

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Клименка Євгенія Володимировича 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

1. Ступінь актуальності теми дисертаційної роботи.

Останнім часом проблема підсилення будівельних конструкцій в Україні набула особливої актуальності. Це пов'язано, як зі старінням великої кількості будівель, накопиченням дефектів у несучих елементах, а також зростанням експлуатаційних навантажень, що нерідко перевищують розрахункові величини, прийняті на етапі проектування. Особливого загострення ця проблема набула внаслідок повномасштабної військової агресії, яка спричинила значні пошкодження цивільної та промислової інфраструктури по усій території України.

Залізобетон є одним із найпоширеніших будівельних матеріалів з часом зазнає характерних пошкоджень: наявність тріщин, сколювань, карбонізації бетону, корозії арматури, що безпосередньо впливають на несучу здатність конструкцій. У випадку реконструкції або зміни умов експлуатації часто постає завдання не лише відновити несучу здатність, але й суттєво її збільшити. Сучасні умови диктують необхідність застосування новітніх рішень, зокрема використання композитних матеріалів, що дозволяють забезпечити надійність, довговічність та ефективність підсилення без значного збільшення маси та габаритів конструкцій.

Особливої уваги потребує ситуація, коли підсилення виконується без попереднього виведення конструкції з експлуатації, тобто при збереженні початкового рівня навантаження. У таких випадках дослідження взаємодії

елементів підсилення з конструкцією, що вже працює під навантаженням, має першочергове значення.

Виходячи з цього, тема дисертаційної роботи, що присвячена розв'язанню важливого завдання вивчення несучої здатності залізобетонних конструкцій, підсилених композитною системою Ruredill X Mesh Gold за умов дії початкового навантаження, визначається як інженерною практикою, так і сучасними викликами в галузі реконструкції та відновлення будівель та споруд., є актуальною.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами.

Тема дисертаційної роботи і отримані результати відповідають науковому напрямку кафедри будівельних конструкцій та мостів Національного університету «Львівська політехніка». Дисертацію виконано в межах 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.).

3. Мета роботи, методи досліджень, предмет та об'єкт досліджень.

Головною метою роботи є визначення параметрів несучої здатності та деформативності залізобетонних балок, підсилених композитною тканиною за дії навантаження.

Об'єктом дослідження є процес деформування та руйнування підсилених залізобетонних балок композитною тканиною.

Предметом дослідження є несуча здатність нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених композитною тканиною за дії навантаження.

Досягнення поставленої мети здобувач передбачає реалізацію наступних **задач дослідження**:

- розробити методику експериментальних досліджень залізобетонних балок, підсилених композитною тканиною за дії початкового рівня навантаження;
- провести експериментальні дослідження залізобетонних балок, підсилених композитною тканиною за різних рівнів попереднього навантаження, визначити їхню несучу здатність та

деформативність, встановити залежність ефективності підсилення від величини початкового навантаження;

- розробити та апробувати методику розрахунку несучої здатності та деформативності для залізобетонних балок, підсилених композитною тканиною з врахуванням початкового рівня навантаження на базі чинних норм проектування України.

Методи дослідження: експериментальні дослідження залізобетонних балок на спеціально підготовленому стенді на базі чинних нормативних документів при діючому навантаженні, а також розроблення методики розрахунку на основі нелінійної деформаційної моделі згідно чинних норм проектування України.

4. Наукова новизна результатів дисертаційної роботи.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

– вперше

о отримано нові експериментальні результати досліджень несучої здатності та деформативності залізобетонних згинаних балок, підсилених зовнішньою композитною тканиною залежно від рівня початкового навантаження;

– удосконалено

о методику розрахунку несучої здатності залізобетонних балок, підсилених зовнішньою композитною тканиною на базі чинних норм проектування України, які враховують початковий рівень навантаження;

о методику визначення прогину залізобетонних балок, підсилених зовнішньою композитною тканиною на базі діючих норм проектування України, які враховують початковий рівень навантаження;

– отримала подальший розвиток

о методологія розрахунку підсилених полімерними матеріалами залізобетонних конструкцій, що згинаються, за дії фактичного навантаження.

5. Основний зміст роботи.

У вступі (7 сторінок) обґрунтовується актуальність теми, представлене науково-технічне завдання вдосконалення інженерної методики розрахунку розрахунку несучої здатності залізобетонних балок, підсилених зовнішньою

композитною тканиною. Сформульовані мета, задачі, об'єкт, предмет, методи досліджень, їх наукова новизна та практична значимість, визначено особистий внесок здобувача й описана апробація результатів роботи.

