

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Клименка Євгенія Володимировича на дисертаційну роботу Мищенко Миколи Олеговича «НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ВУЗЛА З'ЄДНАННЯ РИГЕЛЯ З КОЛОНОЮ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КАРКАСІВ»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 19 Архітектура та будівництво
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

1. Ступінь актуальності теми дисертаційної роботи.

Каркасні несучі системи із залізобетону широко розповсюджені в практиці будівництва. Це пов'язано з рядом переваг їх, а саме: скорочення термінів будівництва, зниження трудомісткості будівництва при забезпеченні достатньої надійності конструкцій. Особливо ці переваги проявляться в умовах відновлення будівельних об'єктів в Україні.

Застосування каркасних систем забезпечує можливість вільної трансформації внутрішнього простору без втручання в несучу схему на будь-якому етапі функціонування будівель, що створює умови для їх морального довголіття.

Пріоритетним та стратегічно правильними є розвиток систем із залізобетонними каркасами, а одним із напрямків їх вдосконалення є підвищення експлуатаційної надійності вузлів з'єднання несучих елементів, серед яких слід виділити стики ригелів з колонами. Незважаючи на значний досвід застосування збірного залізобетону, існуючі підходи до визначення несучої здатності вузлів з'єднання ригеля з колоною базуються на достатньо загальних гіпотезах про їх деформування і можуть не повною мірою враховувати особливості їх напружено-деформованого стану. Особливу увагу у розрахунках вузлів з'єднання слід звертати на забезпечення опору дії поперечної сили. Одним із пріоритетних напрямків є розроблення обґрунтованої та точної методики їх розрахунку, яка базується на відомих теоретичних підходах, що потребує подальших досліджень.

Виходячи з цього, тема дисертаційної роботи, що присвячена розробленню методики оцінювання несучої здатності вузлів з'єднання елементів залізобетонних каркасів, є **актуальною**.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами.

Проведені дослідження відповідають пріоритетному напрямку науково-дослідних робіт кафедри будівельних конструкцій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» на тему: «Дослідження і розроблення інженерних методів розрахунку опору руйнуванню й деформуванню бетонних і залізобетонних, кам'яних та армокам'яних елементів, що зазнають неоднорідний напружено-деформований стан при різному характері впливів і середовища» (номер державної реєстрації 0117U003248).

3. Мета роботи, методи досліджень, предмет та об'єкт досліджень.

Головною метою роботи є вдосконалення методики розрахунку несучої здатності вузла з'єднання ригеля з колоною залізобетонних каркасів.

Об'єктом дослідження є процес зрізання вузла з'єднання ригеля з колоною залізобетонних каркасів

Предметом дослідження є процес зміни несучої здатності вузла з'єднання ригеля з колоною.

Досягнення поставленої мети здобувач передбачає реалізацію наступних **задач дослідження**:

1) провести огляд літератури із питань еволюції методів розрахунку вузлів з'єднання ригеля з колоною залізобетонних каркасів (на коротких консолях і безконсольних шпонкових стиках);

2) чисельне моделювання напружено-деформованого стану коротких консолей і шпонкових з'єднань за допомогою методу скінченних елементів;

3) варіаційним методом у теорії пластичності бетону розрахувати опір похилої стиснутої смуги як елемента короткої консолі і шпонкового шва з трапецієподібним або трикутним профілем;

4) порівняти результати чисельного моделювання з теоретичними дослідженнями варіаційним методом та даними дослідів;

5) запропонувати інженерний метод розрахунку та впровадити результати дослідження.

Методи дослідження: аналіз нормативних документів та науково-технічної літератури за темою дослідження; методи теорії залізобетону, будівельної механіки й опору матеріалів у розрахунках несучої здатності вузла з'єднання залізобетонного ригеля з колоною; варіаційний метод у теорії пластичності бетону; моделюванні напружено-деформованого стану вузла з'єднання методом скінченних елементів із використанням нелінійних моделей бетону; порівняння результатів розрахунків, отриманими за теоретичними моделями, за методом скінченних елементів та з експериментальними даними різних авторів.

