

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

БУРИК РОМАН МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 693.977

**МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ЛЕГКИХ
СТАЛЕВИХ КАРКАСІВ БАГАТО ПРОЛЬОТНИХ ОДНОПОВЕРХОВИХ
ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ З ПОХИЛИМИ В ОБОХ НАПРЯМКАХ
СТІЙКАМИ**

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: доктор технічних наук, професор
Підгурський Микола Іванович
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Рецензент: начальник ПМК 12
Гринчишин Ігор Михайлович

Захист відбудеться 22 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 Одним з провідних напрямків ефективного металобудівництва є застосування легких металевих конструкцій (ЛМК) у виробничих будівлях. Будівництво на основі ЛМК характеризується малою металомісткістю, можливістю типізації і уніфікації, високою технологічністю виготовлення та монтажу, ступенем заводської готовності і можливістю постачання будівель-модулів і їх несучих конструкцій. Зниження металомісткості будівель з ЛМК досягається завдяки застосуванню нових конструктивних форм, профілів (трубчастих, широкополічкових таврових, тонкостінних гнутих і гнутозварних, перфорованих, гофрованих з гнучкою стінкою, та ін.), тонколистового прокату, ефективних матеріалів для огорожуючих конструкцій (високоміцних сталей, алюмінієвих сплавів, профільованого настилу, утеплювачів, та ін.). Одним з принципів проектування ЛМК є забезпечення мінімальної енергоємності будівлі, який полягає у мінімізації будівельного і функціонального об'ємів, а також площі огорожувальних конструкцій. Одним зі способів досягнення цього є проектування будівлі з похилими несучими стійками, які в свою чергу приводять також до зменшення металомісткості будівель.

Мета роботи це пошук нових конструктивних та геометричних рішень легких одноповерхових багатопролітних будівель.

Об'єкт дослідження – легкі сталеві каркаси з похилими в обох напрямках стійками

Предмет дослідження – напружено-деформівний стан легких сталевих каркасів з нахиленими в обох напрямках стійками.

Методи дослідження – використано метод механіки деформівного твердого тіла та чисельні методи.

Наукова новизна отриманих результатів:

– розроблено модель одноповерхового багатопролітного каркасу з V-подібними стійками, що описує різні способи з'єднання колон з ригелями та рам з балками;

– отримав подальший розвиток методика використання похилих в обох напрямках стійок для зменшення витрат металу в легких одноповерхових багатопролітних будівлях

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані в подальшому проектуванні для зменшення маси каркасів легких багатопролітних будівель.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на ІХ всеукраїнській 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. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, шести розділів, висновків, переліку посилань. Обсяг роботи:

розрахунково-пояснювальна записка – 110 аркушів формату А4, мультимедійна презентація – 26 слайдів.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі подано загальну характеристику легких металевих конструкцій, область їх застосування в будівництві та основні принципи проектування.

У першому розділі «Розвиток конструктивних форм сталевих каркасів багатопролітних будівель» проведено загальний огляд типових конструкцій легких металевих каркасів, подані їх конструктивні характеристики, а також описано загальні правила розробки та удосконалення конструктивних форм типових рам.

У другому розділі «Оптимізація геометричних параметрів конструктивних схем сталевих каркасів багатопролітних одноповерхових будівель за критерієм мінімальної маси» проведено підбір оптимальних параметрів конструктивної схеми каркасів з похилими в обох напрямках стійками, за результатами якого визначено, що оптимальними кутами нахилу стійки в поперечному напрямку є $\alpha=70^\circ$ та кут нахилу стійки в поздовжньому напрямку $\beta=70^\circ$.

Проведено дослідження зміни маси типової комірки при використанні різних типів перерізів колон та ригелів. Було визначено, що мінімальна маса конструкції досягається при використанні профільованої сталевий труби круглого перерізу.

Виконано дослідження доцільності використання рами з похилими стійками в обох напрямках. Було проведено порівняння з рамою в якій стійки похилі тільки в одному напрямку. За результатом дослідження визначено, що при однакових умовах рами з похилими стійками в обох напрямках є більш економічними у більшості розглянутих варіантів.

Було проведено перевірку коректності аналітичного алгоритму розрахунку мінімальної маси комірки з використанням ПК «Ліра». Визначено, що аналітичний розрахунок є достатньо точним, похибка розрахунку мінімальної маси каркасу складає близько 5%.

У третьому розділі «Спеціальна частина» досліджено просторову роботу каркасу та покриття як жорсткого диску. Отримані переміщення в елементах рами при навантаженні рам вздовж і поперек, свідчать про значне зменшення переміщень для моделі з жорстким диском.

У четвертому розділі «Організаційно – економічна частина» проведено порівняння цін досліджуваних комірок. Встановлено, що вартість типових комірок прямо залежить від кутів нахилу стійки, і найбільш економічним є варіант комірки з кутами нахилу стійки $\alpha=70^\circ$, $\beta=70^\circ$.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто законодавство України про охорону праці, визначено основні вимоги під час експлуатації мобільних будівельних машин, вимоги безпеки на робочих місцях та вплив техногенних та природніх факторів на довговічність та стійкість будівлі.