В розділі 1 (21 сторінка) виконано огляд технічної літератури про стан дослідження залізобетонних згинаних елементів. Наведено основні причини підсилення залізобетонних конструкцій.

Проведено аналіз застосування сучасних композитних матеріалів та особливості їх використання у будівельній практиці. Проведено аналіз методик розрахунку напружено-деформованого стану залізобетонних конструкцій.

Розглянуті здобувачем джерела інформації в цілому слід визнати достатніми.

У розділі 2 (23 сторінки) розроблено методику випробувань будівельних матеріалів дослідних зразків. У даному розділі наведено програму та методику випробувань експериментальних дослідних балок, підсилених системою Ruredill X Mesh Gold при різних рівнях початкової дії навантаження на конструкції. Для досягнення поставленої мети та задачі досліджень було виготовлено 8 залізобетонних балок розмірами 2100x200x100 мм. Також було виготовлено 5 бетонних призм розмірами 150x150x600 мм, 15 бетонних кубиків 150x150 мм та підготовлено 5 арматурних стержнів класу A400C. Дослідні зразки випробували короточасним навантаженням на згин. Залізобетонні балки підсилювали композитною тканиною Ruredil X Mesh Gold. Особливістю даних дослідів є підсилення при певному початковому рівні навантаження. Оскільки більшість експлуатованих залізобетонних конструкцій неможливо повністю розвантажити, а окремі неможливо розвантажити навіть частково, то в даній роботі досліджено залізобетонні балки, підсилені при початкових рівнях навантаження 50%, 70% та 90% від несучої здатності контрольних непідсилених залізобетонних балок.

У розділі 3 (34 сторінки) наведено результати експериментальних досліджень залізобетонних балок, підсилених системою Ruredill X Mesh Gold при початкових рівнях навантаження 50%, 70% та 90% від несучої здатності контрольних непідсилених зразків. В результаті експериментальних випробувань встановлено, що найбільший ефект від підсилення за досягненням граничних деформації робочої арматури складає для зразків підсилених при 50%

від несучої здатності контрольних непісаних системою Ruredill X Mesh Gold БП-1.03-05 та БП-1.04-0.5, а саме – 47,10%. Для зразків, підсилені при початковому рівні навантаженні 70% від несучої здатності контрольних непісаних системою Ruredill X Mesh Gold. БП-1.05-0.7 та БП-1.06-0.7 такий ефект є дещо меншим, а саме 34,75%. Для зразків підсилені при рівні навантаження 90% від несучої здатності контрольних, балок БП-1.07-0.9 та БП-1.08-0.9 ефект підсилення при досягненні граничних деформацій робочої арматури склав всього лиш 20,46%. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що початковий рівень навантаження при підсиленні системою Ruredill X Mesh Gold впливає на несучу здатність залізобетонних зразків, а саме із збільшенням рівня початкового навантаження зменшується несуча здатність. Найбільш ефективно підсилення пропонується виконувати при рівнях навантаження до 50%, оскільки при рівнях початкового навантаження 70% та 90% значно зменшується ефект підсилення.

Розділ 4 (21 сторінка) присвячений опису результатів теоретичних досліджень несучої здатності та деформативності залізобетонних балок, підсилені системою Ruredill X Mesh Gold при початкових рівнях навантаження 50%, 70% та 90%. Проведено порівняння та встановлено відхилення теоретичних від експериментальних величин. Теоретичні величини моменту при досягненні робочої арматури при межі текучості є меншими від експериментальних в межах 3%...11%, що свідчить про достовірність результатів теоретичного розрахунку та вдосконаленого розрахунку з врахуванням початкового рівня навантаження при підсиленні зразків композитною системою. Теоретичні значення моменту при вичерпанні несучої здатності залізобетонних дослідних зразків є меншими від експериментальних в межах 3,5%...15,2%, що також підтверджує достовірність розробленого розрахунку залізобетонних конструкцій, підсилені системою Ruredill X Mesh Gold при різних рівнях початкового рівня навантаження. За результатами теоретичного розрахунку моменти при досягненні граничного прогину з пропозиціями щодо розрахунку до чинних норм України залізобетонних балок, підсилені композитною системою Ruredill X Mesh Gold з врахуванням рівня навантаження встановлено, що відхилення складали в межах 0,3%...7,8%, при

тому експериментальні величини моменту є меншими від теоретичних. Це свідчить про достовірність запропонованого розрахунку.

