



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи  
Національного університету  
«Львівська політехніка»

Д.т.н., проф.

Іван ДЕМИДОВ

"17" Вересня 2024 р.

## Висновок

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів  
дисертації «Раціональні сталеві комбіновані кроквяні ферми»  
здобувача наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(галузь знань 19 Архітектура та будівництво)

Дмитра СИДОРАКА

наукового семінару кафедри будівельного виробництва

### 1. Актуальність теми дисертації

У світовій будівельній практиці створено багато універсальних конструкцій громадського та промислового призначення. Однією з них є сталеві фермові системи покриття, що відрізняються оригінальними архітектурними формами та прогресивними конструкторськими рішеннями. В даний час провідним напрямком ефективного металобудівництва є використання легких металевих конструкцій у будівлях промислового, цивільного і сільськогосподарського призначення. Науково-технічний прогрес у галузі будівництва тісно пов'язаний із проблемами розвитку та вдосконалення сталевих металевих конструкцій. Одним із основних завдань проєктувальників при конструюванні будівель з металоконструкцій є, крім забезпечення загальної стійкості будівлі та її елементів, зниження металомісткості, трудомісткості виготовлення і, як наслідок, вартості витрат. Ефективними та такими, що найбільш задовольняють архітектурно-будівельні вимоги щодо міцності, стійкості та архітектурно-конструктивної виразності при проєктуванні покриттів будівель стають фермові металоконструкції. Металеві ферми широко застосовуються в промислових і громадських будівлях.

У практиці проєктування металоконструкцій покриттів великопрогонових будівель широке застосування знайшли ферми із замкнутих профілів (гнутозварних, трубчастих), що відображається у діючих нормах. Подальше вдосконалення процесу проєктування, виготовлення, комплексного постачання та монтажу легких металевих конструкцій промислових будівель потребує

поєднання оптимальних показників маси з мінімальною трудомісткістю механізованого потокового виготовлення.

Традиційні ферми відрізняються значною витратою металу на фасонки та прокладки, збільшеною трудомісткістю виготовлення, незручністю фарбування стержнів під час експлуатації (захист металоконструкцій від корозії). Другим недоліком рішень розкісних решіток традиційних ферм є значна нерівностійкість стержнів щодо їх осей.

Вдосконалення конструктивних форм та використання нових методів раціонального проектування дозволить замінити розробки (проекти) неефективних сталевих ферм на легкі раціональні комбіновані сталеві ферми, що забезпечить значну економію сталі, знизить працемісткість виготовлення, монтажу, зменшить кількість викидів CO<sub>2</sub>.

Пошук полегшеної маси ферм, як основного елемента будівельних конструкцій, що задовольняє всі фізичні обмеження, є фундаментальною проблемою будівельної галузі. Ефективне проектування ферми може призвести до значної економії коштів, а також покращити фізичні показники та безпеку конструкції.

Прагматичним шляхом вирішення такого інженерного завдання є раціональне проектування. Раціональною вважається конструкція, яка має мінімальну масу, технологічність і мінімальну трудомісткість її виготовлення. Створення раціональної конструктивної форми комбінованої сталеві ферми є складною проблемою комбінаторної оптимізації і параметричного проектування. Параметричні методи проектування значно розширили і збільшили геометричну різноманітність і різновидності конструктивних форм у процесі раціонального проектування. Створення технологічної та ефективної топології є важливим кроком у проектуванні ферми. Кращим процесом проектування є одночасне виконання топології, форми та оптимізації розмірів, що може бути в майбутньому застосовано до великомасштабної проблеми проектування ферм. Такий метод проектування є ефективним та результативним, оскільки дає кращі результати, ніж інтуїтивно зрозумілі остаточні макети. Створення раціональних конструктивних рішень сталевих ферм, спрямованих на зниження трудомісткості виготовлення, витрати сталі та вартості виготовлення, стає актуальним.

## **2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри**

Тема дисертації Сидорака Д.П. відповідає науковому напряму кафедри будівельного виробництва «Технологія будівництва, дослідження прогресивних конструкцій і методів зведення будівель і споруд, сучасні технології енергоефективного будівництва, бетонів поліфункціонального призначення та ефективних оздоблювальних, гідроізоляційних, антикорозійних матеріалів»; дисертація виконана в межах науково-дослідної роботи: “Регулювання напружено-деформованого стану комбінованих шпренгельних конструкцій” (№ державної реєстрації 0117U001849; терміни виконання 2019-2021 рр.).

