

## РЕЦЕНЗІЯ

На дисертаційну роботу **Яо Сіня**

**"Просторова робота, міцність і деформативність реконструйованих залізобетонних балкових прольотних будов, підсилених зміною статичної схеми",**

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії

з галузі знань "архітектура та будівництво"

за спеціальністю 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

**Актуальність.** Велика кількість існуючих мостів України, збудованих за першими типовими проектами в 50-60 рр. минулого сторіччя, не відповідають сучасним вимогам через недостатню ширину проїзду і незадовільний фізичний стан і потребують реконструкції. Підвищення експлуатаційних якостей існуючих мостових споруд і забезпечення їх ефективного функціонування на мережі автомобільних доріг є надзвичайно актуальною і складною державно-господарською проблемою, яка потребує негайного вирішення. Проте загальнодержавні фінансові проблеми призвели до хронічного недофінансування дорожньої галузі. Тому першочерговим завданням в Україні є не будівництво нових, а відновлення шляхом реконструкції існуючих мостів. Успішна реалізація цієї задачі нерозривно пов'язана з розробкою, теоретичним та експериментальним обґрунтуванням і впровадженням в практику будівництва ефективних систем реконструкції автодорожніх мостів з максимальним використанням існуючих конструкцій прольотних будов і опор, а також резервів несучої здатності.

**Мета роботи та завдання досліджень.**

**Мета роботи:**

- виконання цілеспрямованих теоретичних і експериментальних досліджень для створення ефективної системи реконструкції балкових залізобетонних прольотних будов з розширенням габариту залізобетонною накладною плитою з консольними зв'язами та одночасним підсиленням балок зміною їх статичної схеми;
- розроблення рекомендацій з вдосконалення методів розрахунку існуючих прольотних будов на етапі їх реконструкції та експериментальна перевірка їх

ефективності і технічної досконалості за результатами випробувань моделей і натурних прольотних будов мостів.

Для досягнення поставленої мети здобувачем вирішувались **такі завдання:**

- аналіз і вдосконалення ефективних способів розширення і підсилення балкових залізобетонних прольотних будов наявних автодорожніх мостів для відновлення основних експлуатаційних вимог: вантажопідйомності, пропускної здатності, безпеки і комфортності руху та довговічності за вимогами норм проектування нових мостів;

- вдосконалити метод просторового розрахунку існуючих і реконструйованих перехресно-ребристих прольотних будов, а також розрахунку елементів реконструкції на стадії їх пружної роботи і з урахуванням наявності тріщин та фізичної нелінійності деформування залізобетону і зміни жорсткісних характеристик балок в процесі експлуатації;

- виконати експериментальну перевірку теоретичних і конструктивних пропозицій на випробуваннях моделей перехресно-ребристих прольотних будов та аналогічної натурної прольотної будови;

- розробити програму методик та провести випробування моделей і натурної перехресно-ребристих прольотних будов за різних варіантів зміни статичної схеми;

- експериментально оцінити вплив зміни статичної схеми (умов обпирання балок) на характер просторової роботи і розподіл навантажень між балками реконструйованої прольотної будови;

- впровадити результати дослідження в практику реконструкції мостів.

**Об'єкт дослідження** – просторова робота, міцність і деформативність реконструйованих залізобетонних балкових прольотних будов.

**Предмет дослідження** – маломасштабна модель з оргскла, великомасштабна залізобетона модель та залізобетонні прольотні будови.

**Методи дослідження.**

Вивчення і аналіз літературних джерел, формулювання завдань теоретичних і експериментальних досліджень; аналіз раніше виконаних експериментальних досліджень інших авторів для можливості їх використання, проведення

теоретичних досліджень; експериментальні дослідження перехресно-ребристих моделей прольотних будов у пружній (з оргскла) і пружно-пластичній (з залізобетону) стадіях роботи; зіставлення збіжності теоретичних та експериментальних даних, впровадження результатів досліджень при реконструкції залізобетонних балкових прольотних будов, статичні випробування існуючих і розширених прольотних будов, формулювання рекомендацій та загальних висновків з виконаних досліджень.

#### **Наукова новизна отриманих результатів.**

1. Вперше отримані експериментальні коефіцієнти поперечного розподілу навантажень у балках моделі прольотної будови, де проведено пряме порівняння прогинів балок у складі моделі з аналогічними прогинами окремих (еталонних) балок. Тому вплив наявності тріщин, непружних деформацій бетону і повторності навантаження автоматично враховується у експериментальному визначенні просторового розподілу зусиль і аналізі просторової роботи досліджуваної моделі.

2. Розроблено нову методику експериментального дослідження прольотних будов перехресно-ребристих систем за одержаними експериментальними прогинами балок з аналізом просторової роботи моделі.

