ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ВАСИЛИК ІГОР ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 624.014.25

ОЦІНКА НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ БАЛОК З ГОФРОВАНИМИ СТІНКАМИ, ПОСЛАБЛЕНИМИ ОТВОРАМИ

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2018

Роботу виконано на кафедрі будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи: доктор технічних наук, професор
Підгурський Микола Іванович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, завідувач кафедри Технології і обладнання зварювального виробництва

Рецензент:
Чубик Василь Феофанович,
ПП Архітектурно-проектне будівельно-виробниче підприємство «Дім», директор

Захист відбудеться 23 лютого 2018 р. о $10^{.00}$ 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

Секретар екзамінаційної комісії №7 _____ Міщук О.І

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Важливим напрямком розвитку металевих конструкцій на сучасному етапі є створення та дослідження легких металевих конструкцій, в тому числі балок з гофрованою стінкою, послабленими отворами. Високоефективні конструкції забезпечують суттєве зменшення металоємності виробів, їх пристосованість для високомеханізованого поточного виготовлення, комплектного постачання і блокових методів монтажу. Водночас актуальним завданням є підвищення надійності несучих конструкцій за рахунок покращення методів їхніх розрахунків та проектування. Звичайно, найбільш достовірним методом щодо дослідження балок, послаблених отвором є експериментальні методи. Однак, лабораторні дослідження є досить затратними щодо часу, трудомісткості та великих матеріальних затрат. Можливість застосування інженерного розрахунку згідно діючих стандартів ДБН дозволить зменшити об'єм натурних експериментів та оцінити напружено-деформований стан балки з гофрованою стінкою, послабленою отворами.

Мета дипломної роботи полягає у аналітичному розрахунку та оцінювані напружено–деформівного стану балок з гофрованими стінками, послабленими отворами, стійкості тонкої поперечно гофрованої стінки при дії статичного навантаження за умови відсутності локальних напружень (σ_{loc}=0). А також у співставлені отриманих результатів з чисельним розрахунком.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Об'єктом дослідження є балки з поперечно гофрованою тонкою стінкою із трикутним гофром, послабленою отворами різних діаметрів. Методи виконання роботи: розрахунково-конструктивний, комп'ютерний моделюючий експеримент, графічний, порівняльний.

Наукова новизна отриманих результатів

- отримало подальший розвиток метод аналітичного розрахунку для балок з гофрованою стінкою, послабленою отворами;
- вперше виявлено дійсний напружено-деформований стан балки з гофрованою стінкою, що послаблена отворами різних діаметрів;
- вперше виявлено задовільну збіжність даних аналітичного розрахунку з даними отриманими при моделюванні МСЕ дослідних зразків в ПК ANSYS;
- вперше виявлено оптимальні межі розташування послаблюючих отворів в прольоті балки.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати на даному етапі досліджень можна застосовувати при проектуванні балок з гофрованою стінкою, послабленою отворами на практиці.

Апробація результатів магістерської роботи. Окремі результати роботи доповідались на VI Міжнародній науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 16 – 17 листопада 2017 р. та на Міжнародній науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 17-18 листопада 2016 р.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки (вступ, 6 розділів, висновки, перелік посилань та додатки). В обсязі –105 арк. формату А4, мультимедійної презентації (25 слайдів).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі подано загальну характеристику роботи, стан досліджуваної проблеми, актуальність питання дослідження балок з гофрованою стінкою, послабленої отворами, мету та завдання роботи.

У першому розділі "Огляд літературних джерел по балках з гофрованою стінкою " проаналізовано різні типи гофрованих балок, що існують на теперішній час. Наведено відомості про технологічність виготовлення гофрованих балок та практичне використання балок з гофрованою стінкою. Також проаналізовано теоретичні та експериментальні дослідження конструкцій з гофрованими стінками різних науковців, які займалися питанням дослідження впливу послаблюючого отвору на напружено-деформований стан балки.

У другому розділі "Напружено-деформований стан балок з гофрованою стінкою ослабленою отворами" описано та здійснено аналітичний розрахунок балки з гофрованою стінкою, послабленою отворами. Проаналізовано існуючі програмні комплекси для розрахунку напружено-деформованого стану конструкцій балок з гофрованою стінкою, яка послаблена отворами, що дало можливість вибрати програмний комплекс ANSYS 14.5, який алгоритмічно базується на методі скінчених елементів. Прийнято рішення про розрахунок двома методами: аналітичним та чисельним для балки з гофрованою стінкою, послабленою отворами для трьох випадків – з діаметрами отворів 300, 500 і 700 мм. При цьому геометричні параметри гофрованих балок залишаються незмінними.

