

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПЕРЕКРЫТИЯ МЕТОДОМ МКЭ

А.А. Яркова, С.Е. Беляев, студенты гр. 10А32

Научный руководитель: Крюков А.В.^а, к.т.н., доц.

Юргинский технологический институт (филиал)

Национального исследовательского Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: ^аkrukov@tpu.ru

Аннотация: В данной статье рассматривается процесс расчёта и оптимизации конструкции металлической секции перекрытия. Предложено использовать пространственную стержневую конструкцию для обеспечения прочности и устойчивости конструкции.

Ключевые слова: МКЭ, металлические конструкции, оптимизация геометрии.

Abstract: This article discusses the process of calculating and optimizing the design of the metal section of the floor. It is proposed to use a spatial rod structure to ensure the strength and stability of the structure.

Keywords: FEM, metal structures, geometry optimization.

Введение. Стержневые конструкции применяются очень давно в различных сферах инженерной деятельности. Однако процесс расчёта подобных конструкций бывает весьма трудоёмким и занимает продолжительное время.

В настоящее время с развитием такой области прикладной механики как математическое программирование, все большее значение занимают расчётные программные комплексы. Они позволяют рассчитывать конструкции любой сложности, производить оптимизацию конструкции при различных условиях эксплуатации.

На основе метода МКЭ проводят теоретические исследования конструкций при различных комбинациях нагрузок, различных типах опирания и сопряжения узлов.

Постановка задачи

В статье рассматривается работа металлической секции перекрытия, представленной на рисунке 1.

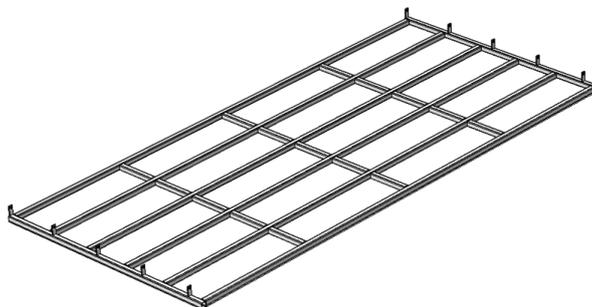


Рис. 1. Исследуемая конструкция

Секция выполнена в виде рамы из прямоугольной трубы, накрытой с одной стороны металлическим листом.

Конструкция воспринимает нагрузки от собственного веса и веса вышележащих слоёв кровли. Нагрузка величиной 3000 Н/м² приложена к листовому покрытию, рисунок 2. К элементам основной несущей конструкции секция крепится при помощи болтов. В работе использовались элементы типа «Жёсткая связь» с возможностью поворота относительно оси отверстия. На рисунке 3 показан один из элементов крепления.

При расчёте к металлической конструкции предъявляют ряд ограничений [1].

Ограничения на напряжения

Значение напряжений в любом элементе металлической конструкции должно быть не более предельно допустимого напряжения для данного вида элемента:

$$\sigma \leq R_y \gamma_c,$$

где R_y – расчётное сопротивление, γ_c – коэффициент надёжности.

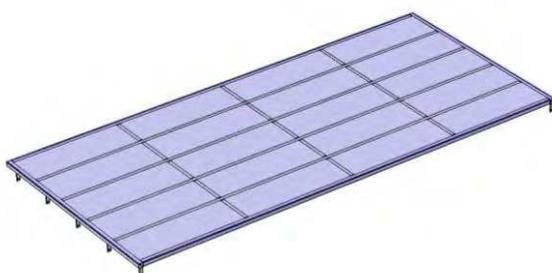


Рис. 2. Место приложения нагрузки

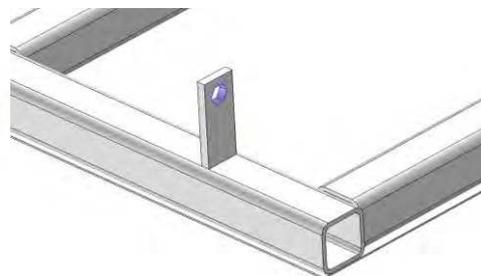


Рис. 3. Место крепления секции

Ограничения на перемещения

Максимальное перемещение конструкции должно быть не более допустимого перемещения, определяемого нормами проектирования:

$$f_i \leq [f_u]$$

где f_i – фактическое перемещение узла, f_u – предельно допустимое перемещение.

Предварительные результаты

По результатам расчёта были получены следующие результаты:

- в местах сопряжения элементов уровень напряжений достигает значений до 900 МПа, что в несколько раз превышает допустимый уровень, рисунок 4;
- прогиб конструкции в середине пролёта достигает величины 45 мм, рисунок 5.