4. Наукова новизна результатів дисертаційної роботи.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- вперше розв'язано задачу визначення опору шпонкового шва при руйнуванні за похилою стиснутою смугою шляхом двостороннього розколювання варіаційним методом у теорії пластичності бетону;
- удосконалено визначення напружено-деформованого стану та несучої здатності коротких консолей і шпонкових з'єднань методом скінченних елементів;
- дістала подальшого розвитку систематизація впливу визначальних факторів на опір вузлів з'єднання ригеля з колоною для моделювання їх роботи в програмному комплексі ABAQUS.

Практичне значення

- на основі теоретичних досліджень варіаційним методом запропоновані аналітичні залежності для оцінювання несучої здатності коротких консолей, котрі враховують характеристики міцності бетону й арматури, відносний проліт зрізу, ширину площадки навантаження, армування;
- вдосконалено методику оцінювання несучої здатності стиків на коротких консолях і шпонках.

5. Основний зміст роботи.

У **вступі** (5 сторінок) обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено мету, задачі, об'єкт і предмет дослідження, а також наведено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів. Показано необхідність удосконалення підходів до визначення несучої здатності вузла з'єднання ригеля з колоною залізобетонних каркасів.

В **розділі 1** (25 сторінок) проведено огляд досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів щодо роботи вузлів з'єднання ригеля з колоною залізобетонних каркасів. Розглянуто типи стиків елементів залізобетонних каркасів, їх конструктивні різновиди, особливості передачі зусиль між ригелями та колонами. Сумісну роботу таких елементів забезпечують вузли з'єднання, реалізація яких може бути достатньо різноманітна. Розглянуто різні види жорстких і шарнірних стиків, їх можливі види руйнування та фактори, що впливають на несучу здатність. Визначено, що на практиці реалізуються чотири види руйнування коротких консолей та чотири види руйнування шпонкових стиків. Розглянуто параметри, що вказують на той чи інший вид руйнування таких елементів. Досліджено різні теоретичні підходи до визначення несучої здатності стиків залізобетонних елементів та встановлено, що у більшості випадків вони сильно різняться між собою, а кінцеві формули є емпіричними та ґрунтуються на результатах експериментальних досліджень.

У **розділі 2** (21 сторінка) розглянуто можливості сучасних програмних комплексів, що реалізують метод скінченних елементів для дослідження напружено-деформованого стану залізобетонних конструкцій. Докладно описано нелінійні моделі бетону, арматури, та можливості програмних комплексів для моделювання їх сумісної роботи. Визначено оптимальною модель бетону для моделювання опору елементів з'єднань залізобетонних конструкцій. Проведено валідацію цієї моделі на основі відомих стандартних випробувань бетонних та залізобетонних зразків та доведено її відповідність експериментальним даним.

У **розділі 3** (34 сторінки) досліджено напружено-деформований стан залізобетонних консолей та шпонкових стиків методом скінченних елементів при варіації геометричних параметрів, класу бетону, армування й особливостей

передачі навантаження між елементами, що з'єднуються. Зокрема, досліджено несучу здатність залізобетонних консолей з поперечним армуванням та без нього для випадків руйнування за поперечною силою (при достатній кількості поздовжньої арматури), розглянуто особливості передачі внутрішніх сил та зроблено співставлення з відповідними теоретичними моделями. Показано, що скінченноелементний аналіз показує характер руйнування, подібний до руйнування експериментальних зразків як для консолей так і для шпонкових стиків.

У **розділі 4** (16 сторінок) запропоновано застосування методики розрахунку несучої здатності коротких консолей та швів шпонкових з'єднань варіаційним методом теорії пластичності. Розглянуто теоретичне обґрунтування методу та послідовність його реалізації для поставлених задач. Наведено пропозиції щодо розрахунку опору коротких консолей та шпонкового шва при руйнуванні за похилою стиснутою смугою.

У **п'ятому розділі** (16 сторінок) наведено порівняльний аналіз результатів досліджень елементів з'єднання залізобетонних конструкцій за експериментальними даними, чисельними розрахунками методом скінченних елементів та за запропонованих аналітичних методиках, як для консолей, так і для шпонкових швів. З'ясовано, що механізми руйнування, отримані різними методами, мають спільні риси, а порівняльний аналіз підтвердив доцільність застосування запропонованої методики в практиці проєктування вузлів з'єднань залізобетонних конструкцій.

