

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ПЕТРОВСЬКИЙ ЛЮБОМИР АНДРІЙОВИЧ

УДК 624.014.078.45

**МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО–ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ГОФРОВАНИХ
БАЛОК З РІЗНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ ГОФРОВАНИХ СТІНОК**

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 10⁰⁰ годині на засіданні експертної комісії №7 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус № 2, ауд. 35

Секретар експертної комісії №7 _____ Міщук О.І

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У час, коли увесь світ підпорядковується законам ринкової економіки і явище конкуренції відіграє важливу роль, економічна доцільність та економічна вигода займають одну із вирішальних позицій, при виборі будівельної конструкції. Завдяки наявності сучасного комп'ютерного обладнання та відповідного програмного забезпечення, з'явилася можливість моделювання роботи будівельних конструкцій, визначення напружено-деформівного стану та його розподілу в тілі елемента. Це, у свою чергу, дозволило ефективніше вирішувати задачі проектування із забезпечення умов несучої здатності, просторової жорсткості, та допустимих деформацій, в поєднанні з економією матеріалів, коштів, трудовитрат і часу. В умовах сьогодення, щораз більшої популярності набувають балки з тонкою гофрованою стінкою, які відзначаються невеликою власною вагою, економією матеріалу і, в той же час, володіють хорошими показниками міцності, стійкості, а також, високою швидкістю та технологічністю будівництва і монтажу. Очевидним є вплив конфігурації гофрування та його геометричних параметрів на напружено-деформівний стан балки і загальні витрати матеріалів для її виробництва. Виникає потреба у визначенні найбільш оптимальної конфігурації гофрування та її геометричних розмірів для ефективного використання конструкцій такого типу.

Мета дипломної роботи полягає у визначенні параметрів напружено-деформівного стану (НДС) двотаврових балок з тонкою гофрованою стінкою для різних конфігурацій та параметрів гофрування, які забезпечать максимальну несучу здатність балок.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Об'єктом дослідження є гофровані балки з тонкою металевою стінкою, яка набуває хвилястого, трикутного, прямокутного та трапецієвидного обрисів гофрування. Методи виконання роботи: комп'ютерного моделюючого експерименту, теоретико-емпіричний, розрахунково-конструктивний, графічний, порівняльний.

Наукова новизна отриманих результатів

- Отримало подальший розвиток комп'ютерне моделювання розподілу напружень та прогинів балки з гофрованою стінкою, в залежності від конфігурації та геометричних параметрів гофрування;
- Отримали подальший розвиток залежності між геометричними розмірами кроку, висоти гофрування та напружено-деформівним станом балки;

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати, на даному етапі досліджень, можна застосовувати при проектуванні балок з різною конфігурацією гофрованих стінок

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

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки (вступ, 6 розділів, висновки, перелік посилань та додатки). В обсязі –113 арк. формату А4, мультимедійної презентації (15 слайдів).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі подано загальну характеристику роботи, сучасний стан досліджуваної проблеми, актуальність питання дослідження напружено-деформівного стану балок з гофрованою стінкою, в залежності від виду гофрування, мету, об'єкт та предмет проведеного дослідження.

У першому розділі "Огляд літературних джерел, які розкривають суть сталевих балок з тонкою гофрованою стінкою" проаналізовано різні типи гофрованих балок в залежності від геометричної форми гофрування. Пояснювальна записка містить інформацію про історію практичного використання, технологію виготовлення, перелік вітчизняних заводів-виробників та об'єктів, збудованих на території України, із використанням балок з тонкою гофрованою стінкою. Також, проведено аналіз експериментальних і теоретичних досліджень, наукових праць, присвячених розгляду питання впливу конфігурації гофрування стінки на напружено-деформівний стан балок такого типу.

У другому розділі "Напружено – деформівний стан гофрованих балок з різною конфігурацією гофрованих стінок" здійснено попередній аналітичний розрахунок і підбір основних геометричних параметрів балки з трикутною конфігурацією гофрування. Визначено залежність між кроком, висотою гофрування та умовною гнучкістю стінки балки (рис.1).

