі.

Тема дисертації відповідає освітньо-науковій програмі “Будівництво та цивільна інженерія” за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” галузі знань 19 “Архітектура та будівництво” в КАІ та відповідає низці її освітніх компонентів, зокрема ОК 1.1.1, ОК 1.2.1, ОК 1.2.2, ОК 1.2.3, ОК 1.4.1, ОК 1.3.1, ОК 1.3.2, ОК 1.2.4, ОК 1.3.3, ОК 1.3.4, ОК 1.3.5, ОК 1.5.1.

3. Наукова новизна одержаних автором результатів.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в розробленні та обґрунтуванні нових конструктивних і розрахункових рішень сталезалізобетонних перекриттів із прихованими балками для будівель аеропортів. Автором запропоновано раціональні конструктивні рішення, що забезпечують ефективніше використання внутрішнього простору та зменшення конструктивної висоти перекриттів, а також встановлено залежності для оцінювання їх жорсткості та прогинів за характерних експлуатаційних навантажень. Удосконалено підходи до розрахунку таких конструкцій з

урахуванням особливостей їх просторової роботи, сумісної роботи сталі та бетону, вимог до несної здатності й експлуатаційної придатності. Подальшого розвитку набули положення щодо оцінювання впливу геометричних і конструктивних параметрів прихованих балок на несну здатність та деформативність перекриттів, а також науково-практичні підходи до їх застосування у великопрольотних будівлях, зокрема будівлях аеропортів.

4. Практичне значення результатів дисертаційної роботи.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні та обґрунтуванні конструктивних і розрахункових рішень сталезалізобетонних перекриттів із прихованими балками, орієнтованих на підвищення ефективності та раціональності конструктивних систем будівель аеропортів. Запропоновані рішення та результати досліджень можуть бути використані під час проектування нових, а також реконструкції та модернізації наявних будівель цивільного і транспортного призначення, особливо об'єктів із великими прольотами та підвищеними вимогами до ефективності використання внутрішнього простору.

5. Оцінка змісту дисертації.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 154 сторінки, з них основна частина – 111 сторінок. Робота містить 68 рисунків, 13 таблиць та 2 додатки. Список використаних джерел налічує 106 найменувань.

Структура та обсяг дисертаційної роботи відповідають встановленим вимогам Міністерства освіти і науки України до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Матеріал викладено послідовно, логічно та з належним використанням сучасної науково-технічної термінології.

У вступі автором обґрунтовано актуальність застосування сталезалізобетонних перекриттів з прихованими балками, особливо для будівель аеропортів, визначено мету, основні завдання, об'єкт і предмет дослідження, наведено застосовані методи досліджень. Сформульовано положення наукової новизни, практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача та відомості щодо апробації результатів роботи.

Мета та завдання дослідження узгоджуються з подальшим змістом дисертації та визначають логіку проведення теоретичних, чисельних і експериментальних досліджень.

Перший розділ присвячено огляду сучасного стану проектування та розрахунків сталезалізобетонних перекриттів і покриттів з прихованими балками. Автором розглянуто наявні конструктивні рішення, проаналізовано міжнародні підходи до проектування, нормативні вимоги та основні принципи розрахунку сталезалізобетонних конструкцій. Окрему увагу приділено аналізу експериментальних досліджень перекриттів з прихованими балками та систематизації існуючих конструктивних рішень. За результатами проведеного огляду визначено основні невирішені питання, зокрема недостатню кількість експериментальних досліджень прихованих НQ- та швелерних балок, відсутність єдиної методики оцінювання часткової композитної дії та обмеженість експериментальної бази великомасштабних досліджень. Це дозволило обґрунтувати необхідність подальшого теоретичного та експериментального дослідження.

У другому розділі наведено чисельно-аналітичний підхід до дослідження сталезалізобетонної балки. Виконано аналітичний розрахунок конструкції за граничними станами відповідно до нормативних методик та розглянуто теоретичні основи оцінювання її несної здатності й експлуатаційної придатності. Для дослідження напружено-деформованого стану розроблено просторову скінченно-елементну модель у програмному комплексі ЛПРА-САПР із врахуванням фізичної нелінійності матеріалів та сумісної роботи сталі, бетону й арматури. Проведено порівняння результатів аналітичного та чисельного розрахунків, за результатами якого встановлено задовільну збіжність отриманих даних із розбіжністю в межах 5–10 %.

Третій розділ містить результати експериментальних досліджень сталезалізобетонних балок із зовнішнім листовим армуванням. У ньому описано технологію виготовлення дослідних зразків, методику проведення випробувань, визначення фізико-механічних характеристик бетону та сталевих

елементів, а також дослідження несної здатності, жорсткості, деформативності та характеру руйнування конструкцій. Проведено аналіз розвитку тріщиноутворення, деформацій та особливостей сумісної роботи сталі й бетону. Додаткове застосування методу кольорової (капілярної) дефектоскопії дозволило оцінити стан металевих елементів після випробувань. За результатами експериментів встановлено, що сталезалізобетонні балки працюють як єдина композитна система до високих рівнів навантаження, а їх руйнування має поступовий характер, що є позитивною характеристикою з позицій експлуатаційної надійності.

