

До разової спеціалізованої вченої ради  
ДФ 44.052.031 (PhD 16254)  
в Національному університеті  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

## ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора  
**ЛАПЕНКА Олександра Івановича**  
на дисертаційну роботу **АЗІЗОВОЇ Анни Геннадіївни**  
**“Міцність на згин залізобетонних балкових конструктивних  
елементів, які підсилені шляхом нарощування перерізу”**,  
подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія  
(галузь знань 19 – Архітектура та будівництво)

Представлена дисертаційна робота присвячена одній з актуальних проблем у галузі будівельних конструкцій будівель і споруд, яка пов’язана з розробкою і удосконалення методів розрахунку міцності на згин та проектування конструктивних елементів з підсилення балкових і плитних конструктивних елементів залізобетонних перекриттів, яке здійснюється шляхом нарощування їх перерізів.

Дисертаційна робота, що була розглянута, складається із вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та двох додатків.

Повний обсяг дисертації становить 226 сторінок, основний текст роботи викладено на 168 сторінках, список використаних джерел із 164 найменувань – на 16 сторінках.

Аналіз дисертаційної роботи Азізової Анни Геннадіївни «Міцність на згин залізобетонних балкових конструктивних елементів, які підсилені шляхом нарощування перерізу» дозволяє сформулювати такі узагальнені висновки щодо актуальності, наукової новизни, ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, практичного значення та загальної оцінки роботи.

**Актуальність теми дисертації** Азізової Анни Геннадіївни обґрунтована наступними факторами, які вплинули на її формування:

- **недоліками в розрахункових положеннях нормативних документів з проектування конструктивних елементів з підсилення прогінних балкових і плитних залізобетонних конструктивних елементів, а саме норм ДСТУ Б В.3.1-2:2016 та ДСТУ Б В.2.6-216:2016, які на сьогодні не є узагальнюючими залежно від складових їх компонентів і конструктивного**

рішення їх комбінованих перерізів, які утворюються внаслідок їх підсилення шляхом нарощування перерізів. Так, найбільшу увагу в п. 6 нормативних документів ДСТУ Б В.3.1-2:2016 приділено загальним положенням розрахунку і проектування підсилення балкових і плитних конструкцій шляхом нарощування перерізу тільки в стисненій або розтягувальній зонах, чи тільки з боків або з двох боків і в розтягувальній зоні, а про одночасне нарощування перерізу в стисненій і розтягувальній зонах конструкцій зовсім не зазначається. В положеннях п. 5 і п. 6.3 норм ДСТУ Б В.2.6-216:2016 приведена тільки методика щодо визначення горизонтальних зусиль зсуву між компонентами сталезалізобетонних комбінованих балок, застосування якої в перерізах балкових і плитних залізобетонних конструкцій, що підсилені, неможливе у зв'язку з неможливістю поєднання їх комбінованих перерізів;

- відсутності загального теоретичного і практичного підходу, який би дозволяв здійснювати розрахунок міцності на згин та проектування конструктивних елементів підсилення балкових і плитних конструктивних елементів перекриттів при одночасному нарощуванні їх перерізів в стисненій і розтягувальній зонах.

Таким чином, актуальність обраної проблеми та її недостатня розробленість зумовили вибір теми дисертаційного дослідження Азізової А.Г. – “Міцність на згин залізобетонних балкових конструктивних елементів, які підсилені шляхом нарощування перерізу”.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в наступному:

- *вперше розроблено* методику розрахунку міцності на згин та проектування оптимальної площі армування залізобетонних балкових елементів, які підсилені шляхом нарощування перерізу одночасно в стисненій і розтягувальній їх зонах;
- *удосконалено* методики розрахунку міцності на згин і проектування залізобетонних балкових елементів, які підсилені: шляхом нарощування площі поздовжнього армування в розтягувальній зоні їх перерізу; шляхом нарощування їх перерізів одночасно з двох боків додатковим залізобетонним шаром;
- *отримали подальший розвиток* практичні методики розрахунку міцності на згин та проектування конструктивних елементів підсилення залізобетонних конструкцій (елементів) перекриття будівель і споруд, а саме: підсилення залізобетонних балок перекриття шляхом нарощування площі поздовжнього армування в розтягувальній зоні її перерізу; підсилення

