

Відгук
офіційного опонента доктора технічних наук, професора
ЯКОВЕНКА Ігоря Анатолійовича
на дисертаційну роботу **ТЕРЕШКА Андрія Романовича**
«Несуча здатність залізобетонних балок, підсилених
композитними матеріалами за дії навантаження»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 19 – «Архітектура та будівництво»
за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Дисертаційна робота Терешка А.Р. виконана у Національному університеті «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України. На підставі вивчення дисертації та опублікованих за дослідженою темою наукових праць здобувача, а також матеріалів щодо апробації та практичного впровадження результатів виконаного Терешком Андрієм Романовичем наукового дослідження, можна констатувати наступне щодо актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, достовірності та наукової новизни одержаних результатів, повноти їхнього викладення у наукових працях та визначити загальну оцінку проведеного дослідження.

Актуальність обраної теми дослідження. Представлена до захисту дисертаційна робота Терешка А.Р. направлена на вирішення наукової задачі визначення несучої здатності залізобетонних балкових конструкцій, які працюють на згин, посилені композитними матеріалами за дії навантаження.

Реконструкція будівель та споруд, особливо із залізобетону, є невід’ємною складовою сучасної будівельної галузі. Вибір раціонального методу посилення залізобетонних конструкцій вимагає від інженерів побудови дійсної розрахункової схеми, яка б враховувала усі особливості визначення напружено-деформованого стану та загальну експлуатаційну придатність конструкцій після посилення. Особливо задача ускладнюється у випадку виконання посилення без зняття навантаження у реальних умовах експлуатації.

Але під час виконання експериментальних досліджень, можна чітко спостерігати за поведінкою посилених залізобетонних конструкцій. Це дозволило автору обґрунтовано використовувати відповідні принципи, положення та концепції деформаційної моделі, покладеної в основу діючих нормативних документів для створення практичних алгоритмів визначення несучої здатності. Застосування композитної системи Ruredill X Mesh Gold за умов дії початкового навантаження щодо посилення залізобетонних балкових конструкцій підтверджує **актуальність** обраної теми досліджень, має теоретичне значення та практичне застосування у будівельній галузі науки, особливо під час проведення реконструкції та відновлення будівель та інженерних споруд.

Зв'язок дисертації з науковими програмами і планами, темами.

Дисертаційні дослідження проведені у рамках науково-дослідної роботи «Розроблення способів підсилення залізобетонних конструкцій композитними матеріалами та методика розрахунку конструкцій в дійсних умовах експлуатації» (номер державної реєстрації 0117U004444) 2017–2018 рр.

Тема дисертації відповідає сучасним напрямам науково-технічної політики держави щодо регулювання питання організації оцінювання технічного стану та виконання першочергових робіт з відновлення пошкоджених внаслідок бойових дій будівель та споруд згідно постанови КМУ від 19.04.2022 р. № 473 «Порядок виконання невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків збройної агресії РФ, пов'язаних із пошкодженням будівель та споруд».

Загалом, тема дисертаційної роботи і отримані результати відповідають науковому напрямку кафедри будівельних конструкцій та мостів Національного університету «Львівська політехніка».

Рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Базовими складовими дисертації є обґрунтування параметрів несучої здатності та деформативності залізобетонних балок, посилені композитною тканиною за дії навантаження, які визначені експериментальним та теоретичним шляхом.

Для досягнення зазначеної мети в дисертації були поставлені завдання, зокрема:

- розробити, апробувати методику та провести експериментальні дослідження залізобетонних балок, посилені композитною тканиною за дії початкового рівня навантаження задля визначення несучої здатності та деформативності та встановлення залежностей ефективності підсилення від величини початкового навантаження;

- розробити та апробувати методику розрахунку несучої здатності та деформативності залізобетонних балок, посилені композитною тканиною з врахуванням початкового рівня навантаження, яка базується на діючих будівельних нормах проєктування України.

Об'єктом дослідження є процеси посилення залізобетонних балок композитною тканиною. Предметом дослідження є несуча здатність нормальних перерізів залізобетонних балок, які працюють на згин, посилені композитною тканиною за дії навантаження.