У четвертому розділі розглянуто практичні аспекти застосування сталезалізобетонних перекриттів з прихованими балками під час нового будівництва та реконструкції будівель. На основі результатів теоретичних, чисельних та експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність запропонованих конструктивних рішень, визначено особливості вибору конструктивної схеми, принципи роботи та розрахунку прихованої сталезалізобетонної балки, а також конструктивні вимоги щодо забезпечення міцності, жорсткості, тріщиностійкості та технологічності конструкцій.

Значну увагу в розділі приділено можливостям використання досліджуваних конструкцій у новому будівництві та під час реконструкції будівель. Обґрунтовано переваги застосування прихованих балок для будівель із великими прольотами та підвищеними експлуатаційними навантаженнями, зокрема будівель аеропортів. Виконано порівняльне техніко-економічне оцінювання сталезалізобетонного та традиційного залізобетонного перекриттів. За наведеними в роботі розрахунками, для прийнятих умов дослідження отримано зменшення конструктивної висоти перекриття до 33 %, витрат бетону – до 30–35 %, власної ваги конструкцій – до 30 %, а загальної вартості перекриття – до 20 %.

Окремо слід відзначити практичну спрямованість роботи. У дисертації наведено результати впровадження запропонованих рішень у проєкту, виробничу, науково-дослідну та освітню діяльність, що підтверджується

відповідними довідками та актами впровадження. Зокрема, результати дослідження використано під час розроблення проєктних рішень, оцінювання перспектив застосування конструкцій у виробництві, підготовки науково-технічних рекомендацій та навчально-методичного забезпечення.

Загальні висновки дисертації логічно узагальнюють результати виконаних досліджень та відображають основні положення, отримані на теоретичному, чисельному й експериментальному етапах роботи. У них узагальнено результати аналізу конструктивних систем, чисельного моделювання, експериментальних досліджень та техніко-економічного оцінювання, а також сформульовано практичні рекомендації щодо проєктування і застосування сталезалізобетонних перекриттів з прихованими балками.

У цілому дисертаційна робота характеризується послідовністю та логічністю викладення матеріалу, достатньою аргументованістю основних положень і висновків, поєднанням теоретичних, чисельних та експериментальних методів дослідження, а також вираженою практичною спрямованістю. Зміст роботи відповідає заявленій темі, меті та поставленим завданням дослідження. Отримані результати мають наукове та практичне значення для подальшого розвитку й застосування сталезалізобетонних перекриттів з прихованими балками у цивільному та транспортному будівництві, зокрема в будівлях аеропортів.

Оформлення дисертації загалом відповідає встановленим вимогам до наукових робіт такого рівня. Виявлені окремі редакційні та технічні неточності не мають принципового характеру та не впливають на загальну позитивну оцінку змісту і результатів дисертаційної роботи.

6. Повнота відображення наукових положень в опублікованих роботах, оцінка апробації результатів досліджень.

Дисертація Табаркевич Наталії Віталіївни є самостійною науковою працею, у якій представлено результати теоретичних, чисельно-аналітичних та експериментальних досліджень сталезалізобетонних перекриттів із

прихованими балками. Основні наукові положення, результати та практичні рекомендації, отримані в дисертації, знайшли достатньо повне відображення в опублікованих працях автора. У публікаціях, виконаних у співавторстві, особистий внесок здобувача визначено та конкретизовано.

Основні результати дисертаційного дослідження апробовано на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних і науково-технічних конференціях. Тематика представлених доповідей охоплює основні напрями дисертаційної роботи, зокрема питання проектування, розрахунку, експериментального дослідження, експлуатації та практичного застосування сталезалізобетонних конструкцій із прихованими балками.

За результатами досліджень опубліковано 14 наукових праць, серед яких 1 стаття у закордонному науковому виданні, проіндексованому в міжнародній наукометричній базі Scopus, 4 статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б», 8 публікацій тез доповідей міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференцій та 1 публікація матеріалів доповіді всеукраїнської науково-практичної конференції.

Таким чином, повнота висвітлення основних наукових положень дисертації в опублікованих працях є достатньою, а результати дослідження пройшли належну апробацію. Кількість і характер публікацій відповідають змісту та основним результатам дисертаційної роботи, що дає підстави позитивно оцінити рівень їх оприлюднення та апробації.

7. Зауваження до дисертаційної роботи

1. Значна частина огляду літератури (п. 1.2) присвячена технології, яка не є предметом дослідження. Розглядаються переважно міжнародні стандарти сталевібробетону (TR 34, BS EN 14651, ASTM C1609, AS/NZS 2327, SS 812310:2014, SS 674:2021, ISO/TR 16457, fib Model Code) – тобто дисперсного фібрового армування бетону, що є принципово іншою технологією порівняно з предметом дисертації (сталезалізобетонні балки з прихованим сталевим профілем). Це розмиває фокус огляду і послаблює обґрунтування власне дослідницької прогалини щодо прихованих балок.

