

Сотникова Мария Владимировна

магистрант

Любавская Ирина Владимировна

ассистент

Мещерякова Елена Владимировна

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный

технический университет»

г. Липецк, Липецкая область

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАМНОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ЛСТК В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SOLID WORKS

***Аннотация:** в статье рассмотрены основные принципы имитационного моделирования действительной работы рамной конструкции из холодногнутых профилей в программном комплексе Solid Works.*

***Ключевые слова:** имитационное моделирование, рамные конструкции, холодногнутые профили, Solid Works.*

Как показал анализ работ, посвященных исследованию действительной работы различных конструкций их холодноформованных профилей, теоретическое изучение этих вопросов сопряжено со значительными трудностями из-за сложности точного учета различных комбинаций внутренних и внешних факторов, оказывающих влияние на напряженно-деформированное состояние рамных конструкций.

Цель построения модели – определить форму потери устойчивости сжатых полков профиля стойки и ригеля в упругой стадии.

Конечно-элементное моделирование рамной конструкции из холодноформованных профилей выполнялось с использованием системы автоматизированного проектирования SolidWorks. Данный программный продукт реализует расчет конструкций и их элементов, основываясь на методе конечных элементов (МКЭ).

Основой метода конечных элементов является дискретизация области занимаемой телом на некоторое число конечных элементов (КЭ). Конечные элементы могут быть разных типов: пространственные, оболочечные, балочные КЭ специального назначения (например, пружины или контактное взаимодействие, содержащее трещины). Каждый из перечисленных типов КЭ по-разному реализуются в программном комплексе, так, объемные КЭ могут встречаться в виде тетраэдров и шестигранников, оболочечные – треугольные или четырехсторонние, плоские или криволинейные, одно- или многослойные (рис. 1).

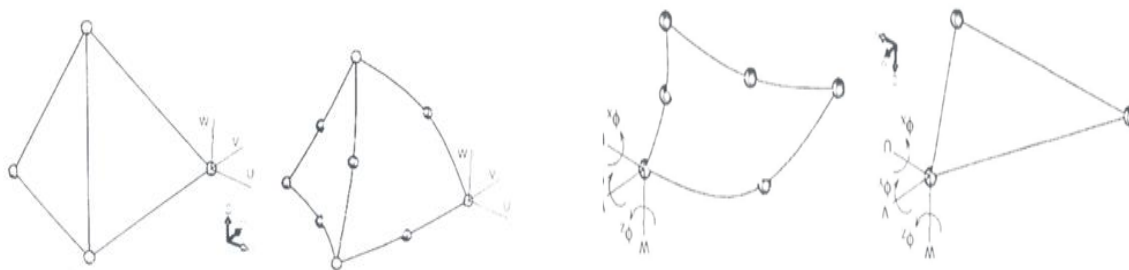


Рис. 1. Виды конечных элементов: а – пространственные конечные элементы, б – конечные элементы оболочек

Геометрическая модель рамы построена с использованием функции «тонкостенный элемент», а конечно-элементная – на основании геометрической путем автоматического разбиения сетки МКЭ (рисунок 2).

Это связано с тем, что ассоциативность сетки и модели в программном комплексе обеспечивается действиями пользователя. Построенная сетка едина для всех типов анализа. В исследуемой конструкции сетка конечных элементов построена путем автоматического разбиения средствами программного комплекса на объемные конечные элементы тетраэдрального вида (рисунок 3). Размер элементов подбирался программным продуктом автоматически, с постановкой точек Якобиана в узлах сетки.

Выбор конечных элементов подобного типа обусловлен необходимостью моделирования взаимодействия профилей между собой. Разбиение сетки конечных элементов выполнено с уплотнением сетки в областях концентрации

напряжений: отверстий и сгибов профиля. Уплотнение сетки конечных элементов привело к увеличению трудоемкости и, как следствие, увеличению времени расчета, однако это позволяет более точно исследовать характер напряженно-деформированного состояния конструкции.

