

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНОЇ МЕХАНІКИ

ТРОЯН ОЛЕКСАНДР РОМАНОВИЧ

УДК 621.624.177

**ДОВГОВІЧНІСТЬ ВУЗЛІВ ЗВАРНИХ ФЕРМ ПРИ ДІЇ ЦИКЛІЧНИХ
НАВАНТАЖЕНЬ**

8.06010101 «Промислове та цивільне будівництво»

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2017

Роботу виконано на кафедрі будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент
Ковальчук Ярослав Олексійович
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя, завідувач кафедри будівельної
механіки

Рецензент: начальник ПП «Архітектурно-проектне будівельно-
виробниче підприємство «ДІМ»
Чубик Василь Феофанович

Захист відбудеться 23 лютого 2017 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №7 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №2, ауд. 35

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Температурний вплив на зварні будівельні ферми спричиняє появу в елементах конструкцій внутрішніх напружень, які сумісно з напруженнями від зовнішніх силових чинників визначають тримкість ферми. Неврахування температурних впливів при конструюванні ферми викликає її руйнування при дії зовнішніх експлуатаційних навантажень нижчих, ніж розрахунково-допустимі.

Мета роботи. Метою роботи є визначення довговічності вузлів зварної будівельної ферми.

Об'єкт дослідження – втомна поведінка вузлів зварної ферми під дією циклічних навантажень.

Предмет дослідження – зварні ферми.

Методи дослідження – фізичне моделювання, натурний експеримент з температурним і силовим впливом, комп'ютерний моделюючий експеримент на основі методу скінчених елементів в програмному комплексі ANSYS.

Наукова новизна отриманих результатів:

Отримала подальший розвиток методика комп'ютерного моделюючого експерименту для виявлення поведінки зварних ферм при дії циклічних навантажень шляхом верифікації розрахункових показників НДС з відповідними показниками за результатами натурального експерименту.

Практичне значення отриманих результатів. Використання результатів роботи є доцільним для зварних будівельних ферм, що проектуються, а також перебувають на стадії експлуатації під впливом циклічних навантажень, зокрема підкрюк'яних ферм. Запропоновано підсилення зварної будівельної ферми за допомогою трикутних підсилювальних фасонки.

Апробація. Результати дослідження доповідались на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів ТНТУ імені І. Пулюя (Тернопіль, 2016) та опубліковані в збірнику тез цієї конференції.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та мультимедійної презентації (20 слайдів). Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 7 розділів, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 114 аркушів формату А4.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність, сформульовані мета й завдання досліджень, вказані наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі «Проблема довговічності зварних будівельних ферм при дії багатоциклових навантажень» розглянуто наукові праці зарубіжних та вітчизняних авторів, присвячені аналізу багатоциклової втоми, методу розрахунку втомної міцності зварних будівельних ферм. Виявлено, що визначальною причиною втрати міцності ферм при циклічних навантаженнях є виникнення залишкових напружень, що призводять до виникнення внутрішніх пошкоджень в структурі металу. Проаналізовано криві повної механічної втоми при малоциклових і багатоциклових навантаженнях(рис. 1.1).

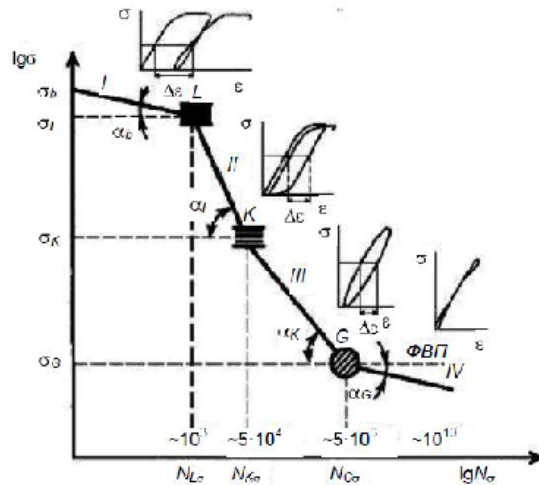


Рисунок 1.1 Схема повної кривої механічної втоми

Сформульовано задачі досліджень.

У другому розділі «Методичні аспекти дослідження довговічності зварної ферми»

Розроблено фізичну модель конструкції з дотриманням нормативних вимог ідентифікації та подібності для виконання серії натурних досліджень (рис. 2).