У **загальних висновках** (3 сторінки) автор приводить підсумки роботи.

У **додатках** наведена довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи.

Побудова роботи логічна, усі розділи дисертації пов'язані між собою.

Автор продемонстрував здатність ставити задачі дослідження, вибирати методи їх розв'язання, доводити дослідження до конкретної практичної розробки.

6. Оцінка змісту дисертації, оформлення та закінченості в цілому, ідентичності змісту анотації та основних положень дисертації, апробації результатів дисертації, особистий внесок здобувача.

Оцінка оформлення основних положень дисертації. За змістом та оформленням дисертаційна робота відповідає встановленим вимогам Департаменту атестації кадрів щодо обсягу і структури дисертації.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, додатків і списку літературних джерел із 121 найменувань; викладена на 141 сторінці: основного тексту 116 сторінок, рисунків – 53, таблиць 7.

Оцінка змісту та основних положень. Вступ містить усі необхідні елементи загальної характеристики дисертації: актуальність, мету і основні наукові завдання, наукову новизну і практичне значення, особистий внесок здобувача, дані про апробацію наукової роботи.

В анотації викладено основний зміст дисертації та сформульовано отримані результати та наукова новизна проведених досліджень.

В розділах описані усі результати досліджень для розкриття теми і отримання наукової новизни та нових наукових результатів.

За результатами досліджень автором сформульовані необхідні висновки за кожним розділом дисертації, а також в прикінцевих положеннях роботи надані узагальнені нові наукові результати і висновки, які відображають основні наукові досягнення і показують, що основна мета і усі поставлені в дослідженні задачі виконані. Автор дисертації розробив належні висновки щодо практичного використання отриманих нових наукових результатів, виконав впровадження наукових результатів у виробництво та навчальний процес, що підтверджує практичну цінність і актуальність роботи.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на 75, 76, 77 наукових конференціях професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (м. Полтава, 2023 – 2025); Міжнародній науково-технічній on-line конференції «Проблеми будівельного та транспортного

комплексів» Центральноукраїнського національного технічного університету 23–24 травня 2023 року, м. Кропивницький; IX Міжнародній науково-практичній інтернетконференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Інновації у будівництві», Луцький національний технічний університет, 14 травня 2024 року, м. Луцьк; Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», 20-22 листопада 2024 року, м. Харків; XX International Scientific and Practical Conference Innovative technologies in construction, civil engineering and architecture Dedicated to the 95th anniversary of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture October 20–21, 2025 Dnipro, Ukraine; VI Міжнародній конференції «Експлуатація та реконструкція будівель і споруд 25-26 вересня 2025 року, ОДАБА, м. Одеса.

Публікації.

Основні результати дисертаційної роботи викладені в 5 публікаціях, із них 1 у наукометричній базі SCOPUS, 4 статті у фахових виданнях України, 1 – у закордонних виданнях.

Особистий внесок здобувача.

1. Проведений огляд літератури із питань еволюції методів розрахунку вузлів з'єднання ригеля з колоною залізобетонних каркасів (на коротких консолях і безконсольних шпонкових стиках);

2. Виконано чисельне моделювання напружено-деформованого стану коротких консолей і шпонкових з'єднань за допомогою методу скінченних елементів;

3. Варіаційним методом у теорії пластичності бетону розраховано опір похилої стиснутої смуги як елемента короткої консолі і шпонкового шва з трапецієподібним або трикутним профілем;

4. Виконано порівняння результатів чисельного моделювання з теоретичними дослідженнями варіаційним методом та даними дослідів;

5. Запропоновано інженерний метод розрахунку та впроваджено результати дослідження.

Усі основні наукові положення, результати, висновки та рекомендації дисертаційної роботи отримано здобувачем самостійно.

7. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і повнота. Практичне значення отриманих результатів.

Достовірність і обґрунтованість наукових результатів та висновків, сформульованих в роботі, підтверджується використанням апробованих методологічних підходів щодо проведення теоретичних та експериментальних досліджень стиків ригеля з колоною залізобетонних каркасів, результатами випробувань на моделях, обраними відомими аналітичними методами розрахунку конструкцій з використанням деформаційної моделі залізобетону, застосуванням апробованого обладнання і достовірних методик та методів для проведення експериментів.

