

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Цюпина Євгена Івановича**

на тему: **“Дійсна робота вузлів ферм з труб з початковими недосконалостями”**, представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 19 – Архітектура та будівництво за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Детальний аналіз дисертаційної роботи Цюпина Євгена Івановича на тему “Дійсна робота вузлів ферм з труб з початковими недосконалостями”, як і розгляд його наукових публікацій, дає змогу зробити висновки та надати загальну оцінку проведеного дослідження.

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота Цюпина Євгена Івановича присвячена дослідженню напружено-деформованого стану сталевих конструкцій просторових ферм із жорсткими з’єднаннями вузлів з початковими недосконалостями, подальшому розвитку методик проектування таких конструкцій, та дослідженню процесу зносу гарячого цинкування конструкцій. Сталеві ферми з трубчастих елементів із жорсткими вузловими з’єднаннями є ефективними конструктивними системами, що широко застосовуються у сучасному будівництві у якості несучих конструкцій покриттів будівель і споруд різного призначення.

Існує багато наукових робіт, що присвячені дослідженню роботи та напружено-деформованого стану стиснутих елементів ферм, проте існує потреба у більш ґрунтовному дослідженні впливу початкових недосконалостей на стійкість елементів, враховуючи недосконалості, що виникають під час експлуатації будівлі. Також є потреба у дослідженні

точкового зносу гарячого цинкового покриття для сталевих конструкцій, що забезпечує їх довговічність.

Отже, актуальність теми дисертаційного дослідження Цюпина Євгена Івановича обумовлена потребою будівельної галузі та зокрема інженерної спільноти у нових наукових підходах щодо проектування та оцінки довговічності сталевих просторових конструкцій ферм з жорсткими вузловими з'єднаннями елементів. Також актуальність вибору теми дослідження підтверджується її зв'язком із науково-дослідною роботою кафедри металевих та дерев'яних конструкцій КНУБА на тему: "Розвиток теорії вибору раціональних ресурсозберігаючих конструкцій сталевих рам з використанням ефективних двотаврових профілів енергоекономічних будівель" (номер держреєстрації: 0121U111715), що виконується на підставі наказу КНУБА від 03.06.2021 № 243.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій та достовірність отриманих теоретичних результатів дисертації забезпечується логічною послідовністю методів дослідження згідно сформульованої мети та конкретних завдань, використанням аналізу та синтезу, врахуванням під час чисельних експериментів дійсних умов роботи елементів конструкцій ферм з урахуванням жорсткості вузлових з'єднань, строгістю використання основних положень механіки твердого деформованого тіла, а також використанням сучасних програмних комплексів та скінчено-елементних моделей та перевіркою збіжності результатів виконаних розрахунків, та отриманих аналітичних залежностей.

Наукова новизна результатів полягає у наступному:

– вперше встановлено закономірності взаємозв'язку між деформованою віссю стрижня та навантажувальним фактором за різних початкових відхилень жорсткої опори; розроблено методологічний підхід до числових досліджень

критерію стійкості центрально-стиснутого стрижня за умов жорсткого закріплення з однієї сторони та пружною з другого;

- вперше розроблений методологічний підхід, що забезпечує можливість визначати деформований стан центрально-стиснутих стрижнів при максимальних початкових відхиленнях, що виникають під час виготовлення, монтажу або експлуатації конструкції;

- розроблено методику підвищеної точності розрахунку зварних швів фланцевих з'єднань із врізаними ребрами жорсткості в сталевих фермах із трубчастих порожнистих елементів;

- вперше розроблена методика оцінки фізичного зносу оцинкованого покриття поверхні сталевих конструкцій;

- удосконалено й узагальнено методологічний підхід до оцінки впливу натурних початкових ексцентриситетів та кутів повороту перерізу на опорах для елементів сталевих ферм із жорсткими вузлами;

- удосконалено чисельні методи оцінки жорсткості вузлів з'єднання та встановлено формування зон концентрації напружень;

- удосконалено фізико-математичну модель фізичного зносу цинкового покриття поверхні елементів і вузлів сталевих дорожніх конструкцій в умовах експлуатації на відкритому просторі міста на основі експериментальних даних.

Практичне значення одержаних результатів полягає в практичній цінності підвищення ефективності та надійності просторових сталевих ферм із трубчастих елементів і жорсткими вузлами. Розроблені та удосконалені методики розрахунку зварних швів у фланцевих вузлових з'єднаннях можуть бути використані при проєктуванні та перевірних розрахунках сталевих конструкцій. Запропоновані фізико-механічні та фізико-математичні моделі зносу цинкового покриття забезпечують можливість прогнозування

довговічність сталевих елементів у агресивних середовищах, що є основою для планування термінів технічного обслуговування, ремонту або підсилення конструкцій. Результати числових досліджень вузлових з'єднань дозволяють уточнити розподіл зусиль і напружено-деформований стан у фермах, що підвищує точність оцінки несучої здатності.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях. Наукові результати дисертації висвітлені у 16 роботах: дві статті у науковому виданні, включеного до переліку наукових фахових видань України категорії «А», яке цитується у реферативній базі Web of Science; 6 статей у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України категорії «Б»; 8 робіт представлені, як тези доповідей у національних та міжнародних науково-технічних конференціях.