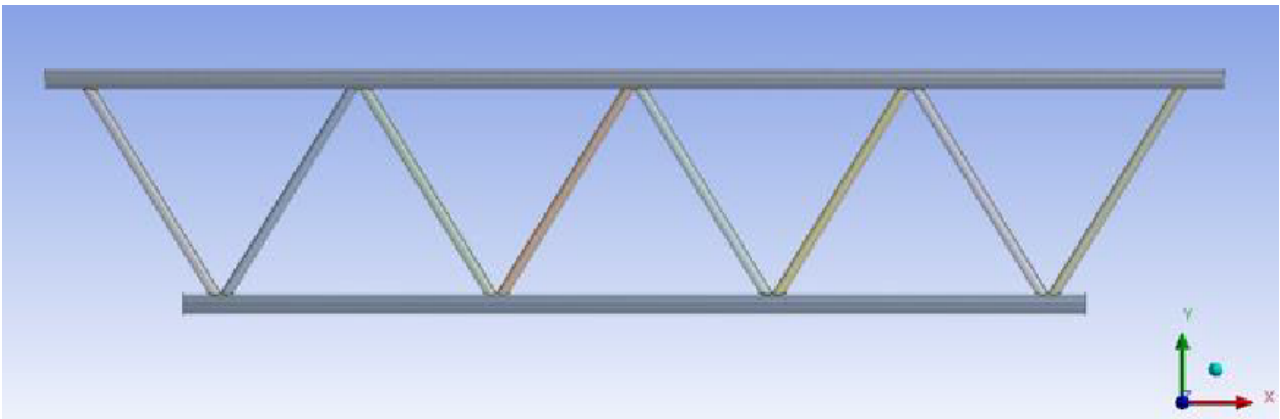


Рисунок 2 – Конфігурація фізичної моделі зварної будівельної ферми

Дослідні зразки фізичної моделі виготовлено зі круглого безшовного трубного профілю 80x6 мм з товщиною стінки 6 мм(для поясів ферми) і 50x4 мм(для розкосів ферми).

Запропоновано комп'ютерне моделювання поведінки вузлів ферми при різній кількості циклів навантажування впливу силових на зварну ферму з використанням прикладного програмного комплексу ANSYS Workbench 17.1 та Morfeo на базі скінчено-елементного багатоступеневого аналізу.

У третьому розділі «Результати дослідження втомного пошкодження вузлів зварної ферми» проведено верифікацію результатів комп'ютерного моделювання НДС ферми з результатами натурального експерименту, досліджено особливості поведінки зварних вузлів ферми під дією циклічних навантажень.

За статичних навантажень отримано діаграму поперечної деформації(прогину) ферми вздовж нижнього поясу при різних рівнях навантаження (рис. 3.4).

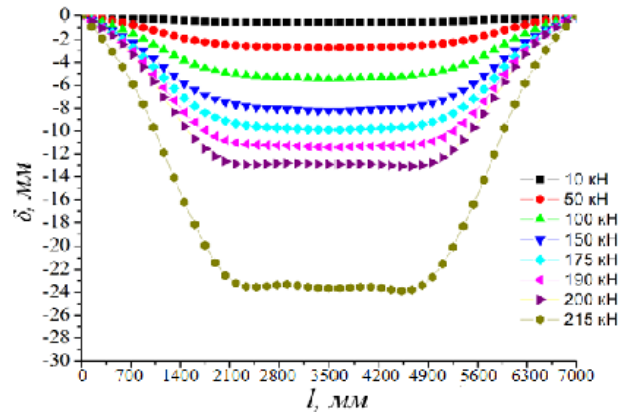


Рисунок 3.4 - Діаграма поперечної деформації (прогину) ферми вздовж нижнього поясу при різних рівнях навантаження

Змодельовано поведінку вузлів зварної підкрюквяної ферми, виявлено що найбільші концентрації напружень розміщені в зоні термічного впливу від зварювання в околі зварного шва(рис. 3.16).