У загальних висновках (2 сторінки) автор приводить підсумки роботи.

У додатках (13 сторінок) розміщені: фотофіксації експериментальних випробувань та довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи.

Побудова роботи логічна, усі розділи дисертації пов'язані між собою.

Автор продемонстрував здатність ставити задачі дослідження, вибирати методи їх розв'язання, доводити дослідження до конкретної практичної розробки.

6. Оцінка змісту дисертації, оформлення та закінченості в цілому, ідентичності змісту анотації та основних положень дисертації, апробації результатів дисертації, особистий внесок здобувача.

Оцінка оформлення основних положень дисертації. За змістом та оформленням дисертаційна робота відповідає встановленим вимогам Департаменту атестації кадрів щодо обсягу і структури дисертації.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків і списку літературних джерел із 144 найменувань; викладена на 153 сторінках: основного тексту 109 сторінок, рисунків – 42, таблиць 11.

Оцінка змісту та основних положень. Вступ містить усі необхідні елементи загальної характеристики дисертації: актуальність, мету і основні наукові завдання, наукову новизну і практичне значення, особистий внесок здобувача, дані про апробацію наукової роботи.

В анотації викладено основний зміст дисертації та сформульовано отримані результати та наукова новизна проведених досліджень.

В розділах описані усі результати досліджень для розкриття теми і отримання наукової новизни та нових наукових результатів.

За результатами досліджень автором сформульовані необхідні висновки за кожним розділом дисертації, а також в прикінцевих положеннях роботи надані узагальнені нові наукові результати і висновки, які відображають основні наукові досягнення і показують, що основна мета і усі поставлені в дослідженні задачі виконані. Автор дисертації розробив належні висновки щодо практичного

використання отриманих нових наукових результатів, виконав впровадження наукових результатів у виробництво та навчальний процес, що підтверджує практичну цінність і актуальність роботи.

Апробація результатів дисертації.

Результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на: міжнародній науковій конференції „ 3rd International Scientific Conference EcoComfort and Current Issues of Civil Engineering, EcoComfort 2022” (м. Львів 2022 р.), міжнародній науково-технічній конференції «4th International Scientific Conference EcoComfort and Current Issues of Civil Engineering, EcoComfort 2024» (м. Львів, 2024 р.), «3rd Scientific Conference Environmental Challenges in Civil Engineering» та «Одинадцята міжнародна науково-технічна конференція «ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди»» (м. Рівне, 2024 р.); семінарах кафедри «Будівельні конструкції та мости» Національного університету «Львівська політехніка» (2021 – 2025 рр.).

Публікації.

Основні положення дисертаційної роботи та результати досліджень опубліковані 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).

Особистий внесок здобувача.

Особистим внеском здобувача є:

- ☐ проведення експериментальних досліджень залізобетонних балок, підсилених композитною тканиною;
- ☐ визначення експериментальним шляхом параметрів несучої здатності та деформативності залізобетонних балок, підсилених композитною тканиною в залежності від рівня початкового навантаження;
- ☐ розроблення методики розрахунку міцності нормальних перерізів залізобетонних згинаних конструкцій згідно діючих норм проектування України, яка враховує початковий рівень навантаження конструкцій;

Усі основні наукові положення, результати, висновки та рекомендації дисертаційної роботи отримано здобувачем самостійно.

7. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і повнота. Практичне значення отриманих результатів.

Достовірність і обґрунтованість наукових результатів та висновків, сформульованих в роботі, підтверджується використанням апробованих методологічних підходів щодо проведення теоретичних та експериментальних досліджень залізобетонних балок, підсилених композитною тканиною за різних рівнів попереднього навантаження, результатами випробувань на моделях, обраними відомими аналітичними методами розрахунку конструкцій з використанням деформаційної моделі залізобетону, застосуванням апробованого обладнання і достовірних методик та методів для проведення експериментів.

Нові комплексні теоретичні та експериментальні дані випробування залізобетонних балок, підсилених полімерними матеріалами за різних рівнів навантаження в момент підсилення, методика експерименту, методологія розрахунку, добра збіжність результатів експериментів з розрахунками за отриманою фізико-математичною моделлю, добра збіжність отриманих теоретичних та експериментальних результатів підтверджує достовірність наукових результатів роботи та правильність обраних методологічних способів та аналітичних методик розрахунку і проведення досліджень в цілому.