збірних залізобетонних ребристих плит перекриття шляхом нарощування перерізу додатковими залізобетонним шаром в стиснутій зоні та армуванням в розтягнутій зоні у вигляді шпренгельної затяжки; підсилення залізобетонних балкових елементів монолітного перекриття шляхом збільшення їх поперечного перерізу в стиснутій та розтягнутій зонах; підсилення збірної залізобетонної багатопустотної плити перекриття шляхом збільшення її поперечних перерізів в стиснутій та розтягнутій зонах.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.**

Для вирішення поставлених в дисертаційній роботі задач були використані методи дослідження, які включають підбір, вивчення і аналіз літературних джерел, класичні методи будівельної механіки, теоретичні дослідження, порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних.

Обґрунтованість та достовірність отриманих у дисертації теоретичних та експериментальних результатів підтверджується їх застосуванням в практику проектування і будівництва.

Наукові висновки органічно витікають з проведених автором аналізу обзору наукових розробок учених світу, власних теоретичних і експериментальних досліджень і запропонованих рішень практичних задач. Це дозволило автору вдосконалити загальні методичні підходи щодо розрахунку і проектування балкових і плитних конструктивних елементів залізобетонних перекриттів будівель і споруд, що підсилені шляхом нарощування перерізу, які можуть бути застосовані при підготовці нових редакцій державних будівельних норм, а саме: п. 6.3.5, пп. 6.4.1.1-6.4.1.3, п.6.4.1.5, п.6.4.2 і п.6.5 ДСТУ Б В.3.1-2:2016; п. 5 і п. 6.3 ДСТУ Б В.2.6-216:2016; ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування» в частині розрахунку за несучою здатністю підсилених залізобетонних елементів будівель і споруд.

**Практичне значення результатів досліджень** полягає у запровадженні запропонованих методик розрахунку міцності на згин та проектування конструктивних рішень з підсилення збірних або монолітних балкових і плитних конструктивних елементів залізобетонних перекриттів, яке здійснюється шляхом нарощування їх перерізів, у навчальний процес та практику проектування при реконструкції чи відновленні будівель і споруд.

Результати досліджень будуть враховані при складанні подальших редакцій нормативних документів, а саме: в частині розрахунку за несучою здатністю підсилених залізобетонних елементів будівель і споруд норм ДСТУ Б В.2.6-

156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування» та при викладанні навчальних дисциплін для підготовки магістрів зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія. Також розроблені методики з розрахунку міцності на згин і проектування конструктивних елементів з підсилення балкових і плитних залізобетонних конструкцій і елементів перекриттів були впроваджені при розробці робочих проектів з відновлення залізобетонних конструкцій норійної вежі та споруд фізичного захисту автотрансформаторів на об'єктах НЕК «УКРЕНЕРГО», які зазнали пошкоджень внаслідок терористичних атак ударними БПЛА, та при розробці держбюджетних науково-дослідницьких тем «Енергоефективні конструктивні рішення елементів будівель», (номер державної реєстрації 0121U109497, термін виконання 2021-2022 роки) та «Ресурсоощадні технології прискореного відновлення пошкоджених будівель із влаштуванням захисних споруд цивільного захисту», (шифр наукової роботи №109/25; державний реєстраційний номер 0125U000895, термін виконання 2025-2026 роки).

### **Аналіз змісту та завершеності дисертації.**

Дисертація Азізової Анни Геннадіївни містить вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел із 164 назв та два додатки. Загальний обсяг роботи становить 226 стор., з яких 168 стор. основного тексту, 16 стор. списку використаних джерел і 10 стор. додатків. При цьому основна частина містить 49 рисунків і 12 таблиць.

Зміст анотацій українською та англійською мовами є ідентичним і повною мірою відображає зміст дисертації і в достатній мірі висвітлює її основні результати та висновки.

У **вступі** ґрунтовно викладено актуальність теми, науково сформульовано мету, яка відповідає обраній темі та розкрита у завданнях, викладено об'єкт і предмет дослідження, публікації та апробацію наукових розробок.

