

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Мінюкової Анни Дмитрівни

на тему: «Удосконалення методу підсилення залізобетонних прогонових будов на транспортних спорудах»

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Актуальність теми дисертаційної роботи

Надійне та тривале функціонування мостових споруд безпосередньо залежить від точності прогнозування їхнього напружено-деформованого стану впродовж усього розрахункового терміну експлуатації — від моменту зведення до проведення реконструктивних чи підсилювальних заходів.

У прогонових будов, які тривалий час обслуговуються на автомобільних шляхах України внаслідок цієї експлуатації, зміни нормативних навантажень та накопичення пошкоджень відбувається перерозподіл внутрішніх зусиль і зміна характеру роботи конструкції. Одним із напрямів підвищення несної здатності існуючих мостових споруд є застосування зовнішнього напруженого армування. Ефективність такого підсилення визначається не лише величиною створюваного попереднього напруження, а й особливостями напружено-деформованого стану системи «існуюча залізобетонна конструкція – зовнішні елементи підсилення», який залежить від геометричних параметрів прогонової будови, конструктивної схеми, характеристик матеріалів та умов взаємодії елементів.

Існуючі методи розрахунку підсилених конструкцій не завжди забезпечують комплексне оцінювання впливу зовнішнього попереднього напруження на зміну деформацій та несної здатності прогонових будов. У зв'язку з цим актуальним є удосконалення розрахункових моделей, що поєднують аналітичні методи та чисельне моделювання, для більш достовірного прогнозування роботи підсилених конструкцій.

Тема відповідає пріоритетам розвитку дорожньої галузі України, включаючи програми відновлення транспортних споруд та узгоджується з міжнародними тенденціями щодо підвищення довговічності мостів.



Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана відповідно до тематики науково-дослідних робіт кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд Національного транспортного університету та планів науково-дослідних і проєктно-конструкторських робіт Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України. Основні результати дослідження отримані в рамках виконання господарсько-договірних науково-дослідних робіт: «Виконати аналіз та розробити посібник з впровадження та дотримання міжнародних вимог проєктування автодорожніх мостів» (д/б № 97-21, державний реєстраційний № 0121U112656); «Виконати аналіз та розробити методичні рекомендації щодо проєктування та влаштування тимчасових автомобільних доріг і мостів на них» (д/б № 107-23); «Виконати дослідження щодо забезпечення стандартів надійності мостів з урахуванням їхнього технічного стану та розрахункових навантажень» (д/б № 59, державний реєстраційний № 0125U003495).

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій

Дисертаційна робота має логічну структуру, матеріал викладено послідовно з використанням сучасної науково-технічної термінології, що відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Зокрема, робота має достатній обсяг основного тексту, складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (понад 100 позицій) та додатків. Робота проілюстрована розрахунковими схемами, результатами чисельного моделювання та експериментальних досліджень.

У вступі автором сформульовано мету та завдання дослідження, визначено об'єкт і предмет, наведено наукову новизну та практичне значення роботи. Постановка задачі дослідження є коректною, а її структура забезпечує послідовний перехід від теоретичного аналізу до чисельного моделювання, експериментальної перевірки та розроблення практичних рекомендацій.

У першому розділі виконано аналіз технічного стану існуючих залізобетонних прогонових будов, узагальнено характерні дефекти, причини їх виникнення та вплив на втрату несної здатності й довговічності конструкцій. Проаналізовано зміну нормативних транспортних навантажень та встановлено їх вплив на напружено-деформований стан прогонових будов. Показано, що перехід від проєктних навантажень до фактичних супроводжується суттєвим зростанням внутрішніх зусиль, що обґрунтовує

необхідність підсилення функціонуючих конструкцій. Проаналізовано сучасні методи підсилення, серед яких нарощування перерізу, застосування сталевих конструкцій, композитних матеріалів та зовнішнього попередньо напруженого армування. За результатами аналізу встановлено, що найбільш перспективним для підсилення залізобетонних прогонових будов мостів є застосування зовнішнього попередньо напруженого армування, яке дозволяє суттєво підвищити несну здатність конструкцій без значної зміни їх геометричних параметрів і конструктивної схеми.

У другому розділі розроблено теоретичні засади дослідження роботи залізобетонних прогонових будов, підсилених зовнішнім попередньо напруженим армуванням. Автором обґрунтовано розрахункову модель конструкції, наведено методику визначення її напружено-деформованого стану та несної здатності з урахуванням фізико-механічних характеристик матеріалів, геометричних параметрів конструкції та особливостей роботи системи зовнішнього попереднього напруження. Обґрунтованість отриманих результатів забезпечена використанням положень теорії міцності залізобетону, будівельної механіки, методу граничних станів та сучасних методів чисельного моделювання. Розрахунково-аналітичні дослідження виконано із застосуванням методу скінченних елементів, що дозволило врахувати особливості просторової роботи прогонових будов та вплив зовнішнього попередньо напруженого армування на їх напружено-деформований стан.

У третьому розділі виконано комплексне дослідження ефективності підсилення залізобетонних прогонових будов із застосуванням зовнішнього попередньо напруженого армування. Автором запропоновано коефіцієнт ефективності підсилення, який характеризує здатність конструкції забезпечувати сприйняття фактичних навантажень та може бути використаний для оцінювання доцільності застосування запропонованого способу підсилення. Досліджено вплив довжини прогонової будови на ефективність підсилення, встановлено закономірності зміни несної здатності конструкцій до та після підсилення, а також виконано аналіз зміни їх напружено-деформованого стану. Експериментально підтверджено ефективність запропонованого методу. На основі інструментальних досліджень визначено величини будівельного підйому та деформацій прогонових будов при натягуванні пучків канатів. Отримані результати підтвердили ефективність

запропонованого методу підсилення за рахунок підвищення жорсткості конструкції та зменшення прогинів.