Теоретико-методологічною основою дисертаційного дослідження є загальнонаукові та спеціальні методи пізнання явищ та процесів: аналіз, синтез, індукція, дедукція, аналогія, абстрагування, монографічний, графічний, системний, логічний методи та інші.

У теоретичних і чисельних дослідженнях роботи використані спеціалізовані методи: механіки твердого деформівного тіла, будівельної механіки та теорії залізобетону.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи забезпечується використанням

фундаментальних закономірностей опору матеріалів, будівельної механіки, співставленням отриманих даних з експериментальними результатами та чисельними результатами за нормативними методиками, а також статистичною обробкою отриманих результатів.

Основні наукові положення і висновки дисертаційної роботи апробовані і пройшли обговорення на всеукраїнських та міжнародних науково-технічних конференціях (2022–2024 рр.). У повному обсязі дисертаційна робота доповідалась на науковому фаховому семінарі кафедри будівельних конструкцій та мостів Національного університету «Львівська політехніка».

Про достатню обґрунтованість наукових положень та висновків роботи свідчить впровадження отриманих результатів при розробці проєктів реконструкції будівель громадського призначення.

Враховуючи вищенаведене, слід вважати, що ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків є такою, що відповідає вимогам до дисертаційних робіт, представленим на отримання наукового ступеня доктора філософії.

Новизна наукових положень та результатів, отриманих і представлених у дисертаційній роботі Терешка А.Р. полягає у наступному:

- розроблено методику експериментальних досліджень залізобетонних балкових конструкцій, які працюють на згин, посилених зовнішньою композитною тканиною із варіюванням рівня початкового навантаження;

- отримані нові результати експериментальних досліджень несучої здатності та деформативності залізобетонних балкових конструкцій, які працюють на згин, посилених зовнішньою композитною тканиною в залежності від рівня початкового навантаження;

- запропоновані практичні алгоритми визначення несучої здатності та прогинів залізобетонних балкових конструкцій, які працюють на згин, посилених зовнішньою композитною тканиною на базі діючих нормативних документів України;

- отримані результати порівняльного аналізу теоретичних та експериментальних параметрів несучої здатності і деформативності залізобетонних балкових конструкцій, які працюють на згин, посилених зовнішньою композитною тканиною, який підтверджує ефективність та достатню збіжність результатів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці інженерних алгоритмів визначення несучої здатності та прогинів залізобетонних балкових конструкцій, які працюють на згин, посилених зовнішньою композитною тканиною на базі діючих нормативних документів України.

Розроблені пропозиції щодо визначення несучої здатності та деформативності залізобетонних балкових конструкцій, посилених зовнішньою композитною тканиною із варіюванням рівня початкового

навантаження можуть бути використані під час визначення дійсного технічного стану та подальшого ефективного відновлення експлуатаційної придатності будівель та інженерних споруд.

Результати наукових досліджень, отриманих у дисертації, були впроваджені у практику будівництва під час реконструкції низки об'єктів та у навчальний процес НУ «Львівська Політехніка».

Повнота викладу матеріалів роботи в опублікованих працях. Основні результати дисертаційної роботи викладені у 5 наукових працях, з них 2 статті у наукових фахових виданнях України, 3 статті у наукових періодичних виданнях інших держав, які включено до міжнародних наукометричних баз (з них 2 статті у НМБД Scopus).

Аналіз публікацій Терешка А.Р. свідчить, що вони всебічно і достатньо повно висвітлюють наукові положення, висновки та рекомендації, які знайшли своє відображення у дисертації. У публікаціях, виконаних у співавторстві, чітко зазначено особистий внесок здобувача у відповідності до отриманих результатів. Основний зміст дисертації характеризується послідовністю та логічністю.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Дисертація та наукові публікації, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не містять порушень академічної доброчесності (академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації).

Значимість роботи для науки і техніки. Отримані у дисертації наукові та практичні результати дозволяють із більшою ефективністю відновлювати та посилювати залізобетонні балкові конструкції, які зазнають дії згинальних моментів. Запропоновані у роботі положення можуть бути використані під час проведення реконструкції будівель та інженерних споруд із залізобетону для будівельної галузі науки.