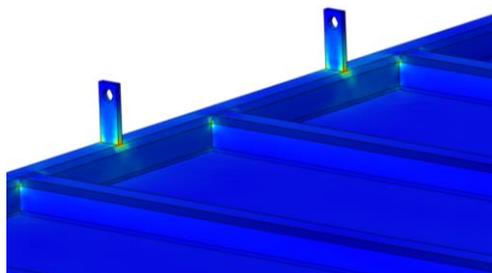


Рис. 4. Концентрация напряжений

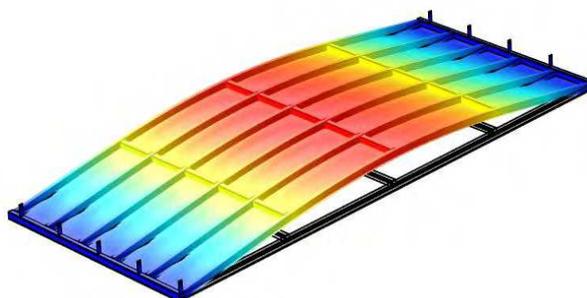


Рис. 5. Деформация секции

По результатам исследования можно сделать вывод, что конструкция в текущем виде не работоспособна.

Постановка новой задачи

Для обеспечения прочности и устойчивости было принято решение использовать пространственную решетчатую конструкцию.

Пространственные металлические конструкции обладают рядом достоинств, рациональное использование которых раскрывает применение этих структур в выигрышном свете по сравнению с другими конструкциями [2]:

- 1) благодаря многосвязности и пространственной работе они являются более жёсткими;
- 2) возможность перекрывать большие пролёты;
- 3) благодаря многообразию форм они обладают архитектурной выразительностью;
- 4) регулярность структур определяет повторяемость размеров и, как следствие этого, максимальную унификацию стержней и узлов, и др.

На основе исследования геометрии основных несущих конструкций и примыкающих коммуникаций была предложена новая конструкция, представленная на рисунке 6.

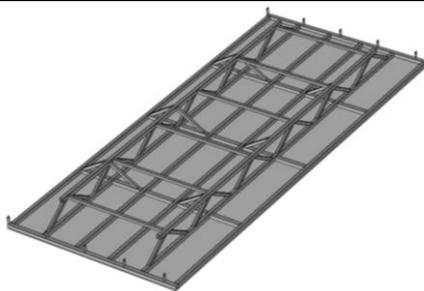


Рис. 6. Предлагаемая геометрия

Все нагрузки и ограничения приняты как в первоначальной задаче.

Результаты исследования предлагаемой конструкции

В результате проведённых расчётов были получены следующие результаты:

– уровень напряжений в опасных сечениях составил до 210 МПа, что находится в допустимых пределах, рисунок 7;

– величина прогиба в середине пролёта составила 6 мм, рисунок 8.

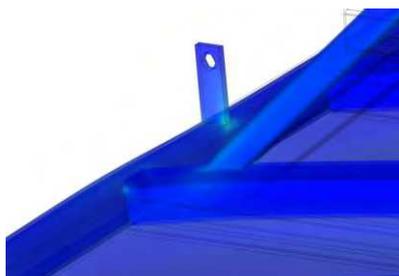


Рис. 7. Концентрация напряжений

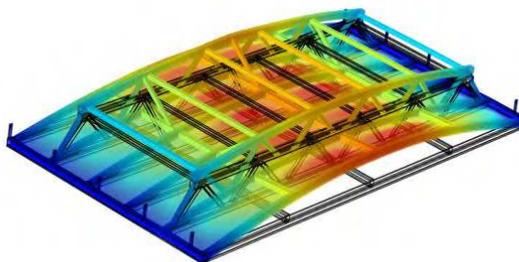


Рис. 8. Деформация конструкции

Выводы

Проведён расчёт напряжений и перемещений металлической конструкции секции перекрытия. Предложена схема позволяющая обеспечить прочность и устойчивость металлической конструкции.

Список использованных источников:

1. Металлические конструкции, включая сварку : учебник / под ред. проф., к.т.н. В.С. Парлашкевич. – М. : Издательство АСВ, 2014. – 352 с.
2. Хисамов Р.И. Расчёт и конструирование структурных покрытий / Р.И. Хисамов. – 1981. – 48с.

МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ

Е.Д. Петрова^а, аспирант гр. 323А

Научный руководитель: Зернин Е.А., к.т.н.

ФГБОУ ВО Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
173003, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, 41

E-mail: ^аpetrowa.ket@yandex.ru

Аннотация: В работе приведена модульная схема и описан принцип работы установки для изготовления экспериментальной наплавочной порошковой проволоки.

Ключевые слова: экспериментальная установка, порошковая проволока, наплавка.

Abstract: The paper presents a modular scheme and describes the principle of operation of the installation for the manufacture of experimental surfacing flux-cored wire.

Keywords: experimental setup, flux-cored wire, surfacing.