3. Розкрито нові закономірності для розроблення теорії розрахунку за результатами порівняння експериментальних КНР, аналізуючи прогини найбільш навантажених балок за різних схем обпирання.

4. Вдосконалено закономірності просторової роботи великорозмірної залізобетонної моделі перехресно-ребристої прольотної будови.

5. Розкрито внутрішню статичну невизначеність і отримано експериментальні згинальні моменти в окремих балках за допомогою відкорегованих еталонних графіків прогинів в досліджуваних перерізах, одержаних з випробувань окремих балок, ідентичних за конструкцією балок моделі.

6. Вперше порівняльні п'ятиразові випробування натурної прольотної будови за різних варіантів зміни статичної схеми повністю підтвердили результати експериментальних досліджень на моделях і задовільну збіжність з результатами розрахунків.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами**

Дисертаційна робота виконана у Національному університеті «Львівська політехніка» і відповідає пріоритетним напрямкам кафедри автомобільних доріг та мостів зокрема у частині «Теоретичні та експериментальні дослідження роботи існуючих та реконструйованих прольотних будов залізобетонних і сталезалізобетонних мостів при статичних і багаторазових навантаженнях», а також науковому напрямку галузевої науково-дослідної лабораторії з обстеження випробування і реконструкції мостів конструкції будинків та інженерних споруд (ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка»). Дата затвердження на Вченій раді Інституту будівництва та інженерних систем - 12.02.2019, протокол № 6.

### **Практичне значення отриманих результатів:**

1. За отриманими результатами досліджень та з використанням наукових і конструкторсько-технологічних розробок ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка» з реконструкції мостів розроблений проект реконструкції шляхопроводу по вул.Городоцькій в м.Львові. Прольотна будова розширена до 4-х смуг руху з габариту Г-10,5+2×0,9 м до нового Г-16,5+2×1,5 м комбінованим способом – симетричною добудовою двох нових балок з обпиранням їх на розширені опори та влаштуванням збірно–монолітної залізобетонної накладної плити з консольними зв'язками довжиною 2,7 м. Найбільше ушкоджені крайні балки замінені новими, розрахованими на нормовані тимчасові навантаження А15 і НК-100. Залишені для подальшої експлуатації існуючі балки підсилені одним із найменш затратних способів – зміною статичної схеми з існуючої розрізної на нову защемлену на опорах рамно-нерозрізну. Передбачений комплекс ремонтних робіт для забезпечення нормованої довговічності реконструйованого шляхопроводу.

2. Існуюча прольотна будова моста на дорозі Гериня-Болехів розширюється з габариту Г-7,6м без тротуарів до нового габариту Г-8 м з двосторонніми тротуарами по 1,5 м та відповідними захисними бар'єрними і перильними огороженнями за вимогами ДБН В.2.3-14:2006 і ДБН В. 2.3-22:2009.

3. Результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі кафедри автомобільних доріг та мостів Національного університету «Львівська

політехніка» під час підготовки бакалаврів і магістрів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Мости і транспортні тунелі».

**Особистий внесок здобувача.** Основні наукові положення і результати, які виносяться на захист дисертаційної роботи, одержано автором самостійно. Серед них: розробка методик; проведення експериментальних досліджень; обробка отриманих результатів і їх аналіз; розробка практичних рекомендацій для впровадження результатів досліджень. При цьому автором виконано розрахунки та обробку результатів експериментів. Основні результати досліджень викладено в роботах, опублікованих у співавторстві, в яких автор розробив і теоретично обґрунтував методики досліджень, обробив та систематизував одержані результати експериментів.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати роботи доповідались і обговорювались на науково-практичній та науково-технічній конференції: 10-та міжнародна науково-технічна конференція «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди» (19-21 жовтня 2021 року, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна)

**Публікації за матеріалами дисертації.** Основний зміст дисертації відображено у 8 наукових працях, з них: 7 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття - у виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Web of Science.

**Мова і стиль** виконання чітко і зрозуміло висвітлюють здобуті науково-практичні результати з використанням загальноприйнятих норм і класичних правил стилістики. Структура дисертації узгоджується з її метою і завданням дослідження та характеризується логічністю, послідовним викладенням матеріалу, науковим стилем. Істотних зауважень щодо орфографічних, синтаксичних чи друкарських помилок немає.

Дисертаційна робота написана грамотно, з використанням сучасних наукових і технічних термінів. Рисунки, графіки та формули оформлені відповідно до чинних стандартів, є чіткими та зрозумілими; для кращого сприйняття складних графічних залежностей вдало використано технічні засоби, зокрема, виноски та надписи.