Склад і структура дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Терешка Андрія Романовича складається з анотацій (українською та англійською мовами), списку публікацій здобувача за темою дисертації, змісту, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 144 найменування, чотирьох додатків. Загальний обсяг роботи складає 149 сторінок, з яких 109 сторінок основного тексту, 42 рисунки, 11 таблиць, 16 сторінок списку використаних джерел та 10 сторінок додатків.

Представлена до захисту дисертаційна робота оформлена згідно з чинними вимогами МОН України, містить усі необхідні складові.

Зміст анотацій розкриває основні положення та характеризує зміст дисертаційної роботи.

У **вступі** обґрунтовано вибір теми дисертаційного дослідження та його актуальність; представлений зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; наведені мета та задачі дослідження; предмет та об'єкт дослідження; наукова новизна та практичне значення результатів роботи; особистий внесок здобувача; апробація дисертаційної роботи; публікації здобувача за темою дисертації; структура і обсяг роботи.

Перший розділ дисертації присвячений дослідженню залізобетонних конструкцій, посилених композитними системами. Наведені основні причини, які викликають необхідність посилення залізобетонних конструкцій будівель та інженерних споруд. Представлені основні характеристики та різновиди існуючих композитних матеріалів, які використовуються у будівельній галузі. Описані принципи застосування сучасних композитів у будівництві та особливості застосування композитів при посиленні будівельних конструкцій. Проаналізовані методики оцінки напруженого стану посиленних залізобетонних, що працюють на згин.

Підтверджена актуальність теми дисертації, сформульовано мету та задачі досліджень, встановлена доцільність виконання обраної теми.

Другий розділ дисертації описує методику проведення дисертаційних досліджень та включає програму та об'єм експериментальних досліджень, конструкцію дослідних зразків. Наведені фізико-механічні характеристики матеріалів дослідних зразків: робочої арматури, бетону дослідних зразків, матеріалу посилення конструкцій. Зосереджено увагу на методиці випробування контрольних непосилених залізобетонних балкових конструкцій та методиці випробування дослідних залізобетонних зразків посиленних композитною системою Ruredil X Mesh Gold.

Третій розділ дисертації містить основні результати експериментальних досліджень залізобетонних балок, посиленних композитною системою Ruredil X Mesh Gold. Наведені критерії вичерпання несучої здатності непосилених та посиленних експериментальних залізобетонних балок композитною системою Ruredil X Mesh Gold. Проведений аналіз граничних деформацій арматури та бетону конструкції залізобетонних балок, посиленних системою Ruredil X Mesh Gold. Представлені результати експериментальних даних щодо несучої здатності та деформативності залізобетонних балок усіх серій дослідних зразків.

Четвертий розділ дисертації здобувач присвятив розробці алгоритмів розрахунку залізобетонних балок, посиленних композитною системою Ruredil X Mesh Gold початковим рівнем навантаження та порівнянню теоретичних та експериментальних значень несучої здатності та деформативності залізобетонних балок. Виконаний теоретичний розрахунок непосилених та посиленних залізобетонних балок з різним відсотком початкового рівня навантаження. Представлені результати порівняльного аналізу визначення несучої здатності та прогинів залізобетонних зразків.

Загальні висновки по роботі відображають отримані у процесі дослідження результати, підтверджують поставлені задачі та обґрунтовують наведену наукову новизну.

У **додатках** наведені: фотофіксація експериментальних випробувань залізобетонних балок; акти впровадження результатів дослідження; список публікацій за темою дисертації; відомості про апробацію результатів дисертації.

Висновки та пропозиції, що викликають певні сумніви, зауваження або вказують на окремі суперечності та можуть слугувати підґрунтям

дискусії під час захисту дисертації. Оцінюючи дисертацію Терешка Андрія Романовича, яка виконана на достатньо високому науковому рівні, слід висловити деякі зауваження, які відносяться до дискусійних питань та побажань:

1) Досить цікавим є проведений огляд-аналіз, присвячений дослідженню залізобетонних конструкцій, посилених композитними системами, але бажано було б навести схему-класифікацію способів посилення таких конструкцій із аналізом відповідних розрахункових схем, що значно спростило б сприйняття та розуміння існуючих невирішених проблем у даному напрямку.