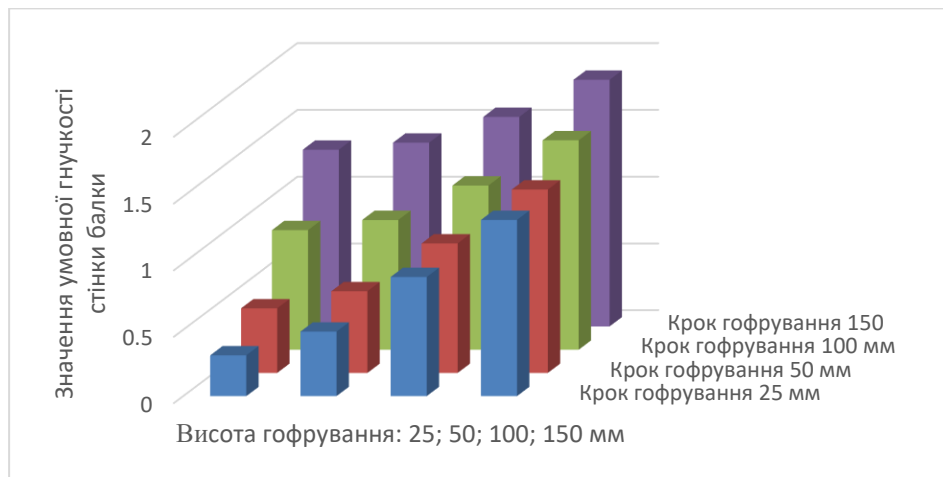


Рисунок 1 - Об'ємна гістограма впливу геометричних параметрів гофрування на значення умовної гнучкості балки

Висвітлено, також, основні вимоги щодо виробництва гофрованих балок. Представлено методику створення твердотільної моделі балки та основи проведення розрахунків за допомогою програмного комплексу ANSYS Workbench 14,5. Визначено вплив сітки скінченних елементів на точність отриманих результатів.

У третьому розділі "Результати дослідження напружено-деформівного стану гофрованої балки з різною конфігурацією та геометричними параметрами гофрованої стінки" наведено результати комп'ютерного моделювання та здійснено порівняння максимальних нормальних, дотичних напружень, прогинів у залежності від конфігурації гофрування, співвідношення кроку і висоти гофрів. На рисунку 2 представлено графік зміни нормальних та дотичних напружень в балці з трикутною конфігурацією стінки, при зменшенні геометричних параметрів гофрування від $a = 150$

мм, $f = 150$ мм до $a = 50$ мм,
 $f = 50$ мм.

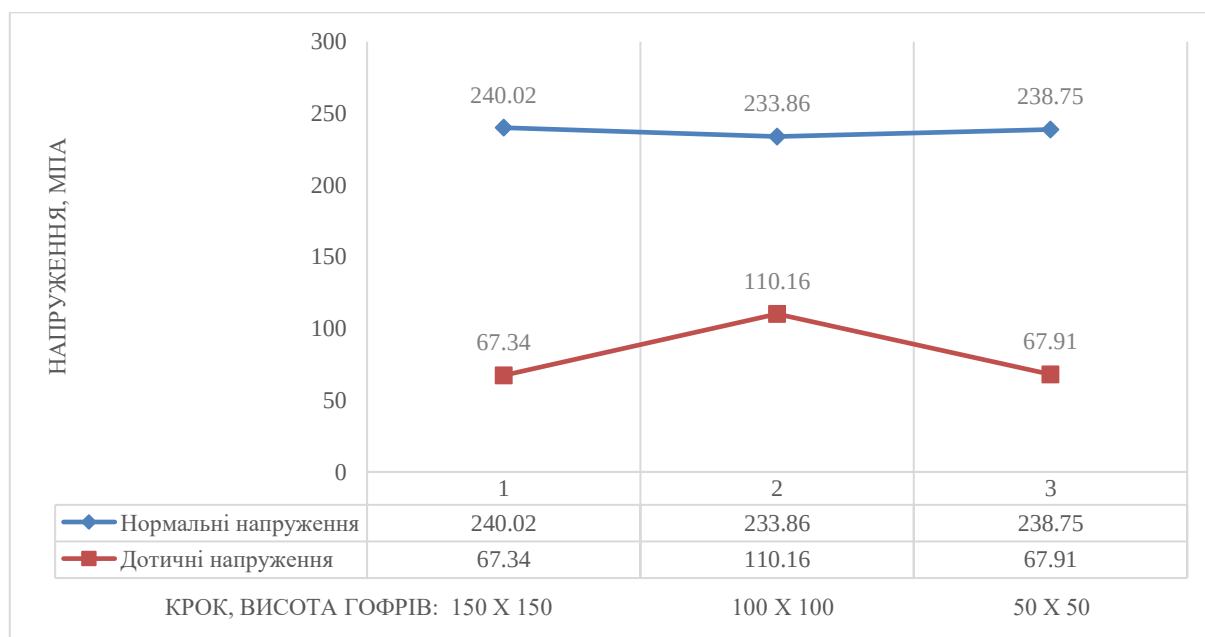


Рисунок 2 - Графік зміни нормальних та дотичних напружень в залежності від геометричних розмірів гофрування

У четвертому розділі "Спеціальна частина" визначено особливості напружено-деформівного стану гофрованої балки з хвилястим обрисом гофрування. Проведено порівняння найоптимальніших видів гофрування.