## **3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів**

Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні наукової гіпотези, мети досліджень, визначенні основних наукових завдань, плануванні та проведенні експериментальних випробувань зразків комбінованих ферм, обробці та перевірці достовірності отриманих результатів досліджень, розробці рекомендацій з розрахунку та проектування комбінованих сталевих ферм покриття, впровадження результатів досліджень у виробництво. Усі наукові результати дослідження дисертаційної роботи отримані автором особисто.

#### **4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій**

Отримані дані в ході експериментальних досліджень виявились близькими до теоретичних розрахунків, що наочно підтверджують їх достовірність. Зокрема, це підтверджує правильність рішень, прийнятих при проектуванні дослідних зразків комбінованих ферм. Максимальна розбіжність теоретичних і експериментальних результатів знаходиться в межах 4-8 %, що узгоджується з точністю експериментів.

Результати експериментальних випробувань зразків моделей комбінованих кроквяних ферм під експлуатаційним навантаженням добре узгоджуються з теоретичними розрахунками.

Проведені експериментальні дослідження на модельних зразках комбінованих кроквяних ферм підтверджують висунуту наукову гіпотезу, що раціональне проектування комбінованих ферм стає доцільним за рахунок використання нових раціональних конструктивних форм і топології з розрахунковим регулюванням напружено-деформованого стану (НДС).

Напружено-деформований стан зразків моделей комбінованих кроквяних ферм із регулюванням НДС характеризується рівномірністю розподілу напружень у перерізах по довжині верхнього поясу та достатніми показниками жорсткості.

Підтверджено теоретично розраховану зміну зусиль та напружень у верхньому поясі балки жорсткості за рахунок розрахункового регулювання НДС, тобто одержана раціональна конструкція і встановлено, що напружено-деформований стан комбінованих кроквяних ферм на всіх етапах завантаження відповідає розрахунковим значенням.

Отже, отримані результати експериментальних випробувань підтверджують доцільність раціонального проектування та прийнятність запропонованої узагальненої розрахункової схеми комбінованих конструкцій із раціональною топологією, можливість регулювання НДС розрахунковим методом і досягнення рівнонапруженого стану в балці жорсткості.

#### **5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру**

- Удосконалено конструктивні рішення комбінованих сталевих кроквяних ферм на основі розрахунку, пошуку ефективних раціональних значень геометричних параметрів;

- визначено раціональну топологію комбінованих сталевих ферм та жорсткісні характеристики балки жорсткості;
- розроблено новий метод розрахункового регулювання НДС в раціональних комбінованих сталевих фермах за рахунок прикладення опорних та/або вузлових ексцентриситетів, зміною довжин панелей комбінованої сталеві ферми;
- на базі сформульованих наукових завдань розроблено методіку проектування раціональних комбінованих сталевих ферм (за результатами теоретичних і експериментальних досліджень) та визначені принципи їх використання замість типових конструкцій;
- сформовано новий підклас раціональних комбінованих сталевих ферм.