2. Приклади зі світової практики (п. 1.2.1) наведено без посилань на джерела, і принаймні один із них викликає сумнів у достовірності. Стверджується, що великий проліт даху Allianz Arena (Мюнхен) «без проміжних опор» виконано «зі сталезалізобетону». За загальнодоступними інженерними описами цього об'єкта (Arup, Herzog & de Meuron) залізобетон використано лише в чаші трибун, тоді як власне велика прогонна покрівельна конструкція – це сталевий ґратчастий каркас з мембранною обшивкою ETFE, а не сталезалізобетонна конструкція.

3. У п. 2.1 аналітичний розрахунок явно виконано для прольоту $L = 9$ м, і автор пише, що цей проліт обрано «для можливостей подальшого порівняння результатів аналітичного розрахунку з числовим моделюванням та експериментальними дослідженнями». Проте в п. 2.3 геометричні параметри чисельної моделі взято «відповідно до вихідних даних, наведених у розділі 3», де прольот дослідних зразків становить лише 2 м. Тобто порівнюються результати, отримані для різних прольотів (9 м проти 2 м), а заявлена в анотації та загальних висновках «збіжність 5–10 % між аналітичним і чисельним розрахунками» лишається не підтвердженою єдиною розрахунковою базою.

4. Відсутнє планування багатофакторного експерименту та недостатня статистична база експериментальної програми. Випробувано лише три повнорозмірні зразки балок (БС-1, БС-2, БС-3): два з бетону С25/30, один — С20/25 (п. 3.1). Висновки про «закономірності впливу класу бетону» (розділ 2, розділ 3, загальні висновки) фактично спираються на порівняння однієї пари зразків без повторності, що не дає підстав говорити про статистично обґрунтовані закономірності, а не про індивідуальний розкид одиничних випробувань.

5. Не доведено предметної специфічності запропонованих рішень саме для будівель аеропортів, хоча це заявлено як наукова новизна («уперше розроблено... для будівель аеропортів»). Навантаження, використані в розрахунках ($q = 18$ кН/м у розділі 2, $q = 8,0$ кН/м² у розділі 4.4.1), взято за

загальним ДБН В.1.2-2 без виокремлення навантажень, специфічних саме для аеропортових споруд (технологічне обладнання зон обробки багажу, особливі вимоги евакуації тощо). Варто уточнити, у чому саме полягає авіаційна специфіка розрахункової моделі, а не лише сфери застосування.

6. Кількісні показники в загальних висновках не простежуються до розрахунків у тексті, а подекуди прямо їм суперечать. Наприклад, п. 4.4.1 дає конкретний приклад із конкретним результатом: зменшення конструктивної висоти на 33 % і економічний ефект 12-20 %. У «Загальних висновках» ці ж показники подано інакше: висота – «на 15-25 %» (висновок 1), загальні витрати на будівництво – «на 8-12 %» (висновок 6). Діапазони не збігаються з обчисленим у тексті прикладом. Так само висновок 4 стверджує, що «найефективнішими є системи з прольотами 12-18 м», хоча жодного параметричного дослідження із варіюванням прольоту в цьому діапазоні в роботі не наведено (розділ 2 оперує фіксованими 9 м і 2 м, розділ 4 – одним прикладом на 12 м).

7. Відсутня перевірка отриманого прогину балки за нормативним граничним значенням. У п. 2.1 обчислено прогини $f = 46-52$ мм (бетон C25/30) і $f = 60-68$ мм (C20/25) для балки прольотом 9 м, але жодного порівняння цих значень із граничним допустимим прогином (f_u) за ДБН В.1.2-2 в цьому підрозділі не наведено – перевірено лише міцність ($\sigma < f_y$). Згадана в п. 4.2.3 умова $L/h = 20...25$ – це попереднє конструктивне обмеження за висотою перерізу, а не перевірка розрахункового прогину за граничним станом придатності до нормальної експлуатації.

8. Наявність технічних і редакційних помилок: помилка безпосередньо в заголовку розділу 4 («...БАЛКАМИ АІД ЧАС РОЗРОБЛЕННЯ...» замість «ПД ЧАС»); повторне використання того самого позначення g_s спочатку для власної ваги сталеві оболонки (формула 2.4), а потім, помилково, для ваги бетонного ядра (замість g_c) у формулі (2.5); граматичні й друкарські помилки («подібна результати», «не 10 %» замість «на 10 %», «наведено», «консруктивно», «семетричне», «Іодночас»).

Зазначені зауваження мають рекомендаційний характер і не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи, її наукової новизни та практичного значення.

8. Загальні висновки. Зазначені зауваження не знижують загального позитивного враження та значимості виконаної дисертаційної роботи. Дисертація, що рецензується, за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів відповідає спеціальності спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія та вимогам порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України з питань підготовки та атестації здобувачів наукових ступенів» від 19.05.2023 № 502), вимогам пп. 6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

Робота є актуальною та має практичну значимість, а її автор Табаркевич Наталія Віталіївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

Рецензент:

Кандидат технічних наук, доцент,

Доцент кафедри будівництва

та цивільної інженерії

Національного університету

«Київський авіаційний інститут»

«17» 08 2026 року



Олександр ГОРБ

Горб О. Ярославич
секретар КАН
Ірина Слабова