У **розділі 1** проаналізовано існуючі наукові експериментальні і теоретичні дослідження:

- міцності на згин та конструктивні рішення з підсилення балкових конструктивних елементів перекриттів, які здійснюються шляхом нарощування їх перерізів;
- міцності на згин та конструктивні рішення з підсилення плитних конструктивних елементів перекриттів, які здійснюються шляхом нарощування їх перерізів.

Проведений аналіз дозволив сформулювати мету, задачі і напрямки досліджень дисертаційної роботи. Розглянуті джерела інформації вважаю достатніми. Принципових зауважень з аналізу немає.

У **розділі 2** подані теоретичні розробки автора, а саме:

- класифікація варіантів способів підсилення (відновлення) балкових і плитних залізобетонних прогонних конструктивних елементів перекриттів будівель і споруд шляхом нарощування їх перерізів;
- метод розрахунку міцності на згин залізобетонних балкових елементів, які підсилені шляхом нарощування площі поздовжнього армування в розтягувальній зоні їх перерізу за допомогою додаткових арматурних стержнів, які закріплюються (з'єднуються) до стержнів існуючого армування завдяки переривистих зварних швів;
- метод розрахунку міцності на згин комбінованих Т-подібних перерізів балкових і плитних елементів залізобетонних перекриттів, які підсилені шляхом улаштування в них додаткового залізобетонного шару набетонування в зоні стиску та додаткового армування в зоні розтягу;
- методика розрахунку міцності на згин комбінованих залізобетонних балкових елементів, які утворюються в результаті їх підсилення шляхом двобічного симетричного нарощування їх перерізів;
- аналітичні залежності щодо розрахунку горизонтального зусилля зсуву між компонентами в комбінованому перерізі плитного чи балкового конструктивного елемента залізобетонного перекриття, підсилення якого здійснюється шляхом нарощування перерізів одночасно в стисненій і розтягувальній їх зонах, залежно від напружено-деформованого стану в момент його руйнування.

У **розділі 3** проведені експериментальні дослідження зразків у вигляді зварених внакладку окремих поздовжніх арматурних стержнів складеного перерізу з різними конструктивними рішеннями, які утворюються при підсиленні залізобетонних балкових елементів шляхом нарощування перерізу в розтягнутій зоні. Досліджувалися вплив різних факторів на міцність зразків при розтягуванні, їх деформативність та характер розподілу внутрішніх зусиль по їх довжині при дії зовнішнього зусилля, яке моделює стадію позацентрового розтягу робочої арматури в нижній зоні перерізів балкових елементів при згині чи при застосуванні в них попереднього напруження. В результаті експериментальних досліджень були отримані величини коефіцієнтів зниження міцності на розтяг перерізів ( $\gamma_{sy}$ ) та концентрації напруження ( $K_{\sigma y}$ ), які необхідно застосовувати в методиці розрахунку міцності на згин залізобетонних балкових

елементів, які підсилені шляхом нарощування площі поздовжнього армування в розтягувальній зоні їх перерізу за допомогою додаткових арматурних стержнів, які закріплюються (з'єднуються) до стержнів існуючого армування завдяки переривистим зварним швам.

У **розділі 4** запропоновані практичні методи розрахунку і проектування конструктивних елементів з підсилення балкових і плитних елементів залізобетонних перекриттів, яке здійснюється шляхом нарощування їх перерізів, що працюють на згин, а саме:

- підсилення збірних залізобетонних ребристих плит перекриття шляхом нарощування перерізу додатковими залізобетонним шаром в стиснутій зоні та армуванням в розтягнутій зоні у вигляді шпренгельної затяжки;
- підсилення плитних і балкових елементів монолітного залізобетонного перекриття, яке здійснюється шляхом нарощування перерізів додатковими залізобетонним шаром в стиснутій зоні та армуванням в розтягнутій зоні у вигляді шпренгельної затяжки;
- підсилення балкових залізобетонних елементів шляхом нарощування перерізів додатковим залізобетонним шаром симетрично з двох їх боків;
- підсилення збірних залізобетонних багатопустотних плит перекриття шляхом нарощування перерізу додатковими залізобетонним шаром в стиснутій зоні та армуванням в розтягнутій зоні у вигляді горизонтальної чи шпренгельної затяжки;
- підсилення залізобетонних балок шляхом нарощування перерізів в розтягувальній зоні за допомогою додаткових поздовжніх арматурних стержнів, які з'єднуються з існуючими стержнями за допомогою переривистих зварних швів.