## **6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації**

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Myron Hohol, Ivan Peleshko, Alexey Petrenko, Dmytro Sydorak (2021) Analysis of calculation regulation methods in steel combined trusses. Scientific Journal "Theory and Building Practice". 2021; Vol. 3, N. 1: 64-71 (Гоголь М.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія; Пелешко І.Д. – робота з результатами; Петренко О.В. – редагування, формулювання висновків; Сидорак Д.П. – аналіз розрахункових методів регулювання зусиль у сталевих конструкціях);
2. Hohol M., Kotiv M., Peleshko I., Sydorak D. (2021) Regulation of stress-deformed state in compressed elements of steel frames. Scientific Journal "Theory and Building Practice". 2021; Vol. 3, N. 2: 24-31 <https://doi.org/10.23939/jtbp2021.02.024> (Гоголь М.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія; Котів М.В. – робота з даними; Пелешко І.Д. – формулювання висновків; Сидорак Д.П. – аналіз розрахункових методів регулювання зусиль у сталевих конструкціях);
3. Sydorak D. and Hohol M. (2022) Improving the constructive efficiency of steel combined trusses. Scientific Journal "Theory and Building Practice". 2022; Vol. 4, N. 1: 18-26 (Сидорак Д.П. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія, дослідження впливу опорних та вузлових ексцентриситетів на розподіл зусиль у балці жорсткості комбінованої сталеві кроквяної ферми; Гоголь М.В. – редагування статті, формулювання висновків);
4. Hohol M. and Sydorak D. (2022) Structural efficiency of steel combined trusses. Scientific Journal "Theory and Building Practice". 2022; Vol. 4, N. 2: 58-67 (Гоголь М.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія, формулювання висновків; Сидорак Д.П. – виконано експериментальні дослідження зразків комбінованих сталевих ферм та оброблено результати випробувань, редагування);
5. Hohol Myron, Sydorak D., Hohol Marko (2023) New design form of steel combined roof trusses. Scientific Journal "Theory and Building Practice". 2023; Vol.

5, N. 1: 21-27 (Гоголь М.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія; Сидорак Д.П. – проведено аналіз ефективності запропонованого методу регулювання НДС за допомогою зміни довжин панелей верхнього поясу ферми; Гоголь М.М. – обробка результатів, редагування статті) ;

6. Hohol Myron, Dynka P., Sydorak D., Hohol Marko (2023) Efficiency of rational combined steel trusses. Scientific Journal "Theory and Building Practice". 2023. Vol. 5, N 2: 35-41 (Гоголь М.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія; Динька П.К. – техніко-економічне порівняння варіантів сталевих ферм; Сидорак Д.П. – дослідження ефективності комбінованих ферм порівняно із типовими в залежності від прольоту та величини навантаження; Гоголь М.М. – обробка результатів, редагування статті);

7. Hohol Myron, Sydorak D., Hohol Marko (2024) Synthesis of rational constructive solution of steel roof trusses. Scientific Journal "Theory and Building Practice". P. 2024; Vol. 6, N. 1: 7-16 (Гоголь М.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія; Сидорак Д.П. – дослідження впливу способу закріплення решітки на розподіл зусиль у балці жорсткості; Гоголь М.М. – обробка результатів, редагування статті).

Статті у виданнях інших держав, що входять до наукометричної бази даних SCOPUS

8. Hohol M., Gasii G., Pents V., Sydorak D. (2022) Structural—Parametric Synthesis of Steel Combined Trusses. In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. ICBI 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 181. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_16) (Гоголь М.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія; Гасій Г.М. – аналіз результатів попередніх досліджень; Пенц В.Ф. – формулювання висновків; Сидорак Д.П. – визначення шляхом структурно-параметричного синтезу раціональної топології та геометричних параметрів комбінованих кроквяних ферм) ;

9. Hohol M., Marushchak U., Peleshko I., Sydorak D. (2022) Rationalization of the Topology of Steel Combined Truss. In: Bieliatynskyi A., Breskich V. (eds) Safety in Aviation and Space Technologies. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_9) (Гоголь М.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія; Марущак У.Д. – редагування, формулювання висновків; Пелешко І.Д. – аналіз результатів попередніх досліджень; Сидорак Д.П. – аналіз впливу топології та геометричних параметрів на технічну ефективність комбінованих ферм);

10. Hohol, M., Sydorak, D., Sivitska, S., Cherednyk, L. (2023). Structural Synthesis of Rational Constructive Forms of Combined Steel Trusses. In: Onyshchenko, V., Mammadova, G., Sivitska, S., Gasimov, A. (eds) Proceedings of the 4th International Conference on Building Innovations. ICBI 2022. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 299. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-17385-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-031-17385-1_16) (Гоголь М.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія; Сидорак Д.П. – визначення шляхом структурно-параметричного синтезу раціональної топології та геометричних параметрів комбінованих кроквяних ферм; Сівіцька

С.П. – аналіз попередніх публікацій; Чередник Л.А. – обробка результатів, редагування статті);