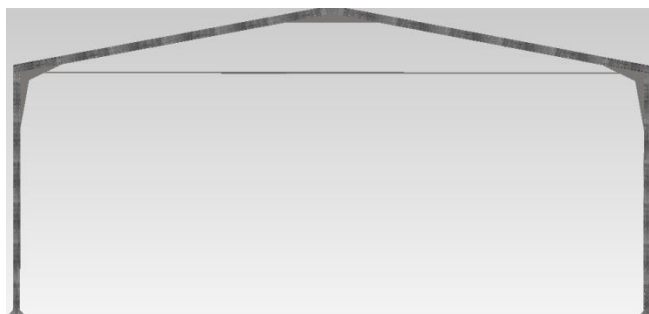


Рис. 2. Геометрическая модель рамы каркаса

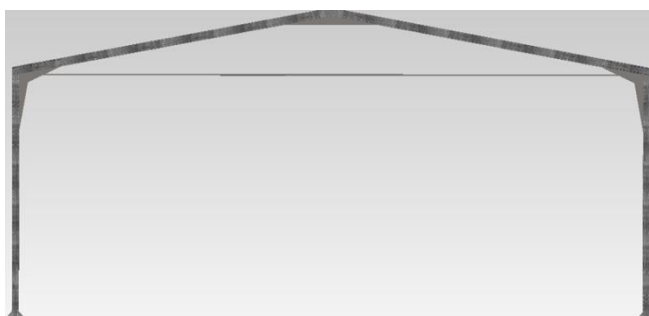


Рис. 3 Сетка конечных элементов на геометрической модели рамы

Отличительная черта CosmosWorks от других программных комплексов это то, что граничные условия не могут задаваться без привязки к объектам геометрии. Ассоциативность граничных условий и геометрической модели обеспечивается действиями пользователя.

При выборе расчетной модели в программном комплексе большое значение имеет не только правильность построения сетки, но и выбор граничных условий. Отличительная черта CosmosWorks от других программных комплексов это то, что граничные условия не могут задаваться без привязки к объектам геометрии. Ассоциативность граничных условий и геометрической модели обеспечивается действиями пользователя. По физической природе граничные условия делятся на 2 группы: кинематические и статические. Так, закрепление рамы из плоскости осуществлено с помощью добавления скользящих локальных опор в местах контакта с системой связей. В узле опирания

стойки с фундаментом установлены граничные условия «фиксированная геометрия» в месте установки анкерных болтов. При моделировании работы болтовых соединений были использованы стандартные твердотельные болты из библиотеки ToolBoks с разбиением их на объемные конечные элементы.

Сходимость экспериментальных данных и значений, полученных в результате численного моделирования говорит о корректности введенной расчетной схемы.

Список литературы

1. Айрумян Э.Л. Перспективы ЛСТК в России / Э.Л. Айрумян, Н.И. Каменщиков, М.А. Липленко // СтройПРОФИль. – 2013. – №10. – С. 12–17.
2. Галкин А.В. Задача устойчивости сжато-изгибаемых стержней со ступенчатым изменением жесткости / А.В. Галкин, А.С. Сысоев, И.В. Сотникова // Вестник МГСУ. – 2015. – №3. – С. 38–45.
3. Зверев В.В. Экспериментальные исследования рамных конструкций из холодногнутых профилей повышенной жесткости / В.В. Зверев, К.Е. Жидков, А.С. Семенов, И.В. Сотникова // Научный вестник ВГАСУ. – 2011. – №4 (24). – С. 20–25.
4. Москалев Н.С. Стальные конструкции легких зданий: учебное пособие / Н.С. Москалев, Р.А. Попова. – М.: АСВ, 2003. – 216 с.
5. Трофимов В.И. Легкие металлические конструкции зданий и сооружений: учеб. пособие / В.И. Трофимов, А.М. Каминский. (М.: АСВ, 2000. (576 с.