2) Питаннями оцінювання несучої здатності посилених залізобетонних конструкцій займалося багато провідних вчених України, але на стор. дисертації відсутній аналіз цілої плеяди провідних наукових шкіл за обраною темою: проф. Барашикова А.Я., Бабича Є.М., Бліхарського З.Я., Бамбури А.М., Голишева О.Б., Городецького О.С., Дорофєєва В.С., Колчунова В.І., Клименка Є.В., Карпюка В.М., Шмуклера В.С., Шагіна О.Л. та ін. Навіть львівська наукова школа, яку зараз очолює проф. З.Я. Бліхарський досить стисло представлена на сторінках розділу. Слід відмітити, що наукові праці перерахованих вчених знайшли своє відображення у списку використаних джерел.

3) Бажано було б більше уваги приділити аналізу нормативних документів та практичних рекомендацій провідних країн Європи (Eurocode 2, Eurocode 6, The fib Model Code), США (ACI 318-05/ACI 381R-05; ACI 530/ASCE 5/TMS 402), Великої Британії (BS EN 1992-1-2:2004) тощо;

4) Під час проведення експериментальних досліджень бажано було б дублювати покази механічних приладів (індикаторів годинникового типу) показами інших приладів, наприклад тензорезисторами. Хоча є зрозумілим складність і трудоемність проведеного автором експерименту.

5) Зі змісту дисертації не є зрозумілим, яка кількість рівнів утворення тріщин спостерігалася на дослідних зразках усіх серій. Бажано було б навести схеми утворення та розповсюдження тріщин (ширини розкриття тріщин та відстаней між ними), що значно б розширило наявний дослідний матеріал. Досить цікавими могли б бути графіки залежностей ширини розкриття тріщин, відстаней між тріщинами у залежності від зміни рівня навантаження.

6) Посилення залізобетонних балкових конструкцій, які працюють на згин композитними матеріалами за дії навантаження безумовно впливає на жорсткість таких конструкцій. На скільки відсотків підвищується жорсткість таких конструкцій при застосуванні обраного способу посилення у порівнянні зі звичайною конструкцією?

7) Представлена дисертаційна робота відкриває плеяду актуального наукового напрямку посилення залізобетонних конструкцій композитними матеріалами за дії різних видів напружено-деформованого стану, типів навантажень, форм та розмірів поперечних перерізів конструкцій тощо. Було б цікавим у подальшому здійснити варіювання класів бетону, відсотку

робочого армування, геометричної форми та розмірів дослідних зразків із застосуванням обраного здобувачем способу посилення.

8) Напрямок подальшого розвитку цієї роботи є проведення чисельного моделювання, наприклад із застосуванням ПК «ЛІРА САПР», що дозволило б провести більш широкий порівняльний аналіз результатів виконаних експериментів та запропонованих автором практичних алгоритмів із застосуванням методу скінченних елементів.

Загальні висновки.

Зроблені зауваження не знижують як теоретичного, так і практичного загальнонаціонального значення дисертаційної роботи та можуть бути враховані при проведенні подальших наукових досліджень.

Вважаю, що за обсягом проведених теоретичних і експериментальних досліджень та їх науковим рівнем, важливістю теоретичних і прикладних результатів, повнотою опублікування, – дисертаційна робота Терешка Андрія Романовича на тему: «Несуча здатність залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами за дії навантаження» є завершеною науковою працею. У роботі розв'язано науково-прикладну задачу визначення несучої здатності залізобетонних балкових конструкцій, які працюють на згин, посилені композитними матеріалами за дії навантаження. Ця задача дозволяє удосконалити існуючі розрахункові методики та підвищити ефективність конструктивних рішень під час виконання посилення залізобетонних конструкцій та відновлення експлуатаційної придатності будівель та інженерних споруд у галузі будівництва.

Дисертаційна робота відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (із змінами, внесеними згідно з наказом МОН №759 від 31 травня 2019 року) та кваліфікаційним вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (постановою КМУ від 12.01.2022 №44 зі змінами), а її автор ТЕРЕШКО Андрій Романович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» з галузі знань 19 – «Архітектура та будівництво».

Офіційний опонент,
завідувач кафедри будівництва
Національного університету
біоресурсів і природокористування України,
доктор технічних наук, професор

Ігор ЯКОВЕНКО

Сіришес
Чешієє

Ігор Яковенко засвідчує
згідно з вимогами
України
Оригінал