В кожній методиці запропонованих методів розрахунку і проектування конструктивних елементів з підсилення плитних і балкових конструктивних елементів залізобетонних перекриттів приведені приклади їх практичного застосування. Впровадження в проектну практику запропонованих автором методик з підсилення балкових і плитних залізобетонних прогонних конструктивних елементів перекриттів шляхом нарощування їх перерізів дозволить ефективно вирішувати конструктивні задачі, пов'язані з їх посиленням під час ремонту, реконструкції чи відновленні будівель та споруд.

У **загальних висновках** сформульовано основні результати, отримані при вирішенні наукових задач дисертаційної роботи.

У дисертаційній роботі відсутні ознаки порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів має посилання на відповідне джерело.

Слід додатково відзначити, що дисертація оформлена охайно, добре проілюстрована (49 рисунків), окремий матеріал роботи здобувачка представила у вигляді компактних таблиць. Загальні висновки до дисертації логічні, короткі й у цілому відповідають пунктам наукової новизни.

**Особистий внесок здобувачки.** Наведені в дисертаційній роботі результати досліджень отримані автором самостійно і виносяться до захисту вперше.

Здобувачкою виконано наступне:

- запропоновано класифікацію варіантів способів підсилення (відновлення) балкових залізобетонних конструктивних елементів шляхом нарощування їх перерізів;
- розроблено методи розрахунку міцності на згин балкових і плитних конструктивних елементів залізобетонних перекриттів, які підсилені шляхом нарощування перерізів, а саме:
  - метод розрахунку міцності на згин залізобетонних балкових елементів, які підсилені шляхом нарощування площі поздовжнього армування в розтягувальній зоні їх перерізу за допомогою додаткових арматурних стержнів, які закріплюються (з'єднуються) до стержнів існуючого армування завдяки переривистих зварних швів;
  - метод розрахунку міцності на згин комбінованих Т-подібних перерізів балкових і плитних елементів залізобетонних перекриттів, які підсилені шляхом улаштування в них додаткового залізобетонного шару набетонування в зоні стиску та додаткового армування в зоні розтягу;
  - методика розрахунку міцності на згин комбінованих залізобетонних балкових елементів, які утворюються в результаті їх підсилення шляхом двобічного симетричного нарощування їх перерізів;
- удосконалено методику розрахунку поздовжнього зусилля зсуву між компонентами в комбінованому перерізі залізобетонних балкових і плитних конструктивних елементів, що підсилені, залежно від їх НДС в момент руйнування;
- експериментально досліджено на окремих зразках, які представляли собою зварені внакладку окремі поздовжні арматурні стержні складеного перерізу з різними конструктивними рішеннями, які утворюються при підсиленні залізобетонних балкових елементів шляхом нарощування перерізу в розтягненій зоні, вплив різних факторів на їх міцність на розтяг,

деформативність та характер розподілу внутрішніх зусиль по їх довжині при дії зовнішнього зусилля, яке моделює стадію позацентрового розтягу робочої арматури в нижній зоні перерізів балкових елементів при згині чи при застосуванні в них попереднього напруження;

- розроблено практичні методи розрахунку і проектування конструктивних рішень: з підсилення збірних залізобетонного ребристих плит перекриття, збірних залізобетонних багатопустотних плит (панелей) перекриття та плитних і балкових конструктивних елементів монолітного залізобетонного перекриття шляхом нарощування перерізів одночасно в їх стисненій і розтягувальній зонах; з підсилення залізобетонних балкових конструктивних елементів шляхом нарощування бокових граней їх перерізів; з підсилення залізобетонних балок шляхом нарощування перерізу в розтягувальній зоні за допомогою поздовжній додаткових арматурних стержнів, які з'єднуються з існуючими стержнями за допомогою переривчастих зварювальних швів.