Таким чином, наукові результати, отримані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Оцінка змісту, стилю та мови дисертації, її завершеності, оформлення

Представлена на рецензію дисертаційна робота написана українською мовою та оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». Дисертація складається з анотації, списку публікацій здобувача за темою дисертації, переліку скорочень та позначень, вступу, п'яти розділів і висновків до них, загальних висновків, списку використаної літератури і одного додатку. Загальний обсяг дисертації складає 180 сторінок, в тому числі 168 сторінок основного тексту, список використаних джерел на 10 сторінках.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, наведено зв'язок з науковими програмами, планами, темами, мета наукової роботи, об'єкт, предмет та методи дослідження, перелічено основні завдання

дослідження, висвітлено наукову новизну та практичну значимість одержаних результатів. Описано особистий внесок здобувача та представлена інформація щодо апробації результатів дисертаційних досліджень та публікацій.

У першому розділі «Конструктивне рішення ферм з жорсткими вузлами та сучасна методологія їх розрахунку» автором було проаналізовано проблематику та сучасний стан досліджень, що присвячені теорії стійкості стиснутих стрижнів при роботі у пружній області. Оглянуто проблематику врахування початкових недосконалостей та їх впливу на стійкість. Також досліджено стан розвитку теорії стійкості у сфері розрахунків із урахуванням появи та розвитку у напружених перерізах обмежених пластичних деформацій.

Проведено аналіз існуючих положень проектування, що стосуються роботи фланцевих вузлових з'єднань, і висвітлено основні напрями за якими існує необхідність проведення додаткових досліджень. Зокрема, це стосується нерівномірного розподілу зусиль у зварних швах фланцевих з'єднань та визначення резерву несучої здатності цих вузлів із урахуванням початкових недосконалостей і дефектів під час експлуатації.

Узагальнено існуючі варіанти конструктивних рішень вузлів ферм із жорсткими з'єднаннями. Проаналізовано основні дефекти та пошкодження, які характерні для даного типу конструкцій та їх вплив на експлуатаційні характеристики ферм. Окрему увагу приділено заходам антикорозійного захисту сталевих конструкцій шляхом цинкування.

У другому розділі «Робота просторового сталевих блоку ферм з труб при уточненні розрахункової схеми» наведено результати чисельних досліджень трьох розрахункових моделей із різними умовами закріплення решіток та поясів ферм. Проведено порівняльний аналіз цих результатів, а також визначено раціональну конструктивну та розрахункову схеми

сталевих ферм покриття зі сталевих труб, що найбільш повно відповідають дійсній роботі конструкції під навантаженням.

Також за допомогою чисельних досліджень отримано нову закономірність залежності коефіцієнтів розрахункової довжини стрижнів від характеру пружного обпирання.

Використаний методологічний підхід дозволив врахувати початкові додаткові згинальні моменти та ексцентриситети, що виникають під час виготовлення конструкцій, і визначити їх вплив на загальну стійкість стрижнів.

Розроблено методологію та виконано чисельні дослідження визначення коефіцієнтів розрахункової довжини стиснутих елементів сталевих ферм з урахуванням умов пружного обпирання. Це дало змогу враховувати жорсткість вузлів сталевої ферми та поворот перерізів її елементів при деформуванні під навантаженням.

У третьому розділі «Вплив початкових недосконалостей на напружено-деформований стан стиснутих елементів ферм з труб» наведено результати досліджень впливу початкових параметрів зміщення опор ферми та початкового кута відхилення жорсткої опори (при її заданих характеристиках) на деформований стан конструкції. Висвітлено рішення щодо удосконалення та узагальнення методологічного підходу до оцінки впливу натурних початкових ексцентриситетів та кутів повороту на опорах для елементів ферм із жорсткими вузлами.

Подано результати чисельних досліджень впливу навантажувального фактору на деформований стан пружного стрижня. Встановлено закономірності між деформованою віссю стрижня та навантажувальним фактором за різних початкових відхилень жорсткої опори.

У четвертому розділі «Моделювання роботи фланцевих вузлів ферм з попереднім напруженням» автор розробив теоретичний підхід до

розрахунку зварних швів фланцевих з'єднань із врізаними ребрами жорсткості для ферм із трубчастих порожнистих елементів. Це дало змогу визначити нерівномірність розподілу зусиль у зварних швах у місцях з'єднання фланця з трубчастими елементами. Наведено результати порівняльного аналізу теоретичних досліджень із результатами розрахунку вузла методом скінченних елементів, що показали якісну збіжність.

