ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Панченка Олександра Валентиновича

«Напружено-деформований стан залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами, за енергетичними підходами»

представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

1. Актуальність теми дисертації.

В Україні експлуатується біля 30 тисяч мостів, значна частина з них знаходиться у незадовільному стані для забезпечення їх безаварійної експлуатації. Це вимагає значних обсягів обстежень, випробувань і технічної діагностики таких споруд . Необхідно також виконувати посилення мостів для підвищення їх несної здатності.

Використання вуглепластиків дає можливість не тільки підвищити міцність таких конструкцій, але і збільшити жорсткість і разом з тим продовжити термін експлуатації. Проблема забезпечення несучої здатності та надійності виникає і при проектуванні нових споруд, оскільки використання високоміцних матеріалів знижує трудовитрати при будівництві.

Беручи до уваги вищевказане, можна зробити висновок, що тема дисертаційного дослідження є актуальною.

2. Зв'язок роботи з галузевими науковими програмами.

Дослідження експериментального, теоретичного і прикладного характеру виконувались в рамках державної програми згідно з тематичним планом науково- дослідних та дослідно-конструкторських робіт Державного агентства автомобільних доріг України (Укравтодору) при розробці таких нормативних документів:

1. «Методика розрахунку підсилення мостових залізобетонних балок додатковим зовнішнім армуванням з застосуванням металевих і композитних підсилюючих елементів М218-02071010-6-5:2006».

2. «Методика розрахунку напружено-деформованого стану та міцності залізобетонних мостових балок підсилених зовнішнім армуванням, на основі деформаційної моделі М218-02071010-635:2007».

За комплексною програмою наукових досліджень НАН України: «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин» за проектом «Методика визначення залишкового ресурсу залізобетонних мостових балок та розроблення технічних засобів моніторингу деформацій», державний реєстраційний номер 0115U004015.

При виконанні д/д тематики «Обстеження технічного стану підземного переходу ст. метро «Святошин» м. Київ», згідно завдання на проектування «Капітальний ремонт станції «Святошин» Святошинсько - Броварської лінії метрополітену».

3. Ступінь обгрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації, їх достовірність та новизна.

Обгрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій сформульованих у дисертації базується на плануванні та проведенні грунтовних лабораторних та натурних експериментів з аналізом отриманих результатів та порівняння їх теоретичними розрахунками. Результати теоретичних досліджень автора, зроблені ним висновки і рекомендації узгоджуються з існуючими науковими уявленнями, підтверджені результатами експериментів та випробувань конструкцій мостів і розрахунками, отже є цілком обгрунтованими.

Достовірність результатів досліджень, виконаних у дисертації, підтверджується застосуванням відомих та запропонованих автором методик проведення експериментів з визначення несучої здатності та довговічності залізобетонних конструкцій, а також методів теорії

залізобетону, граничних станів, методу скінчених елементів, загальних методів теоретичних досліджень: абстрагування, аналізу, синтезу, дедукції.

Наукова новизна результатів, одержаних автором, полягає у наступному:

- сформульовано розрахункову модель руйнування підсилених залізобетонних балок за циклічного навантаження з використанням енергетичного підходу;

- експериментальним шляхом побудовано діаграми втоми для підсилених залізобетонних балок на основі яких встановлюють кількість циклів до руйнування за величиною розмаху деформацій;

- розроблено метод визначення розподілу деформацій у залізобетонній балці та їх складових з використанням оптико-цифрової кореляції зображень деформівної поверхні.

4. Практичне значення отриманих результатів.

Практичне значення роботи отримані результати наукових досліджень знайшли застосування у практиці, а також будуть використані при створенні нормативно-методичних рекомендацій щодо оцінювання довговічності та залишкового ресурсу мостів.

Впровадження результатів роботи.

Результати досліджень використано при реконструкції автодорожнього мосту у Львові та підземного переходу метро «Святошин» м. Київ.

5. Оцінка змісту дисертації.

Дисертація відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України стосовно змісту, структури та оформлення роботи.

Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 128 найменування на 13 сторінках та 8 додатків. Загальний обсяг основної частини становить

181 сторінок, у тому числі містить 80 рисунків (1 з яких займає всю сторінку) і 20 таблиць.

У ***вступі подана загальна характеристика дисертації,*** висвітлено стан проблеми з підсилення залізобетонних балок композитними стрічками, обґрунтовано актуальність, визначено мету досліджень та завдання для її досягнення, показано наукову новизну, практичне значення та апробацію результатів роботи.

У ***першому розділі*** приведено огляд літератури, що висвітлює проблему підсилення залізобетонних конструкцій та особливості розрахунку підсилених балок. Зроблено критичний аналіз сучасного стану досліджень, а також сформульовано мету і задачі роботи.

У ***другому розділі*** розроблено модель для розрахунку довговічності підсиленої залізобетонної балки, згідно якої втрата несучої здатності наступить коли у розтягнутій арматурі буде досягнута границя текучості матеріалу з одночасним руйнуванням композитної стрічки і стиснутої зони бетону. Для оцінювання пошкоджень в залізобетонній балці за циклічного деформування введено гіпотезу, що базується на енергетичному підході і передбачає встановлення міри пошкодження в найбільш навантаженому місці, тобто руйнування залізобетонної балки, підсиленої композитними матеріалами, відбувається тоді, коли енергія пружно-пластичного деформування досягне енергії руйнування композитної стрічки. Початкові локальні енергетичні запаси матеріалу стрічки визначаються питомою енергією руйнування за статичного навантаження Wc, з діаграми деформування $\sigma(\varepsilon)$.

Для визначення вказаних характеристик розроблено методику і проведено експериментальні дослідження. Величину енергії руйнування композитної стрічки визначали за розтягу плоского зразка шириною 50 мм і товщиною 1,2 мм із повної діаграми деформування. Енергію руйнування арматури визначали за розтягу стандартного зразка Ø10 мм на основі

побудованої істинної діаграми «напруження - деформація» з використанням методу цифрової кореляції зображень (ЦКЗ).

Для оцінювання напружено-деформованого стану у залізобетонній балці, підсиленій композитними матеріалами, та визначення довговічності розроблено метод ЦКЗ, який базується на визначенні поля переміщень при деформуванні.

Для дистанційного визначення деформацій та прогину мостових балок розроблена методика з використанням оптико-цифрового корелятора (ОЦК). Вимірювальна частина ОЦК виконана у двох варіантах – переносний, для визначення прогину мостових балок, і стаціонарний, для локального довготривалого моніторингу деформацій у найбільш навантажених місцях. Принципова схема вимірювань наведена на рис.1.

Реалізація розробленої методики була апробована при циклічному деформуванні залізобетонної балки (100x210x2100мм), яку випробовували на універсальній гідравлічній установці за силовою схемою триточкового згину

Третій розділ присвячений розробці методики експериментальних досліджень для визначення довговічності залізобетонних балок таврового перерізу, підсилених композитною стрічкою. Випробовувано Т-подібні зразки за статичного триточкового згину для вибору межі циклічного навантаження.

Встановлено, що характер руйнування непідсилених балок за циклічного навантаження відрізнявся від статичного і був наближений до крихкого, яке відбувалось за менших деформацій. Руйнування підсиленої балки від циклічного навантаження настало передчасно при $N=1020\cdot10^3$ циклів, внаслідок розриву зварного з'єднання в приопорній зоні при суцільній композитній стрічці без порушень клейового з'єднання стрічки з бетоном та місць анкерування. За цих умов встановлено збільшення довговічності підсиленої балки до 20%.

Проведені випробування арматурних стержнів на втомну міцність підтвердили висновок, що зварні з'єднання понижують характеристики втомної міцності до 20-40%, що необхідно враховувати при проектуванні залізобетонних елементів.

Досліджено, що циклічні навантаження впливають на зміну основних деформативних характеристик, зокрема кривини і жорсткості перерізів. Для цього встановлено аналітичні співвідношення та методику експериментальних досліджень при визначенні зміни жорсткості та кривини залізобетонної підсиленої балки в залежності від кількості циклів навантаження.

