

## 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.** Глобальна тенденція зменшення власної ваги споруд, що характерна для будівельної галузі більшості цивілізованих країн світу в останні роки, крім екологічного позитиву, переслідує також і ефективність. Загальноприйнятою нормаллю при проектуванні будівель і споруд є рівнозначне розподілення несучої здатності будівлі навпіл: 50% для сприйняття власної ваги та 50% – на корисне навантаження. На жаль, більшість об'єктів, що продовжують зводитись сьогодні по всьому світу, дуже далекі від раціонального проектування, економічного використання та екологічного позитиву, адже співвідношення власної ваги та корисного навантаження для них характеризується величиною 60-70% на 40-30%. Зменшення власної ваги споруди, окрім економії витрат матеріалів та зниження тиску на ґрунтову основу, також дає можливість підвищити долю ресурсу споруди, що йде на сприйняття експлуатаційних навантажень.

У більшості розвинених країн світу сталезалізобетонні конструкції знаходять, поряд із залізобетонними та металевими прогоновими будовами, досить широке застосування. Вимога мінімізації власної ваги конструкцій призвела до можливості застосування в світовому мостобудуванні, в тому числі, балок з перфорованою стінкою. Витрата металу в таких елементах на 20-30% менше, ніж в звичайних прокатних балках, при одночасному зниженні вартості на 10-18%. Традиційно перфоровані елементи виконуються з регулярним кроком та розмірами отворів. Однак, найбільший ефект може бути

досягнутий при формуванні конструкцій, що мають нерегулярні (довільні) розміри та крок отворів.

У зв'язку з цим тема дисертаційного дослідження є **актуальною**, адже присвячена питанням аналізу напружено-деформованого стану полегшених сталезалізобетонних прогонових будов мостів, що складаються з перфорованих металевих елементів, які мають нерегулярні (довільні) розміри і крок отворів, та ефективної залізобетонної плити проїзної частини, та спрямована на вирішення своєчасного науково-прикладного завдання раціоналізації конструктивно-технологічних рішень споруди загалом.

### **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** представлений стислий аналіз відомих конструктивних рішень найбільш поширених сталезалізобетонних прогонових будов мостів. Наведені основні переваги і недоліки даних систем з урахуванням їх конструктивних особливостей. Розглянуті конструкції деталей поєднання металевої та залізобетонної частини конструкції. Також проаналізовано досвід застосування полегшених ефективних металевих і

залізобетонних елементів у вигляді перфорованих балок та залізобетонної плити з пустотоутворювачами. Дисертантом проаналізовано результати наявних досліджень закордонних та вітчизняних авторів з обраної тематики, проте не в певній мірі розкрито питання огляду нормативної документації з розрахунку даних конструкцій. Разом з тим, узагальнення наведеної в першому розділі інформації дозволили здобувачу сформулювати мету та основні завдання дисертаційного дослідження.

В **другому розділі** дисертантом запропоновані теоретичні і конструктивно-технологічні підходи формування раціональної структури перфорованих металевих елементів, що мають нерегулярні розміри та крок отворів. На основі представленого біоенергетичного методу, заснованого на енергетичних принципах, розглянута процедура побудови енергетично рівномірної завантаженої балки прямокутного перерізу та пошуку мінімальної висоти перерізу при постійній ширині. Виходячи з того, що для мостових конструкцій виконання перфорованих елементів різної висоти та елементів постійної висоти, з різною висотою отворів, утруднене, варійованими параметрами залишаються ширина та крок отворів. З метою оцінки їх впливу на напружено-деформований стан конструкції виконано чисельний аналіз перфорованих елементів з різним кроком та розмірами отворів в умовах багатокритеріальності.

Особливістю роботи є використання в якості об'єкта дослідження просторової двокомпонентної системи автодорожніх мостів, що складається з перфорованих металевих блоків та монолітної ефективною залізобетонної плити проїзної частини, яка реалізує підхід до якісного та кількісного управління напружено-деформованим станом конструкції. Це знайшло відображення при побудові скінченно-елементних моделей прогонових будов, та зокрема конструкцій металевих перфорованих елементів. Здобувачем отримані значення потенційної енергії (ПЕД) та поля розподілення щільності потенційної енергії (ЩПЕД), що позитивно виокремлює власне підхід до оцінки НДС для розглянутих конструкцій.

**Третій розділ** дисертації присвячений аналізу напружено-деформованого стану розглянутої в роботі конструкції. Чисельне дослідження проводилося за двома розрахунковими схемами прогонових будов, що складаються з трьох блоків, поєднаних за допомогою високоміцних бовтів і єдиної залізобетонної плити. У якості першої розглянута модель прогонової будови з металевими перфорованими блоками, що мають регулярний крок та однакову ширину отворів (модель 1). Друга представлена прогоною будовою, з металевими перфорованими блоками, що мають нерегулярний крок та різну ширину отворів (модель 2). У ході дослідження проаналізовано характер роботи конструкції при дії одиничного статичного рівномірно-розподіленого навантаження еквівалентом  $10 \text{ кН/м}^2$ . У зв'язку з чим, встановлена частка ресурсу, що йде на сприйняття власної ваги і корисного навантаження в пропорції 40% на 60% відповідно. Зокрема вивчалася трансформація поля НДС за рахунок нерегулярності отворів в перфорованих елементах.

