

**ВІДГУК**

опонента на дисертаційну роботу  
**Вегери Павла Івановича "Несуча здатність похилих перерізів залізобетонних балок посиленних композитними матеріалами за дії навантаження"**  
поданої до спеціалізованої вченої ради Д 35.052.16  
у Національному університеті «Львівська політехніка»  
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю  
05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

На розгляд подана дисертаційна робота, що складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 138 найменувань, 1-ого додатку. Робота викладена на 145 сторінках, у тому числі 125 сторінок основного тексту, з них 9 повних сторінок з рисунками і таблицями, 16 сторінок списку використаної літератури, 22 таблиці, 71 рисуноків та 4-и сторінки додатку.

**Актуальність роботи.** На сьогодні в Україні великий відсоток існуючих будівель і споруд перебувають в аварійному технічному стані: одні через закінчення терміну своєї експлуатації, інші через збільшення експлуатаційних навантажень, на які вони не розраховані. Не менш важливою є проблема якості будівельних матеріалів та робіт, що виконуються на будівельному майданчику. Через їх невідповідність нормам, існують нові будівлі, які, ще не вступивши в експлуатацію, потребують ремонту.

У зв'язку з цим виникає необхідність надійному, довговічному та рентабельному методі підсилення залізобетонних конструкцій. На сьогодні проведено не достатньо досліджень і вони не змогли дослідити всі фактори, що на них впливають. Практично відсутні дослідження підсилення залізобетонних конструкцій при дії на них навантаження, що практично завжди виконується при підсиленні конструкцій, будівель та інженерних споруд. Тому дослідження роботи згинальних залізобетонних елементів, підсиленних при дії на них навантаження, мають важливе теоретичне та практичне значення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Робота пов'язана з науково-дослідними темами, які виконувались у відповідності з планом науково-дослідних робіт кафедри будівельних конструкцій та мостів Національного університету «Львівська політехніка» за напрямком: «Теоретичні та експериментальні дослідження звичайних та попередньо напружуваних залізобетонних, металевих, дерев'яних та інших конструкцій будівель, споруд, мостів і фундаментів та методів їх підсилення з урахуванням різних видів армування, бетонування, способів та інтенсивності навантаження, дії агресивного середовища, підвищених температур» а також окремі результати отримані в рамках виконання держбюджетної теми «Розроблення методик визначення несучої здатності та деформативності залізобетонних конструкцій зміцнених новітніми матеріалами за дії навантаження" (державний реєстраційний номер 0115U000436).

**Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації, висновків та рекомендацій** підтверджується шляхом співставлення теоретичних даних з даними експериментальних досліджень автора. Результати роботи пройшли всебічну апробацію і обговорювались на науково-технічних конференціях та семінарах різного рівня.

**Достовірність результатів.** Результати досліджень, що захищаються автором, не викликають сумнівів, тому що базуються на загальновизнаних передумовах та методах.

**Наукова новизна роботи** полягає в тому, що отримані нові експериментальні дані щодо несучої здатності похилих перерізів залізобетонних балок, посиленних зовнішньою композитною тканиною в залежності від рівня діючого навантаження, відсотка додаткового армування та схеми посилення. Встановлено, що при дії навантаження із збільшенням початкового рівня навантаження, при якому виконувалось підсилення, ефект підсилення



зменшується. Удосконалено методику розрахунку несучої здатності похилих перерізів із використанням деформаційної моделі.

**Важливість отриманих автором дисертації результатів для науки і практики.** Розроблена у дисертації методика дає можливість оцінити реальну роботу підсиленої конструкції, що дозволяє раціонально запроектувати підсилення. Окремі результати впроваджено в навчальний процес при викладанні дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції», «Реконструкція будівель та споруд» в Національному університеті «Львівська політехніка». Основні положення дисертаційної роботи впроваджено в практику проектування при підсиленні конструкцій декількома проектними та будівельними організаціями.

**Повнота викладу в опублікованих працях.** Основні наукові результати за темою дисертаційної роботи опубліковані в 8-и наукових працях, у тому числі 6 наукових публікацій – у спеціалізованих фахових виданнях України, 2-і публікації – у періодичних закордонних виданнях. Всі основні положення дисертації повністю відображені в опублікованих працях автора.

#### **Основний зміст роботи.**

У вступі наведено загальну характеристику роботи, обґрунтовано її актуальність, показано зв'язок її з науковими програмами, сформульовано мету й завдання дослідження, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведені дані про особистий внесок здобувача, впровадження та апробацію результатів роботи, її загальну характеристику.

**Перший розділ** дисертації (26 сторінок) містить аналіз вітчизняних та закордонних досліджень, у яких вивчали роботу підсиленних залізобетонних елементів. Розглянуто різні методи підсилення. Вивчено роботи науковців, що присвячені підсиленню залізобетонних згинальних елементів. Зроблено

відповідні висновки та сформульовані основні задачі, що плануються до вирішення.