Дослідження напружено-деформованого стану та встановлення оптимальних параметрів приклеювання композитної стрічки CFRP до залізобетонної балки реалізовано на спеціально виготовлених зразках.

Для підсиленої балки Т-ІІ здійснено аналіз напружено-деформованого стану з допомогою методу скінченних елементів. Побудовано повномасштабну просторову розрахункову модель з 20-ти вузлових елементів на яку накладено крайові умови, а навантаження реалізували за триточкового згину.

Порівняння результатів, отриманих МСЕ та даними експериментальних досліджень з використанням методу ЦКЗ показує їх добру збіжність, що підтверджує застосування даного підходу до оцінювання довговічності залізобетонних підсилених балок і встановлення на їх основі безпечного (залишкового) ресурсу роботи.

У ***четвертому розділі*** наведено результати випробувань натурних мостових конструкцій, зокрема для оцінки локальних деформацій дослідної моделі мосту в масштабі 1:10 при статичному навантаженні з використанням ОЦК.

З використанням методу ЦКЗ проведені дослідження при випробуванні прогонової будови шляхопроводу на автомобільній дорозі Західний обхід м. Львова.

Отримані дані за стандартними підходами і методом ЦКЗ та розрахунками порівнювали між собою. Паралельно з цим ОЦК визначали величину деформацій за максимального прогину для оцінювання довговічності за розмахом деформацій. За величиною деформації, визначеної ОЦК встановлено напруження, що виникають в арматурі балки за максимального навантаження, використовуючи діаграму руйнування.

За результатами випробувань встановлені прогини балок в середині прольоту, виміряні при всіх схемах навантаження прогонової будови. Зміна прогину і розподіл його між балками поперек прогону відповідає умовам роботи під навантаженням. Порівняння результатів за двома методами вимірювань показує, що максимальне відхилення між величинами знаходиться в межах 5%.

Для оцінювання технічного стану підземного переходу ст. метро «Святошин», м. Київ щодо можливості подальшої експлуатації проведено відповідні розрахунки і обстеження з використанням технічних засобів неруйнівного контролю.

Напружено-деформований стан та визначення величини прогину залізобетонного блоку реалізували МСЕ. Повномасштабну просторову твердотільну модель будували з призматичних 20-ти вузлових елементів.

Для експериментального визначення прогинів і вібрацій блочного перекриття за реальних умов експлуатації використовували лазерну оптико-цифрову систему (ЛОЦС) та тензометричну систему (ТС).

Після аналізу досліджень прийнято рішення про проведення ремонтно-відновлювальних робіт на даному переході.

За результатами роботи сформульовано загальні висновки.

Список використаних джерел включає 128 наукових праць, із них 41 надрукована іноземними мовами.

Усі розрахунки у дисертаційній роботі проводилися з використанням сучасних програмних комплексів, що підвищує достовірність отриманих результатів.

Дисертація є завершеним науковим дослідженням. У ній вирішена важлива науково-технічна задача оцінювання довговічності підсилених композитними матеріалами залізобетонних конструкцій. Задача, як показує аналіз змісту роботи, є актуальною, має виражену наукову новизну, а також безсумнівне теоретичне і практичне значення.

Викладення тексту дисертації чітке і логічне, робота написана технічно грамотною науковою мовою. Окремі граматичні та синтаксичні помилки дисертації в цілому не впливають на позитивну оцінку стилю викладання матеріалу дисертації.

Оформлення дисертації відповідає нормативним вимогам, текст викладено державною мовою.

6. Повнота відображення наукових положень в опублікованих роботах, оцінка апробації результатів досліджень, відповідальності автореферату змісту дисертації.

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 21 наукову працю, у тому числі 10 у спеціалізованих фахових виданнях України, 2 статті у закордонних виданнях, що входять у наукометричну базу SCOPUS.

Апробація результатів роботи. Основні положення дисертаційної роботи пройшли достатню апробацію, вони доповідалися автором і обговорювалися на 9 міжнародних і регіональних конференціях.