У шостому розділі «Екологія» розглянуто методи і засоби захисту навколишнього середовища в будівельній галузі. Проведено аналіз забруднень, що виникають при виготовленні та монтажі легких рам з похилими в обох напрямках стійками.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі на основі вибраної фізичної моделі за допомогою комп'ютерного моделювання розв'язано науково-технічну задачу з визначенням мінімальної маси типової комірки одноповерхових багатопролітних будівель з нахиленими в обох напрямках стійками при дії навантажень.

Основні результати досліджень:

1. Виконано дослідження залежності кутів нахилу стійки від габаритних характеристик типової комірки одноповерхових багатопролітних виробничих будівель.
2. Перевірена коректність роботи алгоритму оптимізації каркасу одноповерхових багатопролітних будівель шляхом співставлення результатів аналітичного розрахунку з результатами використанням ПК "ЛІРА".
3. Проведено дослідження зміни маси типової комірки при використанні різних типів перетинів колон та ригелів.
4. Обґрунтовано доцільність використання рами з похилими стійками в обох напрямках у порівнянні з рамою зі стійками нахиленими в одному напрямку.
5. Виявлено високий рівень співпадіння отриманих аналітичних результатів розрахунку при використанні алгоритму оптимізації каркасу та ПК "ЛІРА".
6. Проведено дослідження поведінки одноповерхових багатопролітних будівель з нахиленими стійками від дії горизонтального навантаження в залежності від включення в роботу жорсткого диска по покриттю.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Бурик Р.М. Моделювання НДС легких сталевиx каркасів з похилими в обох напрямках стійками / Buryk R.M. Modelling of stress-strained state of light steel frames with inclined columns in both directions// IX всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених та студентів ТНТУ імені І. Пулюя – Тернопіль: ТНТУ 2016. с.195.

АНОТАЦІЯ

Бурик Р.М. Моделювання напружено-деформівного стану легких сталевиx каркасів багатопрольотних одноповерхових виробничих будівель з похилими в обох напрямках стійками – Рукопис.

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

У дипломній роботі на основі вибраної фізичної моделі та комп'ютерного моделювання розв'язано науково-технічну задачу з визначенням мінімальної маси типової комірки одноповерхових багатопролітних виробничих будівель з

нахиленими в обох напрямках стійками при дії навантажень. Здійснено підбір оптимальних параметрів конструктивної схеми каркасів з похилими в обох напрямках стійками, за результатами якого визначено, що оптимальними кутами нахилу стійки є $\alpha=70^\circ$, $\beta=70^\circ$. Проведено дослідження щодо зміни маси типової комірки при використанні різних типів перетинів колон та ригелів, в результаті якого було підібрано сталеву трубу круглого перерізу. Було визначено, що рами з похилими в обох напрямках стійками є більш економічними у порівнянні зі стійками нахиленими в один бік. Переверено коректність аналітичного розрахунку за критерієм мінімальної маси. Досліджено просторову роботу каркасу з врахуванням жорстких дисків по покриттю.

Результати наукових досліджень доповідались на ІХ всеукраїнській науково-технічній конференції молодих учених та студентів (ТНТУ, м.Тернопіль, 20-21 квітня 2016 року, та опубліковано у збірнику тез цієї конференції. Магістерська робота є результатом досліджень, які проводились студентом Буриком Р.М. протягом 1 року на кафедрі будівельної механіки.

Ключові слова: металеві конструкції, металомісткість, нахилені в обох напрямках колони, напружено-деформівний стан.

ABSTRACT

Buryk R.M. Modelling of stress-stain state light steel frames multi-span single-storey industrial buildings with sloping racks in both directions - the manuscript.

Thesis for obtaining educational degree "master" for the specialty: 8.06010101 - Industrial and civil construction.

In the thesis have solved the scientific and technical problem of determining the minimum mass of a typical cell single-storey industrial buildings with multi-span inclined in both directions with racks of stresses based on selected physical models and computer simulations. The selection of optimal parameters of constructive scheme of frames with sloping racks in both directions has done, the results of which determined that the optimum angles of racks are $\alpha=70^\circ$ and $\beta=70^\circ$. The research on typical cell mass changes when using different types of cross-sections of columns and beams has conducted, in which was chosen steel pipe with circular section. It was determined that the frame with sloping racks in both directions is more economical compared with racks inclined in one direction. Correctness of analytical calculation for the measure of minimum weight has conducted. Work space of frame with consideration of hard drives on coverage has investigated.

Research findings were reported at the IX Ukrainian scientific-technical conference of young scientists and students (TNTU, Ternopil, 20-21 April, 2016 and were published in the digest of the conference. The master work is the result of research conducted by the student Buryk R.M. during 1 year at the department of structural mechanics.

Keywords: metal structures, metal capacity, columns with sloping racks in both directions, stress-stain state.