Стиль викладення роботи відповідає вимогам до наукових праць; істотних зауважень щодо орфографічних, синтаксичних чи друкарських помилок немає. У цілому оформлення роботи відповідає вимогам до дисертаційних робіт.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається з анотації двома мовами, переліку умовних позначень, символів, одиниць вимірювання, скорочень, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 257 сторінок, основна частина дисертації займає 204 сторінки, з них 66 рисунків по тексту; 6 таблиць по тексту; списку використаних джерел з 151 найменуванням на 239 - 254 сторінках, 2 додатків на 255 - 257 сторінках.

У вступі розміщені усі обов'язкові елементи: обґрунтування актуальності теми дисертаційного дослідження, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, формулювання мети та завдань наукових досліджень, визначення об'єкту та предмету досліджень, опис використаних методів дослідження, формулювання наукової новизни та практичного значення одержаних результатів, описано особистий внесок здобувача, інформацію про апробацію результатів роботи, структуру та обсяг дисертації.

Перший розділ "Інформаційне ознайомлення і аналіз стану просторової роботи та способів підсилення залізобетонних прольотних будов наявних і реконструйованих мостів" містить 67 сторінок. У ньому подано огляд наукової літератури з даної тематики. Зокрема характеристику залізобетонних прольотних будов мостів першочергової реконструкції, основні причини та способи підсилення, огляд експериментальних досліджень та досягнення наукової школи Львівської політехніки.

Другий розділ "Підвалини теорії реконструкції мостів" містить 29 сторінки. Представлено основи теорії реконструкції мостів, включаючи основні правила, яких необхідно дотримуватись під час реконструкції та необхідні етапи розрахунків реконструйованої споруди, а також наведені запропоновані методи розрахунку, необхідні в проектуванні реконструкції.

Третій розділ "Експериментальне дослідження просторової роботи

перехресно-ребристих прольотних будов на моделях" містить 40 сторінок. Представлено результати і аналіз експериментальних досліджень просторової роботи перехресно-ребристих прольотних будов на моделях маломасштабних із органічного скла та великомасштабних із залізобетону.

Четвертий розділ "Експериментальні дослідження натурної перехресно-ребристої прольотної будови під час реконструкції до та після підсилення балок зміною статичної схеми" містить 31 сторінку. Наведено експериментальні дослідження натурної перехресно-ребристої прольотної будови існуючого моста. Показано ефект від зміни статичної схеми балок

П'ятий розділ "Впровадження результатів дослідження в практику реконструкції мостів" містить 37 сторінок. Описано впровадження результатів дослідження в практику реконструкції мостів. Представлено конструктивні рішення у різних об'єктах.

**Висновки** по роботі чіткі та логічно випливають з наукових результатів отриманих автором.

Разом з тим, до дисертаційної роботи є деякі зауваження.

1. Розділ 1 є дуже об'ємним. Доцільно пункт 1.4 перенести у додатки.
2. У висновках до розділу 3 необхідно відобразити основні результати експериментальних досліджень модель ДМ-1.
3. Загальні висновки необхідно конкретизувати.

Зазначені зауваження та побажання не впливають на загальне позитивне ставлення до роботи, не зменшують її наукової новизни та практичної значимості, і тому не є перешкодою для її представлення до офіційного захисту.

Зауваження можуть бути предметом подальших досліджень автора.

## **ВИСНОВКИ**

Дисертаційна робота Яо Сіня "Просторова робота, міцність і деформативність реконструйованих залізобетонних балкових прольотних будов, підсиленіх зміною статичної схеми", представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» є самостійно завершеною

науковою працею, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що свідчать про її складність, систематичність та важливе значення. У роботі вирішується важливе завдання, а саме дослідження просторової роботи, міцності і деформативності реконструйованих залізобетонних балкових прольотних будов, які підсилені зміною статичної схеми.

Основні положення і результати роботи опубліковані у фахових виданнях, включених в перелік МОН України та в наукових виданнях, що включені до наукометричних баз даних.

Позитивно оцінюючи змістовність наукових досліджень, актуальність, наукову новизну та практичні значення отриманих результатів, вважаю що дисертаційна робота є завершеною науковою працею.

Дисертація повністю відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. "Про затвердження Вимог до оформлення дисертації" (з наступними змінами) та "Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії", затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022, а її автор Яо Сінь заслуговує присвоєння наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» та спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Рецензент,

професор кафедри автомобільних доріг та  
мостів Національного університету  
«Львівська політехніка»

д.т.н., доцент

  
Ігор МЕЛЬНИК

Підпис доцента кафедри АДМ Мельника І.В.

Вчений секретар Національного  
університету «Львівська політехніка»

«\_\_\_» \_\_\_\_\_



  
Роман БРИЛИНСЬКИЙ