Апробація результатів роботи на наукових семінарах, міжнародних науково-технічних конференціях підтверджує актуальність, достовірність, новизну і практичне значення роботи.

Практичне значення одержаних результатів. Основні результати роботи, що мають суттєве практичне значення.

Практичне значення роботи є важливим аспектом завершення наукових досліджень і визнання можливості проведення наукових робіт та підтвердження їх достовірності:

- автором отримана можливість використання експериментально-теоретичних досліджень (параметрів несучої здатності та деформативності, методики розрахунку) для визначення несучої здатності та експлуатаційної придатності залізобетонних згинаних конструкцій підсилених при діючому навантаженні;

- результати виконаних експериментально-теоретичних досліджень за участю автора застосовані при розробці проєктів реконструкції будівель громадського призначення проєктними організаціями ТОВ «Компанія «Спецбудпроект» та ТзОВ «Західбудком». Окремі матеріали даних досліджень є частиною держбюджетної теми, що виконувалась у 2017-2018 рр. та використовуються у навчальному процесі в Національному університеті «Львівська політехніка». Ефективність результатів досліджень підтверджена довідками і актами про їх впровадження.

8. Дискусійні положення та зауваження щодо дисертаційної роботи.

В процесі аналізу результатів наукової роботи виникли наступні зауваження, які потребують дискусії і пояснень.

1. Об'єкт та предмет досліджень має бути процесом або явищем (с.20).
2. При 3 поставлених задачах (с.20) автором досліджень зроблено 10 пунктів загальних висновків (с.127).
3. Норми не «діючі», а «чинні» (с.20 і далі за текстом).
4. В пункті наукової новизни слід указати конкретну новизну за трьома видами: отримано уперше; отримало подальший розвиток; удосконалено, а не константувати «отримано», «розроблено» (с.21).
5. Не зрозумілий вираз «у випадку балок, що працюють в умовах позацентрового стиску» (с.41).
6. «Міцність» є характеристикою матеріалу. Для балок (конструкцій) слід вживати вираз «несуча здатність» (с.42).
7. Розділ 1 не закінчується постановкою задач досліджень, що є логічним (с.44).
8. На жаль, автором не проведені дослідження фізико-механічних характеристик матеріалу обойми (с.49).
9. Відсутність статистичного планування експерименту ставить під сумнів достовірність отриманих результатів (розділ 2).

Висловлені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи, а лише підкреслюють її багатогранність, складність,

важливість узагальнень нових наукових результатів теоретичних та експериментальних досліджень і не знижують загальної оцінки роботи.

Оцінка відповідності освітньо-науковій програмі підготовки.

Терешко Андрій Романович під час роботи над дисертацією провів власне наукове дослідження, оформлене у вигляді наукової праці, та опублікував основні його наукові результати.

Результати аналізу дисертації, анотацій українською та англійською мовами, опублікованих праць дають підстави для висновку про те, що представлена дисертація є завершеною науковою працею, в якій вирішено важливі науково-технічні прикладні задачі з розробки розрахунку несучої здатності та деформативності для залізобетонних балок, підсилених композитною тканиною з врахуванням початкового рівня навантаження на базі чинних норм проектування України. Робота актуальна, має наукову новизну, нові наукові результати і практичне значення. Результати комплексних експериментально-теоретичних досліджень роботи достовірні.

Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...». Дисертація Терешка Андрія Романовича «Несуча здатність залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами за дії навантаження» відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп.5-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

Дотримання принципів академічної доброчесності. Дисертаційна робота Терешка Андрія Романовича «Несуча здатність залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами за дії навантаження» є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належне посилання на відповідне джерело.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК ПРО ДИСЕРТАЦІЙНУ РОБОТУ

Вважаю, що кваліфікаційна наукова праця «Несуча здатність залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами за дії навантаження», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за

спеціальністю 192– Будівництво та цивільна інженерія є завершеною і самостійно виконаною науковою працею, містить нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати та відповідає вимогам пп.5-9 «Порядку присудження ступеню доктора філософії...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, а її автор Терешко Андрій Романович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192–Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри Залізобетонних
конструкцій та транспортних споруд
Одеської державної академії
будівництва та архітектури



05.07.22 Євгеній КЛИМЕНКО

ПДПИС д.т.н., професора Клименка Є.В.
ЗАСВІДЧУЮ: проректор з наукової роботи ОДАБА
д.т.н., професор



Сергій КРОВЯКОВ