**Другий розділ** дисертації (21 сторінка) присвячено програмі й методиці проведення експериментальних досліджень похилих перерізів згинальних елементів залізобетонних балок, підсилених композитним матеріалом при дії навантаження. Описана конструкція і визначені геометричні розміри зразків та фізико-механічні характеристики матеріалів, з яких вони виготовлені. Наведено схеми та методику підсилення дослідних балок. Розроблено і наведено схеми випробувань та розташування приладів на дослідних зразках. Описано всі види навантажень, що прикладались до них.

**В третьому розділі** (47 сторінок) приведено результати експериментальних досліджень згинальних залізобетонних елементів не підсилених і підсилених композитними матеріалами. Наведено характер деформування бетону, сталевій арматури при дії на зразки різних рівнів навантаження та виду посилення похилих перерізів. Описано характер руйнування дослідних підсилених зразків. Порівняно несучу здатність не посилених балок та після різних типів підсилення.

Встановлено вплив величини діючого навантаження при підсиленні балок на деформативні зміни після подальшого навантаження як бетону та арматури балки, так і композитного матеріалу. Доведено експериментально, що несуча здатність похилих перерізів в залежності від методу посилення та рівня навантаження балок після посилення збільшується від 16% до 45%.

**В четвертому розділі** (20 сторінок) описано методику розрахунку міцності похилих перерізів контрольних зразків та запропоновано вдосконалену методику розрахунку несучої здатності підсилених при дії навантаження залізобетонних згинальних елементів використовуючи чинні норми ДСТУ Б.В.2.6-156:2010.

Поруч з цим проведено оцінку міцності похилих перерізів дослідних зразків за методикою СНиП 2.03.01-84\*, який тривалий час діяв в Україні.



Проведені порівняння експериментальної та теоретичної несучої здатності похилих перерізів залізобетонних балок, посилених композитним матеріалом при дії навантаження, обчислені за запропонованою методикою. Величина відносної похибки експериментальних та теоретичних даних становить - 7 – 24 %, що свідчить про можливість застосування даного розрахунку на практиці.

### **Зауваження до змісту роботи:**

1. В дисертації не згадано про «Рекомендації щодо застосування композитних матеріалів фірми SICA для підсилення залізобетонних конструкцій» розроблених ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» в 2014 році, де також надається методика розрахунку посилення похилих перерізів. Цікаво було б порівняти результати розрахунків.
2. Чи була необхідність досліджувати експериментально несучу здатність похилих перерізів балок при різних відношеннях  $a/d$ , якщо це можливо підтвердити розрахунком?
3. Чому таке високе  $V/C$  ( 0.63 – стор.42 )? Для бетонів, що виготовляються на заводах залізобетонних конструкцій цей показник нижчий.
4. Не зрозуміло, чому для дослідних зразків 1-ої та 2-ої серій приймався різний діаметр повздовжньої робочої арматури.
5. З діаграм на рис. 2.5 тяжко визначити межу текучості арматури. По тексті також не надані такі характеристики. Тому тяжко визначити, чи досягала межі текучості поперечна арматура при руйнуванні похилого перерізу ( наприклад, рис. 3.32).
6. На мій погляд, необхідно було б порівняти результати випробування посиленних балок з результатами досліджень та методик розрахунку, виконаних іншими авторами.

Дані зауваження не зменшують наукову та практичну цінність дисертації. Дисертаційна робота Вегери Павла Івановича "Несуча здатність похилих перерізів залізобетонних балок посиленних композитними матеріалами за дії навантаження" є завершеною науковою роботою. Дисертація містить нові науково обґрунтовані результати щодо несучої здатності похилих перерізів згинальних залізобетонних елементів, підсиленних композитним матеріалом при дії навантаження, що вирішують важливу науково-технічну проблему удосконалення методики розрахунку несучої здатності похилих перерізів, посиленних при дії навантаження залізобетонних елементів.

Дисертаційна робота відповідає спеціальності 05.23.01 – «Будівельні конструкції, будівлі і споруди» та вимогам, що пред'являють до кандидатських дисертацій.

Вважаю, що автор дисертації Вегера Павло Іванович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Опонент, професор кафедри промислового,  
цивільного будівництва та інженерних споруд  
Національного університету водного господарства та природокористування,  
кандидат технічних наук  
за спеціальністю 05.23.01



О. П. Борисюк

Підпис к.т.н., професора кафедри промислового,  
цивільного будівництва та інженерних споруд  
Національного університету водного господарства та природокористування  
Борисюка О. П. засвідчую

Вчений секретар НУВГП



В. Давидчук