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

Основні результати, наукові положення, висновки та рекомендації достатньо повно відображено у 22 наукових роботах, у т. ч.: 4-х статтях у фахових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України категорії «Б»; 5-х статтях у виданнях, які включені до реферативної і наукометричної бази Scopus; 13 працях і тезах у збірниках за матеріалами конференцій.

Наукові праці Азізової Анни Геннадіївни відповідають вимогам п. 8 «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. Наведені у дисертації розробки пройшли апробацію на 13-ти конференціях різного рівня, де доповідалися основні положення та результати досліджень.

#### **Дискусійні положення та зауваження до дисертації.**

Незважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, слід вказати на певні дискусійні положення та зауваження, зокрема:

1. За якими основними науковими напрямками здійснювався у розділі 1 огляд літературних джерел з проблематики досліджень дисертаційної роботи?

2. На основі яких критеріїв була сформована класифікація варіантів способів підсилення (відновлення) балкових і плитних залізобетонних прогонних конструктивних елементів перекриттів будівель і споруд шляхом

нарощування їх перерізів, яка наведена в таблиці 2.1 розділу 2 дисертаційної роботи?

3. В чому відмінність запропонованої в дисертації методики розрахунку міцності на згин балкових конструктивних елементів таврового перерізу, які підсилюються одночасно в стисненій і розтягувальній зоні їх перерізів, в порівнянні з існуючими методиками розрахунку і конструювання підсилення прогонних залізобетонних конструкцій, що згинаються?

4. Яка була основна мета експериментальних досліджень, що були проведені у розділі 3 дисертаційної роботи?

5. Які фактори вплинули на пониження чи підвищення міцності на розтяг перерізів арматурних стержнів-зразків складеного перерізу, які були випробувані в розділі 3 дисертаційної роботи?

6. Для яких конструктивних елементів і видів залізобетонних перекриттів можна використати методи розрахунку міцності на згин та конструювання елементів з їх підсилення, які приведені в розділі 2 дисертаційної роботи?

7. Чи можна застосувати запропоновані в дисертаційній роботі методи розрахунку і проектування балкових і плитних залізобетонних конструктивних елементів, що підсилюються шляхом нарощування перерізу, при проектуванні приміщень захисної споруди цивільного захисту (укриття) в існуючих (вже збудованих) будівлях і спорудах?

### **Загальний висновок.**

Результати аналізу дисертації, анотацій українською та англійською мовами, опублікованих праць за темою роботи «Міцність на згин залізобетонних балкових конструктивних елементів, які підсилені шляхом нарощування перерізу» дають підстави для висновку про те, що проведені Азізовою Анною Геннадіївною дослідження є завершеною самостійною науковою роботою, в якій була вирішена конкретна наукова задача з розробки теоретичних положень і удосконалення загального методичного підходу з розрахунку міцності на згин і проектування конструктивних елементів з підсилення плитних і балкових конструктивних елементів залізобетонних перекриттів, яке здійснюється шляхом нарощування перерізу, яка має важливе наукове значення для розвитку теорії та практичне значення при розробці проектів з реконструкції і відновлення перекриттів (покриттів) будівель і споруд. Особливо це на сьогодні має актуальність при відновленні об'єктів пошкодженої інфраструктури та модернізації застарілого житлового фонду.

Вказані зауваження не змінюють загального позитивного враження від дисертації. У роботі відсутні порушення академічної доброчесності.

За рівнем наукової новизни отриманих результатів та їх практичного значення дисертація «Міцність на згин залізобетонних балкових конструктивних елементів, які підсилені шляхом нарощування перерізу» є закінченою роботою, містить наукову новизну, має теоретичне значення для подальшого удосконалення положень нормативних документів з розрахунку і проектування конструктивних елементів з підсилення балкових і плитних конструкцій залізобетонних перекриттів шляхом нарощування їх перерізів, а розв'язані в роботі задачі мають істотне практичне значення для будівельної галузі, робота відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) і «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 12.01.2022 р., а її автор Азізова Анна Геннадіївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри комп'ютерних  
технологій будівництва Державного  
університету «Київський авіаційний інститут»

Олександр ЛАПЕНКО