Нові комплексні теоретичні та експериментальні дані випробування залізобетонних конструкцій з'єднання ригеля з колоною, методологія розрахунку, добра збіжність результатів експериментів з розрахунками за отриманою фізико-математичною моделлю, добра збіжність отриманих теоретичних та експериментальних результатів підтверджує достовірність наукових результатів роботи та правильність обраних методологічних способів та аналітичних методик розрахунку і проведення досліджень в цілому.

Апробація результатів роботи на наукових семінарах, міжнародних науково-технічних конференціях підтверджує актуальність, достовірність, новизну і практичне значення роботи.

Практичне значення одержаних результатів. Основні результати роботи, що мають суттєве практичне значення.

На основі теоретичних досліджень варіаційним методом запропоновані аналітичні залежності для оцінювання несучої здатності коротких консолей, котрі враховують характеристики міцності бетону й арматури, відносний проліт зрізу, ширину площадки навантаження, армування; вдосконалено методику оцінювання несучої здатності стиків на коротких консолях і шпонках.

8. Дискусійні положення та зауваження щодо дисертаційної роботи.

В процесі аналізу результатів наукової роботи виникли наступні зауваження, які потребують дискусії і пояснень.

1. Предметом досліджень має бути процесом або явищем (с.14).

2. Огляд літературних джерел не завершається постановкою задач, що логічно (с.41).

3. Відсутність статистичного планування експерименту ставить під сумнів достовірність отриманих результатів (розділ 3).

4. Влив горизонтального армування на несучу здатність коротких залізобетонних консолей (таблиця 3.1, с.74 та далі за текстом) слід було ставити залежно не від діаметра стержнів, а від відносної величини, наприклад, відсотка армування.

5. Термін «міцність» відноситься до матеріалів, до конструкцій та їх частин слід використовувати поняття «несуча здатність» (с.п.5.4, с.120).

6. Відсутнє впровадження в навчальний процес ЗВО (додатки).

Висловлені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи, а лише підкреслюють її багатогранність, складність, важливість узагальнень нових наукових результатів теоретичних та експериментальних досліджень і не знижують загальної оцінки роботи.

Оцінка відповідності освітньо-науковій програмі підготовки.

Мищенко Микола Олегович під час роботи над дисертацією провів власне наукове дослідження, оформлене у вигляді наукової праці, та опублікував основні його наукові результати.

Результати аналізу дисертації, анотацій українською та англійською мовами, опублікованих праць дають підстави для висновку про те, що представлена дисертація є завершеною науковою працею, в якій вирішено важливі науково-технічні прикладні задачі з вдосконалення методики розрахунку несучої здатності вузла з'єднання ригеля з колоною залізобетонних каркасів. Робота актуальна, має наукову новизну, нові наукові результати і практичне значення. Результати комплексних експериментально-теоретичних досліджень роботи достовірні.

Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...». Дисертація Мищенко Миколи Олеговича «Несуча здатність вузла з'єднання ригеля з колоною залізобетонних каркасів» відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп.5-9 «Порядку

присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

Дотримання принципів академічної доброчесності. Дисертаційна робота Мищенка Миколи Олеговича «Несуча здатність вузла з'єднання ригеля з колоною залізобетонних каркасів» є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належне посилання на відповідне джерело.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК ПРО ДИСЕРТАЦІЙНУ РОБОТУ

Вважаю, що кваліфікаційна наукова праця «Несуча здатність вузла з'єднання ригеля з колоною залізобетонних каркасів», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192– Будівництво та цивільна інженерія є завершеною і самостійно виконаною науковою працею, містить нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати та відповідає вимогам пп.5-9 «Порядку присудження ступеню доктора філософії...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, а її автор Мищенко Микола Олегович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192– Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри Залізобетонних
конструкцій та транспортних споруд
Одеської державної академії
будівництва та архітектури


02.08.2026р.

Євгеній КЛИМЕНКО

Підпис д.т.н., професора Клименка Є. В. засвідчую:

Проректор з науково-педагогічної
роботи ОДАБА, д.е.н, професор





Ірина АЖАМАН