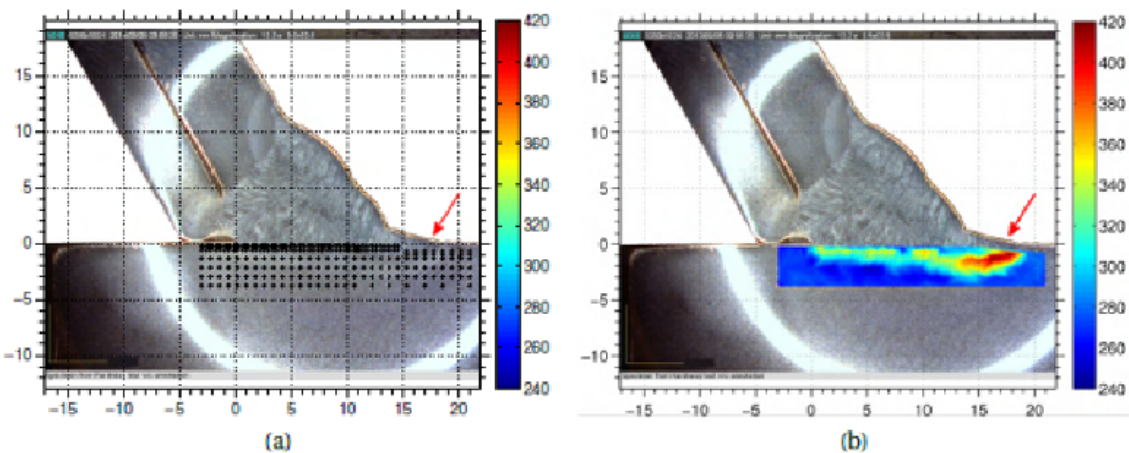


Рисунок 3.16 – Напруження в зоні термічного впливу від зварювання

Розрахункові поперечні залишкові поля напружень в області тріщини між К-подібним(а) і Y-подібним(б) вузловими з'єднаннями показано на рисунку 3.13.

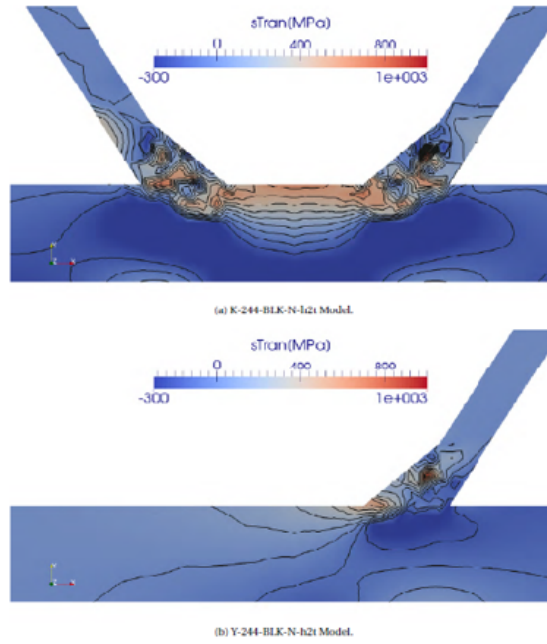


Рисунок 3.13 – Порівняння розрахункових поперечних залишкових полів напружень в області тріщини між К-подібним(а) і Y-подібним(б) вузловими з'єднаннями