Достовірність експериментальних досліджень забезпечується високими значеннями коефіцієнта апроксимації.

У четвертому розділі сформульовано вимоги до технічного стану існуючих конструкцій, міцнісних та експлуатаційних характеристик бетону, а також параметрів системи зовнішнього попереднього напруження, дотримання яких забезпечує надійну та ефективну роботу підсиленої конструкції. Розроблені та запропоновані практичні рекомендації можуть бути використані при проектуванні підсилення, виконанні протиаварійних заходів, реконструкції та капітальному ремонті залізобетонних мостів.

Висновки до всіх розділів випливають із результатів виконаних теоретичних, чисельних і експериментальних досліджень та є логічно взаємопов'язаними. Достовірність отриманих наукових результатів підтверджується їх узгодженістю з результатами статистичної обробки математичного експерименту, що свідчить про належний рівень обґрунтованості наукових положень дисертаційної роботи.

Наукова новизна отриманих результатів

1) Розроблено аналітичний підхід до оцінювання напружено-деформованого стану залізобетонних прогонових будов, підсилених зовнішнім попередньо напруженим армуванням, який враховує особливості взаємодії існуючої конструкції та системи підсилення.

2) Удосконалено метод підсилення залізобетонних прогонових будов шляхом запровадження коефіцієнта ефективності, що дозволяє кількісно оцінювати результативність підсилення та обґрунтовувати вибір його параметрів

3) Подальшого розвитку набули методи експериментальної оцінки ефективності підсилення, що підтвердило достовірність запропонованих розрахункових моделей.

Практичне значення отриманих результатів

1) Розроблено практичні рекомендації щодо підсилення залізобетонних прогонових будов транспортних споруд із застосуванням зовнішнього попередньо напруженого армування, які містять вимоги до технічного стану існуючих конструкцій, міцності бетону, характеристик високоміцної

арматури, анкерних пристроїв, засобів антикорозійного захисту, а також порядку контролю втрат попереднього напруження під час виконання робіт.

2) Запропонований коефіцієнт ефективності підсилення дозволяє кількісно оцінювати доцільність застосування зовнішнього попередньо напруженого армування, визначати пріоритетність виконання робіт з підсилення залежно від технічного стану та конструктивних параметрів прогонової будови, а також обґрунтовувати вибір параметрів системи підсилення для забезпечення сучасних нормативних навантажень АК-15 та НК-100.

3) Практична цінність отриманих результатів підтверджується їх використанням у навчальному процесі при підготовці здобувачів за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія».

Повнота опублікування основних положень дисертаційної роботи

Основні положення та результати дисертаційної роботи висвітлені у 13 наукових працях, серед яких 6 наукових статей у фахових виданнях, 5 тез доповідей на наукових конференціях, 2 публікації, що додатково відображають результати дослідження, а також 1 нормативно-технічному документі. Публікації є репрезентативними, їх кількість задовольняє вимоги оприлюднення наукових результатів до дисертаційних досліджень на здобуття ступеня доктора філософії

Дискусійні питання та побажання до дисертаційної роботи

Дисертаційна робота є завершеним цілісним дослідженням, однак має наявні певні дискусійні положення, які суттєво не впливають на отримані наукові результати. Зокрема:

1. У роботі недостатньо висвітлено часову релаксацію зусиль у системі зовнішнього попередньо напруженого армування та як саме довготривала зміна напружено-деформованого стану системи «балка – підсилення» позначається на підсумковій ефективності запропонованого методу підсилення.

2. Основні розрахункові залежності та моделі чисельного аналізу, наведені у дисертаційній роботі в розділі 2, сформовано переважно для статично визначених балкових прогонових будов. Утім, для розширення межі практичного застосування розробленої методики доцільно було б проаналізувати роботу системи зовнішнього попередньо напруженого армування для нерозрізних конструктивних схем та мостових споруд зі

складною просторовою геометрією, де натяг канатів зумовлює появу додаткових моментів та складного напружено-деформованого стану.

3. У розділі 3 для більш повної оцінки впливу підсилення доцільно було б представити показники перерозподілу напружень, які спостерігаються окремо в бетоні та ненапруженій арматурі після введення в роботу системи зовнішнього армування, а також провести порівняння цих показників за різного рівня навантаження конструкції.

4. При описі розроблених чисельних моделей автором не наведено обґрунтування вибору параметрів дискретизації скінченно-елементної сітки. Доцільно було б представити розширений аналіз збіжності чисельного розв'язку та оцінити вплив розмірності й типу скінченних елементів на стабільність та достовірність отриманих результатів, особливо в зонах високої концентрації напружень.

Загальні висновки

Висловлені зауваження не мають принципового характеру та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи. Представлене дослідження є завершеною науковою працею, у якій на належному науково-методичному рівні вирішено актуальне науково-прикладне завдання, пов'язане з удосконаленням методу підсилення залізобетонних прогонових будов транспортних споруд. Отримані результати є науково обґрунтованими та мають практичне значення для будівельної галузі.

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, що за структурою, змістом, оформленням та повнотою висвітлення результатів у наукових виданнях відповідає вимогам п.6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України №44 від 12 січня 2022р. (із змінами згідно Постанови КМУ №341 від 21.03.2022р. та Постанови КМУ №502 від 19.05.2023р.), а її автор, Мінюкова Анна Дмитрівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».



Рецензент, доцент кафедри опору матеріалів
Национального транспортного университета
канд. техн. наук,
доцент

Олександр ІВАНУШКО

08 2026 р.

Віталій ЦИБУЛЬСЬКИЙ