11. Hohol M., Marushchak U., Galinska T., Sydorak D. Synthesis of rational topology of combined steel trusses. AIP Conf. Proc. Reliability And Durability Of Railway Transport Engineering Structure And Buildings 31 May 2023; 2684 (1): 030015. (Гоголь М.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія; Марущак У.Д. – аналіз літературних джерел, редагування; Галінська Т.А. – формулювання висновків; Сидорак Д.П. – аналіз впливу топології та геометричних параметрів на технічну ефективність комбінованих ферм);

12. Shimanovsky O., Hohol M., Melnyk I., Sydorak D. (2024). Trends of Development of Combined Steel Trusses of the New Generation. In: Zabulonov, Y., Peer, I., Zheleznyak, M. (eds) Liquid Radioactive Waste Treatment: Ukrainian Context. LWRT 2022. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 469. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-55068-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-55068-3_11) (Шимановський О.В. – аналіз та інтерпретація даних, написання статті, методологія; Гоголь М.В. – аналіз попередніх досліджень; Мельник І.В. – формулювання висновків; Сидорак Д.П. – виконання експериментальних досліджень зразків комбінованих сталевих ферм та оброблення результатів випробувань).

### **Патенти**

13. Патент на корисну модель № 144193. МПК E04C 3/02 (2006.01) Малоелементна шпренгельна ферма підвищеної жорсткості / М.В. Гоголь, М.В. Котів, Я.Й. Коцій, І.Д. Пелешко, Д.П. Сидорак, М.М. Гоголь; власник НУ «Львівська політехніка». №2020 02365; заявл. 10.04.2020; опубл. 16.09.2020. Бюл. № 17. 4 с.

14. Патент України № 156643 МПК ) МПК E04C 3/02 (2006.01) E04C 3/11 (2006.01) Раціональна кроквяна сталева ферма / Шимановський О.В., Гоголь М.В., Сидорак Д.П., Гоголь М.М.; власник НУ «Львівська політехніка». - № 2023 03101; заявл. 20.06.2023; опубл. 24.07.2024. Бюл. № 30. 4 с.

### **Матеріали конференцій**

15. Сидорак Д. Підвищення ефективності роботи комбінованих сталевих ферм при несиметричному навантаженні. Фізичні процеси в енергетиці, екології та будівництві : тези доп. III Всеукр. наук.-практ. конф. Одеса: ОДАБА, 2020.

16. Сидорак Д. П. Зниження емісії діоксиду вуглецю при виготовленні сталевих конструкцій // Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування : 6-й Міжнародний молодіжний конгрес, Львів, 09–10 лютого 2021 р. : збірник матеріалів. – 2021

17. Сидорак Д. Оптимізація параметрів комбінованих сталевих ферм. Фізичні процеси в енергетиці, екології та будівництві : тези доп. IV Всеукр. наук.-практ. конф. здобув. вищ. осв. та молод. вч. Одеса: ОДАБА, 2021.

18. Гоголь М.В., Марущак У.Д., Галінська Т.А., Сидорак Д.П. (2021) «Синтез раціональної топології комбінованих сталевих ферм» // 9-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 17-19 листопада 2021 р.: Тези доповідей. - Харків: УкрДУЗТ, 2021. С. 105-106

19. Шимановський О., Гоголь М., Сидорак Д. (2022) Тенденції розвитку комбінованих сталевих ферм нової генерації. Комплексні композитні конструкції будівель та споруд в умовах воєнного стану (CSCS-2022) // Зб. наук. пр. за матеріалами XIV Міжнародної науково-технічної конференції. Полтава: НУПП імені Юрія Кондратюка, 2022, 129-131.

20. Гоголь М., Мельник І., Галінська Т., Сидорак Д. (2022) Параметрична оптимізація комбінованих сталевих ферм. «ENVIRONMENT RECOVERY AND RECONSTRUCTION: WAR CONTEXT 2022»: Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «ENVIRONMENT RECOVERY AND RECONSTRUCTION: WAR CONTEXT 2022», (17–18 листопада 2022 року, Полтава). Полтава : НУПП, 2022, 36-37.