Криві втомні прирізних конструктивних варіантах ферм показані на рис. 3.14

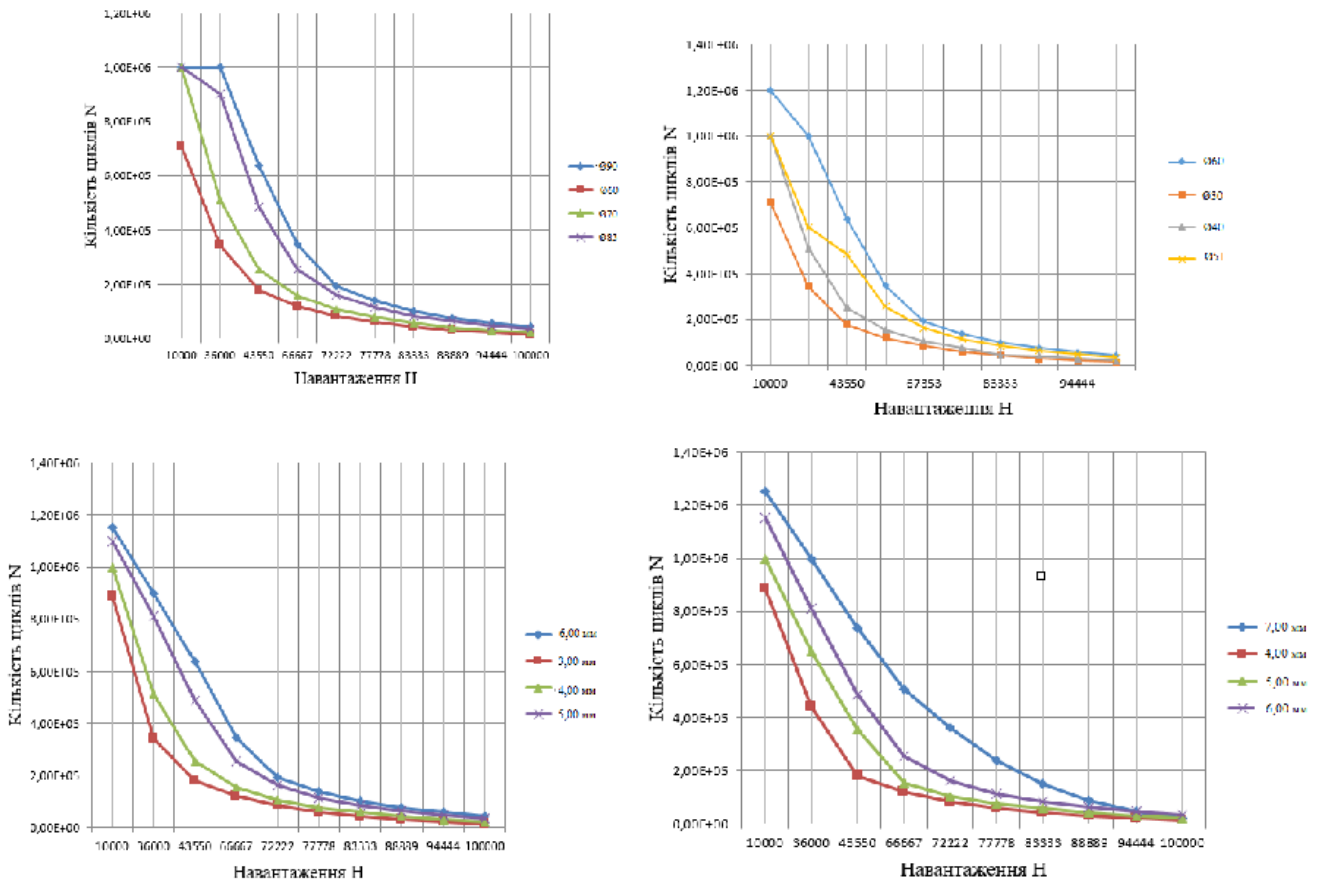


Рисунок 3.14 – Графіки температурних деформацій вузлів ферми

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведеного аналізу порівняння економічної ефективності варіантів підсилення ферми шляхом збільшення діаметру перерізу нижнього поясу ферми та виготовлення нової зварної будівельної ферми встановлено, що використання підсилювальних елементів збільшує несучу здатність та термін експлуатації ферми. Економічний ефект від підсилення за допомогою сталевих накладок складає 15374 грн., а економічна ефективність 23%.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» виконано порівняння підсилення нижнього поясу зварної ферми сталевими накладками та виготовлення ферми із збільшенням діаметру перерізу нижнього поясу.

Для порівняння розглядається зварна будівельна ферма розмірами 9000x1900 мм з круглого безшовного трубного профілю з профілем поясів 83x6 мм та сталі Ст3. В даній конструкції виконується заміна нижнього поясу на профіль із більшим діаметром 90x6 мм з сталі S690.

Виконавши порівняння двох ферм із різними модифікаціями, можна зробити висновок, що більш прийнятним є варіант підсилення нижнього поясу існуючої ферми сталевими накладками, оскільки витрати на його виконання є меншими в порівнянні з виготовленням нової ферми зі збільшеним діаметром профіля в нижньому поясі.

У шостому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проведено аналіз потенційно небезпечних та шкідливий виробничих факторів при газо- і електрозварювальних роботах.

Виявлено найбільш ефективні пропозиції і рекомендації, спрямовані на підвищення стійкості будівельного підприємства.

У сьомому розділі «Екологія» розглянуто вивчення основних джерел забруднення навколишнього середовища в будівельній галузі і методи переробки металевих відходів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Виявлено поведінку зварної ферми при дії циклічних навантажень і побудовано криві втоми з врахуванням конструктивних, технологічних та експлуатаційних чинників.