Автореферат дисертації відповідає змісту дисертації, в ньому викладені основні результати роботи достатньо якісною технічною мовою, він свідчить про глибоку наукову підготовку здобувача.

Автореферат оформлений згідно нормативних вимог Міністерства освіти та науки України.

Назва дисертаційної роботи відповідає поставленій меті та основним результатам досліджень.

7. Зауваження до дисертації.

1. У посиланнях на зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами необхідно було дати номера державної реєстрації тем, за якими виконувались відповідні роботи.

2. «Провести аналітичний огляд» (стор.20) не є задачею дослідження, а є одним із способів вирішення задач даної роботи.

3. Відсутній чіткий структурно-логічний зв'язок між задачами, науковою новизною і загальними висновками.

4. В науковій новизні замість виразу «вперше зроблено» варто було б написати: «удосконалено метод визначення розподілу деформацій у залізобетонній балці та їх складових з використанням оптико-цифрової кореляції зображень деформівної поверхні».

5. Про апробацію роботи (стор.22) сказано, що результати доповідались на 9 конференціях, а інформація приведена про 6 конференцій.

6. При розгляді методів і способів підсилення залізобетонних конструкцій у розділі 1, п.1.1 і 1.2 відсутні рисунки, що утруднює розуміння викладеного матеріалу.

7. Не погоджуюся з автором, що «на теперішній час відсутні обгрунтовані розрахункові моделі оцінювання ресурсу роботи, тобто кількості циклів безпечної роботи, за умов динамічного навантаження, або встановлення залишкового ресурсу роботи з врахуванням попереднього періоду експлуатації» (стор.44).

8. Випробування мостів проводяться не згідно ДБН [16] Правила проектування, а згідно ДБН Мости і труби. Обстеження і випробування (стор.44).

9. Навіщо приймати, «що обсяг ремонтно-відновлюваних робіт буде становити 50% від усього обсягу будівництва»? (стор.56). Далі в роботі це припущення ніяк не використовується.

10. У методиці досліджень залізобетонної балки (п.2.5, стор.62-63) треба було дати дані щодо класу бетону і характеристик робочої арматури.

11. Рисунки 2.15 (стор.77) і 3.3 (стор.89) є ідентичні.

12. Необхідно пояснити, з яких міркувань прийнято коефіцієнт асиметрії циклу 0,33 при циклічних навантаженнях дослідних балок (стор.93).

13. Із приведеної інформації у п.3.4.1 (стор.98-102) незрозуміло, як виготовлялись зварні зразки для досліджень.

14. Дослідженнями встановлено, що довговічність зварного зразка арматури менше від суцільного на 20-25% (стор.105), 20-30% (стор.129), 20-40% (стор.168). У загальних висновках рекомендується зварне з'єднання замінити обтисною втулкою. Чи є дослідження з'єднань стержнів арматури обтисними втулками на циклічні навантаження?

Зроблені зауваження носять дискусійний характер, не зменшують позитивного враження від дисертаційної роботи і не впливають на загальну високу оцінку роботи в цілому.

8. Висновки про відповідність роботи вимогам, встановленим Міністерством освіти та науки України.

Дисертаційна робота Панченка Олександра Валентиновича «Напружено-деформований стан залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами, за енергетичними підходами» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обгрунтовані теоретичні і експериментальні результати оцінювання довговічності залізобетонних елементів, підсилених композитними матеріалами.

За змістом і оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 9,11,12 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. №567, а також вимогам паспорту спеціальності 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Результати дисертації мають наукову новизну та практичну цінність, що підтверджується даними про їх впровадження.

Враховуючи високу кваліфікацію та наукову зрілість здобувача, рівень і завершеність представленої дисертації, яка відповідає всім вимогам Міністерства освіти і науки України, а також практичне значення роботи, вважаю, що її автор Панченко Олександр Валентинович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент, кандидат технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри архітектурних конструкцій Національної академії образотворчого мистецтва і архітектури П.М. Коваль

Підпис к.т.н., професора Коваля П.М.
засвідчую - проректор з наукової роботи,
кандидат мистецтвознавства,
доцент О.В. Ковальчук