

УДК 539

Д.О.Гладковский (4 курс, каф. ЭиПГС), Н.М.Тимофеев, к.т.н., доц.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГНУТОСВАРНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Современное строительство требует применения экономичных, легких, долговечных, надежных и эстетически приемлемых конструкций. Данным требованиям в большей степени отвечают металлические конструкции. В настоящее время ведущим направлением металлостроительства является применение легких металлических конструкций (ЛМК) в зданиях промышленного, гражданского с сельскохозяйственного и иного назначения. ЛМК обладают рядом преимуществ по сравнению с другими видами металлоконструкций. Это малая металлоемкость, существенная типизация и унификация, высокая технологичность и легкость изготовления в промышленных условиях, легкость транспортировки, высокая степень заводской готовности и высокая скорость монтажа, возможность создания и поставки целых зданий-модулей. Наиболее часто применяемый вид конструкций – это фермы. Снижение металлоемкости ферм и других ЛМК достигается за счет новых конструктивных профилей: трубчатых, широкополочных тавровых, тонкостенных, гнутых и гнутосварных из низколегированной повышенной прочности листовой стали, перфорированных, гофрированных и других. Сейчас уровень производства позволяет изготавливать такие прокатные профили, которые лучше всего отвечают работе ферм на сжатие, изгиб, растяжение, сжатие с изгибом, в результате чего ферма становится легче и дешевле.

Среди всех типов ферм ЛМК, применяемых в настоящее время, широкое распространение получили фермы типа «Молодечно», используемые при изготовлении унифицированных зданий-модулей. Данные фермы изготавливаются из современных прокатных гнутосварных профилей. Такие конструкции отличаются высокой скоростью и удобством монтажа, низкой металлоемкостью. Расчет показал, что расход стали на одну ферму из гнутосварных профилей длиной 24 м более чем в два раза меньше, чем расход стали на одну типовую ферму той же длины, изготовленную из уголков. При этом несущая способность фермы из ГСП больше. Ферма изготавливается с параллельными поясами, что позволяет унифицировать раскосы и их расчет. Относительно небольшая масса позволяет легко монтировать данную конструкцию.

В унифицированном здании-модуле типа «Молодечно» стропильные и подстропильные фермы опираются на стальные колонны из широкополочных двутавров. Ригели фахверка выполняются из гнутых профилей специального назначения. Ограждающие конструкции представлены панелей с обшивками из стального или алюминиевого профилированного листа и утеплителя. Несущий элемент покрытия – профилированный настил. Каркас здания рамно-связевой. Устойчивость в поперечном направлении обеспечивается одно- или двухпролетной рамой, в продольном вертикальными связями по колоннам. Сопряжение колонн с фундаментом – жесткое, сопряжение с опорными узлами фермы – шарнирное.

В данной работе рассмотрен пример расчета фермы типа «Молодечно» длиной 24 м. Фермы типа «Молодечно» из ГСП полигональные с параллельными поясами, что накладывает особенности на расчет и конструирование элементов. Очертания решетки треугольные. Основание треугольника панели фермы имеет длину 3 м. Расстояние между

осями поясов 2 м. Решетка состоит из раскосов и одной стойки, которая расположена посередине фермы и ставится по соображениям монтажа. Углы примыкания раскосов к поясу должны быть не менее 30° , что обеспечивает плотность примыкания. Пояса, раскосы и стойка фермы выполнены из гнутосварных профилей. Верхний и нижний пояса из гнутосварных профилей с прямоугольным поперечным сечением, материал – сталь С345. Раскосы и стойка также выполнены из профилей с квадратным поперечным сечением, материал – сталь С255. В одной ферме не рекомендуется применять профили с одинаковыми размерами сечения, которые отличаются толщиной стенок менее чем на 2 мм. Для поясов отношение высоты стенки к ее толщине должно быть не более 45, для решетки – не более 60. Промежуточные и опорные узлы – бесфасоночные, выполнены сваркой. Монтажные узлы между двумя отправочными марками фермы представлены во фланцевом исполнении.

Верхний и нижний пояса фермы принимаются без изменения сечения. Раскосы принимаются с толщиной стенок двух типов, но с одинаковыми внешними геометрическими размерами. Поэтому расчет фермы ведется для ее наиболее нагруженных элементов.

На первом этапе осуществляется сбор нагрузок на ферму от ее собственного веса, веса профнастила и снегового давления, назначаются основные геометрические размеры фермы. Затем в программе SCAD или вручную, по диаграмме Кремона, производится расчет усилий от единичной нагрузки, приложенной в узлах фермы, производится пересчет усилий на расчетную нагрузку.

На втором этапе осуществляется подбор сечений верхнего и нижнего поясов фермы. Для верхнего сжатого пояса выполняется проверка стержня на устойчивость, проверка гибкости гнутосварных профилей с учетом закругления швов. Производится проверка по предельной условной гибкости стенки профиля при условии потери местной устойчивости, проверка по внецентренному сжатию стержня. На основании расчета подбирается необходимый профиль. Для нижнего растянутого пояса выбранный профиль проверяется на общую гибкость стержня и гибкость стенок, производится проверка на прочность по напряжениям. Стоит отметить, что для данного типа ферм расцентровка осей стержней обычно не превышает допустимую и моменты в стержнях можно не учитывать, что облегчает расчет и конструирование. Раскосы фермы подбираются по требуемой площади сечения и по условиям сопряжения с поясами и наложения сварных швов. Раскосы проверяются на устойчивость. В то же время, по условию коррозионной стойкости и условиям сварки элементов, толщина стержней стенок не должна быть менее 3 мм.

Основная проверка фермы производится в наиболее нагруженных узлах. В узле к растянутому верхнему поясу примыкают раскосы с растягивающими и сжимающими усилиями. Поэтому узел проверяется на продавливание и вырывание пояса раскосами. Производится проверка местной устойчивости боковых граней пояса над сжатым раскосом, проверка на местную устойчивость боковых граней сжатого и растянутого раскосов. Большое внимание уделяется расчету сварных швов. Сварные швы, соединяющие раскосы с поясом, выполняются с полным проплавлением стенок профиля. Сварку производят встык на остающейся подкладке, и швы рассчитываются как стыковые. Угловые сварные швы применяются на опорных участках, в местах сопряжения верхнего пояса с опорной конструкцией, и в середине фермы, в соединении поясов фермы с фланцами.

В связи с развитием технологий в области строительства и серьезными требованиями, предъявляемыми к современным конструкциям, любой инженер-проектировщик обязан уметь производить их расчет. Широко применяемые фермы из ГСП принадлежат к современному типу металлоконструкций. Следовательно, их расчет является обязательной частью знания инженера-строителя.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Проектирование и расчет стальных ферм покрытий промышленных зданий. Кузин. Н.Я.: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 1998.

2. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы: Учебное пособие / Л.В.Енджиевский, В.Н.Наделяев, И.Я.Петухова. М.: Издательство АСВ, 1998.