Отримані дані аналітичним розрахунком порівняні з даними чисельного розрахунку для балок з гофрованою стінкою, послабленою отворами різних діаметрів (рис. 1).

Рисунок 1 – Залежність дотичних напружень τ_{xy} від місця розташування

отвору

Також було здійснено дослідження для знаходження оптимального діапазону розташування послаблюючого отвору в балці з гофрованою стінкою прольотом 24 м (рис. 2).

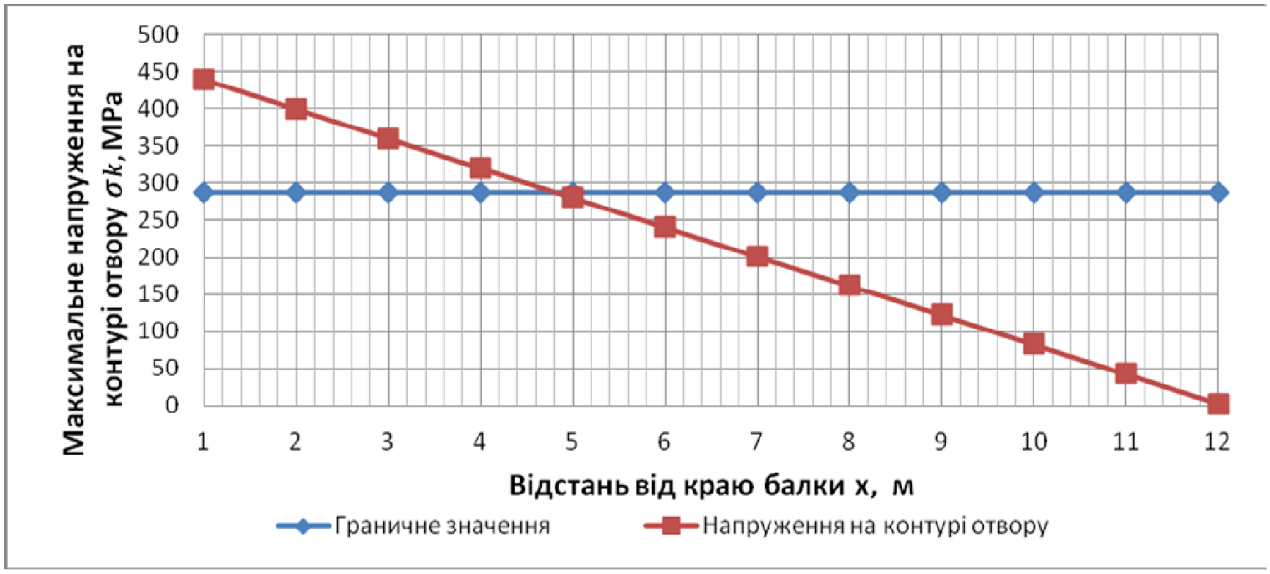

Рисунок 2– Залежність максимального напруження на контурі отвору від місця розташування отвору

Отримано лінійну залежність між максимальним напруженням на контурі отвору та місцем його розташування в прольоті балки.

У третьому розділі "Спеціальна частина" описано результати досліджень для знаходження оптимального діапазону розташування послаблюючого отвору в балках з різними прольотами, виведено нерівність, яка описує ефективні межі розташування отворів в залежності від прольоту балки.

У четвертому розділі "Організаційно-економічна частина" виконано обґрунтування економічної ефективності на виготовлення балки з гофрованою стінкою, що ослабленою круговим отвором. Отримано локальні, зведені та об’єктні кошториси.

У п’ятому розділі "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" розглянуто основи законодавства України про охорону праці, проаналізовано загальну структуру управління охорони праці, вимоги безпеки до процесів різання металу, вимоги під час виконання зварювальних робіт, а також розглянуто вимоги безпеки до вихідних матеріалів і заготовок, їх зберігання і транспортування. Описано заходи щодо захисту працівників об’єкта будівництва від наслідків надзвичайної ситуації, а також розглянуті методи оцінки впливу радіоактивного забруднення на технологічний процес виробництва і заходи захисту.