Подано результати чисельних досліджень жорсткісних характеристик фланцевих вузлів із попереднім напруженням болтів та обрізними фланцями, які засвідчили можливість відходу від класичного підходу при аналізі загальної жорсткості з'єднання. Дослідження показали можливість контролювати розподіл напружень без зміни перерізу основного несного елемента.

У п'ятому розділі «Моделювання зносу цинкового покриття поверхні елементів і вузлів просторового сталевих блоку ферм з труб» запропоновано удосконалену фізико-математичну модель визначення фізичного зносу цинкового покриття поверхні елементів і вузлів сталевих дорожніх конструкцій в умовах експлуатації в агресивному середовищі. Наведено результати аналізу зносу цинкового покриття та отримано залежності товщини покриття від терміну експлуатації конструкції, які мають нелінійний характер.

Також наведено результати натурних досліджень зносу цинкового покриття при експлуатації реальної рамної дорожньої конструкції в м. Києві з визначенням категорії агресивності навколишнього середовища та отриманими залежностями товщини цинкового покриття від терміну експлуатації при різних параметрах швидкості корозії.

Розроблена автором методика оцінки фізичного зносу оцинкованого покриття поверхні сталевих конструкцій дозволяє прогнозувати термін

експлуатації для кожної групи елементів конструктивної системи до наступного періоду проведення ремонтних робіт та технічного обстеження.

У загальних висновках сформульовано основні наукові результати дослідження відповідно до поставлених задач.

Дискусійні положення та зауваження по дисертаційній роботі. У процесі аналізу змісту й структури дисертації виникли такі зауваження змістовного характеру:

1. У тексті дисертаційної роботи присутні граматичні помилки на сторінках 2, 14, 16, 41, 54, 67, 155;

2. Розділ 2, сторінка 40, перший абзац. Використано термін «коефіцієнт надійності за призначенням», що є застарілим терміном та не відповідає сучасним нормативним документам, де він має назву «коефіцієнт надійності за відповідальністю»;

3. У розділі 2 при порівнянні трьох варіантів розрахункових схем дорожньої рамної конструкції недостатньо обґрунтовано раціональність вибору саме третьої схеми (із жорсткими з'єднаннями елементів), при тому, що у першому пункті висновків до другого розділу вказано на вибір раціональної схеми. Варто було б після таблиці результатів порівняння (табл. 2.1) додати обґрунтування доцільності обраного конструктивного рішення;

4. Більшість рисунків третього розділу (рисунки з 4.5 по 4.117) варто було б винести до додатків;

5. Для результатів, отриманих шляхом чисельного моделювання, доцільно було б навести порівняння з даними натурних експериментальних досліджень.

Зазначені зауваження не знижують позитивної оцінки дисертації та можуть розглядатись як рекомендації для подальшої роботи в обраному напрямі досліджень. Вважаю, що ці зауваження не є визначальними, не

применшують наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів і не впливають на загальну позитивну оцінку виконаного дослідження.

Оцінка відповідності освітньо-науковій програмі підготовки. Під час виконання дисертаційної роботи Цюпин Євген Іванович провів самостійне наукове дослідження та опублікував його основні результати. Аналіз змісту роботи та підсумків впровадження отриманих даних засвідчив, що наукова праця здобувача Євгена Івановича Цюпина повністю відповідає науковому напрямку освітньо-наукової програми КНУБА для підготовки фахівців третього (освітньо-наукового) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...». Дисертація Цюпина Євгена Івановича «Дійсна робота вузлів ферм з труб з початковими недосконалостями» відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп. 5 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Дотримання принципів академічної доброчесності. Дисертаційна робота Євгена Івановича Цюпина є результатом самостійних досліджень здобувача; вона не містить ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації чи компіляції. Усі використані ідеї, результати та тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні першоджерела.

Загальний висновок про дисертаційну роботу

У підсумку до викладеного вище можна стверджувати про високий рівень виконання здобувачем поставленого наукового завдання та глибоке оволодіння методологією наукової діяльності.

Вважаю, що кваліфікаційна наукова праця «Дійсна робота вузлів ферм з труб з початковими недосконалостями», подана на здобуття ступеня доктора

філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, є завершеною і самостійно виконаною науковою працею, містить нові науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати та відповідає вимогам пп. 5 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44, а її автор, Цюпин Євген Іванович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 — Будівництво та цивільна інженерія.

Рецензент:

Доцент кафедри металевих і
дерев'яних конструкцій Київського
національного університету
будівництва і архітектури
кандидат технічних наук, доцент



Віталій ТОНКАЧЕСВ

Підпис Віталія ТОНКАЧЕСВА
засвідчую:

