

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Капліна Романа Борисовича на тему:

«БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПРОЛЬОТНИХ БУДОВ МОСТІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ»

подану до спеціалізованої вченої ради Д64.820.02

при Українському державному університеті залізничного транспорту

на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

Актуальність. Розробка архітектурно-будівельних систем, а також методів їх проектування була і залишається досить актуальною проблемою будівельної галузі. При цьому, цілком очевидно, що сучасний стан речей вимагає створення і експлуатації нових підходів до принципів пошуку структури штучних споруд. В той же час, проблема зниження власної ваги є на сьогоднішній день одним з основних питань при проектуванні сучасних конструкцій. Це, в свою чергу, спонукає до застосування в сталезалізобетонних системах полегшених металевих і залізобетонних елементів. Перспективним видом полегшених металевих елементів є наскрізні балки. У технічній літературі така балка отримала кілька назв - балка з перфорованою стінкою, балка з розвиненим перетином, наскрізна балка. Однак, відомі рішення дозволяють отримувати перфоровані елементи з однаковою кроком та розмірами отворів. Та з точки зору мінімізації власної ваги, найбільший ефект може бути досягнутий при формуванні конструкцій що мають нерегулярні топологію та крок отворів.

Узагальнюючи вищесказане, можна зробити висновок що тема дисертації є актуальною та має наукове і прикладне значення, оскільки орієнтована на вирішення конкретного наукового завдання шляхом теоретичних та експериментальних досліджень полегшених сталезалізобетонних прогонових будов, що складаються з металевих перфорованих блоків коробчастого перетину та ефективної залізобетонної плити проїзної частини.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Тема дисертації є частиною наукових досліджень кафедри будівельних конструкцій Харківського національного університету імені О.М. Бекетова, що виконуються в рамках функціонування наукової школи «Конструкції і матеріали для житлових і громадських будівель», а також держбюджетної теми «Розробка та дослідження нової конструктивної системи

багатокритеріальної відповідності» (№0115U000154), що виконується за замовленням МОН України.

Оцінка змісту дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел зі 134 найменувань та 7 додатків. Повний обсяг дисертації складає 198 сторінок, у тому числі 132 сторінки основного тексту.

У **вступі** визначені актуальність теми дисертаційної роботи, мета і завдання дослідження, наукова гіпотеза, представлені наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі** розглянуто класифікацію, загальні характеристики і конструктивні особливості найбільш розповсюджених сталезалізобетонних прогонових будов мостів, проведено аналіз відомих сполучних елементів, що забезпечують сприйняття зсувних зусиль між металевими та залізобетонними частинами, розглянуто варіанти застосування полегшених металевих та залізобетонних елементів конструкції, проаналізована нормативна документація та особливості розрахунку сталезалізобетонних конструкцій. Аналіз та узагальнення представленої інформації дозволили сформулювати мету та завдання дисертаційної роботи.

Другий розділ присвячений поліпшенню фізико-геометричних характеристик конструкції сталезалізобетонної прогонової будови, що складається з металевих перфорованих блоків коробчастого перетину та ефективно полегшеної залізобетонної плити проїзної частини, що включена в сумісну роботу за допомогою нової системи зсувних зв'язків. За допомогою використання біоенергетичного методу оптимізації, заснованого на використанні енергетичних критеріїв раціоналізації конструкції (вимога мінімізації потенційної енергії деформації та вимога ізоенергичного стану системи) здобувачем досліджено вплив розмірів та кроку отворів на значення потенційної енергії деформацій (ПЕД) та характер розподілу полів щільності ПЕД. Зокрема, в ПК «Ліра 10.6» виконано чисельний аналіз впливу даних параметрів на напружено-деформований стан перфорованих елементів. Результати виконаних досліджень, дозволили сформулювати раціональну топологію та крок отворів «енергетично рівномірних» перфорованих металевих елементів в умовах багатокритеріальності.

Дисертантом вивчено та систематизовано технологічні параметри, що дозволяють виконувати перфоровані металеві елементи з нерегулярними розмірами та кроком отворів.

У **третьому розділі** наведені результати чисельного аналізу напружено-деформованого стану конструкції сталезалізобетонної прогонової будови розглянутої в другому розділі. Проведено порівняння компонентів НДС з

моделлю, перфоровані елементи якої, мають однакові розміри та крок отворів. В ході порівняння, крім компонентів НДС при статичному навантаженні, проаналізовані форми і частоти власних коливань модального аналізу для позначених двох моделей. Також, дисертантом був проведений розрахунок надійності прогонової будови, що, в свою чергу, підтверджує ефективність запропонованого рішення.

Четвертий розділ присвячений експериментальній верифікації нової конструкції сталезалізобетонної прогонової будови автодорожнього мосту, запропонованої при капітальному ремонті мосту через р. Сухий Торець в м. Барвінкове. Вибір конструкції прогонової будови проводився за допомогою порівняння техніко-економічних показників (табл. 4.1).