У п'ятому розділі "Обґрунтування економічної ефективності" за допомогою програмного комплексу АВК, розроблено локальний, зведений та об'єктний кошториси на виготовлення гофрованої балки. Доведено економічну ефективність використання балки з трикутною конфігурацією гофрування стінки.

У шостому розділі "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" розглянуто основні нормативні документи та їхні вимоги щодо охорони праці на території України. Приділено увагу правилам охорони праці під час виробничих процесів, які застосовуються для виготовлення балок з гофрованою стінкою: різання металу, зварювання, транспортування та складування готової продукції. Здійснено огляд основних заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкта промисловості у випадку виникнення надзвичайних ситуацій (НС), а також подано основи розроблення та реалізації заходів щодо захисту працівників від наслідків НС.

У сьомому розділі "Екологія" проаналізовано основні причини забруднення навколишнього середовища, висвітлено екологічні проблеми, спричинені діяльністю будівельної промисловості, а також запропоновано ефективні заходи щодо утилізації матеріалів і відходів будівництва.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Використовуючи метод комп'ютерного моделюючого експерименту, встановлено дійсний напружено-деформований стан балки з гофрованою стінкою, в залежності від виду та розмірів гофрування

2. Виконано порівняльний аналіз результатів, отриманих методом аналітичного розрахунку (нормальні, дотичні напруження і прогини), з результатами комп'ютерного моделювання.

3. За результатами виконання комп'ютерного моделюючого експерименту в програмному комплексі ANSYS Workbench 14.5 отримано залежності між розподілом напружень та конфігурацією гофрування стінки балки.

4. На основі проведеного порівняння результатів розрахунку гофрованих балок надано рекомендації щодо вибору конфігурації та геометричних параметрів гофрування.

5. Моделювання за допомогою програмного забезпечення дозволяє без значних витрат матеріальних ресурсів створити симуляцію та дослідити роботу реальних будівельних конструкцій.

6. Отримано достатню збіжність результатів аналітичного розрахунку та результатів, отриманих із комп'ютерної симуляції твердотільних моделей балки, за допомогою програмного комплексу ANSYS Workbench 14.5.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Моделювання напружено-деформівного стану балок з гофрованою стінкою / В.М. Солодкий, Л.А. Петровський, 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 I. — С. 39. — (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 V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 17-18 листопада 2016 року — Т. : ТНТУ, 2016 — Том I. — С. 132-133. — (Фізико-технічні основи розвитку нових технологій).

ОСНОВНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДАНІ ВИКОРИСТАНІ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ

1. 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 XV наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 14-15 грудня 2011 року — Т. : ТНТУ, 2011 — С. 137.

2. 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 XV наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 14-15 грудня 2011 року — Т. : ТНТУ, 2011 — С. 138.

АНОТАЦІЯ

Петровський Л.А. Моделювання напружено-деформівного стану гофрованих балок з різною конфігурацією гофрованих стінок – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2018. Дипломна

робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю: 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

В дипломній роботі виконано дослідження напружено-деформівного стану балки, довжиною 30 м, з хвилястою (синусоїдальною), трикутною, прямокутною, трапецієвидною конфігураціями гофрованої стінки. А також, досліджено вплив зміни геометричних параметрів кожної конфігурації на характеристики міцності та деформативності гофрованої балки. Здійснено порівняння отриманих, за допомогою комп'ютерно моделюючого експерименту, результатів та обрано найбільш ефективний вид гофрування балки.

Ключові слова: балка, гофрована стінка, комп'ютерне моделювання, порівняння, напружено-деформівний стан.

ANNOTATION

Petrovskyi L.A. Simulation of the stress-strain state of corrugated beams with different configurations of corrugated web – 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, which has span of 30 m, with wavy (sinusoidal), triangular, rectangular, trapezoidal configurations of the corrugated web, was conducted in the diploma work. Also conducted research of the influence of changes in the geometric parameters of each configuration characteristics on strength and deformability of corrugated beams. Based on the results of the computer simulation experiment, the most effective kind of corrugated beam was selected.

Keywords: beam, corrugated web, computer simulation, comparison, stress-strain state.