

Відгук офіційного опонента
на дисертаційну роботу Титаренка Романа Юрійовича на тему
«Надійність залізобетонних балок, підсилених при дії навантаження»,
представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

Актуальність будь яких робіт з імовірністю аналізу будівельних конструкцій надзвичайно висока, адже такі роботи дозволяють дати математичне обґрунтування визначених часткових коефіцієнтів надійності, які застосовуються в нормативних та інженерних детермінованих методиках розрахунку будівельних конструкцій. І тут зміна значення кожного коефіцієнту надійності веде до суттєвих змін витрат матеріалів. І якщо вплив таких стохастичних параметрів як геометричні розміри елементів та характеристики матеріалів (міцнісні, деформаційні і т.п.) для непідсиленних конструкцій є достатньо добре вивчені за останній період, то рівень навантаження на конструкцію в момент підсилення – ні. Тому врахування та дослідження впливу цього параметру було однією з головних задач дисертаційної роботи. Додатково, імплементація нових норм для розрахунку залізобетонних конструкцій в практику проектування викликає необхідність апробування деформаційної моделі в розрізі надійнісного проектування.

Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри будівельних конструкцій та мостів Національного університету «Львівська політехніка». Дисертація виконана в межах науково-дослідної роботи «Теоретичні та експериментальні дослідження звичайних та попередньо напружених залізобетонних, металевих, дерев'яних та інших конструкцій будівель, споруд, мостів і фундаментів та методів їх підсилення» (номер державної реєстрації 0117U007366).

Оцінка змісту дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, загальних висновків, списку використаних джерел із 161 найменування та 3 додатків. Робота викладена на 200 сторінках машинописного тексту, у тому числі містить 133 сторінки основного тексту, 16 сторінок списку використаних джерел, 31 таблицю, 34 рисунки та 32 сторінки додатків.

Наукову новизну досліджень складають:

- удосконалено методики оцінки надійності (в частині безвідмовності) непошкоджених прямокутних залізобетонних балок, підсиленних різними методами при дії навантаження;
- вперше визначено та включено в методику розрахунку безвідмовності значення коефіцієнтів γ , які враховують діючий в момент підсилення рівень навантаження конструкції;

– отримано нові теоретичні результати розрахунку показників надійності (безвідмовності) згинаних залізобетонних елементів, підсилених різними методами при дії навантаження – індексів надійності β та ймовірності безвідмовної роботи $P(\beta)$;

– оцінено рівень впливу стохастичної складової прийнятих в розрахунок параметрів резерву несучої здатності балок після підсилення, а також ефективність того чи іншого методу підсилення на загальний рівень надійності конструкцій;

– удосконалено кінцево-елементні нелінійні моделі розрахунку залізобетонних згинаних елементів, підсилених різними методами при дії навантаження;

– встановлено та запропоновано значення часткових коефіцієнтів надійності ξ , які рекомендується використовувати при розрахунку згинаних залізобетонних елементів, підсилених при дії навантаження, в розрізі забезпечення їх безвідмовності.

Практичне значення одержаних результатів полягає в можливості використання розроблених принципів методик оцінки надійності при проектуванні залізобетонних згинаних елементів, підсилених різними методами при дії навантаження, зокрема, при закладанні їх проектних рівнів надійності. Запропоновані методики дають можливість з достатньо високою точністю оцінювати фактичну надійність таких елементів, в т.ч. кількісно – за допомогою встановлення ймовірностей безвідмовної роботи $P(\beta)$, забезпечуючи при цьому економічність та ефективність прийнятих конструктивних рішень з підсилення. В свою чергу, приведені в роботі значення часткових коефіцієнтів надійності ξ рекомендовано використовувати при розрахунку розглянутих типів згинаних залізобетонних елементів, підсилених при дії навантаження.

Достовірність та обґрунтованість результатів забезпечено використанням при теоретичних дослідженнях фундаментальних закономірностей будівельної механіки, опору матеріалів, співставленням отриманих теоретичних даних з експериментальними результатами, даними чисельного моделювання роботи конструкцій, а також статистичною обробкою отриманих результатів.

Особистий внесок автора. Основні результати дисертаційної роботи одержано дисертантом самостійно. Участь автора у спільних публікаціях відображена в переліку опублікованих робіт.

Повнота висвітлення результатів у публікаціях і авторефераті. Основні положення дисертаційної роботи та результати досліджень опубліковані у 10 друкованих працях. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації.

Ступінь обґрунтованості наукових положень і виводів дисертанта доцільно розглянути по кожному розділу дисертації окремо.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми, показано її зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету та задачі дослідження, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, а також наведено дані про їх впровадження та рівень апробації

У *першому розділі* на 27 сторінках проведено огляд технічної літератури по тематиці досліджень, а саме: представлено існуючі методи підсилення згинаних залізобетонних елементів, розглянуто вихідні положення сучасної теорії надійності будівель і споруд, виконано аналіз досліджень надійності непідсиленних й підсиленних залізобетонних конструкцій, проаналізовано стан питання розрахунку фактичних показників надійності згинаних елементів після підсилення, а також виокремлено ключові невирішені задачі і причини їх виникнення. Крім того, були розглянуті фундаментальні засади ймовірнісного підходу до розрахунку та основні методи оцінки надійності будівельних конструкцій, розроблені на даний час.