## **7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо**

Основні результати і положення дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на міжнародних науково практичних конференціях і семінарах: III та IV Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти та молодих вчених «Фізичні процеси в енергетиці, екології та будівництві» (Одеса, 2020, 2021), 6-й Міжнародний молодіжний конгрес «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (Львів, 2021), 9-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (Харків, 2021), XIV Міжнародна науково-технічна конференція «Комплексні композитні конструкції будівель та споруд в умовах воєнного стану (CSCS-2022)» (Полтава, 2022), Міжнародна науково-практична конференція «ENVIRONMENT RECOVERY AND RECONSTRUCTION: WAR CONTEXT 2022» (Полтава, 2022).

## **8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати**

Використання методики проектування раціональних сталевих комбінованих ферм використано та впроваджено у навчальний процес кафедри будівельного виробництва для студентів спеціальності *192 Будівництво та цивільна інженерія*, а саме в лекційних та практичних заняттях в дисципліні «Новітні технології в будівництві», що викладається для студентів першого рівня вищої освіти спеціальності *192 Будівництво та цивільна інженерія*, вибірковий блок «Міське будівництво та господарство» (розділ «Новітні технології у влаштуванні конструкцій даху»); в дисципліні «Інноваційні і BIM технології в будівництві», що викладається для студентів другого рівня вищої освіти спеціальності *192 Будівництво та цивільна інженерія* освітньо-професійної програми «Міське будівництво та господарство» (розділи «Технологія влаштування дахового покриття з метою використання мансардних приміщень» і «Інформаційне моделювання будинків»).

## **9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням**

**конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані**

Матеріали дисертаційних досліджень було передано та впроваджено ТОВ «ПЕЛЕ-ІНЖИНІРИНГ» при реконструкції житлового будинку за адресою вул. Пироговського Олександра, буд. 16а у Солом'янському районі м. Києва, будівництві бази по накопиченню сільгоспродукції та відвантаження на морські судна через причал №4, розташованої за адресою м. Миколаїв, вул. Айвазовського; ПП «Будкомплект-Плюс» при будівництві гараж-боксу на вул. Генерала Юнаківа, 10 в м. Львові; ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського» при проектуванні основних несних просторових великопрогонових металоконструкцій каркасу найбільшої торговельної зали (блоку № 6) ТРЦ «River Mall» в м. Києві та реконструкції висувного підйимального пристрою для обслуговування монумента «Батьківщина-Мати» Меморіального комплексу «Національний музей історії України у Другій світовій війні», що дозволило зменшити витрати сталі та зменшити трудомісткість виготовлення сталевих конструкцій.

#### **10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення**

Дисертацію викладено на 261 сторінці. Вона включає зміст, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел зі 141 найменування на 15 сторінках, 5 додатків. Робота містить 148 рисунків та 37 таблиць. Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

**У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.**

**11. З урахуванням зазначеного, на науковому семінарі кафедри будівельного виробництва Навчально-наукового інституту будівництва та інженерних систем ухвалили:**

**11.1.** Дисертація Сидорака Дмитра Павловича «Раціональні сталеві комбіновані кроквяні ферми» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання із удосконалення сталевих конструкцій покриття зі зменшеними витратами сталі та працемісткості виготовлення, що має важливе значення для галузі *19 Архітектура та будівництво*.

**11.2.** Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.

**11.3.** У 20 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них 7 статей у наукових фахових виданнях України та 5 статей у наукових періодичних виданнях інших держав, які входять до міжнародних наукометричних баз.

**11.4.** Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України



від 12 січня 2022 р. № 44, зі змінами).

**11.5.** Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

**11.6.** З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Сидорака Д.П. дисертація «Рациональні сталеві комбіновані кроквяні ферми» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували:

за	-	<i>Двадцять два</i>
проти	-	<i>(немає)</i>
утримались	-	<i>(немає)</i>

Головуючий на науковому  
семінарі кафедри будівельного  
виробництва Інституту будівництва  
та інженерних систем,  
зав. кафедри БВ, д.т.н., професор

 Мирослав САНИЦЬКИЙ

Рецензенти:

к.т.н., доцент,  
доцент кафедри БВ

 Богдан ПАРНЕТА

к.т.н., доцент,  
доцент кафедри БВ

 Андрій ПЕНЦАК

Відповідальна у ННІ за атестацію PhD,  
д.т.н., професор, професор

 Уляна МАРУЩАК

---

"12" вересня 2024 р.