2. Отримано задовільне співпадання результатів натурного і комп'ютерного моделюючого експерименту, що свідчить про коректність прийнятих припущень в ПК ANSYS.

3. Запропоновано варіант зміцнення зварної будівельної ферми заміною профілю нижнього поясу ферми на профіль з більшим діаметром, що забезпечує підвищення тримкості на 12 % при збільшенні матеріаломісткості на 5,3 %.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. О.Р. Троян. Довговічність вузлів зварних ферм під дією циклічних навантажень / О.Р. Troian // Збірник тез V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «актуальні задачі сучасних технологій»,

17-18 листопада 2016 року – Т. :ТНТУ, 2016 – Том I. – С. 57. –(Фізико-технічні основи розвитку нових технологій).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Шингера Н. Фізичне моделювання для оцінки залишкового ресурсу зварних фермових конструкцій. / Н. Шингера, Я. Ковальчук // Прогресивні матеріали та технології в машинобудуванні, будівництві та транспорті : наук. конф. мех.-технолог. фак. ТНТУ ім. І. Пулюя, 16 трав. 2011р. : тези доп. – Тернопіль, 2011. – С. 10.

2. Шингера Н. Я. Моделювання пошкодження зварних будівельних ферм / Н. Я. Шингера, Я. О. Ковальчук, І. Б. Окіпний // Вісник Тернопільського нац. техн. ун-ту ім. І. Пулюя. – 2011. – Спецвип., част. 2 – С. 112–117.

3. Ковальчук Я. Статистичні особливості втомного пошкодження зварних будівельних ферм / Я. Ковальчук, Н. Шингера // XV наук. конф. Тернопільського нац. тех. ун-ту ім. І. Пулюя, 14–15 груд. 2011р. : тези доп. – Тернопіль, 2011. – С. 127.

4. Ковальчук Я.О. Статистичне моделювання втомного пошкодження зварної ферми / Я.О. Ковальчук, Ю.І. Пиндус, Н.Я. Шингера // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві»: – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. –2012. – №2 (13) – С. 91–94.

5. Ковальчук Я. О. Моделювання напружено-деформованого стану нижнього пояса будівельної зварної ферми / Я. О. Ковальчук, Н. Я. Шингера, О.І.Рибачок // Вісник ТНТУ ім. Івана Пулюя. – 2014. № 2– С. 34 – 39.

6. Ковальчук Я.О. Особливості втомного пошкодження вузлів зварної ферми / Я.О. Ковальчук, Н.Я. Шингера, О.І. Качка // Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві» – ВНТУ, 18-20 листоп. 2014 р.: тези доп. – , Вінниця, 2014, с. 37.

7. Ковальчук Я.О Моделювання втомної пошкоджуваності вузлів підкроквяних ферм / Я.О. Ковальчук, Н.Я. Шингера, О.І. Качка // XVIII наук. конф. Тернопільського нац. тех. ун-ту ім. І. Пулюя, 29–30 жовт. 2014р. : тези доп. – Тернопіль, 2014. – С. 87.

АНОТАЦІЯ

Троян О.Р. Довговічність вузлів зварних ферм при дії циклічних навантажень. - Рукопис

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 8.06010101– Промислове та цивільне будівництво

Виконано комп'ютерне моделювання зварної будівельної ферми в програмному комплексі ANSYS. Оцінено характер руйнування і напруження у вузлах ферми в зоні термічного впливу від зварювання. Побудовано криві втомної міцності для різних конфігурацій ферм з круглого профілю.

Запропоновані варіанти підсилення зварної ферми.

Отримані в роботі результати доцільно використати для оцінювання довговічності роботи зварних ферм при дії циклічних навантажень.

Ключові слова: зварна ферма, втома, втомна міцність, температурний вплив, довговічність, вузол ферми.

ANNOTATION

Troian O.R. Durability of the nodes of welded trusses under cyclic loads. – Manuscript

Diploma thesis on completion of educational degree “master” for the specialty 8.06010101-Industrial and civil construction.

Was done computer simulation of welded construction of building truss in ANSYS software. Reviewed the character of damage and tension in truss nodes in the area of thermal influence of welding. Were built fatigue strength curves for different configurations of trusses with a round profile.

Was offered the variants of reinforcement for welded truss.

The obtained results in the expedient use to evaluate durability of welded trusses under the action of cyclic loads.

Key words: welding truss, fatigue, fatigue strength, temperature effect, durability, node of the truss