У *другому розділі* на 35 сторінках були сформульовані мета і основні задачі дисертаційної роботи, розглянуто передумови проведення та інструменти теоретичного дослідження, а також представлено поетапну розробку принципів методик оцінки надійності (в частині безвідмовності) балок, підсиленних різними методами при дії навантаження.

Розроблені методики дали можливість оперувати стохастичними міцнісними (бетон, арматурна сталь, вуглепластикова стрічка) й геометричними (розміри поперечного перерізу до і після підсилення) параметрами резерву несучої здатності, а також рівня навантаження (коефіцієнти використання додаткових перерізів стрижневої арматури, стрічки та бетону) балок в момент підсилення.

У *третьому розділі* на 33 сторінках було наведено результати апробування запропонованих методик на реальних залізобетонних балках, підсиленних різними методами при дії навантаження, а також виконано аналіз отриманих значень показників надійності – індексів надійності β та ймовірностей безвідмовної роботи $P(\beta)$ відповідно.

У *четвертому розділі* на 20 сторінках описано чисельне моделювання роботи підсиленних балок у програмному комплексі «МІРАЖ–2015», виконано порівняльний аналіз отриманих результатів з результатами, знайденими на основі розрахунку за нормами проектування, здійснено оцінку ефективності методів підсилення (в розрізі очікуваних рівнів надійності), запропоновано часткові коефіцієнти надійності для балок, підсиленних різними схемами при дії навантаження, а також подано ряд рекомендацій щодо забезпечення безвідмовності (експлуатаційної надійності) таких конструкцій.

Загальні висновки по роботі в цілому відображають наукову значущість і практичну реалізацію.

Основним результатом дисертаційної роботи є вирішення важливої науково-технічної задачі розроблення принципів методик оцінки надійності непошкоджених залізобетонних балок, підсилених різними методами при дії навантаження, які б відображали реальні умови експлуатації досліджуваних конструкцій. Принциповою особливістю методик є пропозиція врахування як стохастичного параметру рівня навантаження балок в момент підсилення, що дасть можливість максимально точно моделювати фактичний вплив усіх випадкових параметрів на резерв несучої здатності.

Зауваження:

1. При формуванні предмету та об'єкту досліджень варто було б застосувати вираз «балок прямокутного перерізу», а не «прямокутних балок».
2. Огляд наукових публікацій варто було б розширити критикою детерміністичних розрахунків, а також аналізом робіт Київських та Дніпровських шкіл надійності будівельних конструкцій.
3. Дещо спірним є твердження підрозділу 2.2 щодо нормальності закону розподілу тимчасових навантажень.
4. Допущення про змінність міцнісних, деформативних та геометричних характеристик при детермінованості навантажень переводить розрахунки від аналізу безвідмовності (як характеристики надійності) до аналізу забезпеченості міцності, що була більш властива аналізованим автором лабораторним зразкам.
5. При розрахунку за блок схемою рис. 2.5, 2.7, 2.9 при $x > x_R$ слід було б перейти до розрахунку переармованих перерізів.
Запропоноване в блок-схемі «уточнення вихідних даних» - вимагає додаткових пояснень. Імовірнісний аналіз забезпеченості міцності переармованого перерізу становить окреме цікаве питання.
6. В таблиці 3.3 геометричних розмірів балок варто було б вказати коефіцієнти варіації змінних величин.
7. Проміжні арифметичні викладки сторінок 106-108, 125-128 варто було б винести в додатки.
8. Вимагає додаткових пояснень мале значення (0,24%) коефіцієнту варіації $V_{\gamma_{s,dis}}^{add}$ (стор. 123).
9. Визначений в підрозділі 4.2 експлуатаційний термін служби рівний 60 років можна вважати коректним лише при детермінованих рівнях навантаження (див. передумови дисертації). При випадкових навантаженнях цей термін може суттєво знизитись.

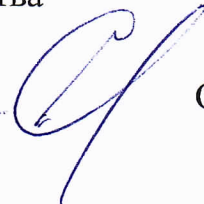
Наведені зауваження та побажання не знижують як теоретичного так і практичного значення дисертаційної роботи та можуть бути враховані при проведенні подальших досліджень.

Висновок щодо відповідності дисертації вимогам МОН України

Дисертація Титаренка Р.Ю. є цілісною, завершеною науковою працею, в якій вирішено науково-технічну проблему дослідження надійності залізобетонних балок, підсилених при дії навантаження різними методами, а саме забезпечення необхідного рівня їх безвідмовної роботи. Дослідження проведено на високому науковому рівні, дисертацію та автореферат оформлено згідно з існуючими вимогами «Порядку присудження наукових ступенів».

Оцінюючи роботу в цілому, вважаю, що за актуальністю і новизною, обсягом проведених досліджень та їх науковим рівнем, теоретичною і прикладною значущістю отриманих результатів, повнотою їх опублікування у фахових виданнях дисертація «Надійність залізобетонних балок, підсилених при дії навантаження» відповідає всім вимогам до кандидатських дисертацій, а її автор, ***Титаренко Роман Юрійович***, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,
професор, лауреат Державної премії України,
завідувач кафедри архітектури та міського будівництва
Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка



О.В. Семко

Підпис д.т.н., професора Семка О.В. засвідчую:
Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи
Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка,
д.т.н.



Б.О. Коробко