Проведений натурний експеримент включав в себе серію статичних та динамічних випробувань. Перед проведенням випробувань, здобувачем були виконані теоретичні розрахунки споруди на тимчасові навантаження, прийняті при експерименті. В якості навантаження прийнято рухоме автомобільне навантаження у вигляді двох автомобілів КАМАЗ-6520. В ході експерименту отримані значення вертикальних переміщень конструкції та деформації в характерних точках металевого блоку, частоти власних та вимушених коливань. Максимальний прогин конструкції отриманий при 2-ій схемою навантаження і склав 2,9мм. Максимальні значення відносних деформацій склали $15 \cdot 10^{-6}$ мм, що, в свою чергу, відповідає значенням напруження - 25 МПа. При зіставленні теоретичних та експериментальних значень похибка склала 5%. Залишкові деформації після кожної розвантаження на кожному етапі навантаження не перевищили 10%, що дозволяє судити про високу жорсткість конструкції.

У **п'ятому розділі** наведені результати впровадження запропонованих конструктивно-технологічних рішень при проектуванні та будівництві об'єктів в Харківській області.

Слід відзначити, що **достовірність** та **вірогідність** отриманих результатів підтверджена чисельним аналізом та натурною експериментальною верифікацією запропонованих рішень.

Ступінь **обґрунтованості** наукових досліджень дисертаційної роботи визначена кореляцією отриманих результатів з відомими результатами інших авторів.

Наукову новизну представленої до захисту роботи визначають:

- вперше запропоновані теоретичні і конструктивно-технологічні підходи формування раціональної структури (форма і зміст) перфорованих металевих елементів, що мають нерегулярні (довільні) розміри та крок отворів;

- вперше виконана оцінка впливу нерегулярної конфігурації перфорованих елементів на компоненти напружено-деформованого стану прогонових будов в умовах багатокритеріальності;

- вперше виконане експериментальне натурне дослідження напружено-деформованого стану сталезалізобетонної прогонової будови з регульованими параметрами при дії статичних та динамічних навантажень;

- вдосконалена процедура СЕ-моделювання НДС сталезалізобетонної прогонової будови з раціональними параметрами;

- вдосконалена процедура визначення раціональної геометрії перфорованих металевих елементів за критерієм мінімізації витрат матеріалу в умовах декількох навантажень.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

- підібрані раціональні геометричні параметри прогонових будов, що забезпечують мінімальні витрати матеріалів;

- розроблено спосіб виготовлення перфорованих елементів з нерегулярними (довільними) кроком та розміром отворів;

- результати дослідження впровадженні в практику будівництва.

Основні положення і результати дисертаційної роботи опубліковано в 10 наукових працях, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях, рекомендованих МОН України, 2 статті у міжнародних періодичних виданнях, що включені до наукометричної бази Scopus, 4 публікації апробаційного характеру, з яких 1 у виданні, що включено до наукометричної бази Scopus, 1 патент на корисну модель.

Автореферат за змістом відповідає дисертаційній роботі і розкриває її основні положення. Він містить 26 сторінок, 18 рисунків та 9 таблиць.

Оформлення автореферату та дисертації відповідає вимогам ДАК.

За змістом дисертації слід внести **наступні зауваження**:

1. В розділі 1 здобувачем не достатньо розкрито питання розрахунку перфорованих металевих елементів.

2. На рис. 2.16 на осі значення ПЕД автор загубив $\times 10^{-2}$ та $\times 10^{-3}$ хоча в табл. 2.2 вони є.

3. В розділі 2 (стор. 59) здобувач розглядає плиту проїзної частини з товщиною обшивок 50мм. Чи достатньо цієї товщини з точки зору продавлювання?

4. Враховуючи особливу складність моделювання сталезалізобетонних прогонових будов, слід було б навести більше детальний опис процедури створення скінченно-елементних моделей двокомпонентної конструкції, та, зокрема, зазначити як визначався розмір скінченних елементів, адже це безпосередньо впливає на точність отримуваних результатів.

5. Чи враховувалось якимось чином ослаблення конструкції металевих балок за рахунок великої кількості зварних швів при розрахунках?

6. З тексту дисертації не зовсім зрозуміло за якими схемами проводилося навантаження прогонової будови нормативними навантаженнями під час натурного експерименту?

7. З тексту дисертації не зрозуміло, чи перевіряли в ході експериментальної верифікації, розподільчі властивості прогонової будови в поперечному напрямку?

Проте вищенаведені зауваження не зменшують наукову та практичну цінність дисертації. Дисертаційна робота Капліна Романа Борисовича «Багатокритеріальна раціоналізація конструктивних параметрів сталезалізобетонних прольотних будов мостів при реконструкції» є завершеною науковою працею, що пройшла достатню апробацію. Дисертація містить нові науково обґрунтовані теоретично-експериментальні результати дослідження напружено-деформованого стану сталезалізобетонних прогонових будов, та вирішує важливу науково-технічну задачу вдосконалення їх конструктивно-технологічних рішень.

Представлена робота повністю відповідає пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» до кандидатських дисертацій, а її автор Каплін Роман Борисович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук,
завідувач кафедри мостів, конструкцій
та будівельної механіки
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету

 В.П. Кожушко