У шостому розділі "Екологія" проаналізовано основні причини забруднення навколишнього середовища, екологічні проблеми будівельної галузі, а також запропоновано ефективні заходи щодо утилізації будівельних матеріалів і відходів та ін.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Методом аналітичного розрахунку встановлений дійсний напружено-деформований стан балки з гофрованою стінкою, яка послаблена круговим отвором.

2. Виконано порівняльний аналіз отриманих результатів методом аналітичного розрахунку даних (прогину балки, нормальних напружень та дотичних напружень) з даними отриманих методом скінчених елементів.

3. За результатами виконання комп'ютерного моделюючого експерименту в ПК ANSYS Workbench 14.5 отримано значення максимального напруження на контурі послаблюючого отворів різних діаметрів в залежності від місця розташування їх в прольоті балки з гофрованою стінкою.

4. Методом аналітичного розрахунку балок з різними прольотами, що послаблені круговим отвором, отримано залежність, яка описує раціональні межі розташування отвору в прольоті балки, для забезпечення міцності та стійкості конструкції.

5. Програмне моделювання з використанням методу скінчених елементів є інструментом, який може ефективно використовуватись як при проектуванні гофрованих балок, що ослаблені отвором, так і для аналізу поведінки реальних конструкцій балок тривалої експлуатації з метою оцінки їх міцності і стійкості.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Оцінка напружено-деформівного стану балки з гофрованою стінкою, що ослаблена отворами / О.П.Ваврик, І.В. Василик, І.М. Підгурський // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 16-17 листопада 2017 року — Т. : ТНТУ, 2017 — Том І. — С. 25. — (Нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій).

2. Інноваційні методи проектування легких металевих конструкцій / О. П. Ваврик, І. В. Василик, І. В. Олійник, Л. А. Петровський, К. Л. Сандуляк, І. М. Підгурський // Збірник тез доповідей . Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 17-18 листопада 2016 року — Т. : ТНТУ, 2016 — Том І. — С. 132-133. — (Фізико-технічні основи розвитку нових технологій).

ОСНОВНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДАНІ ВИКОРИСТАНІ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ

1. Підгурський М.І. Оцінка напружено-деформівного стану в зонах зварних з'єднань тонкостінних елементів конструкцій / М. Підгурський, М. Грещук, І. Тихий, В. Хом'як // Збірник тез доповідей наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 14-15 грудня 2011 року — Т. : ТНТУ, 2011 — С. 138.

2. Підгурський М.І. Методика дослідження напружено-деформівного стану в зонах конструктивних концентраторів напружень зварних конструкцій / М. Підгурський, І. Зубченко, В. Поліщук, В. Ляхов, В. Хом'як // Збірник тез доповідей наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 14-15 грудня 2011 року — Т. : ТНТУ, 2011 — С. 137.

АНОТАЦІЯ

Василик І.В. Оцінка напружено – деформованого стану балок з гофрованими стінками, послабленими отворами – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2018. Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю: 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

У дипломній роботі виконано дослідження напружено-деформівного стану балки прольотом 24 м з гофрованою стінкою, яка послаблена отворами. Проведено аналітичний розрахунок та чисельне моделювання роботи балки з гофрованою стінкою, що ослаблена круговим отвором на дію статичного навантаження при різних місцях розташування отворів та їх та діаметрів. Аналітично отримано результати, що описують дійсний напружено-деформований стан балки з гофрованою стінкою. Ці дані порівняно з даними отриманими чисельним методом, а також встановлено раціональні межі розташування отворів в прольоті балки.

Ключові слова: балка, гофрована стінка, послаблюючий отвір, аналітичний, чисельний.

ANNOTATION

Vasylyk I.V. Estimation of the stress-strain state of beams with corrugated web weakened by holes – Ternopil Ivan Pul`uj National Technical University, 2018. Diploma thesis for acquisition of "master" educational degree for the specialty: 192 – «Construction and civil engineering».

The research of the stress-strain state of a beam with a corrugated web, weakened by holes, and the span of 24 m was conducted in the diploma work. The analytical calculation and numerical modeling of the beam with a corrugated web, which is weakened by a circular hole for the action of static load at different locations and with different diameters of holes was carried out. The results, which were obtained by the analytical method and which describe the actual stress-strain state of a beam with a corrugated web, were compared with the data obtained by the numerical method, as well as the optimal limits of the weakening holes location in the beam span were set.

Keywords: beam, corrugated web, weakening hole, analytical, numerical.