Здобувачем, відповідно до вимог вітчизняних норм, було проведено розрахунок зазначеної прогонової будови на дію нормативних навантажень А-15 і НК-100 і отримані значення переміщень конструкції і зусиль, що виникають у головних балках, діафрагмах, нижній полці і в залізобетонній плиті.

**Четвертий розділ** присвячений натурній експериментальній верифікації запропонованого підходу, на основі якого створена нова конструкція сталезалізобетонної прогонової будови. В якості об'єкта дослідження використана сталезалізобетонна прогонова будова автодорожнього мосту через р. Сухий Торець в м. Барвінкове. В якості навантаження були прийняті 2 автосамоскиди КАМАЗ-6520, з нормативної масою одного автомобіля  $Q = 19.2 \text{ т}$ . Програмою випробувань було передбачено проведення статичних і динамічних випробувань мосту. Максимальні вертикальні переміщення (прогини) конструкції, отримані від дії короткочасного навантаження, свідчать про високу жорсткість системи. Залишкові деформації після розвантаження на

кожному етапі навантаження не перевищили 10%, що, в свою чергу, свідчить про пружну роботу конструкції на всьому діапазоні навантаження.

**П'ятий розділ** дисертації відображає опис об'єктів впровадження результатів дослідження. Серед конструктивних рішень прогонових будов об'єктів впровадження не вдалось знайти конструкцію з позначеною топологією (нерегулярні крок та розміри отворів), описану в Розділі 2.

Слід відзначити, що **достовірність** та **вірогідність** отриманих результатів підтверджена порівнянням отриманих теоретичних результатів для різних скінченно-елементних моделей та експериментальною верифікацією запропонованих рішень шляхом натурних експериментів.

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

**Наукова новизна** представленої до захисту дисертації визначається наступними складовими:

- запропоновані оригінальні теоретичні і конструктивно-технологічні підходи формування раціональної структури перфорованих металевих елементів, що мають нерегулярні 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 кроком та розміром отворів; результати дослідження впроваджені 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.

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

Оформлення анотування та дисертації відповідає вимогам, що пред'являються до кваліфікаційних робіт даного рівня.

За змістом дисертації є **наступні зауваження**:

1. При чисельному аналізі перфорованих пластин розглянуто п'ять (рис. 2.13) та чотири (рис. 2.15) варіантів перфорованих стінок балок. Можливо, треба було розглянути більше варіантів або обґрунтувати їх обмеження варіантами, наведеними вище.

2. При вирішенні задачі багатокритеріальності здобувач не вказав розміри остаточного варіанту перфорованого металевго елемента, отримані за критерієм-компромісом (стор. 48).

3. В ході оцінки впливу ефективної залізобетонної плити на напружено-деформований стан перфорованої металевгої частини здобувач розглядає плиту проїзної частини товщиною 300мм. Виникає питання, чи перераховувались отримані результати з урахуванням різної товщини плит? Як корелюють отримані результати між собою?

4. В експериментальних дослідженнях не визначалися параметри низхідної гілки роботи бетону, і в теоретичних дослідженнях це не враховано,

що дещо обмежує точність розрахунків при високих навантаженнях і перевантаженнях.

5. Автором в тексті дисертації допущено ряд орфографічних помилок, зокрема, напис під рис.1.3 – «типовий перетину» замість «перетин», напис під рис.1.4 – «сталезалізобетонних балка» замість «сталезалізобетонна», на стор. 106 «поперечні звязку», замість «звязки», там же русизм «смятие», на стор 109 – відповідає «п'ятому станом» замість «стану» та інші. Схема на рис 5.9 має низьку якість виконання, де не видно розмірів, деталей. В дисертації зазначено наявність патенту на корисну модель, що не включає експертизу по суті, тому бажано отримати повний патент на винахід.

6. На рис. 3.1 а, 3.1 б відсутні позначення, що вказують на розміри та крок отворів для блоків з регулярною та нерегулярною топологією. Слід було доповнити креслення перерізами блоків. Це б значно спростило сприйняття інформації про прийняті конфігурації перфорованих елементів.

7. При чисельному аналізі прогонової будови на тимчасові рухомі навантаження слід було врахувати та оцінити роботу деталей поєднання металевої частини з залізобетонною плитою.

8. З тексту дисертації не зовсім зрозуміло, чи перевіряли в ході експериментальної верифікації сумісність роботи металевої та залізобетонної частин.

9. В розділі п'ять не вистачає таблиці порівняння техніко-економічних показників запропонованої споруди в порівнянні з залізобетонними або металевими аналогами. В авторефераті дане порівняння автором представлено у табл. 9. В розділі всього два підрозділи, і не внесені з додатків результати розрахунків, формули, таблиці.

Разом з тим, вищенаведені зауваження мають дискусійний характер та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації. Дисертаційна робота Капліна Романа Борисовича **«Багатокритеріальна раціоналізація конструктивних параметрів сталезалізобетонних прольотних будов мостів при реконструкції»** є завершеною науковою працею, що

характеризується достатньою апробацією. В дисертації представлені нові наукові результати теоретично-експериментального характеру, що дозволяють вирішити завдання раціоналізації конструктивних рішень полегшених сталезалізобетонних прогонових будов, вдосконалити технологію їх зведення та досягти економічного ефекту.

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,  
кандидат технічних наук, професор,  
завідувач кафедри будівництва  
Херсонського державного  
аграрно-економічного університету

 М.Г.Чеканович

Підпис кандидата технічних наук,  
професора М.Г. Чекановича, засвідчує,  
начальник відділу кадрів





Ю.В. Яворська